

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

**ПРОКОПЕНКО ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 004.896

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-  
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА  
РИЗИКІВ**

Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Науковий консультант  
доктор технічних наук, професор  
Ладанюк Анатолій Петрович

Черкаси - 2016

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП.	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ	
1.1 Аналіз об'єктів та методів управління для класу організаційно-технологічних систем	18
1.1.1 Технологічні об'єкти	19
1.1.2 Організаційні об'єкти	21
1.1.3 Організаційно-технічні об'єкти	27
1.2 Обґрунтування вибору класу об'єктів управління	34
1.3 Аналіз існуючих інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків	45
1.3.1 Аналіз тенденцій розвитку інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами	46
1.3.2 Аналіз ефективності існуючих інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами	56
1.4 Постановка задачі дослідження	67
Висновки до 1 – го розділу	71
РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ	
2.1 Концептуальні основи розробки методів управління організаційно-технологічними об'єктами	73
2.2 Аналіз проблеми невизначеності в системах управління організаційно-технологічними об'єктами	97

2.2.1	Аналіз існуючих класифікацій невизначеностей в системах управління	99
2.2.2	Удосконалення класифікації невизначеностей в системах управління організаційно-технологічними об'єктами	104
2.3	Розробка системної концепції побудови інформаційної технології управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків	108
2.4	Розробка математичної моделі прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності	117
	Висновки до 2 – го розділу	125
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ</b>		<b>127</b>
3.1	Комплексна модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами	130
3.1.1	Моделювання визначення цілей	132
3.1.2	Моделювання сценаріїв	139
3.1.3	Моделювання оцінювання в пливів факторів на показники ефективності	145
3.2	Імітаційна модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням сезонності виробництва та невизначеності	148
3.3	Методи і моделі оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами	159
3.4	Методи і моделі управління ризиками організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням сезонності виробництва	165
	Висновки до 3-го розділу	182

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ НЕПЕРЕРВНОГО ТИПУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

4.1	Розробка інформаційної технології стратегічного управління технологічними комплексами неперервного типу в умовах невизначеності	185
4.1.1	Розробка методу прийняття стратегічних рішень на основі мультиагентного підходу	186
4.1.2.	Розробка інформаційної технології прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності	196
4.2	Комплексний метод управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків	205
4.3	Розробка імітаційної моделі системи управління технологічними комплексами неперервного типу	214
4.4	Розробка технології управління інформаційними потоками в організаційно-технологічних системах	222
4.5	Розробка інформаційної технології управління ризиками технологічного комплексу неперервного типу	231
	Висновки до 4- го розділу	235

## РОЗДІЛ 5. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

5.1	Аналіз ТК цукрового заводу як об'єкта управління в класі ОТС	238
5.2	Концепція управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків	246
5.3	Комплексний метод управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків	248
5.3.1	Комплексна модель стратегічного управління ТК цукрового заводу	249

5.3.2 Інформаційна технологія управління ризиками стратегічної діяльності ТК цукрового заводу	268
5.4 Інформаційна технологія оперативного управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків	277
5.4.1 Оцінювання ефективності ТК цукрового заводу	277
5.4.2. Інформаційна технологія управління ризиками оперативної діяльності ТК цукрового заводу	283
ВИСНОВКИ ДО 5 – ГО РОЗДІЛУ	289
<b>РОЗДІЛ 6. ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
6.1 Структура комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу	291
6.2 Технічна структура ІС оперативного управління ТК цукрового заводу	298
6.3 Інформаційна структура системи стратегічного управління ТК цукрового заводу	263
6.4 Результати експериментальних досліджень. Статистичний аналіз техніко- економічних показників ТК цукрового заводу.	308
Висновки до 6- го розділу	327
ВИСНОВКИ	329
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	333
ДОДАТКИ	363

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СУ - стратегічне управління

ОУ - оперативне управління

УР - управління ризиками

ІС - інформаційні системи

ІП - інформаційні процеси

MES - Manufacturing Execution System

ERP - Enterprise Resource Planning System

SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition

АСУ ТП - автоматизована система управління технологічними процесами

САПР - автоматизовані системи інженерного проектування

АСУ - автоматизованих систем управління

АРМ - автоматизоване робоче місце

ОПР - особа, що приймає рішення

ТК - технологічний комплекс

ОТС - організаційно-технічна (технологічна) система

ОУ - об'єкт управління

ОТП- організаційно-технологічні процеси

ОС - організаційна система

ТС - технічна система

ІТ - інформаційна технологія

НІТ- нова інформаційна технологія

ІДС - інформаційно-довідникова система

АІС - автоматизована інформаційна система

ЕС - експертна система

СППР - система підтримки прийняття рішень

СК - системна концепція

ОТО - організаційно-технологічний об'єкт

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Складність управління сучасними підприємствами, корпораціями, організаціями та фірмами вимагає дослідження нових класів об'єктів та розробки ефективних методів прийняття як оперативних, так і стратегічних рішень, що забезпечить розвиток та стабільність впродовж тривалого періоду часу.

В нинішніх умовах жорсткої конкуренції підприємство має бути динамічним та стійким до змін та впливам зовнішнього та внутрішнього оточення. Середовище характеризується високим ступенем невизначеності і не завжди сприяє діяльності підприємства. Для того щоб вижити та розвиватися в сучасних умовах, підприємство має не тільки пристосовуватись до зовнішнього середовища шляхом адаптації своєї внутрішньої структури та зовнішньої поведінки. Підприємство має навпаки активно формувати зовнішні умови своєї діяльності, постійно виявляючи в зовнішньому середовищі загрози та потенційні можливості, що є особливо важливим в умовах невизначеності та ризиків. Інформаційних технологій, які б давали можливість врахування таких факторів, на підприємствах в галузях харчової, хімічної та ін. промисловості на сьогоднішній день не існує.

Як відомо, в світі розроблено ряд інформаційних систем (MES, ERP, BPM тощо), що забезпечують функції отримання та зберігання даних, автоматизацію планування, обліку, контролю та аналізу всіх бізнес-операцій підприємства, а також рішення задач синхронізації, координації, аналізу та оптимізації випуску продукції в рамках будь-якого виробництва. Однак дані системи є занадто дорогими, окремо розглядають або стратегічне управління, або оперативне управління, не достатньо адаптовані для впровадження на підприємствах в умовах кризи та потребують повної перебудови структури підприємств, не враховують ряд факторів, таких як сезонний характер виробництва або збуту продукції. Інформація, що необхідна для вироблення та реалізації адекватних управлінських рішень, зберігається в різноманітних сховищах, фондах та базах даних. Досить часто вона розподілена і територіально, зберігається в різних форматах, обробляється по-різному, недостатньо актуалізована. Тому застосування розглянутих технологій не

забезпечує точності та об'єктивності прийнятих рішень, а, головне, врахування впливу зовнішніх факторів та динамічних властивостей оточуючого середовища, що є особливо актуальним в умовах невизначеності та ризиків.

Сучасні підприємства, корпорації, об'єднання в галузях харчової, хімічної та ін. промисловості з сезонним типом виробництва або збуту продукції, характеризуються багатомірністю, складністю структури, наявністю та зміною багатьох цілей, активністю, необхідністю забезпечення мінімальних втрат цільового продукту при жорстких обмеженнях на енергоносії, нестаціонарністю процесів, недетермінованістю, тісним взаємозв'язком організаційних та технологічних процесів. Тому для підвищення ефективності функціонування підприємств, корпорацій, об'єднань в галузях харчової, хімічної та ін. промисловості в умовах невизначеності необхідно розробляти нові та модифікувати існуючі інформаційні технології управління, що поєднують формалізовані методи управління та евристичні способи прийняття рішень на основі оцінювання теперішнього стану та прогнозування майбутнього з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища та ризиків.

В зв'язку з цим в даній роботі поставлена актуальна науково-прикладна проблема підвищення ефективності функціонування підприємств, корпорацій в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.) за рахунок розробки нових інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків.

Таким чином, актуальність питань теоретико-методологічного обґрунтування розробки інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, розроблення практичних рекомендацій щодо впровадження таких технологій в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.), з одного боку, та недостатнє їх опрацювання в теоретико-методологічному і практичному планах, зумовили і визначили мету, завдання та зміст дисертації.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалася відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних



робіт Черкаського державного технологічного університету за участю автора, зокрема «Створення теоретичних основ, методів та моделей інтегрованого управління ризиками та змінами в проектах» державна реєстрація № 0110U000841, «Еволюційні моделі, методи і засоби підтримки прийняття рішень при створенні віртуальних підприємств» державна реєстрація № 0103U0036860, «Розробка механізмів проектного конвєса управління портфелем проектів в будівельних холдингах» державна реєстрація № 0113U000387, «Інформаційні технології управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності та ризиків» державна реєстрація № 0114U000132. В останній НДР дисертант є керівником роботи.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка теоретичних і методологічних основ створення нових інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що забезпечують підвищення ефективності функціонування технологічних комплексів неперервного типу в різних галузях промисловості (харчовій, хімічній та ін.).

Досягнення поставленої мети дослідження зумовило необхідність розв'язання таких теоретичних, методологічних і практичних задач:

1. Проаналізувати існуючі підходи до управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та обґрунтувати вибір напрямку досліджень щодо розробки інформаційних технологій (ІТ) управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків;
2. Дослідити складні організаційно-технологічні об'єкти сезонного типу виробництва, в тому числі технологічні комплекси (ТК) неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.), як об'єкта інформаційної системи управління;
3. Розробити системну концепцію побудови ІТ управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що забезпечить комплексний підхід до управління ТК неперервного типу з

врахуванням сезонності виробництва з метою забезпечення ефективного функціонування та формування управлінських рішень;

4. Удосконалити класифікацію невизначеностей для класу організаційно-технологічних об'єктів із застосуванням системного підходу, що дає можливість ідентифікувати ризики та виробити заходи їх уникнення;
5. Розробити комплексну модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності, що є адаптованою для використання в управлінні організаційно-технологічними об'єктами в нестабільних умовах та забезпечить можливість чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації, вирішення тактичних та стратегічних задач управління.
6. Розробити метод прийняття стратегічних рішень для організаційно-технологічних об'єктів на основі мультиагентного підходу, що забезпечує можливість прийняття оптимального стратегічного рішення та прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни показників ефективності функціонування об'єктів в умовах невизначеності зовнішнього середовища;
7. Розвинути існуючі методи оперативного управління ТК неперервного типу, що дають можливість на основі оперативного оцінювання ефективності функціонування ТК та його підсистем, а також впливу факторів ризику вибрати оптимальний стратегічний сценарій розвитку ТК, що забезпечить економію матеріальних та енергетичних ресурсів.
8. Розробити метод управління ризиками для ТК неперервного типу, що дає можливість вибору найбільш оптимального альтернативного сценарію досягнення стратегічних цілей згідно врахованих ризиків;
9. Розробити комплексний метод управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що дає можливість використання для широкого класу задач прийняття рішень в інтелектуальних

системах управління ОТП в галузі харчової, хімічної та ін. промисловості, у тому числі з урахуванням часового чинника (реальний масштаб часу).

*Об'єктом дослідження* є процеси управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків.

*Предметом дослідження* є теоретичні положення, основоположні принципи, методології створення ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків.

**Методи дослідження**, що використані у дисертаційній роботі, базуються на методах системного аналізу при розробці системної концепції побудови ІТ управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків; методи аналізу ієрархій, якісні методи прийняття рішень, методи теорії нечітких множин при розробці методів стратегічного управління; для вироблення рішень в ході управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності застосовані методи, що базуються на використанні продукційного логічного висновку, нечіткої логіки, когнітивних карт, ситуаційного аналізу, сценарного підходу; теорії мультиагентних систем при побудові алгоритмів управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Основний науковий результат дисертаційної роботи полягає в розвитку та поглибленні теоретичних та методологічних основ розробки нових інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що дадуть змогу підвищення ефективності функціонування підприємств, корпорацій в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.).

Основні положення дисертаційної роботи, що визначають її наукову новизну, полягають у такому:

- 1) розроблена та обґрунтована системна концепція побудови ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами, що на відміну від існуючих комплексно характеризує підходи до управління в умовах невизначеності та ризиків, є основою розроблення методів та підходів до створення ІТ

стратегічного та оперативного управління, а також управління ризиками, та забезпечує ефективне функціонування ТК неперервного типу та формування управлінських рішень в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.);

- 2) вперше розроблено комплексну модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності на основі комбінації статистичних методів та взаємодіючих між собою сітьових динамічних моделей, що на відміну від існуючих є адаптованою до систем реального часу для використання в управлінні організаційно-технологічними об'єктами в нестабільних умовах та забезпечує можливість чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації, вирішення тактичних та стратегічних задач управління;
- 3) вперше розроблено метод управління ризиками для організаційно-технологічних об'єктів на основі комбінованого використання методів когнітивного аналізу та математичного моделювання, що відрізняється від відомих виявленням джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищах, ступеню їх впливу на показники ефективності функціонування об'єкта управління, а також визначенням заходів уникнення ризиків та дає можливість підвищення ефективності функціонування організаційно-технологічних об'єктів шляхом уникнення зайвих витрат;
- 4) вперше розроблено комплексний метод управління складними організаційно-технологічними об'єктами, зокрема технологічними комплексами неперервного типу, що на відміну від існуючих базується на синтезі формалізованих методів стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами та процесами та інтелектуальних методів, а також евристичних способів з врахуванням умов невизначеності та ризиків, та характеризується використанням для широкого класу задач прийняття рішень в інтелектуальних системах управління ОТП в галузі

харчової, хімічної та ін. промисловості, у тому числі з урахуванням часового чинника (реальний масштаб часу);

- 5) удосконалено класифікацію невизначеностей за різними ознаками із застосуванням системного підходу, яка доповнює існуючі та є адаптованою до застосування для організаційно-технологічних об'єктів, що дозволяє ідентифікувати можливі ризики та виробити заходи їх уникнення;
- 6) вперше розроблено метод прийняття стратегічних рішень для організаційно-технологічних об'єктів на основі мультиагентного підходу, що забезпечить можливість прийняття ефективних стратегічних рішень в умовах невизначеності та ризиків, прогнозу динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни показників ефективності функціонування об'єктів в умовах невизначеності зовнішнього середовища;
- 7) дістали подальшого розвитку методи оперативного управління ТК неперервного типу, які відрізняються оперативним оцінюванням ефективності функціонування ТК та його підсистем, а також впливів факторів ризику, що дозволить підвищити ефективність управління та економію матеріальних та енергетичних ресурсів.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практична значимість розв'язаних у цьому дослідженні завдань полягає у тому, що теоретичні положення і висновки доведено до рівня конкретних практичних техніко-економічних та технологічних пропозицій і рішень. Вони є підґрунтям для подальшого розвитку нового напрямку наукових досліджень у сфері розробки ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що дасть можливість підвищення ефективності функціонування ТК неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.).

До числа результатів, які мають практичне значення, належать наступні:

- 1) інформаційна технологія управління ТК неперервного типу, що забезпечує управління в оперативній та стратегічній діяльності, а також управління ризиками для ТК неперервного типу з врахування сезонності виробництва в харчовій та хімічній промисловості та дає можливість перенесення центру

уваги вищого керівництва на складне зовнішнє середовище для того, щоб відповідним чином і вчасно реагувати на зміни, що відбуваються в ньому та стабілізації процесу виробництва, підвищенню конкурентноздатності продукції, збереження та збільшення ємкості внутрішнього ринку, зміцнення експортного потенціалу;

- 2) інтелектуальна інформаційна система управління технологічним комплексом цукрового заводу, що дає можливість підтримки прийняття рішень в оперативній та стратегічній діяльності цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків, врахувати фактор сезонності виробництва, підвищити якість рішень, що приймаються, та сприяє підвищенню економічної ефективності цукрового заводу, уникненню зайвих витрат у виробництві, а також підвищенню ефективності використання наявних ресурсів;
- 3) інформаційна технологія прийняття стратегічних рішень для ТК неперервного типу, що забезпечує можливість визначення оптимального сценарію розвитку ТК неперервного типу та прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни оціночних показників ефективності функціонування ТК неперервного типу з врахування фактору сезонності виробництва та невизначеності зовнішнього середовища;
- 4) алгоритми визначення цілей стратегічного управління цукровим заводом та формування стратегії розвитку ТК цукрового заводу з врахування сезонності виробництва, що забезпечує отримання адекватних прогнозних даних, оцінювання ефективності ТК цукрового заводу, а також реалізацію чіткої, постійної та довгострокової стратегії розвитку цукрового виробництва в умовах невизначеності та ризиків;
- 5) алгоритми управління ризиками ТК цукрового заводу, що дають можливість виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищах підприємства, ступеню їх впливу на показники ефективності підприємства, визначення заходів уникнення ризиків, уникнення зайвої

витрати ресурсів, а також підвищення ефективності використання наявних ресурсів.

У цілому використання створених моделей, методів і алгоритмів дозволяє підвищити ефективність функціонування технологічного комплексу неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.) за рахунок прийняття правильних та точних оперативних та стратегічних рішень, що враховують вплив внутрішніх та зовнішніх факторів. Результати дисертаційної роботи Прокопенко Т.О. впроваджені на підприємстві ТОВ «Новооржицький цукровий завод», ДП «Цукроавтомат - ІНЖ», Міжгалузєва науково-виробнича асоціація «Фільтрувальна асоціація України» в галузі харчової промисловості та на підприємстві ООО НПП «Лаборатория водной химии» в галузі хімічної промисловості, що підтверджено відповідними актами впровадження результатів дисертаційної роботи.

Теоретичні результати дисертації склали основу дисциплін «Оцінка бізнесу та управління проектами розвитку виробництва», «Бази та банки даних проектного менеджменту», «Теорія і практика розробки та прийняття управлінських рішень», а також нової дисципліни «Методи та засоби експертизи і аудиту в проектах» для магістрів спеціальності 8.18010013 - «Управління проектами», а моделі широко використовуються в циклі лабораторних робіт з цих же дисципліни, що викладаються в Черкаському державному технологічному університеті, що підтверджено відповідними актами.

**Особистий внесок здобувача.** Наукові положення, розробки та висновки дисертаційної роботи є результатом самостійно проведених досліджень автора в галузі прогресивних інформаційних технологій. Наукові праці [55, 124, 139, 142, 161, 162, 164, 173, 197 -199, 201, 202, 213, 237] виконано автором особисто. Із наукових ідей, отриманих здобувачем у співавторстві, у дисертації використані лише ті, що становлять його індивідуальний внесок.

У працях, опублікованих у співавторстві, автору належать ряд наукових результатів та положень: [125] – розглянуто основні питання теорії управління організаційно-технологічними системами, побудовано інформаційні моделі

стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічним об'єктами, розроблено комплексний метод управління складними організаційно-технологічним об'єктами; [68, 80] – виконано системний аналіз задач управління цукровим виробництвом в класі організаційно-технічних систем. Проаналізовано сучасний стан методів та засобів управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків та обґрунтовано вибір напрямку досліджень; [196] - запропонована модель стратегічного управління організаційно-технічними системами з врахуванням ризиків на основі когнітивного підходу, що дає можливість виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищі системи, ступеню їх впливу на показники ефективності системи, а також визначення заходів уникнення ризиків; [230] – запропоновано побудова математичних моделей ідентифікації ризиків технологічного комплексу цукрового заводу та розробка на їх основі когнітивної моделі управління ризиками оперативної діяльності цукрового заводу; [203, 209] - запропоновано використання мультиагентного підходу при моделюванні управління технологічними комплексами (ТК) неперервного типу в класі організаційно-технічних систем, розглянуто формалізований опис агентів управління ТК в умовах невизначеності з застосуванням алгебри поведінок; [106, 132] – виконано формування підходів до рішення інноваційних задач в управлінні проектами з урахуванням експертного генерування варіантів і подальшого оцінювання альтернатив при виробленні і ухваленні управлінських рішень; [220] – виконано системний аналіз стану галузі цукрового виробництва та запропонована стратегічна концепція підвищення ефективності цукрових заводів; [190] - побудовано модель оцінювання впливів факторів на показники ефективності організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням сезонності виробництва; [195] – досліджені фактори невизначеності в управлінні ризиками інвестиційних проектів; [258] – запропонована комп'ютерно-інформаційна система управління ризиками складних технологічних об'єктів.

**Апробація результатів дисертації.** . Основні теоретичні результати виконаних досліджень, висновки та рекомендації, які викладені в дисертаційній роботі, доповідалися і були схвалені на 15 – й науковій сесії наукового товариства ім.



Шевченка у Черкасах (Черкаси, 2005), на 5-й Всеукраїнської конференції «Інформаційні технології в науці, освіті і техніці» (ІТОНТ, 2006) (Черкаси 2006), на VII – XI Міжнародних науково-практичних конференціях „Управління проектами у розвитку суспільства” (м. Київ, 2010 – 2014), на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Управління проектами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2010), VII - X Міжнародних науково-практичних конференціях «Управління проектами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2012 – 2014), на II – III, IV Міжнародних науково-практичних конференціях «Стратегічне управління, управління проектами та програмами» (м. Славське, 2011 – 2012, 2016), 4 –й Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами та програмами» (Яремча, 2013), на 5 –й Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегроване стратегічне управління, управління проектами та програмами» (м. Банско, Болгарія, 2014), на XIX Міжнародній конференції з автоматичного управління Автоматика/ Automatics – 2012 (м. Київ, 26 – 28 вересня 2012), на 21-й Міжнародній конференції з автоматичного управління Автоматика – 2014 (м. Київ, 2014), участь в заочній науковій конференції «Наукові підсумки» ( м. Харків, 2013, 2014, 2015), Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами» (м. Київ, 2014, 2015), на 3-й Міжнародній конференції з автоматичного управління та інформаційних технологій ICASIT-2015, м. Київ, 11-13 грудня 2015 р.

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 49 друкованих праць, з них: монографій – 1; статей у закордонних журналах і індексованих (SCOPUS, Ulrich's Periodicals Directory, DRIVER, BASE, Index Copernicus, РИНЦ та ін.) виданнях – 7, статей у фахових наукових журналах – 20; тез конференцій – 17, навчальних посібника - 4.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

#### 1.1 Аналіз об'єктів та методів управління для класу організаційно-технологічних систем.

Сучасні виробництва і виробничі системи, будучи організаційно-технічними системами, характеризуються масовою появою і істотним прискоренням поширення нових ідей, технологій і технічних рішень. Результатом цього у виробництві є тенденція скорочення часу практичної реалізації принципово нових ідей, технологій і т.п. Високий темп розвитку виробництв в умовах ринкової економіки потребує суттєвої зміни характеру і динаміки виробничих процесів, зовсім по новому ставить питання про тривалість досягнення проектної потужності виробництва, по освоєнню наукоємних нововведень.

В умовах сучасного ринку постають проблеми та задачі гнучкості виробництва, мобільності, складності управління сучасними виробничими та економічними системами, їх взаємна інтеграція, тобто виникає необхідність в розробці нового класу об'єктів. Поряд з організаційними та технічними системами, які досить докладно вивчені, на сьогоднішній день актуальним є використання в автоматизованому управлінні нових типів систем – організаційно-технічних. Активна участь людини в управлінні забезпечить широкий спектр можливостей сучасних інформаційних технологій та автоматизованих систем в управлінні проектуванням інноваційних технологій, організації інноваційної діяльності на підприємствах, керуванні виробничими процесами. Таким чином, організаційно-технічні системи є людино-машинними системами управління проектно-технологічними процесами і виробництвами, що включають і процеси проектного управління інноваціями.

### 1.1.1 Технологічні об'єкти.

Класична теорія автоматичного управління, що активно почала розвиватись в період з 70-х років XIX ст. до середини XX ст., розглядає автоматизацію широкого класу технічних (технологічних) систем в промисловості, транспорті, сільському господарстві, комерційній та фінансовій діяльності. Дана теорія підкреслює особливості технічних (технологічних) систем, як об'єктів управління, такі як визначена детермінованість, лінійність, реалізованість, стаціонарність, відносна простота, зосередженість координат, достатнє розуміння характеристик, можливість побудови регулярних математичних моделей.

Для синтезу систем управління технологічними об'єктами класична теорія автоматичного управління використовує структурне математичне моделювання та формалізовані методи, розроблені на основі теорії диференціальних рівнянь та оптимального управління, операційного числення, гармонічного аналізу [1].

Якісні зміни техніки та технологій пов'язані з такими етапами її прогресивного розвитку, коли техніка стає здатна виконувати такі функції, які до цих змін виконувалися людиною. Сучасна техніка після функцій безпосереднього впливу на об'єкт діяльності та енергетичної функції стає здатною виконувати управлінські функції, що не завжди в повному обсязі використовується на підприємствах [2].

Управлінські функції реалізуються шляхом обробки великої кількості інформації, що характеризує виробничий процес. Інформація може бути як кількісного, так і якісного характеру. Щоб цей процес здійснювався більш ефективно та своєчасно на підприємствах застосовуються різні інформаційні системи на базі апаратно-програмних засобів ЕОМ і систем телекомунікацій.

Серед технологічних об'єктів особливе місце займають виробничі системи, що характеризуються як цілеспрямований процес, що забезпечує перетворення окремих елементів в готову продукцію [3]. Таким чином, маємо певну технологію, згідно якої здійснюється трансформація витрат у продукцію. Виробнича система є комплексною системою, тому для її дослідження необхідно застосовувати складні комбіновані методи на основі системного аналізу та системного підходу. В результаті планування, аналізу та контролю виробничих систем є прийняте рішення.

Використання математичного моделювання забезпечить при цьому необхідний рівень достовірності при прийнятті рішення.

Кожна виробнича система характеризується своїми функціями, має свою певну організаційну структуру, а також взаємозв'язками між організаційною структурою та прийняттям рішення. Тому важливого значення набуває прогнозування результатів діяльності виробничої системи з метою визначення подальших траєкторій її розвитку. Прогнозування при цьому дає можливість оцінити майбутні результати діяльності та на основі отриманої інформації прийняти відповідне рішення про перспективи розвитку.

Для складних технологічних об'єктів характерні такі властивості, як нелінійність, розподіленість координат, недетермінованість, не стаціонарність. Дослідження створення автоматичних систем управління такими об'єктами сприяли формуванню сучасної теорії управління. При цьому були створені формалізовані регулярні методи синтезу систем управління цим розширеним класом технічних об'єктів на основі розширення уявлень простору станів [4], векторно-матричного числення, теорії оптимального управління та систем [5]. За допомогою даних методів синтезовані різні типи систем управління: багатомірні, нелінійні, з розподіленими координатами, зі змінними параметрами, дискретні, адаптивні, оптимальні та ін. Однак ці методи не є достатніми для застосування в системах управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема технологічними комплексами в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.).

Спроби створення систем управління об'єктами з невизначеностями, які неможливо описати статистично, а також складними нелінійними технічними об'єктами, якими досить успішно керує людина-оператор, або особа, що приймає рішення (ОПР), привели до ідеї використання методів штучного інтелекту [ 6,7,8]. Праці в даному напрямі складають основу новітньої теорії управління. Найбільших успіхів при синтезі управління подібними технічними об'єктами було досягнуто за рахунок використання штучних нейронних мереж [ 9, 10], нечіткої (fuzzy) логіки [11, 12, 13, 14], еволюційних (генетичних) алгоритмів [15, 16]. Робота ОПР в сучасних технічних системах характеризується істотним зростанням масштабів

виробництва та відповідно складності задач контролю та управління. Тому підтримка прийняття рішень на основі методів штучного інтелекту дозволяє зменшити наслідки таких негативних явищ, пов'язаних з «людським фактором», як зниження надійності, якості управління в реальному часі, точності по причині неякісного прогнозу, а також повільне освоєння керуючих функцій та ін. Однак ці методи майже неможливо використати в автоматизованих системах управління (АСУ) реального часу, крім того вимагають безперервного або періодичного надання знань ОПР для управління технічними системами неперервного типу, а саме на підприємствах сезонного типу виробництва в різних галузях промисловості (харчової, зокрема цукрової, хімічної та ін.).

В різних галузях промисловості відомі вдалі приклади створення та використання нечітких регуляторів. Однак досягнуті результати в цьому напрямі поки не досить масштабні в порівнянні з формалізованими регулярними методами. Це пояснюється слабкою вивченістю проблеми автоматизації таких об'єктів, їх специфікою, відсутністю обґрунованого єдиного системного підходу. Спроби використання fuzzy-регуляторів для управління технічними системами, в яких використано традиційні методи автоматичного управління, показали, що вони суттєво поступаються традиційним методам автоматичного управління по точності та швидкодії.

В управлінні технологічними системами вказані методи штучного інтелекту в основному використовуються як додаткові та підпорядковані основній схемі синтезу системи управління технічними об'єктами. При цьому створенні пристрої та алгоритми (програми) часто виступають в ролі своєрідного компенсатора таких особливостей технологічних систем, як невимірність координат, якісний характер змінних та ін. Однак, на сьогоднішній день відсутні такі технології, які б дали змогу вирішити задачі управління складними технологічними об'єктами з активною участю людини в процесі управління в умовах невизначеності та ризиків.

### **1.1.2 Організаційні об'єкти.**

Процеси прийняття рішень складають основу управлінської діяльності. Вони необхідні при створенні виробничих і господарських організацій, забезпечують їхнє належне функціонування і взаємодію. У соціальній сфері забезпечують розвиток і функціонування соціальних процесів, їхню координацію з економічними процесами. Оптимальні рішення дозволяють досягати мети при мінімальних витратах трудових, матеріальних і сировинних ресурсів.

В теорії управління організаційними системами [17, 18] під організаційною системою (ОС) розуміють об'єднання людей, що спільно реалізують деяку програму або мету і діють на основі певних процедур і правил, які трактують як механізми функціонування.

З точки зору системного аналізу [19] будь-яка система характеризується складом, структурою та функціями. Як вказано в [20], модель організаційної системи задається наступним:

- складом ОС (учасники ОС, тобто її елементи);
- структурою ОС (сукупністю взаємопов'язаних елементів, тобто учасників ОС);
- множиною можливих стратегій розвитку ОС;
- взаємовідносин між учасниками ОС;
- наявністю інформації про існуючі параметри, якою володіють учасники ОС на момент прийняття рішень про стратегії, що вибираються;
- послідовності отримання інформації та вибору стратегій учасниками ОС.

Склад визначає елементи системи, а структура їх взаємодію, допустимі множини – можливість елементів, цільові функції – прагнення елементів, інформованість – наявність інформації.

З точки зору управління ОС в роботах [ 21, 22], виділяють:

- управління складом;
- управління структурою;
- інституційне управління ( управління обмеженнями та нормами

діяльності);

- інформаційне управління ( управління інформацією, якою володіють учасники ОС на момент прийняття рішень);
- управління порядком функціонування (управління послідовністю отримання інформації та вибір стратегій учасниками ОС).

В роботі [23] управління організаційними системами здійснюється на основі базової моделі, в якій виділяють одного суб'єкта – агента, що управляє, та одного управляючого органа – центру, який приймає рішення однократно в умовах повної інформованості. Базова модель організаційної системи наведена на рис. 1.1.

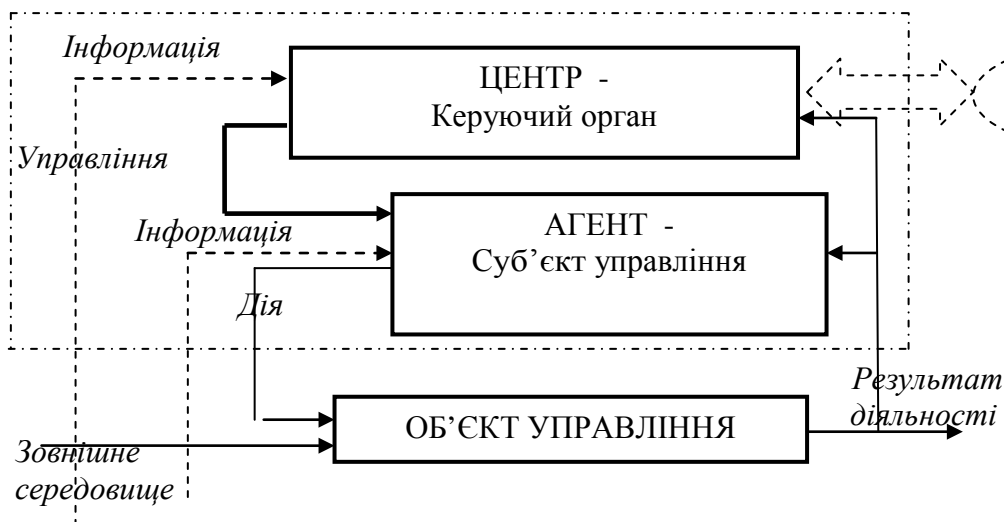


Рисунок 1.1 - Базова модель організаційної системи

Найпростішою моделлю прийняття рішення в організаційних системах є модель відносин між центром та агентом, що базується на теорії ієрархічних ігор [24, 25] і теорії активних систем [26, 27]. У моделях управління соціально-економічними системами центр відіграє роль керуючого органу, агент - роль керованого суб'єкта. Моделі прийняття рішення в організаційних системах розглянуто в [28, 29, 30], згідно яких впливає, що єдина роль центру полягає в здійсненні управління, тобто в нього відсутній власний (не опосередкований агентом) результат діяльності, тому результатом діяльності центру зазвичай вважають результат діяльності агента.

Організаційні системи належать до складних систем, що доводиться наступними характерними ознаками, які розглянуто в [31]:

- складна внутрішня організація;
- наявність підсистем з функціональним характером діяльності;
- складні організаційні відносини і форми зв'язків;
- внутрішня і зовнішня взаємодія елементів системи;
- ієрархічна структура, або багатоступінчаста побудова;
- переміщення значних потоків товарів, коштів, інформації всередині системи.

Отже, складність структур пояснюється не тільки складом елементів, а й у значною мірою зв'язками, функціями та різноманіттям цілей.

Для організаційної системи властиві особливості [32]:

- наявність множини елементів, тобто таких об'єктів, які в межах системи спроможні виконувати функції підпорядкованих загальній меті;
- взаємозв'язки і відносини між елементами, причому стійкі та цілеспрямовані;
- цілісний характер організації завдяки об'єднанню і взаємодії внутрішніх різнорідних елементів, але сумісних в системі.
- інтегрованість якостей, тобто наявність в системі властивостей, яких не мають окремі елементи;
- еволюційний розвиток, який поєднує циклічні і хаотичні форми розвитку;
- активність елементів, тобто здатність до цілеспрямованої поведінки у відповідності з власними уподобаннями і здатністю самостійно вживати деякі дії;
- синергізм.

Згідно [33], задається множина  $A$  допустимих дій (стратегій, станів і т. д.)  $u$  ( $u \in A$ ) агента, серед яких агент має вибирати найбільш оптимальні з врахуванням впливу зовнішніх обставин. В результаті вибору дії  $u \in A$  під впливом зовнішніх



обставин реалізується результат діяльності  $z \in B$ , де  $B$  - множина допустимих результатів діяльності. Можлива розбіжність дії агента і результату його діяльності може бути обумовлена впливом зовнішніх обставин, дій інших учасників ОС і т. д. Зв'язок між дією агента  $y \in A$  і результатом  $z \in B$  його діяльності може мати складну природу і описуватися за допомогою теорії ймовірності, нечіткими множинами та ін.

Агент має можливість порівнювати різні результати діяльності. Тоді задається множина  $RA$  переваг агента. Елементи множини  $RA$  відповідають типу агента, що інтерпретується як ефективність його діяльності або як оптимальна для даного агента кількість ресурсів, що визначається центром.

При виборі дії  $y \in A$  агент керується своїм типом, а також тим, як обрана дія впливає на результат діяльності  $z \in B$ , тобто задається деякий закон  $W(i)$  зміни результату діяльності в залежності від дії та зовнішніх обставин, інформація про які відображена змінною  $i$ . Вибір дії агентом визначається правилом індивідуального раціонального вибору  $PW(i) (RA, A, i) \subseteq A$ , який виділяє множину найбільш бажаних, з точки зору агента, дій.

В [34] правило індивідуального раціонального вибору пропонується визначити наступним чином. Приймаються дві гіпотези:

1) гіпотезу раціональної поведінки, яка полягає в тому, що агент з врахуванням усієї наявної в нього інформації вибирає дії, результати діяльності яких є найкращими;

2) гіпотезу детермінізму, яка полягає в тому, що агент прагне усунути (з врахуванням усієї наявної в нього інформації) існуючу невизначеність і приймає рішення в умовах повної інформованості (іншими словами, остаточний критерій, яким керується особа, яка приймає рішення (ОПР), не повинен містити невизначених параметрів) .

Індивідуальна перевага агента може задаватись через відношення переваг або функцію корисності. Існують і інші способи, однак дані способи є найбільш поширеними. Для пари альтернатив визначається бінарне відношення, яке з них є

«кращим»; функція корисності ставить у відповідність кожній альтернативі дійсне число - корисність цієї альтернативи. У відповідності з гіпотезою раціональної поведінки агент вибирає альтернативу з множини «кращих» альтернатив. У разі функцій корисності ця множина є множиною альтернатив, на яких досягається максимум функції корисності.

Як зазначено в [35], при розгляді математичних моделей прийняття рішень розрізняють об'єктивну невизначеність (неповна інформованість щодо параметрів обстановки) і суб'єктивну невизначеність (неповну інформованість про принципи поведінки інших суб'єктів). Невизначеність щодо параметрів, що описують учасників ОС, називається внутрішньою невизначеністю, щодо зовнішніх параметрів - зовнішньою невизначеністю. Зовнішня об'єктивна невизначеність називається невизначеністю природи (або невизначеністю стану природи), внутрішня суб'єктивна невизначеність називається ігровою невизначеністю.

В [36] організаційну систему (ОС) розглядають як об'єднання людей, оснащених знаряддями праці, що спільно реалізують поставлені цілі на основі певних процедур і правил. Інтегральною динамічною характеристикою ОС служить її конфігурація, що визначимо як сукупність наступних компонентів:

- ієрархічна структура цілей, на досягнення яких спрямована ОС;
- операції реалізованого ОС процесу як цілеспрямовані дії, що мають ненульову довжина в часі, при виконанні яких споживаються ресурси різного виду (фінансові, інформаційні, матеріальні, кадрові й ін.) і формуються значення оціночні показники функціонування ОС;
- порядок проходження операцій у процесі, що виражається каузальним (причинно-наслідковим) відношенням на множині операцій.

Взагалі, в теорії організаційних систем, формування якої завершилося в середині ХХ ст., досягнуто певних успіхів, зокрема розробка класифікації організаційних систем на базі системного підходу, принципи побудови, реконструкції та функціонування цих систем. Однак, такі особливості організаційних систем, як складність, активність, відкритість, самоорганізація, не стаціонарність, нелінійність, багатомірність та інші обґрунтували слабке

використання в цій сфері формалізованих регулярних методів синтезу управління. В основному тут використано евристичні способи, в яких відображено багаторічний досвід людства в створенні, модернізації та експлуатації організаційних систем. Присутність людини, як в об'єкті, так і в системі управління, обумовили істотне зростання ролі «людського фактора» як при проектуванні організаційних систем, так і при формуванні специфічних в порівнянні з технічними системами керуючих впливів на етапі функціонування. Однак, не дивлячись на спроби формалізації в цій області все ж переважає суб'єктивність рішень, що приймаються.

### **1.1.3. Організаційно-технологічні об'єкти**

В умовах складності та невизначеності виникає необхідність використання сучасних методів управління складними організаційно-технологічними об'єктами, серед яких особливе місце належить технологічним комплексам неперервного типу в різних галузях промисловості (цукровій, харчовій, хімічній). Тому управління такими об'єктами доцільно розглянути в класі організаційно-технічних (технологічних) систем (ОТС).

Клас організаційно-технологічних процесів (ОТП), згідно [1], має властивості як технологічних, так і організаційних систем. Найбільш важливими характеристиками, які враховуються, є багатовимірність, складність та змінність структури, наявність та зміна багатьох цілей, недетермінованість, активність та ряд інших. Наявність ОПР в системах управління ОТП має як позитивний аспект, що пов'язаний з властивостями адаптивності, толерантності до зміни структури, властивостей системи та інших факторів, з суб'єктивною оптимізацією рішень, що приймаються, має і негативні сторони. До них необхідно віднести нездатність до переробки великого обсягу інформації, зниження надійності по причині стомлення, можливо недостатньо кваліфікації, запізнення в прийнятті управлінських рішень і т.д. Однак, в [1, 37, 38] визначення ОТС не даються.

В [39] ОТС розглядається як певна сукупність програмних, апаратних та організаційних (інформаційних, математичних, лінгвістичних та інших) засобів, що

включають інформаційні ресурси, засоби та системи інформатизації, технічні засоби та системи, персонал, систему нормативно-технічних документів. Однак дане визначення не враховує те, що ОТС складається з підсистем різного роду та характеру, і тому вона не може аналізуватися й описуватися так як аналізується та описується технічна система. ОТС має особливу внутрішню будову та особливу організацію, що несхожа на будову й організацію виробничої системи. Тому головною особливістю організаційно-технологічних систем можна виділити наявність певного числа підсистем як організаційних, так і технологічних, що знаходяться у взаємовідношенні та взаємообумовлені між собою, та на їх основі ОТС могла будуватися ієрархічно.

Для ОТС, враховуючи принципи системного аналізу [40], характерні наступні властивості:

- 1) цілісність, єдність, що означає наявність взаємозв'язків і взаємодій елементів системи, які забезпечують реалізацію цільової функції системи;
- 2) емерджентність, тобто властивість систем, яка обумовлює появу нових властивостей і якостей, не властивих будь-яким елементам, що входять до складу системи;
- 3) організованість - складна властивість систем, яка полягає у наявності структури та функціонування (поведінки);
- 4) функціональність - це прояв певних властивостей (функцій) при взаємодії із зовнішнім середовищем. Також визначається мета (призначення системи) як бажаний кінцевий результат;
- 5) структурність - це впорядкованість системи, певний набір і розташування елементів зі зв'язками між ними;
- 6) наявність поведінки - дії, змін, функціонування і т.д. Вважається, що саме поведінка системи пов'язана з навколишнім середовищем, тобто з іншими системами, з якими система вступає в певні взаємовідносини;
- 7) фундаментальною властивістю систем є стійкість, тобто здатність системи протистояти зовнішнім збуренням та впливам. Від неї залежить тривалість життя системи;

- 8) надійність - властивість збереження структури системи;
- 9) адаптованість - властивість змінювати поведінку або структуру з метою збереження, поліпшення або придбання нових якостей в умовах зміни зовнішнього середовища. Обов'язковою умовою можливості адаптації є наявність зворотних зв'язків.

Цілісність і емерджентність - інтегровані властивості системи. Наявність інтегрованих властивостей є однією з найважливіших рис організаційно-технологічної системи. Цілісність виявляється в тому, що система має закономірності функціонування та мету. Емерджентність вказує на наявність в ОТС властивостей, які відсутні в ТС та ОС, як в окремих системах.

Таким чином, ОТС – це складна полісистема, що об'єднує в собі властивості як технологічних, так і організаційних систем, а також характеризується наявністю людини в системі управління тобто, особи, що приймає рішення.

Виходячи з того, що ОТС складається з двох підсистем: організаційної та технічної, для ОТС характерні склад, структура та функції, що і для ТС та ОС. Тому модель організаційно-технологічної системи можна задати наступним чином:

- склад ОТС (тобто організаційна та технічна (технологічна) підсистеми, які в свою чергу розкладаються на елементи);
- структура ОТС (сукупністю інформаційних, управляючих, технологічних та інших зв'язків між учасниками та елементами ОТС);
- множина допустимих стратегій (обмежень та норм діяльності) учасників ОТС, що відображають в тому числі організаційні, технологічні та інші обмеження та норми їх сумісної діяльності;
- взаємозв'язок учасників та елементів ОТС;
- інформатизація – наявність інформації про існуючі параметри, якою володіють учасники ОТС на момент прийняття рішень про стратегії, що вибираються;

- порядок функціонування (послідовності отримання інформації та вибору стратегій учасниками ОТС).

Згідно теорії управління [41], поведінка керованої системи в стані  $z(t)$  на множині моментів часу  $t$  при вхідному впливі  $V$  і відсутності збурень визначається наступним рівнянням:

$$y(t) = f(t, x(t), z'(t)), \quad (1.1)$$

де  $y(t)$  - деяка реалізація вихідного процесу, що має єдине рішення  $z'(t) = z(t) \cdot V$ .

Якщо це твердження справедливе для будь-якого рішення  $z'(t)$ , то об'єкт вважається повністю контрольованим. Цей вираз означає, що поведінка керованої системи реалізується тільки в тому випадку, якщо за результатами вимірювання вихідних змінних  $y(t)$  при відомих значеннях вхідних змінних  $x(t)$  може бути отримана оцінка  $z'(t)$  будь-якої змінної стану  $z(t)$ .

Управління, що розглядається як комплекс цілеспрямованих дій, може бути реалізовано тільки тоді, коли система має в своєму розпорядженні мету управління та правила прийняття рішень в різних ситуаціях. Мета відображається точкою, в яку необхідно перевести систему з існуючого стану в потрібний стан у вигляді, наприклад, адитивної згортки:

$$Y = \sum_{i=1}^n a_i x_i, \quad \text{з обмеженнями типу} \quad \sum_{i=1}^n b_i x_i \leq c \quad (1.2)$$

де  $x_i$  -  $i$ -та характеристика (кількісна або якісна),  $a_i$  - важливість (вага)  $i$ -ї характеристики,  $b_i$  - витрата ресурсів на підтримку  $i$ -ї характеристики в необхідному стані,  $c$  - загальна кількість ресурсів.

Поведінка системи, як правило, визначається не однією метою, а їх сукупністю. Якщо множина цілей частково впорядкована згідно їх важливості, то при функціонуванні системи враховуються спочатку найбільш важливі (термінальні) цілі, потім менш важливі і т.д. Досягненню цілі системою управління можуть заважати такі внутрішні причини, як неузгодженість цілей окремих її підсистем.

Керуючий вплив передбачає зменшення різноманітності керованої системи, необхідне для ефективного управління. У цьому полягає завдання управління

складною системою. Закон необхідної різноманітності Ешбі [42], який заснований на математичній теорії зв'язку Шеннона, стверджує, що зведення множини станів керованої системи до підмножини, що включає тільки раціональні стосовно мети стани, визначається виборчою здатністю керуючої системи, що зумовлена величиною того зменшення різноманітності об'єкта управління, яка має бути досягнута.

Для досягнення можливості повного управління системою керуюча система повинна мати наступні якості [43]:

1. Необхідна наявність такої кількості різних можливих дій, як у керованій системі.
2. Необхідна наявність абсолютно точного набору прийнятих можливих дій, що є підмножиною множини всіх можливих відповідей на дії системи (найкращий набір відповідей).
3. Необхідна наявність можливості виробляти відповідні дії зі швидкістю не нижче швидкості роботи керованої системи.

Виходячи з проведеного аналізу, можна зробити наступні висновки:

1. Взаємозв'язок елементів ОТС є складним та неоднорідним. З одного боку спостерігається залежність елементів однієї підсистеми від іншої, а з іншого спостерігається можливість автономного функціонування окремих підсистем. Тобто можемо спостерігати наявність керуючих впливів організаційної підсистеми на технологічну. З іншого боку, реальний характер впливу організаційної складової системи на технологічну цілком визначається можливостями (глибиною, шириною, адекватністю, реалістичністю й т.п.) організаційної підсистеми відносно технологічної складової ОТС.

2. Згідно принципів системного аналізу та синтезу слід зауважити, що в ОТС відбувається як мінімум два процеси:

- 1) процес перетворення однієї підсистеми в іншу;
- 2) процес впливу організаційної підсистеми на технічну, що приводить до перетворення останньої.

Якщо припустити, що ці дві підсистеми мають системну організацію, то звідси випливає, що ОТС реалізує організаційно-технологічну або організаційно-практичну ціль, тобто зазначені процеси відповідають один одному. Таким чином, для ОТС наявна деяка функціональна структура  $f_{st} \in F_{st}$ , де  $F_{st}$  – деяка множина функціональних структур управління.

3. Виходячи з того, що ОТС визначається як складна полісистема, що складається з більш простих підсистем, то для ОТС характерні процедури декомпозиції її на підсистеми й зворотні їм процедури композиції з більш простих підсистем. Тому множина функціональних структур управління  $F_{st}$  ОТС складається з підмножини  $F_{st-O}$ , що характеризує організаційну складову ОТС, та підмножини  $F_{st-T}$ , що характеризує технологічну складову ОТС. Для підсистем, що складають ОТС, характерним є «принцип вкладеності», суть якого полягає в наступному. Організаційна підсистема не приєднується до технічної, а охоплює її, тобто  $F_{st} = F_{st-O} \cup F_{st-T}$ . Технологічна підсистема, що існує всередині організаційної підсистеми, зберігає свої властивості, характеристики та життєвий цикл, а також є автономною системою, що реагує на зовнішні впливи, які трансформують її.

4. Взаємодію технологічної та організаційної підсистем представлено на рис.1.2.

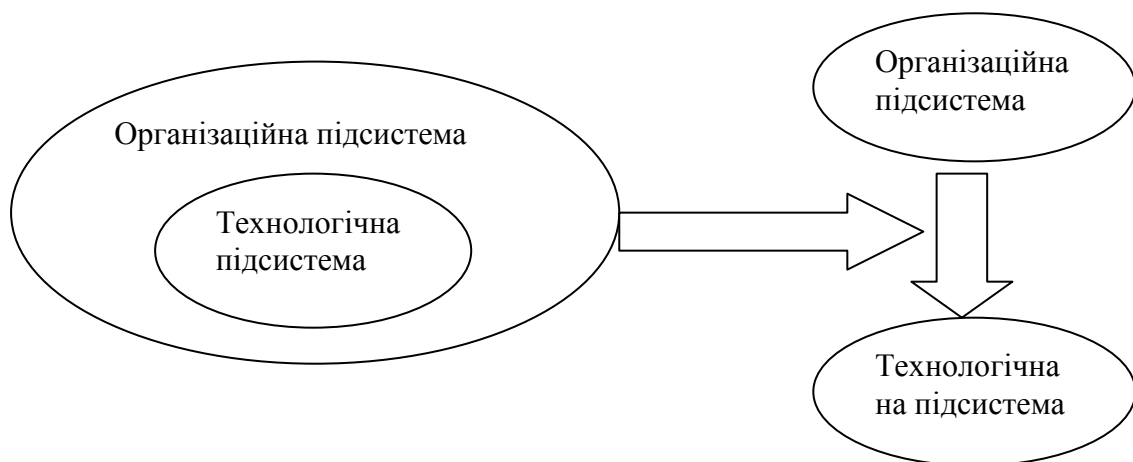


Рисунок 1.2 – Взаємодія технологічної та організаційної підсистем.



5. Таким чином, ОТС складається з двох принципово різнорідних підсистем, кожна з яких виконує свої функції управління. Якщо  $f$  – функції управління ОТС, причому  $f \in F$ , де  $F$  – множина всіх функцій управління, що реалізуються системою, то  $f_o$  – функції управління, що реалізуються організаційною підсистемою,  $f_t$  – функції управління, що реалізуються технологічною підсистемою. Введені функції належать відповідно множинам:  $f_o \in F_o$  та  $f_t \in F_t$ . Тоді, згідно пункту 3,  $F_o \cup F_t = F$ .

Прийняття управлінських рішень направлено на підвищення ефективності функціонування організаційно-технологічної системи, тому для визначення очікуваного ефекту вводимо критерій ефективності  $ef$ , який визначається наступним чином:

$$E: F_{st} \times F \rightarrow ef \quad (1.3)$$

Показниками ефективності можуть бути час прийняття рішення, його надійність, економічна оцінка наслідків прийнятого рішення. Тому необхідно отримати таке значення критерію ефективності, щоб:

$$ef(F_{st}, F) \rightarrow \max \quad (1.4)$$

Для дослідження організаційно-технологічних систем використовують різні методи моделювання: аналітичне, системна динаміка, агентне моделювання. О.А. Большаков [1, 44] в своїх працях пропонує застосування комбінованих методів, які при синтезі системи управління для досягнення відомої мети застосовують як формалізовані, так і інтелектуальні методи і евристичні способи. В роботах С.А. Юдіцкого [45, 46, 47] розглянуті питання стратегічного управління складними організаційними системами. В наукових працях Е.А. Трахтенгерца [48, 49] висвітлено питання вибору та здійснення стратегій в системах управління. В.В.Борисов використовує мультиагентний підхід в моделюванні ОТС в умовах протиріччя [39].

Результати наведеного аналізу показують, що організаційно-технологічні системи є нелінійними, дисипативними, динамічними. Крім того ОТС характеризуються багатовимірністю, складністю та змінюваністю структури,

наявністю та зміною багатьох цілей, недетермінованістю, невизначеністю, активністю тощо[50]. Тому існують науково - технічні умови розробки нових інформаційних технологій, створення інтелектуальних підсистем підтримки прийняття рішень при синтезі інформаційних технологій управління складними системами, використання формалізованих регулярних та інтелектуальних методів, а також евристичних способів, що призначені ефективно вирішувати складні, складно формалізовані задачі великої розмірності.

## **1.2 Обґрунтування вибору класу об'єктів управління.**

Системи управління процесами, що мають місце в організаційно-технічних (технологічних) системах, є складними системами, управління якими містить поряд з формалізованими та слабо структурованими задачами в умовах неповної інформації, ще й клас задач змішаного типу, які використовують як аналітичні, так і евристичні моделі та методи. Крім того гібридний характер організаційно-технологічних процесів обумовлює той факт, що використання тільки регулярних формалізованих методів синтезу управління, що добре зарекомендував себе для технічних систем, або тільки евристичних способів, характерних для організаційних об'єктів, не дає бажаного результату. Тому розробка інформаційних технологій управління в класі організаційно-технічних систем доцільна на основі використання комплексного поєднання як формалізованих методів та засобів штучного інтелекту, так і евристичних методів.

Організаційно-технологічні об'єкти в харчовій, хімічній та ін. промисловості представляють собою складний комплекс, що поєднує різні процеси як сільськогосподарського, так і промислового характеру від вирощення сировини, її транспортування та технологічного циклу переробки в готовий продукт. Тому виділимо основні стратегічні та виробничі фактори впливу на показники ефективності функціонування ОТО (рис. 1.3).

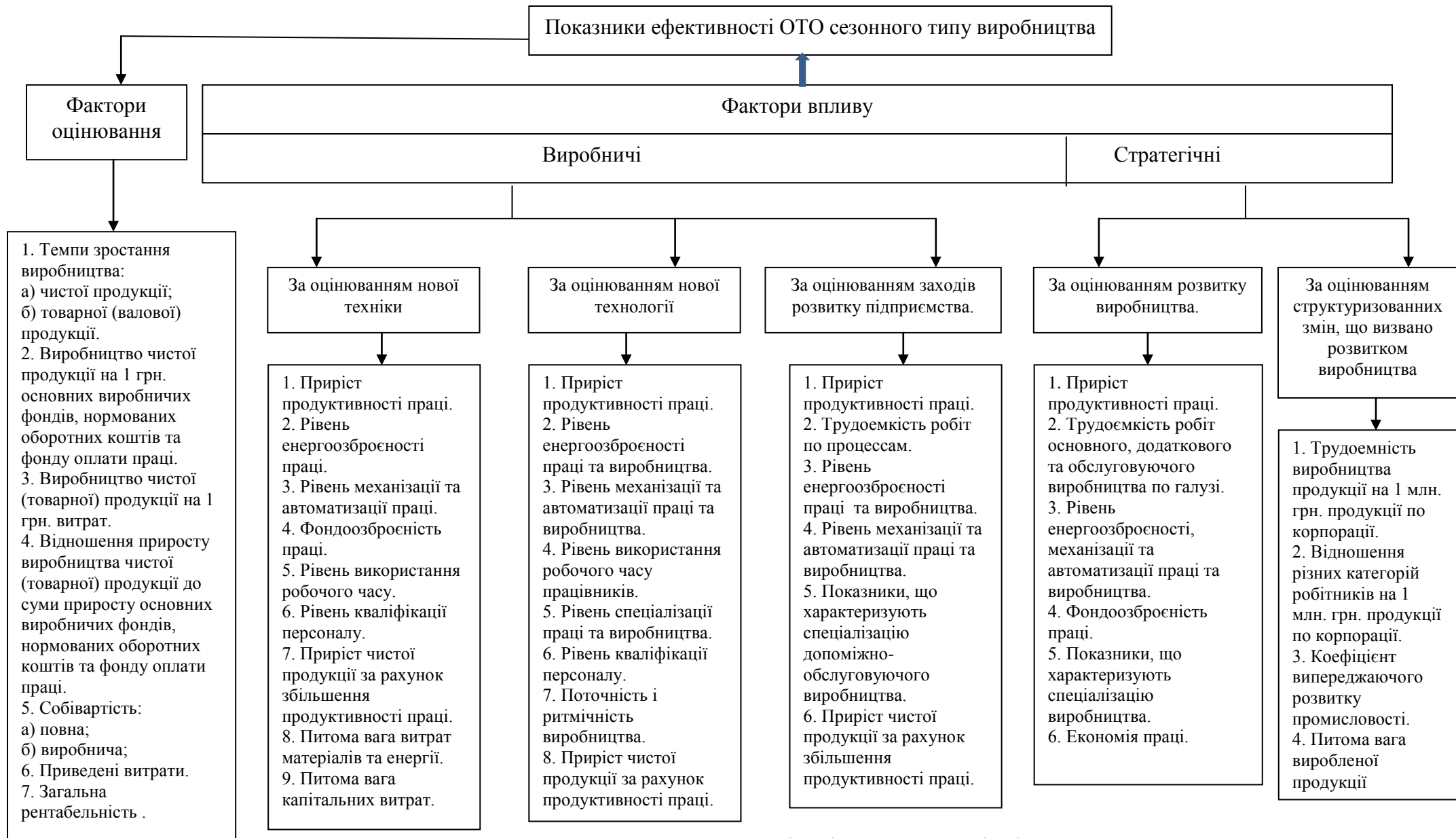


Рисунок 1.3 - Фактори впливу на організаційно-технологічні об'єкти.

В деяких галузях промисловості ефективність виробництва продукції пов'язані з особливостями технології, характером сировини та іншими факторами. Так, у цукровій промисловості встановлена добова норма переробки цукрового буряка на початку виробничого сезону і в кінці його, як правило, не виконується, а в середині виробництва є умови для перевиконання. Це пов'язано, головним чином, з технологічними властивостями сировини - цукрового буряка.

В зв'язку з цим, відмінною рисою організаційно-технологічних об'єктів, що впливає на економічну ефективність його розвитку, є його залежність від кількості і якості одержуваної сировини, а також від термінів надходження його на переробку на відповідні підприємства, темпів розвитку виробництва, впровадженням інноваційних технологій, впровадженням засобів автоматизації виробництва, а також рівнем розвитку виробничо-технічної бази і кваліфікацією працівників галузі.

Ефективність виробництва є комплексним показником, що характеризується відбиттям кінцевих результатів та витрат за певний проміжок часу. Основною ознакою ефективності може бути необхідність досягнення мети виробничо-господарської діяльності підприємства з найменшими витратами ресурсів або часу. Економічну ефективність виробництва відображають через вартісні показники, що характеризують проміжні та кінцеві результати виробництва на підприємстві. До таких показників належать: обсяг товарної, чистої та реалізованої продукції; величина одержаного прибутку; рентабельність виробництва; економія тих чи інших видів ресурсів (матеріальних, трудових) або загальна економія від зниження собівартості продукції, продуктивність праці тощо[51].

В загальному вигляді економічну ефективність ТК неперервного типу можна виразити формулою

$$E = \frac{R}{Z}, \quad (1.5)$$

де  $R$  – економічний ефект (результат), отриманий в процесі виробництва;  $Z$  – сукупні витрати в процесі виробництва.

Для рішення проблем управління складними організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, розроблено ряд моделей та методів, в основі яких класичні формалізовані математичні моделі.

В [52] зазначено, що задача управління інтегрованим виробництвом завжди передбачає досягнення найкращого значення (екстремуму) узагальненого показника (критерію оптимізації), що має техніко-економічний зміст:

$$F(x, y, z)dt \rightarrow \text{extr} \quad (1.7)$$

Моделі окремих підсистем записують у вигляді

$$X = f_1(x, u, z) \quad (1.8)$$

$$Y = f_2(x, u, z) \quad (1.9)$$

Залежності (1.8) — (1.10) доповнюються умовами існування меж допустимих значень змінних типу

$$X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \quad (1.10)$$

У наведених вище залежностях  $x$  — координати стану;  $y$  — вихідні змінні;  $u$  — управління;  $z$  — збурення.

Технологічні комплекси неперервного типу та їх підсистеми в певний момент часу характеризується станом, що відображається рівнянням в координатах стану [53]:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = Ax_i + Bu_i + D_1w_i, \\ y_i = Cx_i + D_2w_i, \end{cases} \quad (1.11)$$

де  $x$  — вектор стану системи,  $u$  — управління,  $y$  — вихід системи,  $w$  — вхідні сигнали (зовнішні збурення),  $A, B, C, D_i$  — матриці.

Дана математична модель в координатах стану дає змогу отримати оцінку таких показників як керованість та спостережливість системи в ході оперативного управління.

В [54] технологічний комплекс неперервного типу розглядається як послідовність з'єднаних підсистем, що перетворюють вихідну сировину та матеріали в готовий продукт. Кожна з підсистем має значні матеріальні, енергетичні

та інформаційні потоки, а також зворотні зв'язки. В результаті взаємодії неперервних потоків речовини та енергії, фізико-хімічних перетворень на різних стадіях виробничого процесу та технологічне обладнання є інтегроване, тобто взаємопов'язані та узгоджені оперативно в часі.

Функціонування ТК неперервного типу в харчовій та хімічній промисловості відрізняється наступними особливостями: сезонність виробництва, або збуту продукції, залежність від сировини, залежність від енергоносіїв, необхідність забезпечення мінімальних втрат цільового продукту при жорстких обмеженнях ресурсів, нестационарність процесів. Тому, особливості економічної ефективності ТК неперервного типу виражаються у визначальному впливі на її рівень наступних основних факторів: сировини, тривалості виробничого сезону, концентрації виробництва, територіального розміщення підприємств.

Для технологічних комплексів неперервного типу характерні такі властивості як наявність підсистем, що пов'язані між собою складними структурними та функціональними відношеннями; наявність ієрархічної структури, що обумовлена існуванням глобальної цілі та локальних цілей підсистем; необхідність адаптації до зміни внутрішніх умов функціонування та зовнішнього середовища; велика розмірність задачі управління. Технологічні процеси є слабо організованими та залежать від впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, наприклад якості сировини та навантажень, що характеризується виробничими ситуаціями. Тому, оптимальне управління ТК має забезпечити поєднання методів стратегічного та оперативного управління.

Стратегічне управління ТК реалізується з врахуванням оперативного управління ТК, що характеризується необхідністю постійно адаптувати стратегії управління ТК згідно актуальних вимог зовнішнього оточення та поточним станом ТК [55].

Так, однією з галузей, на яку найбільше вплинула економічна й політична криза в Україні, є хімічна промисловість, що зумовлено скороченням виробництва на хімічну продукцію. Згідно з даними Державного комітету статистики України у 2014

р. з країни експортувалося 16 найменувань хімічної продукції, імпортувалося - 13, з яких 7 найменувань одночасно експортувалося.

У 2014 р. виробництво хімічної продукції в Україні зменшилось у середньому на 15%. Аналіз обсягів виробництва хімічної продукції за період 2012-2014 рр. на прикладі сірчаної та азотної кислот і карбаміду представлений в таблиці (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

## Обсяги виробництва хімічної продукції за період 2012-2014 рр

Продукція	Обсяги виробництва хімічної продукції, тис. грн.			Темп приросту	
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	у 2013 р.	у 2014 р.
Кислота сірчана	326000,00	354212,04	306676,78	8,65%	-13,42%
Карбамід	214680,00	224950,29	213221,38	4,78%	-5,21%
Кислота азотна неконцентрована	166647,00	213650,00	240018,56	28,21%	12,34%

Графічно обсяги виробництва хімічної продукції в період з 2012 по 2014 рр. в Україні зображені на рисунку (Рис. 1.4)

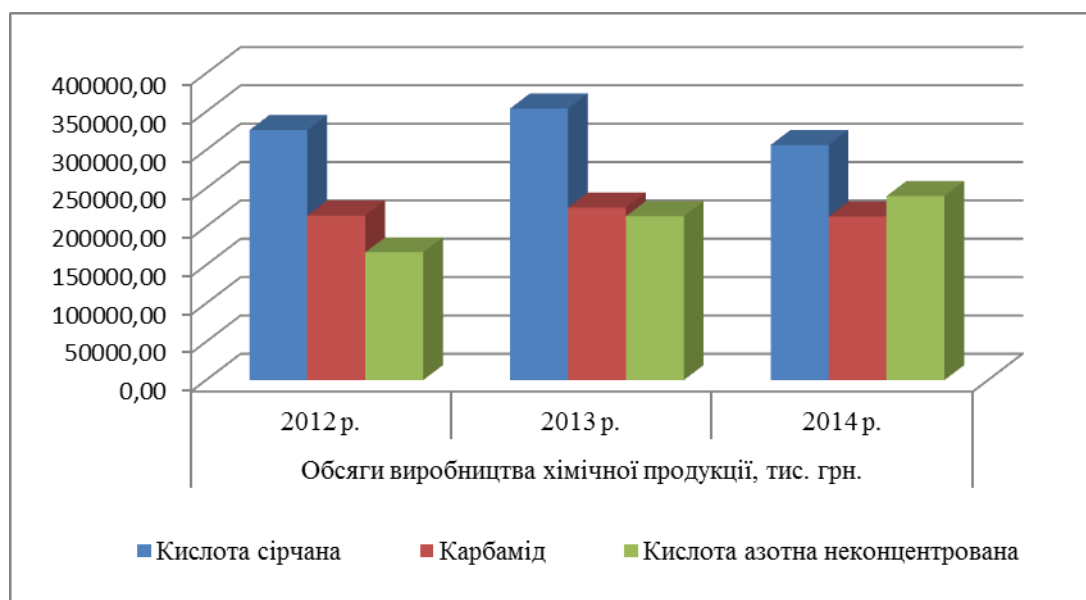


Рисунок 1.4 - Обсяги виробництва хімічної продукції в Україні за 2012-2014 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі даних Держкомстату України FEO

Імпорт хімічної продукції в Україну у 2014 р. зменшився приблизно на 7% у порівнянні до об'ємів імпорту 2013 р. Причинами різкого зменшення об'ємів імпорту є складна економічна та політична ситуація в країні, збільшення цін за доставку продукції у результаті підвищення цін на автомобільне паливо.

Аналіз імпорту хімічної продукції в Україну за період 2012-2014 рр. представлений в таблиці (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

## Обсяги імпорту хімічної продукції за період 2012-2014 рр

Продукція	Обсяги імпорту хімічної продукції, тис. грн.			Темп приросту	
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	у 2013 р.	у 2014 р.
Кислота ортофорна	198000,00	212727,24	210335,45	7,44%	-1,12%
Хлорне вапно	114586,00	131165,10	117854,94	14,47%	-10,15%

Графічно обсяги імпорту хімічної продукції в період з 2012 по 2014 рр. в Україні зображені на рисунку (Рис. 1.5).

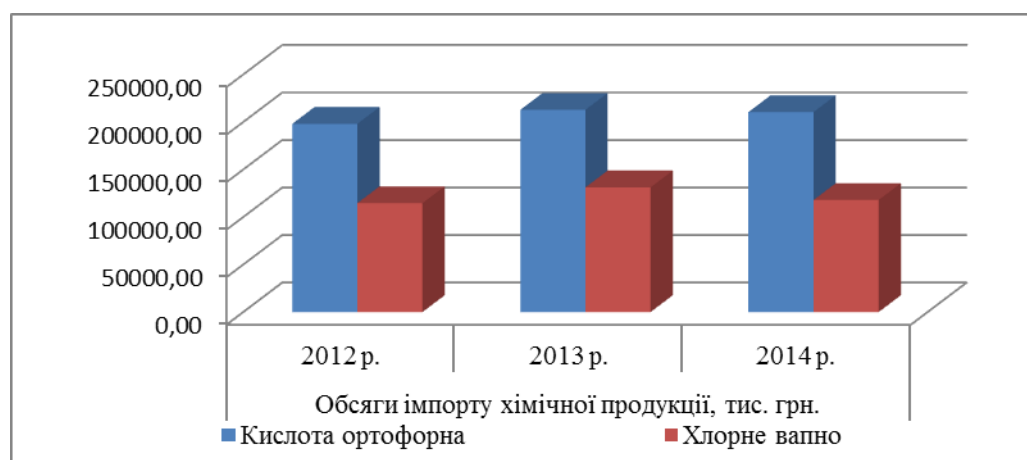


Рисунок 1.5 - Обсяги імпорту хімічної продукції в Україні за 2012-2014 рр.

*Джерело: власні розрахунки на основі даних Держкомстату України FEO*

Темпи приросту виробництва хімічної продукції у відсотковому відношенні в порівнянні до 2012 та 2013 рр. та темпи імпорту хімічної продукції за 2012-2014 рр. графічно зображені на рисунках (Рис. 1.6; Рис. 1.7).

Підприємства хімічної промисловості розвиваються стабільними темпами, однак низький рівень забезпечення стратегічної активності з врахуванням



зовнішніх факторів впливу призводить до негативних наслідків, що можливо уникнути шляхом розробки та впровадження відповідних інформаційних технологій.

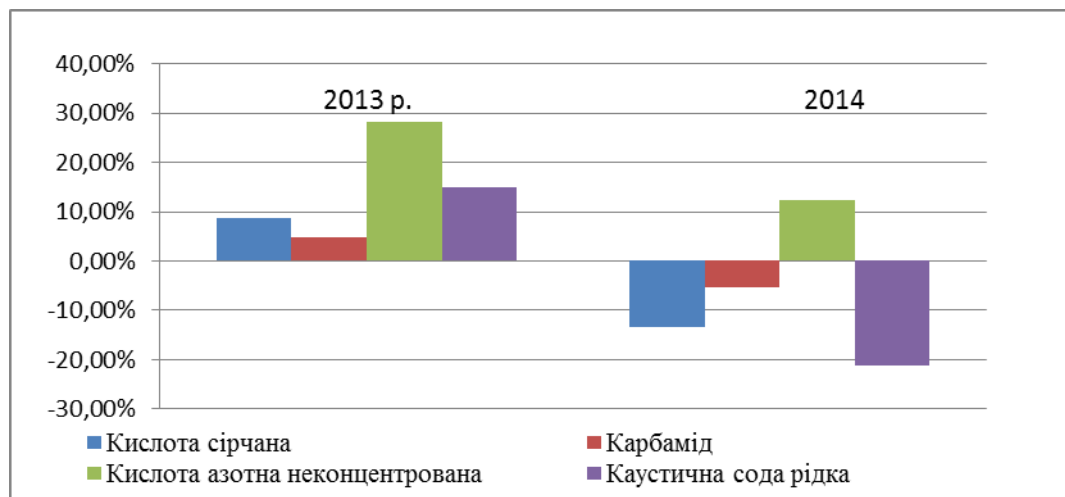


Рисунок 1.6 - Темпи приросту виробництва хімічної продукції у відсотковому відношенні в порівнянні до 2012 та 2013 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі даних Держкомстату України FEO

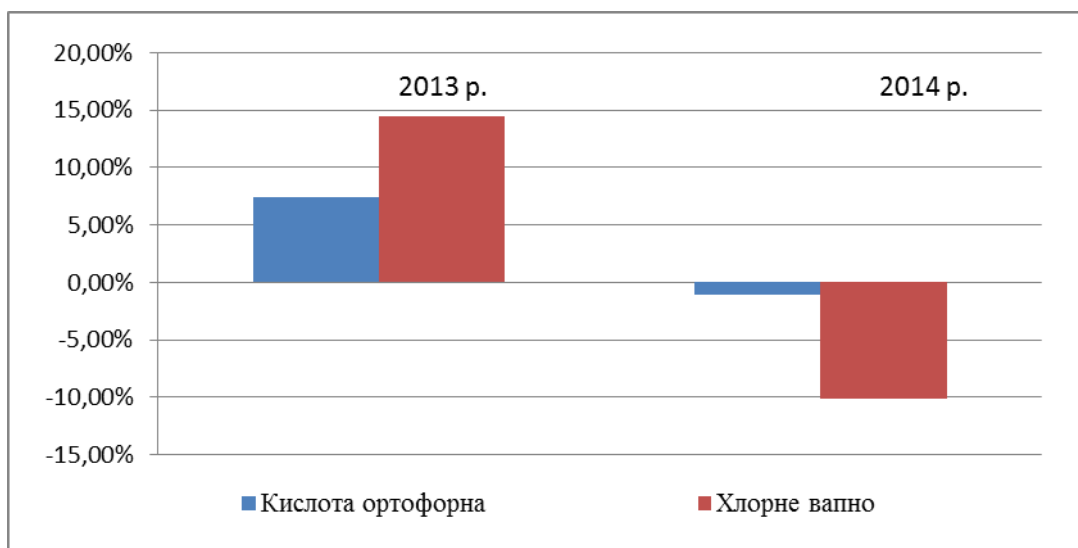


Рисунок 1.7 - Темпи приросту імпорту хімічної продукції у відсотковому відношенні в порівнянні до 2012 та 2013 рр.

Джерело: власні розрахунки на основі даних Держкомстату України FEO

Результати аналізу свідчать про те, що обсяги виробництва та імпорту в країні різко зменшились у 2014 р. порівняно з 2013 р. Основними причинами різкого зменшення виробництва та імпорту є політичні фактори, економічні фактори

(підвищення цін на паливо, збільшення валютного курсу) та пов'язані з ними ризики, що не були враховані при стратегічному управлінні на підприємствах хімічної промисловості, а також відсутні відповідні програмно-інформаційні засоби, що надали б можливості підтримки прийняття стратегічних рішень.

Подібна ситуація склалася за останній період і в галузі цукрової промисловості. Так, з 2011 – 2014 рр. вироблено в Україні цукру (рис. 1.8). Цукрова промисловість України практично не підтримується державою. У країні відсутні механізми дотацій і пільгового оподаткування для цукровиків. Зовнішня торгівля цукром в країні знаходиться на низькому рівні унаслідок низької конкурентоспроможності українського товару з одного боку і обмеженнями на імпорт з іншого.

Обсяги виробництва цукру з цукрових буряків визначаються, головним чином, внутрішніми виробничими потужностями цукрових заводів. На початку 1990-х рр. цукрова галузь мала величезний виробничий потенціал. В Україні налічувалося 190 цукрових заводів, які виробляли 12,8% світового виробництва цукру з цукрових буряків, при цьому щорічно переробляючи понад 40 млн т цукрових буряків.

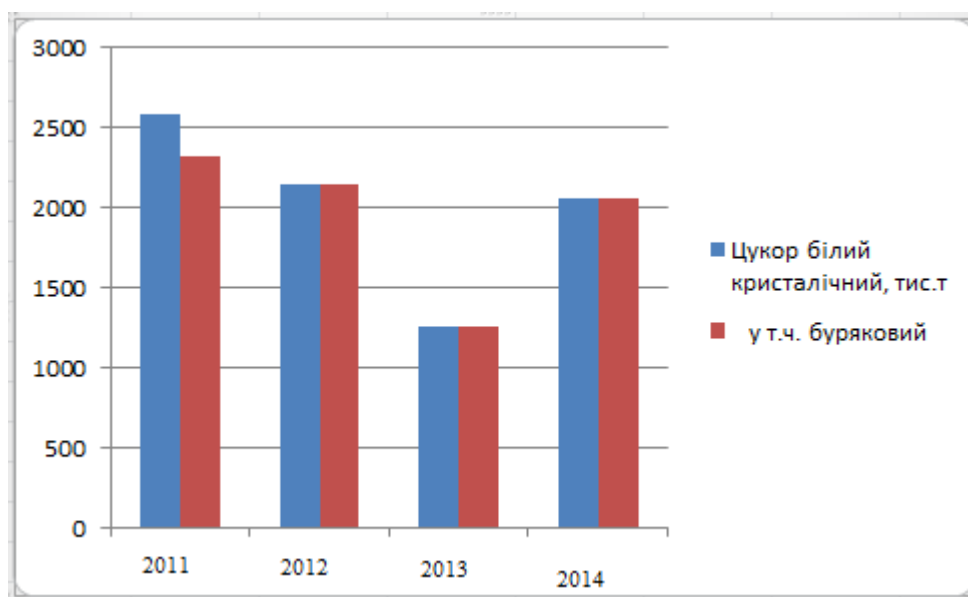


Рисунок 1.8 - Кількість виробленого цукру в Україні з 2011 -2014 рр.

*Джерело: власні розрахунки на основі даних Держкомстату України FEO*

Обсяги реалізованої продукції (цукру) в Україні за 2014, 2015 рр., що представлені на рис.1.9, свідчать про падіння виробництва цукру в зв'язку з

підвищенням цін на енергоносії, відсутністю впроваджень нових технологій, впливом політичних факторів.

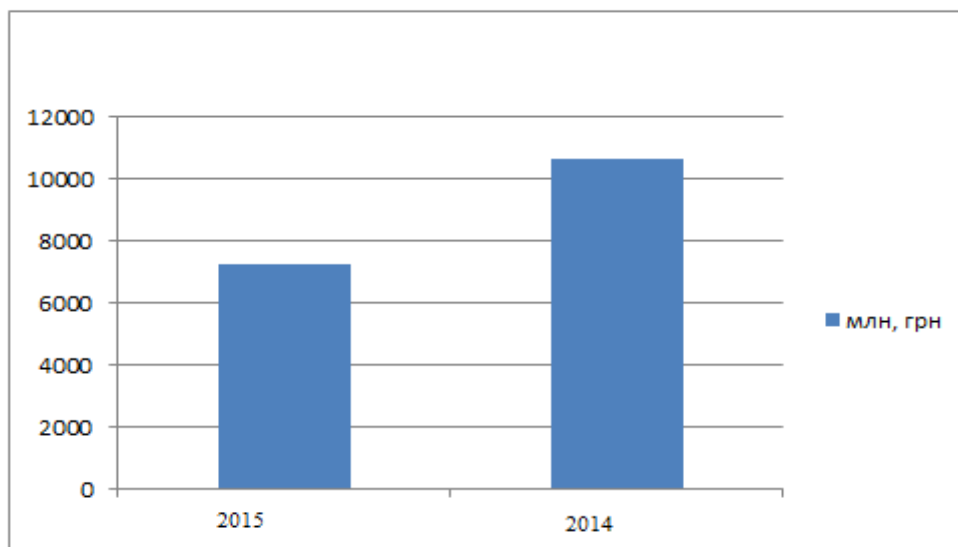


Рисунок 1.9 - Обсяги реалізованої продукції (цукру) в Україні за 2014, 2015рр.

*Джерело: власні розрахунки на основі даних Держкомстату України FEO*

Розробка стратегії управління ТК неможлива без врахування факторів невизначеності та ризиків. Невизначеність можлива відносно наступних параметрів: цільових функцій ТК, множини допустимих стратегій, початкового стану ТК, певних прогнозів (наприклад, рівня цін), параметрів функцій витрат та ін. В умовах сьогодення нестабільність оточуючого середовища, внутрішнього стану ТК не дозволяє здійснити прогноз майбутнього стану ТК з високою точністю. Досить важливим в управлінні ТК є врахування факторів невизначеності, що пов'язані з настанням ризикових подій. Невизначеність характерна «невідомістю» впливів зовнішнього середовища, відсутністю прецедентів в минулому, несподіваністю їх появи, що ускладнює управління ТК. При цьому, для вироблення рішень в ході управління ТК в умовах невизначеності доцільним є застосування методів, що базуються на використанні продукційного логічного висновку, нечіткої логіки, когнітивних карт [56, 57, 58], ситуаційного аналізу [59, 60].

Однак, на сьогоднішній день згідно проведених досліджень в нестабільних умовах в управлінні технологічними комплексами неперервного типу в різних галузях промисловості не враховуються фактори невизначеності, а також ризики,

які несуть за собою втрати у виробництві, втрати енергетичних, фінансових та інших ресурсів. А все це безпосередньо впливає на ефективність підприємств, корпорацій. До того ж в управлінні технологічними комплексами відсутні інформаційні технології, які давали б можливість не тільки фіксувати поточні параметри та здійснювати автоматизоване управління певними процесами, а й надавали би можливість комбінованого управління в стратегічній та оперативній діяльності з врахуванням умов невизначеності та ризиків.

Тому розроблені інформаційні технології управління організаційно-технологічними об'єктами враховуючи особливості функціонування мають забезпечити подання процесів управління із необхідним ступенем деталізації, що дозволить враховувати ряд додаткових (якісних) характеристик і в умовах неповної й неточної вихідної інформації формувати раціональні рішення. Крім того такий підхід дасть можливість модельованим елементам організаційно-технічної системи, що функціонує в умовах невизначеності, відображати зовнішнє середовище повною мірою, приймати рішення, що змінюють середовище, оцінювати результати дій і використати різні варіанти поведіння для досягнення різних цілей системи.

В умовах стратегічного управління при різко зростаючому факторі невизначеності суб'єктивні оцінки ОПР при прийнятті управлінських рішень можуть зіграти вирішальну роль. Тому невизначеність є однією з важливих проблем, що розглянуто в роботах [61, 62, 63, 64]. Важлива особливість процесів прийняття управлінських рішень полягає в необхідності враховувати вплив невизначених факторів і розглядати всі можливі наслідки альтернатив, що запропоновані для вибору. У зв'язку з цим велике практичне значення має розробка моделей прийняття рішень в умовах невизначеності. Ці моделі забезпечують структурування та обробку інформації про розв'язувані проблеми і тим самим хоча б частково заповнюють неповноту вихідних даних, що наявні у керівника.

Сучасні інформаційні технології стратегічного управління в умовах невизначеності не враховують наступні небезпеки:

- різко посилюються негативні наслідки помилок у виборі стратегії і її реалізації. В умовах невизначеності можлива кардинальна зміна напрямків

рішень, виникають нові можливості, а ті, що існували раніше, зникають, тому помилки у виборі і реалізації стратегії можуть бути фатальними;

- не спрацьовують рутинні, звичні процедури і схеми;
- виникає серйозний опір змінам, що викликає непередбачені відстрочки, додаткові витрати і нестабільність процесу стратегічних змін.

Таким чином, в умовах зростання складності процесів, що реалізуються в управлінні організаційно-технологічними об'єктами в різних галузях промисловості, зокрема управління ТК неперервного типу, задачі вироблення ефективних управлінських рішень набувають все більшої значимості та актуальності. Однак в управлінні такими системами спостерігається ряд невирішених задач. Зокрема, рішення необхідно приймати в умовах невизначеності, нечіткості даних про об'єкт управління, розмитості і швидкої зміни цілей. Крім того, зовнішнє середовище для цих систем все більше набуває властивостей нестабільності і невизначеності. Нестабільність проявляється в тому, що темпи зміни зовнішнього середовища ростуть, а невизначеність – в тому, що виникаючі ситуації все частіше стають абсолютно новими. Доступ до інформації для прийняття управлінських рішень пов'язаний і з економічними, організаційними труднощами. В даний час можна говорити про те, що проблема розробки інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними системами в умовах невизначеності та ризиків, повністю не вирішена. Актуальність вирішення цієї проблеми на основі інформаційних технологій, що забезпечать процеси збору, зберігання, обробки і передачі інформації, інтеграції інформаційних ресурсів, а також використання та розвитку методів і технологій інтелектуального аналізу слабо структурованої інформації для підтримки управлінської діяльності, обґрунтовують необхідність проведення наукових досліджень саме в цьому напрямі.

### **1.3 Аналіз існуючих інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків**

Тенденція світового розвитку ОТО в різних галузях промисловості (харчовій, хімічній та ін.) – це підвищення одиничної потужності з використанням нового обладнання, механізацією виробничих процесів та максимальним охопленням автоматизацією функцій контролю та управління виробництвом. Підвищення ефективності ОТО, в тому числі ТК неперервного типу, вибір та підтримка оптимальних співвідношень технологічних параметрів в залежності від ситуації з використанням об'єктивної інформації, що надходить та оброблюється в темпі протікання процесів, можливо тільки з використанням сучасних інформаційних систем.

В умовах сучасності важливим є застосування інновацій, в основі яких лежить цілеспрямований процес пошуку, створення, підготовки та реалізації наукомістких нововведень, що дозволяють багаторазово підвищити ефективність функціонування виробництва в різних галузях промисловості. Інноваційний тип розвитку, що базується насамперед на постійно нарощуваних потужностях, можливостях та силі науки, техніки, високих технологій, автоматизації та комп'ютеризації всіх сфер людської діяльності, стає домінуючою в розвитку сучасної цивілізації. Тому у вирішенні завдань забезпечення динамічно стійкого розвитку підприємств в галузях харчової, хімічної та ін. промисловості першорядна роль повинна належати інноваціям та ефективній організації інноваційної діяльності, здатним забезпечити безперервне оновлення технічної та технологічної бази виробництва, освоєння і випуск нової конкурентоспроможної продукції та послуг, а також ефективне проникнення вітчизняних виробників на світові ринки товарів і послуг. Тому як об'єкт дослідження доцільним стає розглянути підприємства, корпорації харчової, хімічної та ін. промисловості, що містять технологічні комплекси неперервного типу.

### **1.3.1 Аналіз тенденцій розвитку інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами**

Управління сучасним промисловим підприємством потребує використання не тільки нагромадженого в менеджменті досвіду і розроблених раніше підходів, а насамперед перспективних та ефективних методів, які ґрунтуються на досягненнях сучасних інформаційних технологій, і методів штучного інтелекту, а також наукових розробок у сфері підтримки прийняття рішень. Для управління організаційно-технологічними об'єктами в динамічних умовах потрібні ефективні методи й інструменти підтримки рішень на всіх рівнях їх функціонування. Різноманіття цілей і завдань, які виникають у процесі прийняття рішень, їх складність і часові обмеження властиві дуже багатьом проблемам, щодо яких приймають рішення, потребують комп'ютерної підтримки цього процесу. Створення таких інтелектуальних систем підтримки рішень, які забезпечили б менеджера сучасними способами аналізу інформації, генерації варіантів рішень, їх оцінками й вибором найкращого варіанта, – надзвичайно важливе й актуальне завдання.

Як вказано в роботах [65, 66, 67], системи управління підприємством (автоматизовані інформаційні системи) вирішують задачі:

- Створення інфраструктури, що сприяє підняттю ефективності інформаційного обміну всередині підприємства, що сприяє швидкій і якісній роботі з документами;
- Автоматизації ділових процесів на підприємстві, при обліку особливостей підприємства;
- Підвищення якості і надійності обробки і збереження облікової інформації, стандартизація форматів даних, правил доступу, копіювання/розмноження, архівування, зберігаючи цілісність і вірогідність даних;
- Оперативність запитуваної інформації, динамічне формування звітів;
- Поділ і регламентація обов'язків, персональної відповідальності за виконувани операції, ведення електронних операційних журналів.
- Єдина система підтримки/модифікації автоматизованих робочих місць (АРМ), баз даних і мережної інфраструктури.

Серед основних задач автоматизованих систем управління (АСУ) можна перелічити: ефективне планування і використання ресурсів, виявлення резервів,

ефективного завантаження підприємства, розрахунку часу виконання замовлень, підвищення якості виробничих операцій, регламентації, повній звітності, відповідальності, одержання оперативної звітно-аналітичної інформації необхідної для прийняття рішень і планування, контроль над інформаційними потоками підприємства і діями учасників виробничих процесів на підприємстві, що допомагає регламентувати доступ і правила роботи з документами, одержання і передачі інформації.

Основні результати, які досягаються при створенні автоматизованих систем управління на підприємствах, характеризуються [68]:

- раціональним використанням матеріальних, трудових та фінансових ресурсів;
- скороченням часу виробничого циклу виготовлення продукції від отримання сировини, напівфабрикатів до реалізації готової продукції;
- поліпшенням якості продукції;
- зменшенням виробничих витрат;
- підвищенням гнучкості роботи підприємства в умовах змінювання асортименту продукції;
- порівняльною незалежністю результатів виробничої діяльності від суб'єктивних факторів;
- забезпеченням розвитку, розширення, удосконалення управління підприємством у відповідності із досягненнями науково-технічного прогресу.

Сумісна автоматизація технологічних процесів та виробничої діяльності підприємства може бути досягнута в процесі об'єднання всіх функцій управління шляхом створення інтегрованих АСУ [69]. Концепція інтегрованих АСУ передбачає створення гнучких систем управління з елементами штучного інтелекту, які дозволяють оперативно здійснювати перенастроювання виробництва при змінюванні ресурсів та продукції. Однак на сьогоднішній день в умовах нестабільності розвитку економіки виконання цих задач не достатньо. Необхідно застосування інших підходів як в управлінні ТК, підприємствами, проектами в галузях харчової, хімічної, нафтопереробної промисловості, так і в розробці



перспективних інформаційних технологій, які б мали можливість забезпечення підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності та ризиків.

Як зазначено в [70], напрямками здійснення розвитку діючих інформаційних систем управління ТК є:

- розширення - нарощування автоматизованих функцій управління, введення в дію додаткових програмних і технічних засобів; розробка та освоєння обчислювальних мереж та мереж зв'язку; створення додаткових автоматизованих комплексів та підсистем;
- реконструкція - створення нових та заміна діючих програмних та технічних комплексів, застосування нових методів та засобів реалізації автоматизованих функцій, які визначаються виробничими умовами функціонування об'єктів АСУ;
- технічне переозброєння - заміна морально застарілих чи фізично зношених технічних засобів автоматизації, впровадження більш сучасних технологій обробки даних, застосування більш ефективних програмних та технічних засобів;
- модернізація - корегування та раціоналізація функціонування АСУ шляхом заміни та вводу в дію додаткових технічних засобів, раціоналізація форм та методів управління виробництвом.

Однак дані напрямки вже не є досить актуальними, враховуючи фактори невизначеності, а також ризики, що безпосередньо впливають на ефективність функціонування ТК, підприємств в галузях харчової, хімічної, нафтопереробної промисловості.

Створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв для безперервних та дискретних процесів має ряд суттєвих особливостей. Наприклад, цукрове виробництво розглядається як безперервне, що складається з великої кількості різноманітних процесів та вимагає при управлінні контролю сотень технологічних параметрів, які характеризують якість сировини та кінцевого продукту, результати проміжних хіміко-фізичних перетворень і техніко-економічні показники. Однією з особливостей цукрового виробництва є те, що воно охоплює виробничою

діяльністю технологічні та організаційні процеси, тобто безпосередньо виробничий процес, технологічне обладнання є інтегрованим, щільно зв'язаним, узгодженим оперативно за часом, а вхідні та вихідні параметри матеріальних і енергетичних потоків вже не можна розглядати як умовно постійні на тривалих горизонтах управління. За цих умов створення комп'ютерно-інтегрованого виробництва вже не може ґрунтуватись лише на необхідності збільшення випуску продукції на існуючому обладнанні і при наявних ресурсах; зменшення запасів сировини і матеріалів, простоїв виробництва; підтримання оптимальних режимів роботи. Інтеграція всіх напрямів діяльності підприємства має передбачати використання необхідної на даний момент інформації в необхідній кількості в потрібному місці і це має бути інформація також і про стан зовнішнього середовища, фактори впливу ззовні, можливі ризики.

В роботах [71, 72, 73] підкреслено, що в комп'ютерно-інтегрованих системах чітко виявляється взаємозв'язок між задачами оперативного управління виробництвом і локальної оптимізації технологічних установок. Такі системи є завжди багаторівневими (ієрархічними), а кількість рівнів та їх функціональна структура визначаються розв'язуваними задачами — стабілізація технологічних параметрів, регулювання та програмно-логічне управління, оптимізація технологічних режимів, координація роботи окремих підсистем технологічного комплексу, оперативне управління виробництвом. Основою будь-якої багаторівневої системи є дво- або трирівневі структури, які відповідають використовуваним прийомам декомпозиції загальної задачі управління виробництвом на окремі частинні задачі та їх структурної та технічної реалізації. У багаторівневих системах визначальною є ієрархія підзадач управління, якій відповідають ієрархії математичних моделей та технічних засобів [74]. Однак зовсім не приділяється увага стратегічній діяльності підприємства, стратегічному розвитку ТК, не враховуються можливі ризики, що можуть призвести до зниження ефективності функціонування ТК, а також підприємств в цілому, а можливо і до банкрутства підприємства, корпорації.

Комп'ютерно-інтегроване виробництво можна визначити як єдину систему, що об'єднує різні підрозділи підприємства з метою отримання мінімальної собівартості та максимального прибутку від її реалізації [75]. На початкових стадіях розробки таких систем використовувались методи "раціонального" проектування на основі встановлення жорстких зв'язків між виробничими підрозділами, мінімізації матеріальних та виробничих запасів, максимального використання джерел сировини та енергії. Однак, в нових економічних умовах, що визначаються ринковими відносинами, динаміка розвитку зовнішнього середовища істотно впливає на роботу жорстко зв'язаних підрозділів з малими запасами, жорстка виробнича система не може оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища, початкові критерії оптимізації виробничої структури підприємства не відповідають економічним умовам, що весь час змінюються, відсутні комплексні показники, які дають можливість оперативно оцінювати ефективність виробництва, відсутні бази даних та бази знань, що надавали б можливість оперативного збору та обробки інформації, а також давали б рекомендацію для прийняття керівних рішень. Відсутні інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень при управлінні ризиками для підприємств харчової, хімічної, нафтопереробної промисловості. Процеси прийняття рішень складають основу управлінської діяльності. Крім того, поряд з вказаним важливу роль відіграє стратегічна форма діяльності підприємства. Однак на сьогоднішній день відсутні такі інформаційні технології, які б досліджували функціонування ТК, підприємства, корпорації в оперативній та стратегічній діяльності в комплексі з врахуванням умов невизначеності та ризиків.

В роботі [76] автори дослідили принципи інтегрованого керування організаційними та технологічними процесами на виробничих підприємствах, обґрунтували об'єднання груп підприємств у взаємозв'язані виробничі комплекси, що оптимізуються як єдина динамічна менеджмент-система. Однак зовсім не приділяється уваги моделюванню поведінки складних бізнес-систем, що надало б можливості визначення цілей, реалізації процесів, дослідження динаміки потоків ресурсів, забезпечення зв'язку між тактичними задачами та стратегічними цілями, а також прогнозування кризових ситуацій та ризиків.

Формулювання стратегічних завдань для досягнення мети передбачає вибір стратегічних рішень щодо впровадження нових технологій і вдосконаленню організації виробництва і управління, ефективності використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

У зв'язку з цим необхідно передбачити найбільш оптимальні шляхи розвитку складних організаційно-технологічних об'єктів з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх факторів. Невизначеність, несподіванка виникнення і впливу цих факторів, визначає складність врахування впливу цих факторів на діяльність складних технологічних об'єктів. До факторів, що характеризують невизначеність ситуації відносять: зниження попиту, поява найбільш конкурентоспроможної продукції, політичні рішення, соціальні ситуації, інфляцію, екологічні зміни та ін.

Фактори, що характеризують невизначеність ситуації висувають на перше місце необхідність підтримки стійкості складних організаційно-технологічних об'єктів. У свою чергу, це пов'язано з точністю, достовірністю, повнотою, оперативністю й актуальністю інформації, необхідної для прийняття рішень.

Тому зростає роль інформаційного обслуговування управління організаційно-технологічних об'єктів, яке в даний час можливе тільки в умовах застосування інформаційних технологій. В табл. 1.3 представлена класифікація існуючих інформаційних систем (ІС) в управлінні промисловими підприємствами.

Таблиця 1.3

## Класифікація існуючих ІС в управлінні промисловими підприємствами

№	Клас	Системи управління	Програмні продукти	Характеристики
1	А	АСУ ТП - автоматизовані системи управління технологічними процесами	SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерський контроль і накопичення даних); DCS - Distributed Control Systems (розподіленні системи управління); Batch Control - системи послідовного управління	<ul style="list-style-type: none"> <li>– високий рівень автоматизації виконання функцій;</li> <li>– наявність функції контролю за поточним станом об'єкта управління;</li> <li>– наявність відповідного технологічного обладнання; датчики; виконуючі</li> </ul>

				<p>пристрої і механізми;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– малий часовий інтервал обробки даних;</li> <li>– несуттєва часова залежність між станами об'єктів управління і системи управління.</li> </ul>
2	В	MES - Manufacturing Execution Systems (системи управління виробництвом);	MES -11, "ФОБОС", "PolyPlan", YSB.Enterprise.Mes, "1С:МЕС Оперативне управління виробництвом 8", SIMATIC IT, KIC INDUSOFT	<ul style="list-style-type: none"> <li>– опис виробничої діяльності як потоку взаємопов'язаних замовлень;</li> <li>– врахування обмеження ресурсів при виконанні замовлень;</li> <li>– мінімізація виробничих циклів и запасів;</li> <li>– планування циклу технологічної обробки</li> <li>– управління матеріальними ресурсами підприємствами</li> </ul>
3	С	системи планування і аналізу виробничої діяльності підприємства ERP - Enterprise Resource Planning IRP - Intelligent Resource Planning (системи інтелектуального планування).	SAP/R3, BAAN, Галактика, Oracle E-Business Suite, ORACLE'S PEOPLESOFT ENTERPRISE, Microsoft Dynamics, Infor ERP SyteLine, Solaris ERP, Basecamp, Trello, Slack, Asana, Worksection	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аналіз діяльності підприємства на основі даних і інформації, що поступає із систем класу В;</li> <li>– планування діяльності підприємства;</li> <li>– планування і розподіл ресурсів підприємства ;</li> <li>– підготовка виробничих завдань і контроль їх виконання.</li> <li>– взаємодія з управляючим персоналом, при виконанні потрібних задач;</li> <li>– інтерактивність обробки інформації.</li> </ul>

Як зазначено в [77], необхідність та ефективність автоматизації виробництва визначаються потребами управління ним, що дає можливість досягти високих техніко-економічних показників за рахунок зменшення втрат кінцевого продукту, витрат сировини, палива, енергії. Ефективні автоматичні та автоматизовані системи управління різного рівня дають можливість не лише забезпечувати підтримку окремих технологічних параметрів на заданому рівні, а й здійснювати оперативне управління з визначенням оптимальних технологічних режимів роботи як окремих об'єктів, так і технологічних комплексів.

Сьогодні для процесів автоматизації виробництва характерно створення систем управління, які мають необхідні функціональні можливості, використовуючи мікропроцесорні пристрої та ЕОМ, в першу чергу персональні. Головною тенденцією розвитку автоматизації є створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв, в яких поєднуються виробничі процеси та управління ними на основі отримання потрібної інформації, яка передається за допомогою мереж, що зв'язують між собою різні станції та рівні ієрархічної системи управління. Комп'ютерні технології дають можливість автоматизувати та інтенсифікувати такі сфери діяльності, які раніше не були охоплені автоматизацією - бухгалтерський облік, господарчі задачі тощо. В основі комп'ютерно-інтегрованих виробництв лежать автоматизовані технологічні комплекси.

Напрямами розвитку автоматизації є досконалі системи автоматизації, які дозволять зменшити витрати енергоносіїв на 10...12%., а також забезпечення 25% ефекту в роботі підприємств за рахунок інформаційного забезпечення та 6% - за рахунок нових технологій.

Для цукрового виробництва перспективним є [78]:

- створення розподілених мікропроцесорних автоматизованих систем управління технологічними процесами (РМАСУТП);
  - використання програмно-технологічних комплексів (ПТК);
  - створення автоматизованих технологічних комплексів (АТК);
  - побудову інтегрованих систем управління та створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв;

- інтелектуалізацію методів, засобів та систем управління, в тому числі використання методів штучного інтелекту, зокрема експертних систем;
- використання досконалих алгоритмів управління (адаптації, оперативної настройки, конфігурації та реконфігурації, регулювання на ковзних режимах, пошукової та безпошукової оптимізації тощо).

Зарубіжний досвід автоматизації виробництва свідчить, що максимального ефекту можна досягти в рамках комп'ютерно-інтегрованого виробництва, яке відомо як СІМ-концепція (Computer Integrated Manufacturing System) [79]. В цьому випадку здійснюється узгоджене управління двома основними класами процесів: технологічними та організаційно-економічними (бізнес-процесами). Перспективи автоматизованого управління такими процесами пов'язані зі створенням інтегрованих багаторівневих систем з розвиненими обчислювальними мережами, які об'єднуються в одну корпоративну мережу. Згідно [80], до традиційних задач автоматизації виробництва додаються такі специфічні:

- технічне та програмне забезпечення корпоративних систем управління бізнес-процесами;
- створення, діагностика та обслуговування корпоративних мереж;
- створення інтелектуальних підсистем підтримки прийняття рішень;
- розробка комп'ютерних інформаційних систем менеджменту та маркетингу;
- комп'ютеризація економічних розрахунків;
- використання Internet-технологій.

Використання автоматизованих інформаційних технологій в управлінні організаційно-технологічними об'єктами на сьогоднішній день спирається на системно-інформаційний підхід. Інформаційні системи є важливими інструментом в управлінні бізнесом або будь-яким іншим типом організації, підприємства, тощо, тому для ОПР важливим є наявність систем діалогової обробки запитів і груповим програмним забезпеченням (ПЗ). Однак відсутні інтелектуальні підходи в розробці інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в

умовах невизначеності та ризиків, які б забезпечили підтримку прийняття стратегічних та оперативних управлінських рішень в режимі реального часу.

### **1.3.2 Аналіз ефективності існуючих інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами**

Управління сучасним підприємством в умовах ринкової економіки є складним процесом, що включає вибір та реалізацію певного набору управлінських впливів для вирішення стратегічних завдань, забезпечення його стабільного фінансового та соціально-економічного розвитку. Даний процес супроводжується наявністю значних обсягів інформації як технологічного, виробничого, так і економічного, фінансового складу. До того ж інформація може бути як кількісного, так і якісного характеру. Для забезпечення процесів обробки, зберігання, передавання інформації на підприємствах застосовують інформаційні системи різних типів. Зокрема, системи планування і аналізу виробничої діяльності підприємства (Enterprise Resource Planning), тобто системи ERP, які досліджені в роботах [81,82, 83], можуть забезпечити для промислового підприємства виконання наступних функцій:

- Управління фінансами;
- Планування і управління виробництвом;
- Управління розміщенням запасів;
- Управління реалізацією і маркетингом;
- Управління постачанням;
- Управління проектами;
- Управління сервісним обслуговуванням;
- Управління процедурами забезпечення якості продукції.

Інформатизація виробничого процесу дозволяє значно знизити витрати на виробництво і збільшити його ефективність, тим самим збільшуючи прибуток підприємства. Однак системи ERP не забезпечують можливостей управління знаннями, детальний сценарний опис, опису визначення стратегічних цілей, відсутні



можливості визначення життєвого циклу стратегічного рішення, відсутні засоби моделювання бізнес-процесів, методи побудови корпоративних сховищ даних.



Рисунок 1.10 – Місце систем управління у виробничій структурі підприємств.

На сьогоднішній день, згідно [84], на ринку ERP-систем представлена велика кількість програмних продуктів (рис.1.12). Однак кожен з них характеризується своїми перевагами та недоліками. Кожна ERP-система має свою функціональність та відноситься до конкретної предметної області. До того ж для даних систем характерна галузева спеціалізація, а також висока вартість та складність впровадження і підтримки конкретних модулів. Інформація повинна містити відомості про матеріальні і енергетичні потоки на виробництві підприємства, запасах сировини, побічної продукції, а також інші технологічні дані, що характеризують стан виробничого процесу. Тому вибір з наявності існуючих ERP-систем є складною задачею, що також впливає на вартість виробництва.

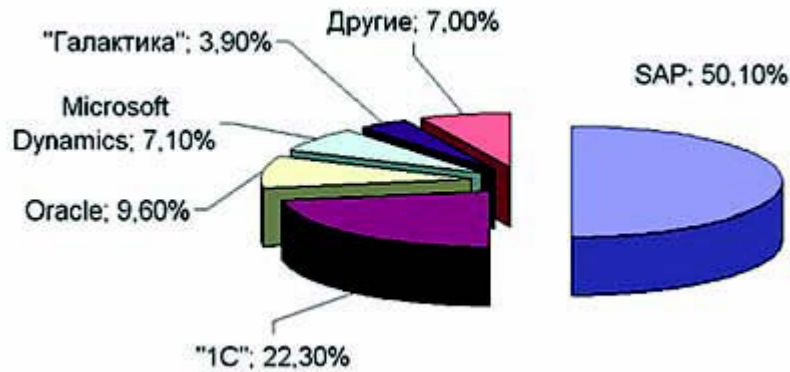


Рисунок 1.11 - Ринок ERP-систем в Україні.

Взагалі, на сьогоднішній день спостерігається криза систем ERP, що викликана наступними факторами:

- інтелектуальний характер дослідження стратегічного управління підприємствами;
- залежність стратегічного управління від факторів зовнішнього середовища;
- наявність ризиків;
- підвищені вимоги до якості управління та якості цільового продукту;
- висока вірогідність появи нових процесів в розробці стратегічних сценаріїв;
- технології та системи управління створюються під замовника та задачі;
- особливий характер бюджетування, планування, контролю та обліку;
- важливість врахування людських ресурсів та людського фактору в управлінні.

Використання в оперативному управлінні підприємств різних галузей систем оперативного управління виробничими процесами (MES), як зазначено в [85], надає можливості керування технологічними процесами впродовж виробництва, отримання оперативної інформації, а також підвищення продуктивності виробництва та технологічної ефективності. З допомогою MES вирішуються наступні задачі: управління ресурсами підприємства, управління якістю, аналіз продуктивності підприємства, управління трудовими ресурсами, координація технологічного процесу.

Згідно статистичних даних [86, 87], використання MES надає можливості зниження тривалості виробництва в середньому на 45%, скорочення часу введення даних приблизно на 75 % і більше, зменшення втрат у виробництві на 18%. Підприємства, що використовують MES мають в 4 рази більшу прибутковість, ніж підприємства, на яких MES відсутня. Підприємства, що використовують ERP та MES одночасно мають змогу покращити показники прибутковості на 213 %.

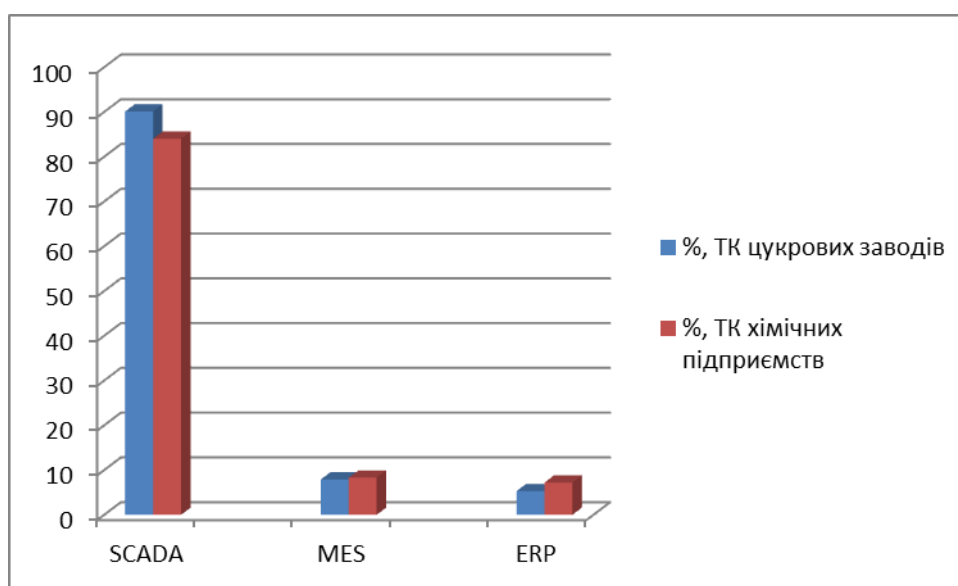


Рисунок 1.12 - Діаграма використання існуючих програмних продуктів для ТК неперервного типу в Україні

Однак як ERP так і MES не враховують в управлінні підприємствами впливів факторів зовнішнього середовища, а також в даних програмних продуктах відсутні модулі, які б надавали можливості управління ризиками. Відсутність автоматизації процесів управління ризиками знижує ефективність як виробничого процесу, так і планування стратегічної діяльності. Система управління ризиками має виконувати наступні задачі:

- підтримка всього життєвого циклу управління ризиками (виявлення джерел ризиків, ідентифікація, аналіз, уникнення, моніторинг, контроль);
- підтримка вартісного, часового, ресурсного аналізів;
- підтримка різних методів розрахунків та моделювання;

- автоматична генерація звітів;
- підтримка баз даних та баз знань ризиків.

Існує певна кількість систем, що реалізують функції управління ризиками, однак не всі вони адаптовані для функціонування в умовах виробництва. Більшість з них призначена для управління проектами. Це такі системи як Risk Professional for Project; Dekker TRAKKER; Enterprise project; ER Project 1000; Intelligent Planner; Vista Risk Manager; Risk Track; Open Plan [88, 89, 90, 91, 92]. Найбільш максимально охоплюють виконання вище вказаних задач такі програмні продукти:

- модуль управління ризиками Trekker (Dekker Ltd.);
- система календарного планування Open Plan (Welcom);
- програмний продукт Risk Track.

Порівняльний аналіз даних програмних продуктів наведено в табл 1.4.

Таблиця 1.4

#### Порівняльний аналіз ІС управління ризиками

Етапи Системи	Ідентифікація ризиків	Оцінка ризиків	Вибір методів реагування	Моніторинг, контроль
Trekker	Визначення та документований опис ризиків	Моделювання за допомогою методу Монте-Карло	Підтримка баз знань	Аналіз відхилень фактичних даних, Майстер звітів, публікатор в HTML
Open Plan	Прогнозування тривалості виконання робіт	Оцінка ризиків тривалості робіт методом Монте-Карло	Не реалізовано	Аналіз відхилень фактичних даних, Майстер звітів, публікатор в HTML
Risk Track	Визначення ризиків, ідентифікація критичних, зберігання в таблицях SQL БД, використання контрольних таблиць.	Опитування експертів, отримання експертних оцінок ризиків	Моделювання різних стратегій реагування на ризики	Аналіз відхилень фактичних даних, Майстер звітів, публікатор в HTML

Аналізуючи дану інформацію, можна зробити висновок про те, що підтримка процесів управління ризиками є дуже важливою як в ході стратегічного, так і

оперативного управління виробництвом. Однак існуючі ІС не забезпечують виконання таких задач, не враховують виникнення можливих ризиків, які впливають на реалізацію оперативного та стратегічного управління, і не запобігають їм.

Для технологічних комплексів неперервного типу в харчовій, хімічній та ін. промисловості, що характеризуються значними матеріальними, енергетичними, фінансовими потоками, важливим є управління виробничим процесом, безперервний контроль параметрів та показників функціонування на відхилення від допустимих значень, а також загальна оцінка ефективності функціонування з подальшим прогнозуванням майбутніх показників та побудови стратегій розвитку в залежності від зовнішніх обставин та внутрішнього стану. Існуючі інформаційні системи, такі як «Asana» [93], «Project Expert» [94], «Biz-Planner» [95], Microsoft Dynamics та ін., не забезпечують виконання такого комплексу задач (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

## Аналіз існуючих ІС в управлінні промисловим підприємством

№	Тип	Програмний продукт	Переваги	Недоліки
1	ERP	Asana	<ul style="list-style-type: none"> <li>– розробка різних варіантів фінансових прогнозів;</li> <li>– прогноз розвитку фінансової ситуації як на підприємстві в цілому, так і по окремих видах діяльності;</li> <li>– простота у використанні і управлінні;</li> <li>– оперативне і середньострокове фінансове планування та управління фінансовими ресурсами;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– вимагає максимальної кількості інформації;</li> <li>– управління стратегічною діяльністю;</li> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми прийняття рішень;</li> <li>– відсутнє врахування ризиків;</li> <li>– відсутній зв'язок з програмним забезпеченням, що обслуговує технологічний комплекс підприємства.</li> </ul>
2	ERP	SAP/R3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– облік та звітність (бухгалтерський, складський);</li> <li>– управління фінансами;</li> <li>– управління грошовими потоками;</li> <li>– планування та контроль</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень;</li> <li>– вимагає максимальної кількості інформації;</li> <li>– відсутній зв'язок з</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>– проектів;</li> <li>– логістика;</li> <li>– персонал;</li> <li>– управління замовленнями.</li> </ul>	<p>програмним забезпеченням, що обслуговує технологічний комплекс підприємства.</p>
3	ERP	Microsoft Dynamics	<ul style="list-style-type: none"> <li>– управління фінансами;</li> <li>– планування та управління виробництвом;</li> <li>– управління формуванням та розподілом запасів;</li> <li>– управління персоналом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень;</li> <li>– розраховано на малий та середній бізнес</li> </ul>
4	BMP	«Biz-Planner»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- розробка документи, які повністю відповідають міжнародним стандартам;</li> <li>- розробка бізнес-плану підприємства;</li> <li>- планування та аналіз ефективності інвестицій на підприємствах малого та середнього бізнесу;</li> <li>- взаємодія з іншими програмними продуктами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– застосовуватися тільки в трьох сферах діяльності (промисловість, будівництво та сфері послуг);</li> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття управлінських рішень;</li> <li>– відсутнє врахування ризиків;</li> <li>– відсутній зв'язок з програмним забезпеченням, що обслуговує технологічний комплекс підприємства.</li> </ul>
5	BMP	BPwin	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аналіз, документування та реорганізації складних бізнес-процесів;</li> <li>– моделювання процесів при створенні корпоративних інформаційних систем (КІС);</li> <li>– опис взаємодії процесів і потоків інформації в організації;</li> <li>– оптимізація бізнес-процесів з врахуванням змін;</li> <li>– наявність власного генератора звітів;</li> <li>– можливість ефективного маніпулювання моделями;</li> <li>– широкий набір засобів документування моделей,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обмежує можливості по аналізу об'єктів моделі;</li> <li>– не адаптований для відображення технологічних процесів;</li> <li>– відсутня можливість здійснення оцінки ефективності технологічного комплексу;</li> <li>– відсутність можливості відображення оперативної інформації по</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>– проектів.</li> <li>– функціонально-вартісний аналіз, ABC;</li> <li>– інтеграція з іншими програмними продуктами.</li> </ul>	<p>технологічному процесу;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– відсутній зв'язок з програмним забезпеченням, що обслуговує технологічний комплекс підприємства.</li> </ul>
6	АСУ ТП	SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition	<ul style="list-style-type: none"> <li>– диспетчерський контроль і накопичення даних;</li> <li>– високий рівень автоматизації виконання функцій;</li> <li>– наявністю функції контролю за поточним станом об'єкта управління;</li> <li>– наявність відповідного технологічного обладнання; датчики; виконуючі пристрої і механізми;</li> <li>– можливість зв'язок з іншим програмним забезпеченням.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– малий часовий інтервал обробки даних;</li> <li>– часова залежність між станами, об'єктів управління і системи управління, що динамічно змінюються;</li> <li>– вузько спеціалізований до застосування;</li> </ul>
7	ERP	Універсал 7: ERP	<ul style="list-style-type: none"> <li>– управління фінансами;</li> <li>– планування та управління виробництвом;</li> <li>– управління формуванням та розподілом запасів;</li> <li>– управління реалізацією та маркетингом;</li> <li>– управління постачанням;</li> <li>– управління сервісним обслуговуванням;</li> <li>– управління процедурами забезпечення якості продукції.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не має безпосереднього впливу на виробничий процес;</li> <li>– дорога вартість і неможливість адаптації до технологічних процесів;</li> <li>– складність або неможливо адаптувати під документообіг підприємства та його специфічні бізнес-процеси;</li> <li>– проблема сумісності з встановленими системами;</li> <li>– помилки розробників у системі приводять до відсутніх втрат коштів та долі на ринку.</li> </ul>
8	MES	MES -11	<ul style="list-style-type: none"> <li>– відстежують і документують виробничий процес;</li> <li>– відображають виробничий цикл в реальному часі;</li> <li>– оптимізація виробництва і підвищення його рентабельності;</li> <li>– управління виробничими</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття рішень;</li> <li>– проміжна ланка між АСУ ТП та ERP;</li> <li>– відсутня оцінка ефективності підприємства;</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>замовленнями та кількісний облік на виробництві;</li> <li>– збір даних про затрати та ведення історії виготовлення;</li> <li>– візуалізація виробничих процесів;</li> <li>– інтеграція з виробничим обладнанням та ERP.</li> </ul>	– відсутня оцінка можливих ризиків.
9	MES	"ФОБОС"	<ul style="list-style-type: none"> <li>– інтеграція з виробничим обладнанням та ERP;</li> <li>– збір даних про затрати та ведення історії виготовлення;</li> <li>– візуалізація виробничих процесів;</li> <li>– візуалізація виробничих процесів;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– забезпечує автоматизацію оперативного управління дискретного типу виробництва;</li> <li>– розрахована на великі та середні підприємства машинобудівної галузі;</li> </ul>
10	MES	YSB.Enterprise. Mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– управління продажами з формуванням портфелю замовлень;</li> <li>– дозволяє скоротити простої устаткування, витрати на техобслуговування, ремонти і матеріально-технічне постачання;</li> <li>– бухгалтерський облік та розрахунок заробітної плати.</li> </ul>	– специфічний програмний продукт з обмеженою орієнтацією на споживача та можливостями.
11	MES	"PolyPlan"	<ul style="list-style-type: none"> <li>– адаптація до управління неавтоматизованим виробництвом;</li> <li>– оперативне управління та планування виробництва;</li> <li>– Оптимізація випуску продукції.</li> </ul>	– специфічний програмний продукт орієнтований на машинобудування.
12	MES	"1С:MES Оперативне управління виробництвом 8",	<ul style="list-style-type: none"> <li>– скорочення часу виконання замовлень;</li> <li>– забезпечення оперативності отримання та достовірності даних по руху матеріальних потоків;</li> <li>– вдосконалення системи обліку та звітності.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття рішень;</li> <li>– проміжна ланка між АСУ ТП та ERP;</li> <li>– відсутня оцінка ефективності підприємства;</li> <li>– відсутня оцінка можливих ризиків.</li> </ul>



13	MES	SIMATIC IT	<ul style="list-style-type: none"> <li>– побудова моделі виробництва;</li> <li>– управління запасами;</li> <li>– облік матеріалів;</li> <li>– облік персоналу;</li> <li>– облік часу простоїв та роботи персоналу;</li> <li>– організація обміну даними;</li> <li>– контроль процесів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– відсутні інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття рішень;</li> <li>– відсутня адаптація до сезонного типу виробництва;</li> <li>– відсутня оцінка можливих ризиків.</li> </ul>
14	MES	KIC INDUSOFT	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Об'єднати локальні системи автоматизації в єдиному інформаційному полі підприємства;</li> <li>– Передбачити уніфіковану форму і методи представлення та оперативного аналізу даних в реальному часі;</li> <li>– Вирішити проблему автоматизованого централізованого формування виробничої звітності, перейти до переваги електронного документообігу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Відсутні математичні моделі ідентифікації ризиків;</li> <li>– Відсутній апарат виробітку та прийняття управлінських рішень при виборі стратегії розвитку з врахуванням ризиків;</li> <li>– Оцінювання ефективності стратегічних рішень</li> </ul>

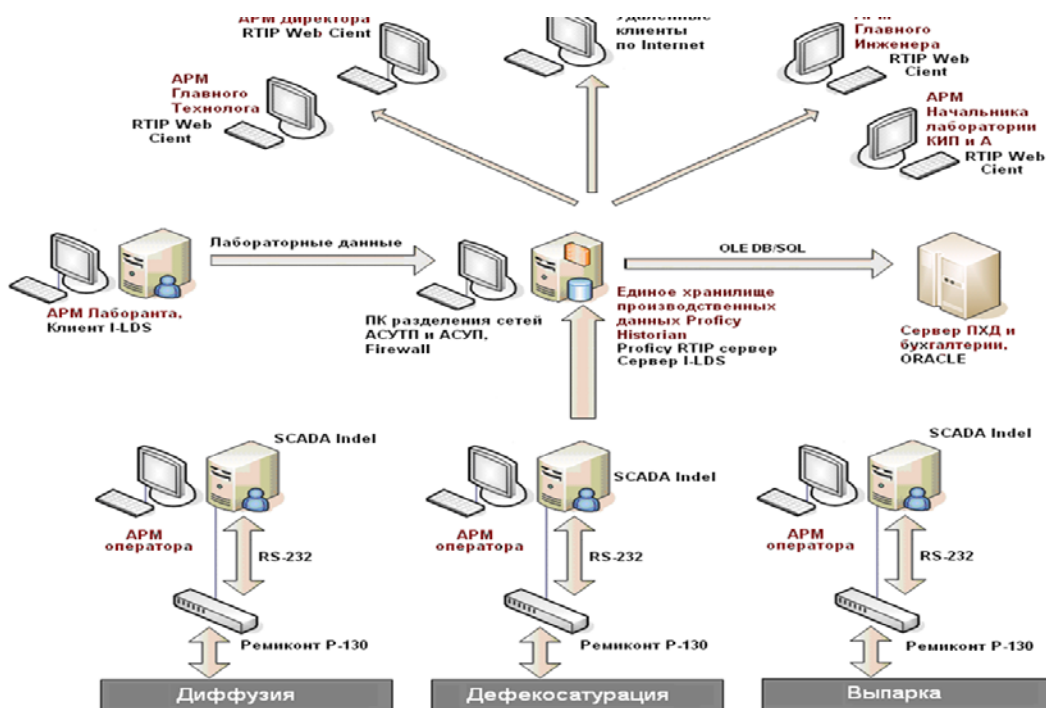


Рисунок 1.13 –Корпоративна інформаційна система цукрового заводу INDUSOFT

На сьогоднішній день на підприємствах в основному впроваджуються аналітичні системи стратегічного управління. Однак, як вказано в роботах [96, 97], аналітичні системи стратегічного управління, що представлені нині на ринку, незначною мірою підтримують «ідеальну модель» стратегічного управління. Дані програми лише частково забезпечують вирішення проблем, так як не є адаптованими до особливостей функціонування складних технологічних комплексів в галузях харчової, хімічної та промисловості.

Аналітичні програми, такі як Project Expert, Biz Planner, BPwin, Basecamp, Trello, Slack, Asana, Worksection та ін, вимагають максимальної кількості інформації, тобто працюють в умовах повної інформації. Однак не враховують можливості недостатності інформації та неякості, що є наслідком незрілості процесів стратегічного управління. До того ж вони не мають зв'язку з програмним забезпеченням, що обслуговує технологічний комплекс підприємства.

Розвиток техніки, створення інноваційних комп'ютерно-інтегрованих виробництв, наявність розвинутих баз даних вимагає введення поняття нової інформаційної технології (НІТ), що представляє сукупність впроваджених в системах управління принципово нових методів та засобів обробки даних, які є цілісними технологічними системами, і забезпечують створення, передавання, зберігання, а також використання інформаційного продукту [98].

Розробка НІТ базується на застосуванні багатоагентних технологій [99, 100, 101, 102], методів ситуаційного [103] та сценарно-когнітивного підходів [104, 105]. Багатоагентний сценарно-когнітивний підхід дає можливість здійснення прогнозної оцінки майбутнього стану організаційно-технічної системи та можливих наслідків прийнятих рішень, що підвищує гнучкість системи в умовах невизначеності та спрямований на зменшення невизначеності.

Дослідження класу організаційно-технічних систем надасть можливість об'єднання всіх функцій управління та створення гнучких систем управління з елементами штучного інтелекту, які дозволяють оперативно здійснювати оцінку ефективності підприємства, планування і управління виробництвом, планування та управління матеріальними потоками, логістичний аналіз, розрахунок та аналіз

собівартості продукції; а також планувати стратегічну діяльність в умовах невизначеності та ризиків [106].

Для підвищення ефективності функціонування підприємств в різних галузях промисловості (харчова, хімічна та ін.) України в умовах невизначеності та ризиків необхідно розробляти нові та модифікувати існуючі інформаційні технології управління на основі оцінки теперішнього стану та прогнозування майбутнього стану з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища.

#### **1.4. Постановка задачі дослідження.**

Науково – технічний прогрес та динаміка зовнішнього середовища вимагають нових підходів до розробки сучасних інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами, особливо в умовах неповноти необхідної інформації, тобто в умовах невизначеності.

Значним внеском у розвиток теорії сучасного управління є роботи відомих вчених Месаровича М. [106], Заде Л. [107], Глушкова В.М. [108]. Задачі автоматизації управління складними технологічними об'єктами та процесами в галузях харчової промисловості досліджені в роботах українських вчених Ладанюка А.П. [65, 66, 70 - 72], Грабовського Г.Г., Богаєнко І.М., В.І. Архангельського [76], питання прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами, а також управління розподіленими динамічними системами розглянуті в роботах Дубового В.М. [109]. Роботи Теслі Ю.М. [110] присвячені розробці теорії несилової взаємодії та її застосування до побудови систем штучного інтелекту, питання імітаційного моделювання процесів та систем досліджені в роботах Томашевського В.М. [111]. Наукові дослідження П.М. Павленка [112] пов'язані з розробкою та вдосконаленням автоматизованих систем на базі сучасних CALS-технологій та PLM-рішень. Управління організаційно-технічними системами досліджено в роботах зарубіжних вчених Большакова О.А. [1], Борисова В.В. [40], Alter S. [113]. Питання

стратегічного управління складними організаційними системами вирішені в роботах зарубіжних вчених Юдіцкого С.А. [114], Трахтенгерца Е.А. [115], Новікова Д.А [116], O'Brien J.[74], Kvint V. [117], Mulcaster W.R. [118]. Роботи українських вчених Згуровського М.З., Панкратової Н.Д. [119], Кунцевича В.М. [62], Сікори Л.С [120] та зарубіжних вчених Городецького А.Е. [121], Алтуніна А.Е. [122], Gilboa I. [123] присвячені дослідженню невизначеності та ризиків в управлінні технологічними процесами.

Стратегія є центральним елементом в підготовці та оцінюванні ефективності управління на стратегічному рівні, а ієрархія цілей має відповідати стратегічним та тактичним цілям, тобто перед управлінням складними організаційно-технологічними об'єктами виступають три головні задачі: зменшення невизначеності, підготовка альтернативних варіантів сценаріїв реалізації стратегічних задач та підтримка рівня виконання інноваційних задач при досягненні поставленої мети. Нові підходи до управління організаційно-технологічними об'єктами реалізуються на стратегічному рівні та впливають на ефективність в цілому. Тому для забезпечення управління складними організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням особливостей функціонування необхідно розробка інформаційних технологій, що здатні забезпечити максимум необхідної інформації в умовах невизначеності та надати підтримку в прийнятті управлінських рішень при виборі стратегії розвитку з врахуванням ризиків.

Проведений аналіз показав, що для забезпечення управління такими системами необхідні нові методи, що відповідають складності зовнішнього та внутрішнього середовищ. Тому на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій в управлінні складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків важливим є розробка таких інтелектуальних технологій, які дали б змогу прийняття рішення при швидко змінюваних обставинах, коли необхідно охопити великий обсяг інформації, що надходить, порівняти її з інформацією, яка вже є, врахувати досвід минулого, розібратися в

різних ситуаціях, втрутитись в хід реалізації управлінського рішення та виконати оцінку в різних аспектах, вибравши найбільш правильний варіант.

В умовах динамічного розвитку ринкової економіки підприємства цукрової, хімічної промисловості, корпорації та інші підприємства, організації та фірми розглядаються як організаційно-технологічні системи, які характеризуються вкладеністю, відкритістю, нелінійністю взаємодії їх елементів, неможливістю зосередити всю інформацію в одному елементі, наявністю зворотних зв'язків, узгодженням елементами системи інтегральної реакції на зовнішні і внутрішні збурення, непередбачуваністю поведінки в деяких ситуаціях і т. п. Тому необхідно забезпечити значний економічний ефект шляхом оптимізації завантаження потужностей, зменшення простоїв і складських запасів, підвищення продуктивності, якості продукції, ефективності суміжних систем, а також загальному підвищенню дисципліни і виявлення джерел втрат.

В зв'язку з цим в даній роботі поставлена актуальна науково-прикладна проблема підвищення ефективності функціонування підприємств, корпорацій в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.) за рахунок розробки нових інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків.

Метою дисертаційної роботи є розробка теоретичних і методологічних основ створення нових інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що забезпечують підвищення ефективності функціонування технологічних комплексів неперервного типу в різних галузях промисловості (харчовій, хімічній та ін.).

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- розробити системну концепцію побудови ІТ управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, створити методологію управління та концептуальну структуру ТК неперервного типу з врахування сезонності виробництва для задач управління з метою забезпечення ефективного функціонування та формування управлінських рішень;

- удосконалити класифікацію невизначеностей для класу організаційно-технологічних об'єктів із застосуванням системного підходу, що дає можливість ідентифікувати ризики та виробити заходи їх уникнення;
- розробити комплексну модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності, що є адаптованою для використання в управлінні організаційно-технологічними об'єктами в нестабільних умовах та забезпечить можливість чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації, вирішення тактичних та стратегічних задач управління.
- розробити метод прийняття стратегічних рішень для організаційно-технологічних об'єктів на основі мультиагентного підходу, що забезпечує можливість прийняття оптимального стратегічного рішення та прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни показників ефективності функціонування об'єктів в умовах невизначеності зовнішнього середовища;
- розвинути існуючі методи оперативного управління ТК неперервного типу, що дають можливість на основі оперативного оцінювання ефективності функціонування ТК та його підсистем, а також впливу факторів ризику вибрати оптимальний стратегічний сценарій розвитку ТК, що забезпечить економію матеріальних та енергетичних ресурсів.
- розробити метод управління ризиками для ТК неперервного типу, що дає можливість вибору найбільш оптимального альтернативного сценарію досягнення стратегічних цілей згідно врахованих ризиків;
- розробити комплексний метод управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що дає можливість використання для широкого класу задач прийняття рішень в інтелектуальних системах управління ОТП в галузі харчової, хімічної та ін. промисловості, у тому числі з урахуванням часового чинника (реальний масштаб часу).

## ВИСНОВКИ ДО 1 – ГО РОЗДІЛУ

1. Проведено дослідження об'єктів управління, де визначено для умов динамічного розвитку науки і техніки, а також складності управління сучасними виробничими та економічними системами в промисловості, їх взаємної інтеграції та жорсткої конкуренції необхідність дослідження нових класів об'єктів. Проаналізовано необхідність розширення класу об'єктів автоматизації шляхом включення організаційних та організаційно-технічних систем, а також розробки нових методів рішення задач управління, що обґрунтовано вимогами економічного розвитку сучасного суспільства на фоні проблем використання класичної та сучасної теорій автоматичного управління в задачах управління організаційними та організаційно-технічними (технологічними) процесами, а також відсутністю методів синтезу інтелектуальних систем управління організаційно-технічними процесами.
2. Проаналізовано необхідність в управлінні організаційно-технологічними об'єктами розробки нових інформаційних технологій, що обумовлено відсутністю можливостей визначення ефективності об'єкту управління, оцінювання ряду технологічних показників та прийняття стратегічних та оперативних рішень в умовах неточної та неповної інформації. Проаналізована відсутність застосування класу організаційно-технічних систем для технологічних комплексів неперервного типу харчової, хімічної та ін. промисловостей, що дозволить об'єднання всіх функцій управління та створення гнучких систем управління з елементами штучного інтелекту, які будуть оперативно здійснювати оцінку ефективності підприємства, планування і управління виробництвом, планування та управління матеріальними потоками, а також планування стратегічної діяльності ТК підприємств, корпорацій з врахуванням умов невизначеності та ризиків.
3. Визначено задачу дослідження, що полягає в розробці інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, розробці евристичних методик. На сьогоднішній день подібних ІТ управління складними організаційно-технологічними

об'єктами в умовах невизначеності та ризиків не існує. Не існує також відповідного набору інструментальних засобів, які дозволяють автоматизувати реалізацію процесу прийняття рішення в умовах невизначеності та ризиків, залишивши керівникові тільки компромісний вибір з можливих варіантів, що будуть отримані, зокрема, з використанням сучасних комп'ютерів на основі формалізованих методів.

4. Проаналізована необхідність побудови ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що надала б можливості синтезу інтелектуальних інформаційних систем управління організаційно-технічними процесами на основі застосування як формалізованих, так і евристичних методів та функціонально спрямована на забезпечення ефективного комплексного управління в оперативній та стратегічній діяльності підприємств, корпорацій в різних галузях промисловості (харчовій, хімічній та ін. ) в умовах невизначеності та ризиків.



## РОЗДІЛ 2

### КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

#### 2.1 Концептуальні основи розробки методів управління організаційно-технологічними об'єктами

Динамічний розвиток економіки при високому рівні стратегічної активності вимагає встановлення системи подвійного управління в поточній і стратегічній діяльності. Оперативне управління забезпечує прибуток в теперішній момент, а стратегічне – створення економічного і наукового потенціалу на майбутнє. Нова структура системи управління повинна створювати можливості для чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації. При цьому вирішуються тактичні та, головним чином, стратегічні задачі управління. Тому ефективне функціонування будь-якого підприємства, корпорації, тощо має адаптувати свою стратегію до стратегій зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки, а також знайти шляхи ефективного рішення стратегічних задач для своєчасного досягнення запланованих стратегічних показників [124].

В таких умовах першочерговою задачею виробництв та технологічних комплексів (ТК) є забезпечення гнучкості, мобільності, універсальності при досягненні високої продуктивності виробництва, швидкості та адекватності прийняття рішень, врахування факторів сезонності виробництва. Таким чином, доцільним буде розглянути управління організаційно-технологічними об'єктами, які функціонують в умовах невизначеності та мають неперервний характер на тривалих інтервалах часу в різних галузях промисловості ( харчова, хімічна та ін.).

Стратегія в умовах сьогодення є важливим елементом в управлінській діяльності на підприємствах, в організаціях та фірмах. Рішення, що приймаються сьогодні, можуть мати вирішальний вплив в майбутньому [125]. Тому важливим є розробка таких інформаційних технологій, які б надавали можливості моніторингу

та аналізу результатів, своєчасно попереджали керівництво про зміни, які можуть мати серйозні наслідки в діяльності підприємства. До того ж важливо вчасно забезпечити особу, що приймає рішення (ОПР), даними прогнозованого аналізу, характеристиками виникаючих або несподівано виниклих загроз і на підставі їх результатів генерувати можливі заходи протидії, їх оцінку, ранжування, з метою прийняття найбільш ефективних рішень та їх реалізації.

Сучасні підприємства, виробництва та виробничі системи, технологічні комплекси характеризуються масовою появою і істотним прискоренням поширення нових ідей, технологій і технічних рішень. Стратегія представляє собою детальний, всебічний, комплексний план, призначений для того, щоб забезпечити досягнення поставлених цілей [126]. Розроблені стратегії мають реалізуватись з врахуванням поточного стану досліджуваного об'єкту, однак не завжди можуть здійснюватися так, як це задумано. Тому сучасні ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами повинні надати можливості адаптації стратегічного управління у відповідності до актуальних вимог зовнішнього оточення та поточним станом об'єкту управління. Незалежно від оптимальності стратегій, на них впливають цілі, можливості та оточення об'єкту управління.

ІТ стратегічного управління забезпечує:

- врахування в процесі моніторингу загроз, що існують та виникають, оптимальність управління та нові можливості складного зовнішнього оточення;
- адаптує в процесі прийняття та реалізації управлінських рішень функціонування системи управління, в тому числі в умовах невизначеності.

ІТ стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу з сезонним характером виробництва, вимагає виконання наступних головних задач: зменшення невизначеності зовнішнього оточення, підготовка альтернативних варіантів сценаріїв реалізації стратегій управління з врахуванням фактору сезонності та підтримка рівня ефективності функціонування при досягненні поставленої мети в умовах невизначеності та ризиків.

Побудова ІТ стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, передбачає наступну процедуру (рис 2.1).

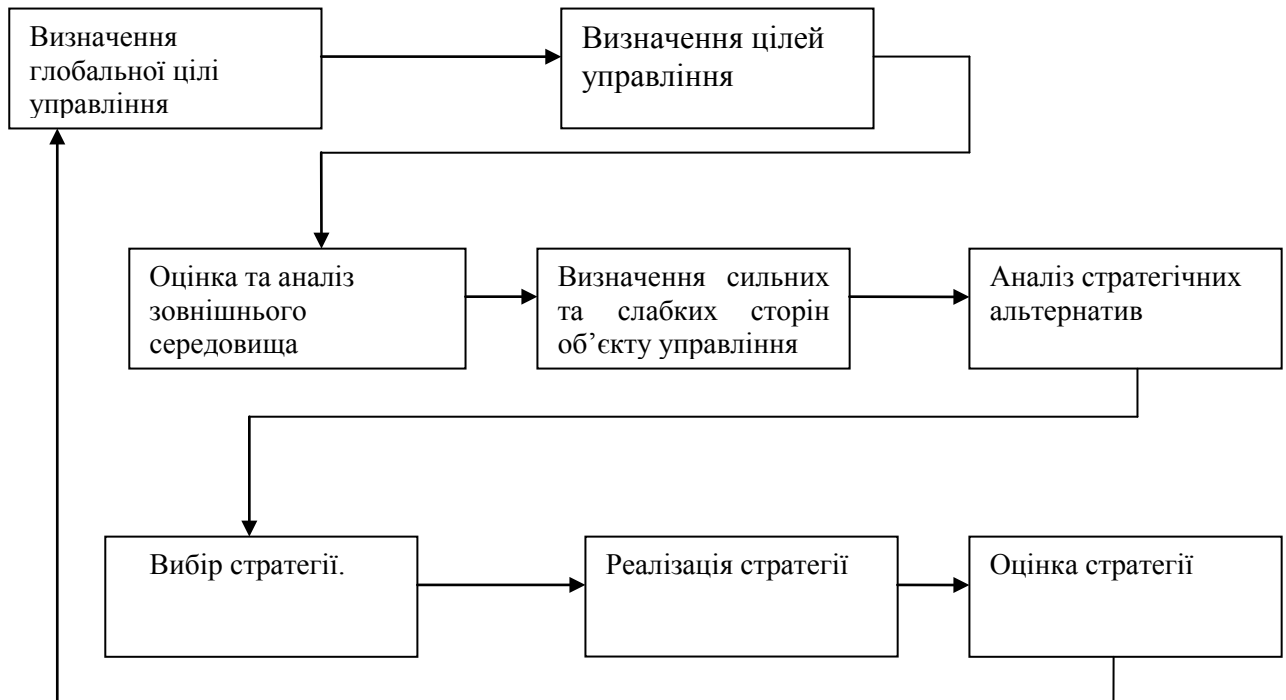


Рисунок 2.1 – Процедура стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами

У процесі стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням факторів сезонності виробництва, що обумовлюється як зовнішніми подіями, так і внутрішніми ситуаціями, стан організаційно-технологічного об'єкту може змінитися. Важлива проблема, яка вирішується при стратегічному управлінні, складається з побудови та аналізу формальних моделей ситуацій, що відповідають теперішньому та майбутньому стану об'єкту управління, а також отримання прогнозованих даних, що дадуть можливість оцінки майбутнього стану. Моделювання майбутнього стану організаційно-технологічного об'єкту дає можливість визначити динаміку досягнення цілей, споживання ресурсів, зміни показників ефективності діяльності складних організаційно-технологічних об'єктів при різних зовнішніх і внутрішніх умовах. Іншими словами, передбачити варіанти стратегій управління і тим самим зменшити «невизначеність майбутнього».

Моделювання динаміки стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами забезпечує можливість побудови довгострокової стратегії та базується на отриманні експертної інформації, на основі якої можливе:

- оцінювання вигод стратегії як результату інформованості про майбутні зміни у зовнішньому середовищі й спостереження динаміки управління складними організаційно-технологічними об'єктами сезонного типу виробництва;
- дослідження нових можливостей для майбутнього розвитку;
- вироблення підготовки до можливих змін зовнішнього середовища для зменшення негативних наслідків несприятливих ситуацій і зменшення ризиків капіталовкладень.

Сучасний темп змін та розвитку технологій є настільки великим, що стратегічне управління є єдиним способом формального прогнозування майбутніх проблем і можливостей [127]. Воно забезпечує створення стратегії управління організаційно-технологічними об'єктами на тривалий строк. Стратегічне управління дає також основу для ухвалення рішення. Знання стратегії дає можливість уточнити найбільш оптимальні шляхи дій. Прогнозування та обґрунтування майбутнього стану об'єкту управління сприяє зниженню ризику при ухваленні рішення. Приймаючи обґрунтовані й систематизовані стратегічні та тактичні рішення, ОПР знижує ризик ухвалення неправильного рішення через помилкову або недостовірну інформацію про можливості системи управління або про зовнішню ситуацію. Тому важливим є розробка комплексних методів, що дадуть можливість не тільки формулювання цілей, а й відстеження динаміки їх досягнення, а також визначення досягнення глобальної мети.

В основі побудови ІТ стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами запропоновано метод формування та вибору стратегій управління складними організаційно-технологічними об'єктами на основі використання експертної інформації, статистичних даних та формалізованих математичних методів. Даний метод базується на використанні теорії нечітких множин, методу аналізу ієрархій, якісних методів прийняття рішень та дає можливість формування

достатньо адекватної та прогнозованої стратегії розвитку корпорацій, підприємств, технологічних комплексів.

Обов'язковою передумовою успішної реалізації стратегії є початковий етап стратегічного управління, в рамках якого відбувається формування, осмислення та уточнення цілей, побудова альтернативних варіантів сценаріїв реалізації стратегії та оцінка ефективності способів досягнення поставлених цілей на основі використання експертних методів. Тому визначено наступні задачі стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу з сезонним характером виробництва:

- 1) формування складу і структури цілей стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами, встановлення причинно-наслідкових зв'язків на множині цілей;
- 2) оцінка та аналіз зовнішнього середовища (визначення факторів впливу, невизначеності, ризиків);
- 3) визначення сильних та слабих сторін складних організаційно-технологічних об'єктів (оцінка поточного стану ОТС);
- 4) побудова альтернативних варіантів сценаріїв досягнення поставлених цілей;
- 5) розробка та аналіз сценаріїв руху фінансових, інформаційних та матеріальних потоків всередині об'єкта управління та між об'єктом управління та зовнішнім середовищем.

Функціонування організаційно-технологічних об'єктів неможливе без зв'язку з зовнішнім середовищем. Система управління організаційно-технологічними об'єктами має оточення та взаємодіє з оточенням. Середовище впливає на систему, система впливає на середовище, і ця взаємодія системи із середовищем визначає зовнішній фактор функціонування організаційно-технологічних об'єктів. Внутрішній фактор пов'язаний з тим, що система переходить зі стану в стан, причому для складних систем стан як правило структурований, складається з множини компонентів, переходи між якими можуть відбуватися паралельно (із взаємною синхронізацією).

В ході моделювання поведінки зовнішнього середовища та аналіз його впливу на систему застосовують метод статистичних досліджень (Монте-Карло), який є традиційним інструментальним засобом дослідження стохастичних систем [128, 129]. Суть методики, що пропонується в [130], полягає в оцінюванні великої кількості ситуацій у випадку реалізації певної події.

Послідовність дій в ході моделювання поведінки зовнішнього середовища зображена на рис. 2.2.

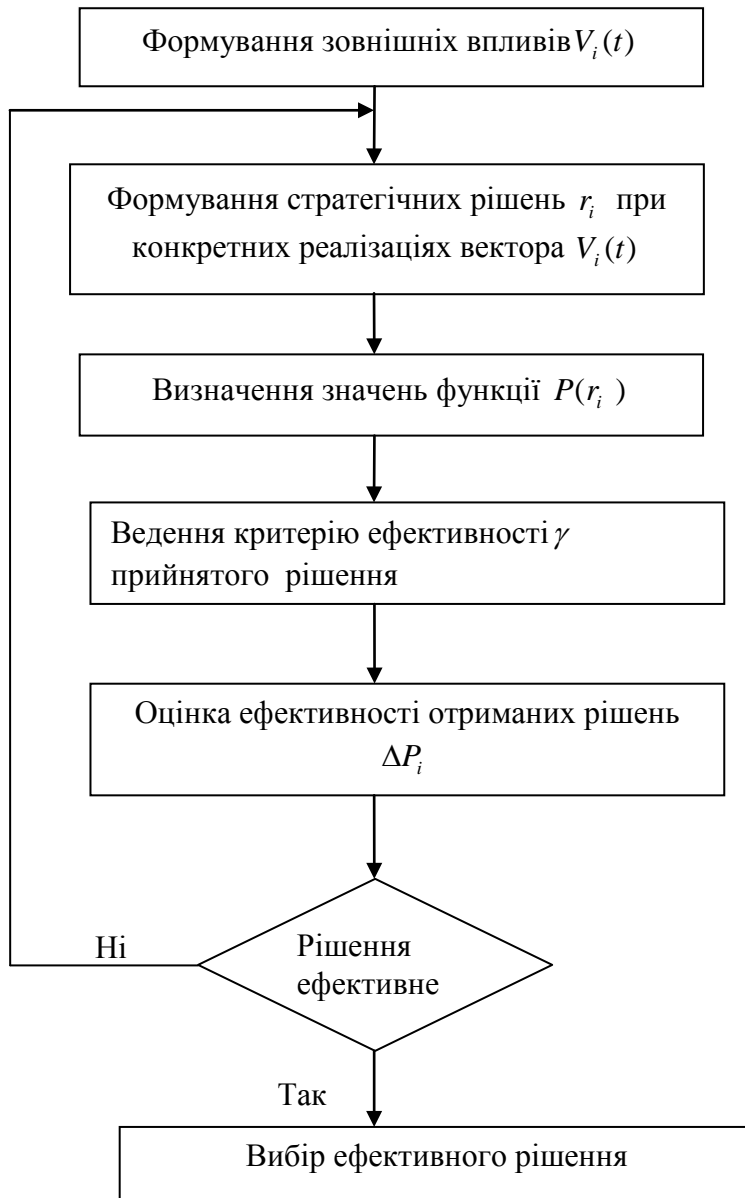


Рисунок 2.2 – Процедура моделювання вибору ефективного рішення

Вектор зовнішніх впливів формується наступним чином: для кожного параметра, що допускає зміну, генерується випадковий вплив по деякому заданому закону. Для пропонованих стратегічних рішень обчислюються значення цільової

функції при всіх варіаціях зовнішніх умов. При цьому проводиться оцінка ефективності рішень. Якщо в наслідок нестабільності зовнішнього середовища стратегічне рішення  $r_i$  при зовнішніх умовах  $V_i(t)$  є неоптимальним, то відхилення показника ефективності від допустимого значення перевищує введений критерій ефективності  $\gamma$ , тобто рішення є негативним. Рішення позитивне, якщо відповідно відхилення показника ефективності від допустимого значення не перевищує введений критерій ефективності.

Для зручності аналізу створюється матриця відхилень значень показників ефективності прийнятого стратегічного рішення. У ній по діагоналі записані значення показника ефективності для кожного стратегічного рішення  $r_i$ , що відповідає настанню зовнішніх впливів  $V_i(t)$ , а всі інші елементи кожного рядка є оцінками наслідків варіацій  $V_i(t)$ ,  $i = 1 \dots k$ . На підставі отриманої матриці можна вибрати найбільш ефективне рішення. В цьому випадку вибір ефективного рішення заснований на припущенні, що ОПР відомі апріорні ймовірності реалізації різних ситуацій, тобто сценаріїв  $V_i(t)$  поведінки зовнішнього середовища. При цьому вибирається те рішення, для якого максимально зважене середнє [130]:

$$r = \arg \max_i \bar{P}_i = \arg \max_i \sum_j Q_j P_{ij} \quad (2.1)$$

де  $Q_j$  - вірогідність сценарію  $V_i(t)$ .

В [130] вважається, що при моделюванні цих сценаріїв методом Монте-Карло потрібно провести досить велику кількість експериментів (сотні і тисячі), що тягне за собою практичну неможливість ОПР приписати кожній з реалізацій ймовірність її появи. Проаналізувати кожну ситуацію ОПР просто не в змозі. У цьому випадку зручніше вважати всі ситуації рівномірно імовірними і приймати рішення за критерієм Лапласа.

Але деякі системи, в тому числі і ОТС, що розвиваються, не можуть бути коректно інтерпретовані як стохастичні. Тому тут доцільно застосовувати підхід, в основі якого є знаходження компромісу між критеріями ефективності рішень [131]. Найбільш універсальним для розглянутого підходу є критерій Гурвіца:

$$r_i = \arg \max_i \left\{ \left[ \max_j P_{ij}(x_i) \right] \cdot \gamma + \left[ \min_j P_{ij}(x_i) \right] \cdot (1 - \gamma) \right\} \quad (2.2)$$

так як дозволяє реалізувати будь-які переваги ОПР, від самих песимістичних до самих оптимістичних. Величина критерію ефективності  $\gamma$  призначається ОПР на основі евристичних міркувань, і не існує формальних методів його визначення.

Оцінювання впливів факторів зовнішнього середовища при стратегічному управлінні ОТС є найбільш складним комплексним завданням, мета якого визначити наскільки негативними можуть бути результати впливів та наскільки це відобразиться на ефективності функціонування об'єкта управління, як будуть реалізовані поставлені цілі та наскільки перевищать витрати ресурсів. Тому об'єктом управління є вся проблемна область, яка розглядається як динамічна ситуація, що складається з множини різнорідних взаємодіючих факторів. Деякі з цих факторів безпосередньо залежать від рішень ОПР, інші залежать від ОПР опосередковано, треті не залежать від ОПР зовсім (такі як погода, якість сировини, зміни в законодавстві і т. д.). Вирішення таких задач шляхом використання інформаційних технологій є досить складним, тому що, на відміну від більшості технічних систем, в даному випадку об'єктом управління є ситуація, що не тільки не формалізована, але і слабо структурована.

Тому при оцінюванні ситуацій використано експертні методи [132], що дозволили отримати інформацію про ситуації, що характеризуються невизначеністю відносно факторів, концептів, і зв'язків між ними. Значення факторів, ступінь впливу одних факторів на інші складають основні параметри ситуації. Вони можуть бути як кількісними, так і якісними. Якщо параметри ситуації є якісними величинами, то вони представляють собою не числа, або інтервали, що характеризують точність оцінки, а нечіткі величини, або вербальні (лінгвістичні) оцінки, що утворюють лінійно впорядковану шкалу.

В умовах невизначеності при прийнятті стратегічних рішень в управлінні ТК неперервного типу необхідно отримати додаткову інформацію та виконати аналіз на основі думок та оцінок експертів, що забезпечить зменшення новизни та складності прийняття рішення. Для комплексного прийняття рішення застосовано минулий



досвід, судження та інтуїція експертів, що забезпечить передбачення про вірогідність подій. Врахування експертних оцінок здійснено із залученням фахівців в галуці цукрової та хімічної промисловості, тобто експертів. Кваліфіковані експерти забезпечують пошук стратегічних рішень, що відносяться до розряду стохастики, додавши задачі вибору наукову і практичну обґрунтованість.

Статистичний спосіб врахування ступеня ризику при прийнятті рішень вимагає наявності значного масиву даних, який в певні моменти для ОПР відсутній. Тому через нестачу або відсутність інформації в ході розробки стратегічних цілей та стратегічних сценаріїв управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків застосовано експертні методи.

Застосування експертних оцінок включають методи організації роботи зі спеціалістами-експертами, а також методи обробки думок експертів, що можуть бути виражені як в кількісній, так і в якісній формі. Експертний метод реалізовано, обробивши інформацію, що отримана внаслідок залучення досвідчених менеджерів і фахівців підприємств з наявністю ТК неперервного типу в різних галузях промисловості (харчова, хімічна та ін.), які супроводжували свої оцінки даними щодо вірогідності настання тих чи інших подій в умовах невизначеності. Отримання експертних оцінок вірогідності (суб'єктивних) допустимих, критичних і катастрофічних ризиків, оцінок втрат у виробництві, оцінок вірогідних збитків при реалізації стратегічного рішення забезпечить зменшення невизначеності.

При прийнятті стратегічних рішень в умовах невизначеності в управлінні організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, застосовано прямі методи, що характеризуються залежністю функції корисності від оцінок по багатьом критеріям, які задаються без теоретичних обґрунтувань, а параметри цієї залежності або також задаються, або безпосередньо оцінюються суб'єктом управління. Тому використано наступні прямі методи [133]:

1. Метод зваженої суми оцінок критеріїв. Згідно цього методу ефективність  $E$  багатокритеріального об'єкта визначається як:

$$E = \sum w_i x_i \quad (2.3)$$

де  $w_i$  - вага  $i$ -го критерію, який вимірюється за кількісною шкалою;

$x_i$  - оцінка об'єкту по  $i$ -му критерію ( $i = 1, n$ ), також вимірюваний за кількісною шкалою.

2. Метод дерева рішень. Цей метод передбачає, що суб'єкт управління дає оцінки корисності і суб'єктивної вірогідності для кожного з варіантів рішення.

Найбільш прийнятним варіантом для прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності в управлінні організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, що характеризуються сезонністю виробництва або збуту продукції, наявністю та зміною багатьох цілей, багатовимірністю, нестационарністю процесів та ін. є комбінація статистичного і експертного способів отримання інформації, необхідної для ухвалення управлінсько-економічних рішень з урахуванням ризику.

Реалізація методу експертних оцінок полягає в раціональній організації експертного аналізу проблеми з кількісним оцінюванням думок і обробкою їх результатів. Узагальнену думку експертів вважають вирішенням проблеми.

Задача прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності в управлінні організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, полягає в формулюванні цілей, варіантів рішень, визначенню ознак і показників для опису властивостей об'єктів і їх взаємозв'язків, а також оцінювання характеристик вірогідності подій, важливості цілей, визначення ознак і показників, переваг альтернатив рішень. Тому, експерт виступає в ролі генератора об'єктів (ідей, подій, рішень) і вимірника їх характеристик.

Щоб застосувати метод експертних оцінок в процесі прийняття стратегічних рішень, розглянуто питання відбору експертів, перевірено їх досвід та оцінено отримані результати. Для цього застосовано метод анкетування. Запропонована анкета складалась з питань, що класифікуються за типом та сутністю. Кількісний і якісний склад експертів визначено на основі аналізу широти проблеми, достовірності оцінок, характеристик експертів і витрат ресурсів. Широта вирішуваної проблеми потребує залучення до експертизи фахівців різного

профілю. При цьому мінімальне число експертів визначається кількістю різноманітних аспектів, напрямів, які необхідно враховувати, вирішуючи проблему.

Відбір експертів здійснено шляхом застосування методу самооцінки на основі процедури опитування експертів та оцінювання відповідей самими експертами з врахуванням теоретичних знань, досвіду та інтуїції.

В результаті аналізу ситуації експертами формулюються рішення у вигляді ряду альтернатив. При цьому використано підходи імітаційного моделювання, що орієнтовані на використання кількісних об'єктивних оцінок, методи традиційної теорії прийняття рішень, що базується на методах вибору кращої альтернативи з множини чітко сформульованих альтернатив, а також методів сценарного аналізу. Інформація, на основі якої приймаються рішення в управлінні ОТО з врахуванням сезонності та невизначеності, містить суттєву частку якісних, нечітких, суб'єктивно оцінених даних і по суті є представленням знань експерта (або групи експертів) про ситуацію, яка описує проблемну область. Тому в даному випадку використано когнітивне моделювання.

Термін «когнітивна карта» був запропонований психологом Толменом [134]. Когнітивна карта представляє орієнтований граф, ребрам (або вершинам) якого поставлені у відповідність ваги. Вона задається матрицею суміжності,  $w = [w_{ij}]_{n \times n}$ , де  $n$  — число вершин,  $w_{ij}$  — вага ребра  $(i, j)$ ,  $w_{ij} = 0$  означає, що ребро  $(i, j)$  відсутнє [135]. При побудові вершини когнітивної карти відповідають факторам, що визначають ситуацію, орієнтовані ребра — причинно-наслідковим (каузальним) зв'язкам між факторами.

Зі сказаного вище випливає, що побудові інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків повинна передувати підготовча робота, що базується на методиці [136] та складається з наступних етапів:

- структурування проблемної області, тобто формування системи факторів і зв'язків між ними шляхом застосування експертних методів;

- параметризація отриманої системи факторів і зв'язків, тобто опис допустимих областей значень, як правило, якісних і нечітких на основі використання теорії нечітких множин;

- побудова моделей, які характеризуються видом функцій, що визначають вплив зв'язків на фактори, і методами їх обчислення.

Задачі стратегічного та оперативного управління організаційно-технологічними об'єктами розглянуто в двох аспектах: з використанням методів побудови статичних моделей та на їх основі динамічних моделей. Статичні моделі побудовано на основі когнітивних карт, що дає можливість відобразити повністю ситуацію, дослідити вплив одних факторів на інші на основі використання статистичних методів. Динамічні моделі дозволили проаналізувати сценарії розвитку ситуацій в часі. Поєднання статичних та динамічних моделей надали можливість повною мірою виробити та проаналізувати альтернативи керуючих рішень, що є важливим для ОПР, та розробити на основі цього відповідних баз даних та баз знань.

Ефективність моделювання процесу побудови альтернативних варіантів сценаріїв досягнення поставлених цілей в умовах невизначеності залежить від проведених статистичних досліджень впливу зовнішніх факторів на реалізацію того чи іншого стратегічного сценарію, оцінки ефективності реалізованого сценарію та є наступним етапом стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами. Аналіз впливів факторів зовнішнього середовища на управління організаційно-технологічними об'єктами здійснюється на основі методу аналізу впливів [136], що базується на наступних припущеннях:

1. Для однієї і тієї ж пари факторів допускається співіснування позитивних і негативних впливів (за різними шляхами), що мають різні сили впливу.

2. Сила впливу одного фактора на інший по даному шляху залежить від довжини цього шляху (тобто числа ребер в ньому).

3. Чим більше паралельних впливів (за різними шляхами) існує між факторами, тим сильніше вплив між ними.

При побудові когнітивної карти дослідження впливів факторів зовнішнього середовища в ході стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами застосовано наступні базові поняття та визначення. Нехай  $E_{ij}^{(x)}$  і  $I_{ij}^{(x)}$  — число позитивних і негативних шляхів довжини  $x$ , що йдуть від фактора  $i$  до фактора  $j$ , відповідно. Тоді сумарні позитивні і негативні впливи фактора  $i$  на фактор  $j$  визначаються таким чином [137]:

$$p_{ij} = \sum_{x=1}^{\infty} f(x)E_{ij}^x \text{ — позитивний вплив;}$$

$$n_{ij} = \sum_{x=1}^{\infty} f(x)I_{ij}^x \text{ — негативний вплив,} \quad (2.4)$$

де  $f(x)$  — монотонна неспадна функція від довжини шляху  $x$ , яка визначає ступінь ослаблення впливу на шляху від  $i$  до  $j$ . В ролі  $f(x)$  вибирається монотонно спадаюча і диференційована функція:

$$f(x) = z^x (0 < z < 1), \quad (2.5)$$

де  $z$  - коефіцієнт, що визначає ступінь ослаблення впливу на шляху від  $i$  до  $j$ .

Даний метод обчислення впливів факторів застосовано в ході аналізу побудованої нечіткої когнітивної карти управління ризиками для кожного альтернативного сценарію, що забезпечило вибір найкращої стратегії з врахуванням впливу зовнішніх факторів (ризиків).

Згідно теорії, що розглянуто в [136], під стратегією розуміється множина факторів, що впливають на цільовий фактор. Для порівняння різних стратегій розглядаються різні варіанти функції  $F(z_{ij}, k_{ij})$ , де  $z_{ij}$  — сумарний вплив фактора  $i$  на фактор  $j$  і  $k_{ij}$  — консонанс впливу фактора  $i$  на фактор  $j$ , які визначаються з наступних співвідношень:

$$z_{ij} = p_{ij} + n_{ij}, \quad k_{ij} = (p_{ij} - n_{ij}) / (p_{ij} + n_{ij}) \quad (2.6)$$

Консонанс  $k_{ij}$  — це міра відмінності між позитивним і негативним впливом.

Чим він більший, тим чіткіший характер впливу.

Функція  $F(z_{ij}, k_{ij})$  повинна задовольняти, зокрема, наступним вимогам:

1. Нехай стратегія  $s_1$  характеризується парою  $(z_{ij}, k_{ij})$ , а стратегія  $s_2$  - парою  $(z'_{ij}, k'_{ij})$ . Тоді, якщо  $F(z_{ij}, k_{ij}) \geq F(z'_{ij}, k'_{ij})$ , то стратегія  $s_1$  переважає стратегію  $s_2$ .
2. Якщо  $k_{ij} = 0$ , то  $F(z_{ij}, k_{ij}) = 0$  при будь-яких  $z_{ij}$ .
3. Якщо  $k_{ij} > 0$ , то  $F(z_{ij}, k_{ij}) = 0$  монотонно зростає по обом змінним; якщо  $k_{ij} < 0$ , то  $F(z_{ij}, k_{ij})$  монотонно спадає по обом змінним.

Стратегічне управління реалізується з врахуванням показників оперативної діяльності. Тому для оцінки ефективності реалізації тієї чи іншої стратегії сформульовані збалансовані показники ефективності, що відображають стратегічну та оперативну діяльність в комплексній взаємодії в результаті задоволення всіх учасників, виділяючи й аналізуючи інноваційні підходи, підходи до трансформації стратегій та рух матеріальних, інформаційних, енергетичних потоків.

Завдання вибору сценарію з множини альтернатив зводиться до задачі максимізації цільового критерію ефективності  $F(\cdot)$ . Формально ця задача може бути представлена наступним чином [138]:

$$F(s) \rightarrow \max, s \in S, \quad (2.7)$$

де  $S$  - вектор можливих стратегій.

На етапі попереднього відбору сценаріїв відсіюються завідомо неефективні сценарії. На даному етапі замість критерія максимуму цільової функції доцільно використовувати визначене граничне значення критерію ефективності:

$$F(s) \geq D, s \in SD, \quad (2.8)$$

де  $D$  – деяке дійсне число,  $S_D$  – підмножина множини  $S$

Процес вибору і оцінки ефективності сценарію можна умовно розділити на наступні етапи (рис.2.3).

Етап оцінки ефективності сценаріїв передує формуванню стратегічної альтернативи: на ньому відкидаються завідомо неефективні сценарії, і скорочується число альтернатив по кожному напрямку діяльності. Альтернативні варіанти

сценаріїв можуть відрізнятися один від одного шляхами реалізації, використаними матеріальними, інформаційними, енергетичними потоками, учасниками і т.п.

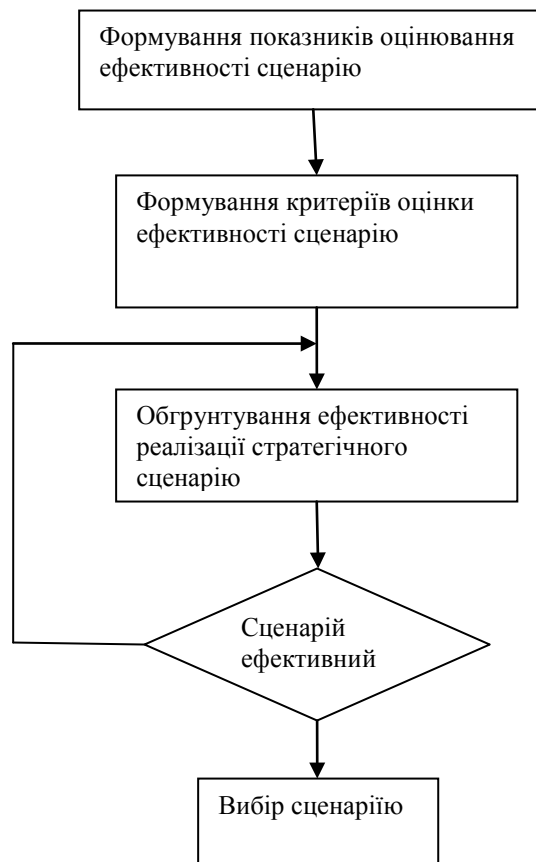


Рисунок 2.3 - Етапи оцінки ефективності сценаріїв

Стратегічне управління реалізується шляхом виконання певних процесів, що складають стратегічний сценарій. В якості цільових факторів, згідно яких доцільним є здійснення оцінки ефективності розроблених сценаріїв реалізації стратегій, використано наступні характеристики [139]:

- чистий дисконтований прибуток (Net Present Value - NPV);
- внутрішню норму дохідності (Internal Rate of Return- IRR);
- індекси дохідності витрат та інвестицій;
- дисконтований термін окупності (Payback Period - PP) [140, 141].

Чистий дисконтований прибуток (Net Present Value - NPV) - являє собою різницю між сумарною вартістю поточних грошових потоків, дисконтованих відповідно за обраною ставкою відсотка і величиною початкових інвестицій.

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1-k)^n} - S \quad (2.9)$$

$$D_i = P_i - V_i$$

де  $i$  – номер періоду,  $i=1, \dots, n$ ;  $n$  – тривалість проекту в періодах;  $D_i$  – грошовий потік (cash-flow);  $k$  – ставка дисконтування;  $S$  – сума початкових інвестицій;  $P_i$  – економічний результат від реалізації сценарію в період  $i$ ;  $V_i$  – витрати, пов'язані з реалізацією сценарію в період  $i$ .

У випадку, якщо сценарій передбачає не одночасні капіталовкладення, а послідовне інвестування протягом ряду періодів, то формула отримує наступний вигляд:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1-k)^n} - \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{(1-k)^n} \quad (2.10)$$

Показник чистого дисконтованого доходу носить абсолютний характер. Він показує, яку корисність (в фінансовимовом вираженні) принесе реалізація даного сценарію. Але при цьому він не дає жодного уявлення про те, на який обсяг витрат припадає дана корисність і яка ефективність кожного витраченої грошової одиниці[142].

Внутрішня норма прибутковості (Internal Rate of Return - IRR) представляє собою відсоткову ставку (норму дисконту), при якій чистий дисконтований дохід дорівнює нулю. Внутрішня норма прибутковості (ВНД) визначається шляхом вирішення наступного рівняння:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1-IRR)^n} - S = 0 \quad (2.11)$$

У разі якщо сценарій передбачає не одноразові капіталовкладення, а послідовне інвестування протягом ряду періодів, то формула набуває такого вигляду:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1-IRR)^n} - \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{(1-IRR)^n} = 0 \quad (2.12)$$

Сценарій вважається ефективним, якщо внутрішня норма доходності більше необхідної ставки прибутковості і неефективним - у протилежному випадку.

Дисконтований термін окупності (Payback Period - PP) дає можливість визначити період часу від початку реалізації сценарію до моменту, починаючи з якого значення чистого дисконтованого доходу буде позитивним і не змінить знак.



$$PP = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1-k)^n}}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1-k)^n}\right)/n} \quad (2.13)$$

Наведені показники дозволяють оцінити ефективність сценарію стратегічного розвитку ОТС з точки зору його фінансової складової, що визначаються запланованими обсягами виробництва і реалізації продукції та прогнозованим рівнем цін з врахуванням факторів впливу, що розглянуті в 1.2.

Вибір рішень, що визначають прийнятність сценарію стратегічного розвитку об'єкту управління здійснюється шляхом дослідження альтернативних варіантів, використовуючи методику побудови й аналізу спеціального графа - дерева, названого діаграмою ситуацій. Ситуація являє собою реальний стан об'єкта управління. Якщо ситуація не відповідає бажаному стану справ, то має місце проблема. Вироблення плану дій по усуненню проблеми складає сутність рішення задачі прийняття рішень. Кожному сценарію у відповідність ставиться певна ціль. Перелік цілей повинний бути досить повним. Не всі цілі легко піддаються виміру. Тому для складних якісних цілей необхідно розробляти спеціальні кількісні міри досяжності цілей. Якщо ступінь досяжності цілей не можна вимірити, то важко вимірити і реальні результати діяльності. Множина вихідних варіантів, характеристик рішення і вимог до них повинно бути як можна більш повним і адекватно відповідати задачі прийняття рішень, можливостям і обмеженням на ресурси.

Діаграма ситуацій розроблюється з використанням одного з експертних методів, а саме методом „інтелектуального штурму” із залученням фахівців-експертів в даній галузі. У ході розробки для кожної ситуації, починаючи з вихідної, виконується наступна процедура:

- обговорюється та аналізується текстовий опис ситуації і формулюються ситуаційні цілі, що направлені на її покращення;
- намічаються альтернативні рішення по виконанню ситуаційних цілей;
- наносяться на діаграму і описуються ситуації, що відображають результати рішень;

• обговорюються ситуації - результати і з їх числа вилучаються свідомо неприйнятні. Для залишених ситуацій процедура повторюється [143].

В результаті ситуаційного аналізу встановлюється сукупність наборів рішень, що дають можливість виходу з проблемної ситуації у випадку настання ризику.

Реалізація стратегії здійснюється під впливом негативних або, можливо, позитивних зміни в оточенні та обставинах, тому необхідно спрогнозувати очікувану ефективність стратегії та порівнювати її із запланованою з початку, враховуючи зміни в оточенні, що виникають через множину факторів, таких як фактори конкуренції, політичні, соціальні, економічні, ринкові фактори та виникаючі інновації.

Стратегічне та оперативне управління складними організаційно-технологічними об'єктами є одним з найбільш складних класів задач підтримки прийняття рішень. Ряд особливостей зазначеного класу задач не дають змоги застосувати підходи до розробки ІТ, засновані на побудові моделей об'єктів управління та їх аналізі [144, 145, 146]. Такими властивостями є:

- високі вимоги до якості і оперативності управління при наявності дефіциту часу на вироблення і прийняття управлінських рішень;
- велика кількість факторів, які враховуються у процесі прийняття рішень, що складно та неможливо коректно сформулювати аналітично;
- неповнота, неточність, а найчастіше, недостовірність інформації, на основі якої виробляються рішення;
- зміна якості інформації в процесі вироблення рішень;
- якісний характер опису ситуацій і керуючих рішень;
- наявність ряду конкретно функціональних аспектів управління;
- швидко змінні цілі управління;
- мінливість складу керованої системи;
- унікальність умов конкретних задач прийняття рішень;
- наявність якісної та стохастичної невизначеності при описі результатів керуючих рішень;
- необхідність врахування наслідків управлінських рішень.

Стратегічне та оперативне управління організаційно-технологічними об'єктами сезонного типу виробництва в умовах невизначеності та ризиків відноситься саме до таких проблемних областей. Тому, зазначені особливості дозволяють обґрунтувати перспективність розробки системної концепції побудови ІТ управління ОТО з врахуванням сезонності, невизначеності та ризиків.

Існує ряд методів, в основі яких ситуаційний підхід[147]. Існує також інша група методів, що заснована на представленні ситуації у вигляді сукупності значень фіксованого набору ознак [148,149,150]. Недостатність або невизначеність знань про досліджувану систему, неповнота, неточність, недостатня достовірність інформації, на основі якої приймаються рішення, а також практична неможливість її уточнення в наслідок дефіциту часу обумовлюють перспективність реалізації системної концепції при вирішенні задач стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами на основі методів нечіткої логіки [151].

Сукупність методів ситуаційного підходу і нечіткої логіки представляють собою нечіткий ситуаційний підхід (НСП) [152]. Існують різні методи, що реалізують нечіткий ситуаційний підхід. Більшість з них ґрунтуються на представленні ситуацій у вигляді сукупності нечітких значень фіксованого набору ознак. До даної групи відносяться методи: нечіткого логічного висновку, нечіткої класифікації, оцінки та вибору альтернатив, аналізу сукупності ситуацій у вигляді графових структур. Сукупність зазначених методів дозволяє побудувати системи підтримки прийняття рішень на основі нечіткого ситуаційного підходу для ОТС, які доцільно застосувати для технологічних комплексів неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.).

Однак для складних організаційно-технічних систем потрібна не просто ідентифікувати поточну ситуацію і відповідну їй множину керуючих рішень, а й визначити раціональні шляхи досягання цілей функціонування системи, для чого потрібно прорахувати можливі наслідки послідовності керуючих рішень на кілька кроків вперед. Дані завдання потребують залучення додаткових методів.

Для реалізації подібних завдань пропонується застосування нечіткого ситуаційного графу (НСГ), відповідно до методики [152]. В ході розробки ІТ оперативного управління організаційно-технологічним об'єктом, зокрема ТК неперервного типу, ситуації, що виникають, описуються у вигляді графа. Вершини графа відповідають стану системи управління, а зв'язки між вершинами – керуючим рішенням. При цьому база знань не містить у явному вигляді продукцій, що ставлять керуючі рішення у відповідності до ситуації. Послідовність керуючих рішень, переводить систему з поточного стану в стан, що описується цільовою ситуацією (тобто ситуацією, що є найкращою з точки зору оцінки ефективності), та визначається шляхом виведення згідно графа. ІТ на основі НСГ, що застосовано для оперативного управління технологічними комплексами неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.), дасть можливість оперативної оцінки ситуації, що виникає в ході виробничого процесу та на її основі вироблення подальшого стратегічного рішення.

Побудова нечіткого ситуаційного графа в загальному випадку передбачає наявність еталонних ситуацій - однієї або декількох груп узагальнених станів, що об'єднані загальним набором системних характеристик і способом представлення (у вигляді продукційних правил або нечіткої множини), до яких приписують конкретні набори керуючих рішень. Лінгвістичні змінні, що використовуються при описі еталонних ситуацій, утворюють множину ситуаційних ознак. Узагальнений стан, що збігається по набору системних характеристик та формату подання з еталонними ситуаціями розглянутого графу, що представляється для порівняння з еталонними ситуаціями в якості вхідних даних, представляє собою вхідну ситуацію.

Задачі підтримки прийняття рішень при оперативному управлінні складними організаційно-технічними системами вимагають застосування графів, що найбільше відповідатимуть складності та невизначеності в управлінні ТК неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної ін.). Такі властивості розглянутого класу задач як наявність типових сценаріїв розвитку ТК неперервного типу, можливість опису типових ситуацій прийняття рішення в оперативному управлінні, якісний характер техніко-економічних показників, дозволяють говорити про

застосовність нечіткого ситуаційного підходу і принципової можливості побудови НСГ.

Таким чином, для адекватного і ефективного представлення ТК неперервного типу в задачі планування та прийняття рішення при оперативному управлінні запропоновано базуватись на моделі нечіткого ситуаційного графу на основі методів ситуаційного підходу і нечіткої логіки.

Модель нечіткого ситуаційного графу оперативного управління ТК неперервного типу, згідно методики [152], представимо наступним чином:

$$\langle A, R, E, D, O, S, IA \rangle, \text{ де} \quad (2.14)$$

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$  -множина вершин графу, що характеризуються трійками виду:

$$a_k = (u_k, t_k, P_k), k \in [1, O], t_k \in [0, T]$$

де  $u_k$  - стан ТК в момент часу  $t_k$ ;

$t_k$  - момент часу, до якого віднесений стан ТК;

$P_k$  - нечітка ймовірність знаходження ТК в стані  $u_k$  в момент часу  $t_k$ . Час розглядається як дискретна величина в межах від нуля до деякої заданої величини  $T$ , з кроком дискретизації  $\Delta t$ .

$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$  - множина управлінських рішень, кожне з яких характеризується парою дія – об'єкт дії:

$$r_n = ((d_1, o_1), \dots, (d_j, o_j), \dots, (d_n, o_n)) \quad (2.15)$$

$$n \in [1, N_n], j = \overline{1, N_n}$$

$$d_j \in D, o_j \in O$$

де  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_q\}$  - множина об'єктів – підсистем ТК (на прикладі цукрового заводу: дифузійне відділення, відділення очистки дифузійного соку, випарна установка)

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_l\}$  - множина дій. При цьому множина дій розбивається згідно функціональних аспектів управління:

$$D = \bigcup_{v=1}^V D^v, D^v = \{d_1^v, d_2^v, \dots, d_l^v\} \quad (2.16)$$

В межах, наприклад ТК цукрового заводу, при його функціонуванні можуть реалізуватись десятки або сотні різних дій, що стосуються параметрів отримання бурякової стружки необхідної якості, підтримання температурного режиму, кількості та якості дифузійного соку та ін.

Кожна дія описується лінгвістичним набором пар результатів – нечітка ймовірність, де наслідки - результати застосування дії:

$$d_g^v = \{(P_e, V_e)\} e = \overline{1, N_g}$$

На їх основі описується результат застосування рішення в цілому:

$$d_d : E^a = \{(P_m^a, V_m^a)\} \in E$$

$$d \in [1, N_{ag}]$$

Кожна конкретна пара результатів, тобто ймовірність, у свою чергу визначає один з результатів управлінського рішення:

$$m = \overline{1, N_E} \quad (2.17)$$

$$(P_m^a, V_m^a) : a_k = (u_k, t_k, p_k) \rightarrow a_h = (u_h, t_h, p_h),$$

$$d \in [1, N_{ag}], m = \overline{1, N_E}$$

$$k, h \in [1, N_w], t_k \in [0, T_G - 1], t_h = t_k + 1$$

Відповідність станів до керуючих рішень проводиться за рахунок множини еталонних ситуацій

$$S = \bigcup_{r=1}^{N_s} S^r, S^r = \{s_1^r, s_2^r, \dots, s_{N_{sr}}^r\}, \text{ яке ділиться на множину основних ситуацій } S_{osn}^v \text{ і}$$

множину допоміжних ситуацій  $S_{dop}^v$ , розбитих на групи у відповідності з ієрархією

ситуаційних ознак:  $S = \bigcup_{v=1}^V S_{osn}^v \cup \bigcup_{l=1}^L S_{dop}^l$ . Кожній основній групі (групи верхнього рівня

ієрархії) ситуацій відповідає множина дій по деякому функціональному аспекту управління, а кожній ситуації - множина таких дій:

$$S_{osn}^v \leftrightarrow D, v \in [1, V]$$

$$S_{osn,q}^v \leftrightarrow D_q^v \in D^v, v \in [1, V], q \in [1, N_{sv}]$$

IA - спосіб адаптації ТК до змін складу керованої системи - забезпечує прив'язку еталонних ситуацій відповідному стану і в підсумку формує множину допустимих керуючих рішень для даного стану:

$$IA: (S, u_k) \rightarrow R' \in R \quad (2.18)$$

Уточнимо поняття, ситуації, події і час в даній моделі. Час в моделі представлено набором дискретних значень  $\{0, t_1, \dots, t_i, \dots, T\}$ , заданих з рівномірним кроком  $\Delta t$ . Перехід від будь-якого  $w_i$  до результуючого  $w_h$  відповідно до певного результату деякого керуючого рішення означає одночасно і перехід до наступного моменту часу:  $t_h = t_i + \Delta t$ . В результаті маємо ієрархічну структуру, в якій кожен рівень відповідає кроку системного часу.

Подією є можливе знаходження ТК в момент часу  $t_i$  в стані  $u_i$  з імовірністю  $P_i$ , що відповідає вершинам графа  $a_i = (u_i, t_i, P_i)$ .

Під ситуаціями будемо розуміти опис типових умов прийняття тих чи інших рішень, у вигляді наборів еталонних ситуацій. Для ТК цукрового заводу вони характеризуються оптимальними значеннями техніко-економічних показників і не співпадають з реальними станами ТК.

Вхідна ситуація формується на основі аналізованого стану ТК та описує поточні умови прийняття рішення, що характеризуються відхиленнями техніко-економічних показників від оптимальних.

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_{Nc}\}$  - множина класів об'єктів системи. Кожен клас  $k_i$  характеризується набором атрибутів, йому відповідає підмножина об'єктів, що характеризуються перерахованими атрибутами -  $O = \{o_1^i, o_2^i, \dots, o_{Ni}^i\}$ , до яких відносяться зміни витрат матеріальних потоків для кожної підсистеми ТК та які безпосередньо впливають на технологічні та техніко-економічні показники цукрового заводу. Стан об'єкту характеризується набором значень його атрибутів, віднесених до показника об'єкта:  $P(o_j^i) = \bar{P} \wedge o_j^i(p_1^i, p_2^i, \dots, p_{Npi}^i) \wedge o_j^i$ .

Стан ТК характеризується набором значень атрибутів всіх його підсистем:

$$\bar{U} = \bigcup_{o_j^i \in O} \bar{P}(o_j^i) = (\bar{P}_1^1 \wedge o_1^1, \dots, \bar{P}_{N1}^1 \wedge o_1^{N1}), \dots, (\bar{P}_c^N \wedge o_1^{Nc}, \dots, \bar{P}_{Nc}^{Nc} \wedge o_{Nc}^{Nc})$$

Тут  $\bigcup_{\sigma_j^i \in O} \sigma_j^i$  — операція з'єднання станів кожної з підсистем з множиною  $O$  в порядку, відповідному унікальним, в межах моделі, індексам об'єктів. При формуванні елемента множини  $W$ , стан керованої системи доповнюється значенням часу, до якого вона віднесена (при цьому для часу створюється формальний об'єкт  $T$  з єдиним атрибутом  $t$ ):  $\bar{U}^t = U \cup (t/T)$ .

В одну групу  $S^v$  об'єднуються еталонні ситуації, що базуються на одній і тій же множині ознак  $Y^v = \{y_1, \dots, y_p\}$ . Кожна ознака представлена лінгвістичною змінною:

$$y_p : \langle y_p, T_p, D_p \rangle, T_p = \{T_1^p, \dots, T_{m_i}^p\} \\ \tilde{T}_j^p \{ \langle \mu_{T_j^p}(a) / a \rangle \}, a \in A_p$$

Нечіткі ситуації задаються так само як і правила нечіткого логічного висновку: тобто будь-якому нечіткому значенню ставиться у відповідність певна ознака. Отриманий набір нечітких значень утворює еталонну ситуацію. При цьому значення  $P$  задається експертом:

$$\dot{s} = \{ \langle T_E^p / y_p \rangle \}, p = \overline{1, P} \quad (2.19)$$

де  $T_E^i \in T_i$  - еталонне нечітке значення, що вказане для ознаки  $y_i$  та належить його множині.

Вхідна нечітка ситуація буде в певній мірі відрізнятися від еталонної:

$$\dot{s} = \{ \langle \tilde{T}_{vh}^p / y_p \rangle \}, p = \overline{1, P} \quad (2.20)$$

$\tilde{T}_{vh}^p$  не є членом вихідної терм-множини відповідної лінгвістичної змінної, а відповідає деякому довільному нечіткому значенню тієї ж змінної на її базовій множині.

При ідентифікації вхідного стану щодо деякої групи еталонних ситуацій, значення ситуаційних ознак формуються як результат розрахунку функції

$$\dot{s}_{vh}^v = \{ \langle T_{vh}^p = f_p^v((E(R^v, o')))/ y_p \rangle \} \quad y_p \in Y_v$$

Аргументами функцій є властивості об'єкта, в контексті якого відбувається розгляд -  $o' \in O_i$ , та об'єктів,  $E(G, o')$  пов'язаних з ним важливими для даної групи відношеннями -  $G = \{g_1, \dots, g_n\}$ .



$$\bar{P}(E(G, O')) = \frac{\bar{U}'}{E(G, O')} \quad (2.21)$$

Знаком ділення позначена операція проєкції стану множини об'єктів на його підмножину, що виділяє стан об'єктів підмножини і записує їх у порядку проходження індексів.

Розрахунок результату виконання тієї або іншої дії також описується функцією, що змінює властивості розглянутого і пов'язаних з ним об'єктів:

$$d_g^v = \{(P_e, V_e)\}, \quad (2.22)$$

$$e = \overline{1, N_g} : E_s = f(\bar{P}(E(G, O'))): \bar{P}(E(G, O')) \rightarrow \bar{P}'(E(G, O')).$$

Застосування нечіткого ситуаційного графу надасть можливості оперативної оцінки ефективності поточного стану ТК неперервного типу шляхом визначення відхилення від еталонної ситуації з врахуванням внутрішніх ризиків в управлінні ТК.

## **2.2. Аналіз проблеми невизначеності в системах управління організаційно-технологічними об'єктами**

Традиційний підхід до стратегічного управління базується на наявності повної інформації про розвиток майбутнього, що дає можливість безпомилково вибрати правильний стратегічний напрямок. При цьому досить часто невизначеність майбутнього просто недооцінюється, що призводить до перебільшення ролі традиційних інструментів прогнозування та прийняття рішень, наприклад, таких як аналіз дисконтованих потоків грошових коштів, апарат статистичного моделювання ризикових ситуацій, економіко-математичні моделі.

Зовнішнє середовище в управлінні організаційно-технологічними об'єктами характеризується властивостями нестабільності та невизначеності. Нестабільність проявляється в тому, що темпи зміни зовнішнього середовища ростуть, а невизначеність – в тому, що виникаючі ситуації все частіше стають абсолютно новими. В умовах невизначеності відсутні адекватні математичні моделі управління організаційно-технологічними об'єктами та системами, що дозволяють однозначно визначити методологію управління. Інформація, що необхідна для вироблення та

реалізації адекватних управлінських рішень, зберігається в різноманітних сховищах, фондах та базах даних. Досить часто вона розподілена і територіально, зберігається в різних форматах, обробляється по-різному, недостатньо актуалізована. Доступ до інформації для прийняття управлінських рішень пов'язаний і з економічними, організаційними труднощами.

Тому важливим є розробка інформаційної технології прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності та ризиків на основі інтеграції інформаційних ресурсів, інтелектуального аналізу слабкоструктурованої інформації для підтримки управлінської діяльності, які б надавали можливості моніторингу та аналізу результатів, своєчасно попереджали керівництво про виникаючі зміни, які можуть мати серйозні наслідки в діяльності підприємства. До того ж важливо вчасно забезпечити особу, що приймає рішення (ОПР), даними прогнозованого аналізу, характеристиками виникаючих або несподівано виниклих загроз і на підставі їх результатів генерувати можливі заходи протидії, їх оцінку, ранжування, з метою прийняття найбільш ефективних рішень та їх реалізації.

Якщо не враховувати те, що майбутнє завжди є невизначеним, і намагатися приймати стратегічні рішення на основі протилежного припущення, то такий підхід є небезпечним - недооцінка невизначеності веде до вибору тих стратегій, наслідком яких є виникнення ризикових ситуацій.

Невизначеність розглядається як неповнота або недостовірність інформації про умови реалізації рішення, наявності фактора випадковості чи протидії. Невизначеність є однією з центральних понять в сучасній теорії і практиці управління. Управління складними організаційно-технологічними об'єктами здійснюється під впливом невизначених факторів. До них відносяться такі фактори зовнішнього і внутрішнього середовища, значення яких невідомі або відомі не повністю. Незважаючи на дефіцит інформації, можливий вплив невизначених факторів має враховуватися в процесах прийняття управлінських рішень. Якщо це відбувається, то говорять про прийняття рішень в умовах невизначеності. У загальному випадку невизначеність в моделях прийняття рішень розглядається як наявність декількох можливих результатів кожної альтернативи. В [152, 153]

невизначеність пов'язують з такими характеристиками, як непередбачуваність, випадковість, неоднозначність, нечіткість. Якщо фактори, що впливають на прийняття рішення, мають ці властивості, то маємо будь-які результативні альтернативи. У цих умовах необхідно розглядати всі можливі результати або хоча б найбільш ймовірні з них.

Невизначеність виступає необхідною і достатньою умовою ризику в прийнятті рішень. Ризик – це ситуація, коли результат здійснення певного процесу не відомий, але відомі, його можливі альтернативні наслідки і достатньо інформації для того, щоб оцінити ймовірність настання цих наслідків. Ризик виникає тільки в умовах невизначеності. Можна сказати також, що невизначеність породжує ризик. Тому більш точним є визначення, згідно з яким ризик розуміється як можливість несприятливого результату в умовах невизначеності [153].

### **2.2.1. Аналіз існуючих класифікацій невизначеностей в системах управління**

Для здійснення ефективного управління ризиками необхідно визначити перш за все яким видом невизначеності породжується ризик, а також які причини настання ризикової події. В [154] виділені суб'єктивні й об'єктивні причини невизначеності:

- об'єктивна причина — іманентні властивості руху та розвитку ситуації, тому, в силу обмеженості знань, неможливо однозначно зафіксувати всі умови отримання даних, тобто майбутню ситуацію;
- суб'єктивні джерела невизначеності:
  1. Неоднозначність відображення системи.
  2. Нездатність розрізнити ОПР відображення різних ситуацій.

Невизначеність може бути викликані екзогенними факторами, тобто обумовлена зовнішніми впливами, або ендогенними факторами, а це значить, що невизначеність обумовлена внутрішніми змінами. До ендогенних факторів можна віднести:

- параметричні ;

- структурні ;
- координатні ;
- інші невизначеності.

З точки зору дослідження операцій розрізняють наступні типи невизначеності [155]: невизначеність цілей; невизначеність знань про навколишнє оточення; невизначеність дій реального супротивника або партнера. Така класифікація невизначеностей найбільш характерна для організаційних систем. Основним недоліком даної класифікації є відсутність врахування впливів ендогенних факторів.

З точки зору системних позицій [17], невизначеність класифікують наступним чином:

- об'єктивну невизначеність — неповна інформації щодо параметрів ситуації, які не залежать від учасників розглянутої системи;
- суб'єктивну невизначеність — неповна інформації про принципи поведження інших суб'єктів, тобто активно змінюваних параметрах;
- внутрішню невизначеність — невизначеність відносно параметрів, що описують учасників системи;
- зовнішню невизначеність — щодо зовнішніх (по відношенню до системи) параметрів;
- невизначеність природи (або невизначеність стану природи) — зовнішня об'єктивна невизначеність;
- ігрова невизначеність — внутрішня суб'єктивна невизначеність.

В залежності від ендогенних факторів в теорії управління для технічних систем виділено кілька основних типів невизначеностей:

1. Параметрична невизначеність є найбільш простим і добре вивченим типом. Для нього розроблено велику кількість методів синтезу законів управління, які засновані на алгоритмах адаптивного налаштування [156]. Модель «вхід - вихід» системи можна представити таким співвідношенням:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \\ \dots \\ \dot{x}_N(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}(q) & a_{12}(q) & \dots & a_{1N}(q) \\ a_{21}(q) & a_{22}(q) & \dots & a_{2N}(q) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{N1}(q) & a_{N2}(q) & \dots & a_{NN}(q) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \dots \\ x_N(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11}(q) & b_{12}(q) & \dots & b_{N1}(q) \\ b_{21}(q) & b_{22}(q) & \dots & b_{N2}(q) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{N1}(q) & b_{N2}(q) & \dots & b_{NN}(q) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \dots \\ u_N(t) \end{pmatrix} \quad (2.23)$$

або у векторному вигляді:

$$\dot{x}(t) = A(q) \cdot x(t) + B(q) \cdot U(t), \quad (2.24)$$

де вектор  $q$  – це вектор невизначених параметрів,  $A(q)$ ,  $B(q)$  - матриці невизначених коефіцієнтів, незалежних від часу. Такий тип невизначеностей інколи називають структурованою невизначеністю. В управлінні технічними системами виявлення такої невизначеності відіграє значну роль та впливає на отримання адекватних прогнозних показників.

2. Непараметрична невизначеність. У більшості випадків структурована невизначеність викликана неповнотою знання аналітичної структури рівнянь моделі об'єкта управління, що найбільш характерно для технічних систем. При частково визначеній передавальній матриці об'єкта невизначеність об'єкта управління може бути адитивною, дрібно-раціональною або мультиплікативною. При цьому рівняння виходу для моделі з непараметричною невизначеністю має наступний вигляд [157]:

$$y(s) = G(s, q) \cdot x(s) \quad (2.25)$$

2.1. Адитивна невизначеність При адитивній невизначеності модель «вхід - вихід» системи можна представити таким співвідношенням [104]:

$$\begin{pmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \\ \dots \\ y_n(s) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_{11}(s) & g_{12}(s) & \dots & g_{1M}(s) \\ g_{21}(s) & g_{22}(s) & \dots & g_{2M}(s) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{N1}(s) & g_{N2}(s) & \dots & g_{NM}(s) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta g_{11}(s, q) & \delta g_{12}(s, q) \dots & \delta g_{1M}(s, q) \\ \delta g_{21}(s, q) & \delta g_{22}(s, q) \dots & \delta g_{2M}(s, q) \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta g_{N1}(s, q) & \delta g_{N2}(s, q) \dots & \delta g_{NM}(s, q) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1(s) \\ x_2(s) \\ \dots \\ x_N(s) \end{pmatrix}$$

або у матричному вигляді:

$$y(s) = (G(s) + \delta G(s, q)) \cdot x(s) \quad (2.26)$$

де  $y(s)$ ,  $x(s)$  – вихідний та вхідний сигнал відповідно;

$G(s)$  – передавальна матриця номінального налаштування;

$\delta G(s)$  - передавальна матриця немодельованої динаміки.

2.2. Дрібно-раціональна невизначеність При дрібно-раціональній невизначеності модель «вхід - вихід» системи можна представити таким співвідношенням [157]:

$$\begin{pmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \\ \dots \\ y_n(s) \end{pmatrix} = \frac{\begin{pmatrix} a_{11}(s) & a_{12}(s) \dots & a_{1M}(s) \\ a_{21}(s) & a_{22}(s) \dots & a_{2M}(s) \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{N1}(s) & a_{N2}(s) \dots & a_{NM}(s) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta a_{11}(s, q) & \delta a_{12}(s, q) \dots & \delta a_{1M}(s, q) \\ \delta a_{21}(s, q) & \delta a_{22}(s, q) \dots & \delta a_{2M}(s, q) \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta a_{N1}(s, q) & \delta a_{N2}(s, q) & \delta a_{NM}(s, q) \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} b_{11}(s) & b_{12}(s) \dots & b_{1M}(s) \\ b_{21}(s) & b_{22}(s) \dots & b_{2M}(s) \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{N1}(s) & b_{N2}(s) \dots & b_{NM}(s) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta b_{11}(s, q) & \delta b_{12}(s, q) \dots & \delta b_{1M}(s, q) \\ \delta b_{21}(s, q) & \delta b_{22}(s, q) \dots & \delta b_{2M}(s, q) \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta b_{N1}(s, q) & \delta b_{N2}(s, q) \dots & \delta b_{NM}(s, q) \end{pmatrix}} \cdot \begin{pmatrix} x_1(s) \\ x_2(s) \\ \dots \\ x_N(s) \end{pmatrix}$$

або для моделі «вхід – вихід»:

$$y(s) = \frac{A(s) + \delta A(s, q)}{B(s) + \delta B(s, q)} x(s) \quad (2.27)$$

де  $y(s)$ ,  $x(s)$  – вихідний та вхідний сигнал відповідно;

$A(s)B^{-1}(s)$  - передавальна матриця номінального налаштування;

$\delta A(s, q)$ ,  $\delta B(s, q)$  - чисельник та знаменник збурення відповідно.

### 2.3. Мультиплікативна невизначеність При мультиплікативной невизначеності

[158] модель «вхід - вихід» системи можна представити таким співвідношенням:

$$\begin{pmatrix} y_1(s) \\ y_2(s) \\ \dots \\ y_n(s) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_{11}(s) & g_{12}(s) \dots & g_{1M}(s) \\ g_{21}(s) & g_{22}(s) \dots & g_{2M}(s) \\ \dots & \dots & \dots \\ g_{N1}(s) & g_{N2}(s) \dots & g_{NM}(s) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1(s) \\ x_2(s) \\ \dots \\ x_N(s) \end{pmatrix} \quad (2.28)$$

$$\cdot \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta g_{11}(s, q) & \delta g_{12}(s, q) \dots & \delta g_{1M}(s, q) \\ \delta g_{21}(s, q) & \delta g_{22}(s, q) \dots & \delta g_{2M}(s, q) \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta g_{N1}(s, q) & \delta g_{N2}(s, q) \dots & \delta g_{NM}(s, q) \end{pmatrix} \right) \cdot \begin{pmatrix} x_1(s) \\ x_2(s) \\ \dots \\ x_N(s) \end{pmatrix}$$

або для моделі «вхід – вихід»

$$y(s) = G(s)(E + \delta G(s, q))x(s), \quad (2.29)$$

де  $y(s)$ ,  $x(s)$  – вихідний та вхідний сигнал відповідно;

$G(s)$  - передавальна матриця номінального налаштування;

$\delta G(s, q)$  - передавальна матриця немодельованої динаміки;

$E$  – одинична матриця відповідної розмірності.

3. Нестационарна невизначеність. Модель «вхід – вихід» для нестационарної системи управління можна представити в наступному вигляді [159]:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \\ \dots \\ \dot{x}_N(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}(t) & a_{12}(t) \dots & a_{1M}(t) \\ a_{21}(t) & a_{22}(t) \dots & a_{2M}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{N1}(t) & a_{N2}(t) \dots & a_{NM}(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta a_{11}(t) & \delta a_{12}(t) \dots & \delta a_{1M}(t) \\ \delta a_{21}(t) & \delta a_{22}(t) \dots & \delta a_{2M}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta a_{N1}(t) & \delta a_{N2}(t) \dots & \delta a_{NM}(t) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \dots \\ x_N(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11}(t) & b_{12}(t) \dots & b_{1M}(t) \\ b_{21}(t) & b_{22}(t) \dots & b_{2M}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{N1}(t) & b_{N2}(t) \dots & b_{NM}(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta b_{11}(t) & \delta b_{12}(t) \dots & \delta b_{1M}(t) \\ \delta b_{21}(t) & \delta b_{22}(t) \dots & \delta b_{2M}(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta b_{N1}(t) & \delta b_{N2}(t) \dots & \delta b_{NM}(t) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \dots \\ u_N(t) \end{pmatrix} \quad (2.30)$$

де коефіцієнти матриць збурення  $\delta A(t)$  та  $\delta B(t)$  обмежені деякими замкнутими множинами та залежать від часу. Необхідно відмітити, що зв'язок між входом та виходом, етапи рішення задач аналізу и синтезу корегуючи налаштувань у відношенні передавальних матриць в теорії стаціонарних та нестационарних систем співпадають.

4. Нелінійна невизначеність У теорії абсолютної стійкості така невизначеність описується у вигляді характеристики нелінійного елемента (НЕ), що належить сектору  $(\underline{k}, \bar{k})$  та задовольняє наступним рівностям [156]

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t), \\ \sigma &= Cx(t) \\ f(\sigma) &= \begin{pmatrix} f_1(\sigma_1) \\ \dots \\ f_M(\sigma_M) \end{pmatrix}, \\ f(0) &= 0 \end{aligned} \quad (2.31)$$

$$\text{где } \underline{k}\sigma_1^2 \leq \sigma_i f_i(\sigma_i) \leq \bar{k}\sigma_1^2 \text{ или } \underline{k} \leq \frac{f_i(\sigma_i)}{\sigma_i} \leq \bar{k}, 0 \leq \underline{k} \leq \bar{k} \leq \infty.$$

В залежності від екзогенних факторів невизначеність класифікують [160]:

1. Невизначеність, пов'язана з неповнотою знань про проблему, по якій приймається рішення;

2. Невизначеність, пов'язана з неможливістю точного врахування реакції навколишнього середовища на дії об'єкта управління:

- зовнішня,
- внутрішня,

- особиста;

3. Невизначеність, пов'язана з неточним розумінням своїх цілей особою, яка приймає рішення.

Явище невизначеності породило поняття «невизначеного» числа, що дозволяє характеризувати ступінь невизначеності. Відомо три типи таких чисел: випадкові, нечіткі та інтервальні [160].

### **2.2.2 Удосконалення класифікації невизначеностей в системах управління організаційно-технологічними об'єктами**

З метою ефективного прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності та ризиків доцільним є класифікувати невизначеності за різними ознаками. Класифікація невизначеностей дасть змогу чітко структурувати можливі ризики при управлінні складними організаційно-технологічними об'єктами як в поточній, так і в стратегічній діяльності, а також визначити можливі методи боротьби з ризиками та способи їх уникнення [161].

Невизначеність, що виникає при оцінці ситуації і виборі стратегій досягнення цілі, змушує ОПР використовувати суб'єктивні оцінки в аналізі ситуацій і варіантах вибору стратегій, що засновані на його знаннях, досвіді та інтересах. Правильність вибору аналізованої інформації відіграє вирішальну роль в оцінюванні ситуації. Тому важливим є вимоги зовнішнього середовища та його вплив на внутрішній стан системи та досвід і кваліфікація експерта.

Врахування причин та факторів виникнення невизначеностей, динамічні зміни зовнішнього середовища, складність та неоднорідність внутрішнього стану об'єкту управління, поява нових підходів та методів в управлінні обумовлюють структуру та складність запропонованої класифікації. Тому запропоновано в задачах управління організаційно-технологічними об'єктами сезонного типу визначення єдиного переліку всіх ознак для класифікації невизначеностей.

Проаналізувавши різні підходи щодо класифікації невизначеностей запропоновано повний перелік ознак, згідно яких можна класифікувати



невизначеності таким чином, щоб отримати класифікацію, яка буде адаптованою до застосування для організаційно-технологічних об'єктів. Це дасть можливість в подальшому чіткого визначення джерела ризикової події та вибору адекватних та доцільних методів боротьби або уникнення ризиків.

1. За причиною виникнення:

1.1. Об'єктивна;

1.2. Суб'єктивна:

- особиста;
- ігрова невизначеність;

2. За факторами впливу:

2.1. екзогенна (обумовлена зовнішніми впливами):

- невизначеність природи;
- невизначеність оточення;

2.2. ендогенна (обумовлена внутрішніми змінами):

2.2.1. Параметрична;

2.2.2. Непараметрична:

- адитивна;
- дрібно-раціональна;
- мультиплікативна;

2.2.3. Нестаціонарна;

2.2.4. Нелінійна.

3. За характером впливу:

3.1. Проста;

3.2. Комбінована;

4. За стратегічною діяльністю:

4.1. невизначеність цілей;

4.2. невизначеність знань про навколишнє оточення;

4.3. невизначеність дій реального супротивника або партнера.

5. За рівнем прийняття управлінських рішень:

5.1 Перший рівень: визначеність інформації. В наявності є необхідний обсяг інформації про стан та майбутні перспективи, що забезпечує прийняття стратегічного рішення на основі аналізу та розроблених альтернатив. Крім того ситуація характеризується стабільністю факторів впливу зовнішнього середовища та внутрішнього стану системи.

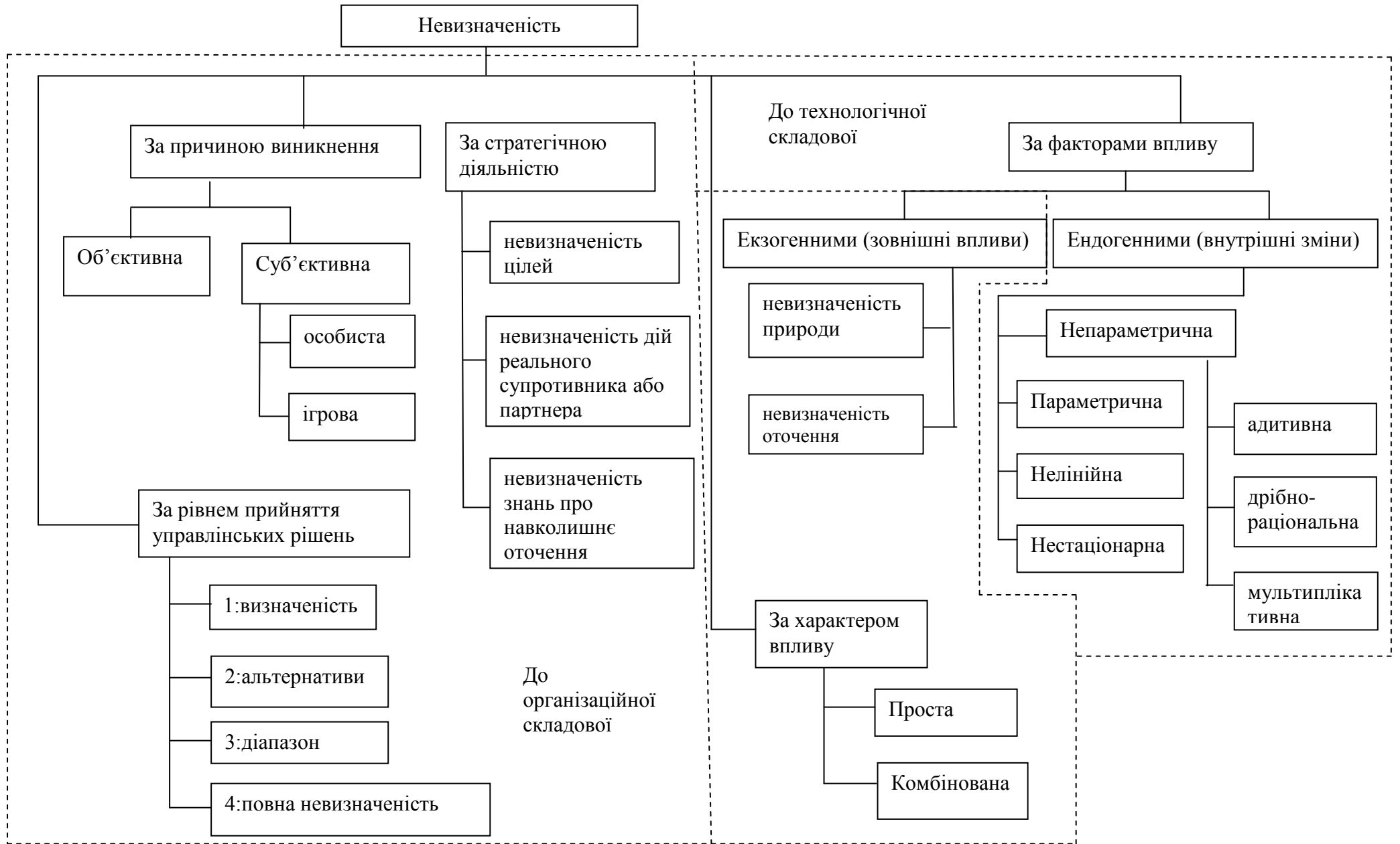
5.2 Невизначеність у вигляді наявності альтернатив. Полягає в визначенні альтернатив, остаточною невизначеністю яких зводиться до декількох дискретних сценаріїв розвитку подій. За допомогою аналізу наявної інформації визначається імовірність можливих сценаріїв майбутнього.

5.3. Невизначеність у вигляді "діапазону". Ідентифікується деякий діапазон варіантів розвитку подій у майбутньому. Дискретні (визначені) сценарії розвитку подій практично відсутні. Аналіз проводиться на основі декількох базових сценаріїв з "плаваючими" змінними. Вибір робочого сценарію здійснюється на основі індикаторів раннього попередження - показників, на основі яких можна зрозуміти певні тенденції, що склалися у зовнішньому середовищі.

5. 4 Повна невизначеність майбутнього. Фактично немає можливості не тільки визначити деякі сценарії розвитку подій, але й описати параметри, що аналізуються, хоча би у вигляді діапазонів.

Схематично класифікація невизначеностей за різними ознаками, що характерні для організаційно-технологічних об'єктів сезонного типу представлена на рис.2.4.

Запропонована класифікація невизначеностей за різними ознаками може бути використана для визначення та класифікації ризиків в процесі прийняття управлінського рішення в системах управління складними організаційно-технологічними об'єктами в різних галузях промисловості, таких як харчова, хімічна та ін., що дасть можливість ідентифікувати ризики та виробити методи їх уникнення.



### **2.3. Розробка системної концепції побудови інформаційної технології управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків**

Розробка системної концепції побудови ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків здійснено на основі аналізу виробничої діяльності підприємств з наявністю ТК неперервного типу в хімічній та цукровій промисловості. Підприємства мають спільні характеристики виробничого процесу, в однаковій мірі залежать від сезонних коливань, наявні швидко змінні цілі управління, а також вимагають якості і оперативності управління при наявності дефіциту часу на вироблення і прийняття управлінських рішень.

Так наприклад, ТОВ "Новооржицький цукровий завод" входить до складу групи компаній "Укррос" - вертикально-інтегрованого агропромислового холдингу, що є одним з лідерів ринку цукру в Україні. Основним напрямом діяльності компанії є виробництво і продаж цукру. Для цукрового підприємства ТОВ "Новооржицький цукровий завод", що переробляє власний цукровий буряк, важливим є формулювання стратегічних цілей таким чином, щоб забезпечити можливості для підвищення продуктивності управлінської праці, формування в достатніх обсягах прибутку, виключення витрат робочого часу при підготовці, оформленні, прийнятті і реалізації високоякісних рішень по всіх функціях управління: плануванню, організації, координації, регулюванню, контролю, аналізу.

Техніко-економічні показники діяльності ТОВ «Новооржицький цукровий завод» за 2009 – 2014 рр, що представлені в табл.2.1, дають можливість оцінювання загальної ефективності діяльності підприємства, що є підставою для визначення стратегічної активності підприємства та врахування ризиків в процесі реалізації стратегічного та оперативного управління. Завод сертифікований і відповідає міжнародній системі якості ISO 9001:2000. Стратегія модернізації заводу дозволила підвищити якість продукції, що випускається, понизити споживання природного газу, підвищити вихід цукру.

Таблиця 2.1

Показники виробництва ТОВ «Новооржицький цукровий завод» за 2009-2014рр

№	Назва показників	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1.	Заготовлено буряків, тис.тонн.	486,5	520,0	490,0	510,0	430,0	485
2.	Перероблено буряків, тис.тонн	471,9	507,0	476,2	497,2	420,5	475
3.	Вироблено цукру, тис.тонн.	58,98	66,4	64,8	67,12	59,1	67,5
4.	Коefіцієнт виробництва, %	76,25	77,6	77,8	77,75	78,2	78,8
5.	Витрати вапнякового каменя, %	5,18	5,05	4,98	5,08	4,6	4,6
6.	Витрати палива, %	5,46	5,20	5,04	4,98	4,5	4,25

Діяльність цукрового заводу за 2009 – 2014 рр графічно можна представлено на рис. 2.5 (для показника «вироблено цукру»).

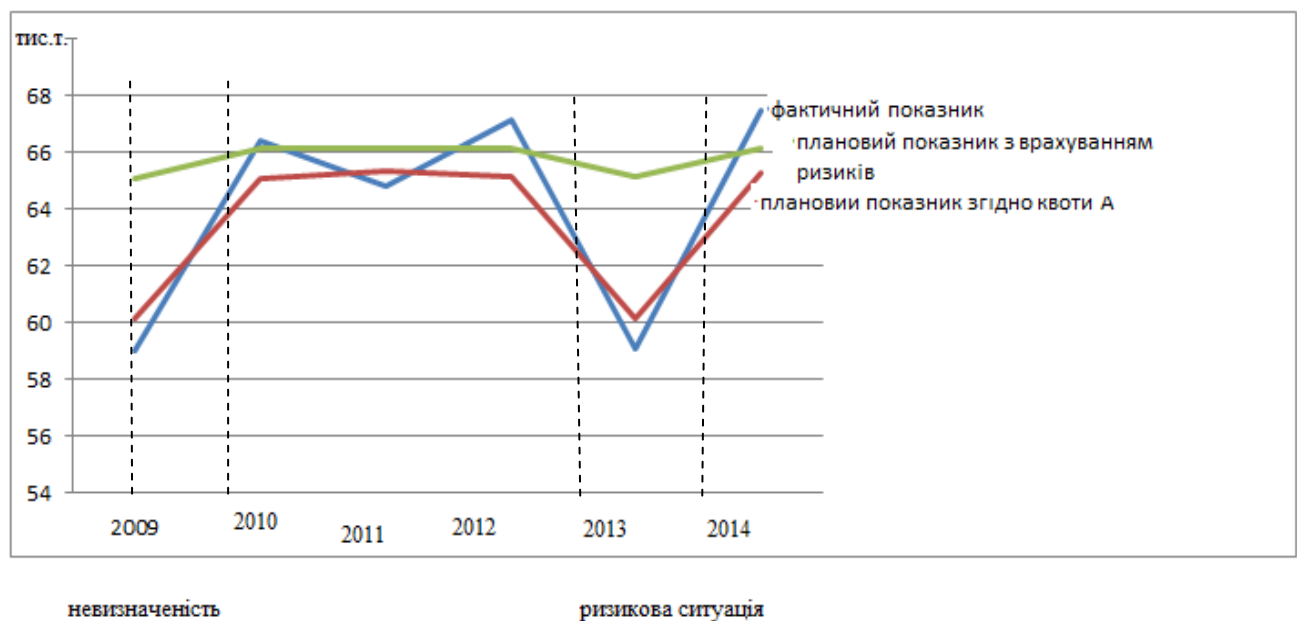


Рисунок 2.5 – Діяльність цукрового заводу за 6 років

Ефективність цукрового заводу залежить від багатьох факторів: закупівельна ціна буряків, кількість заготовлених буряків, паливо та енергія на виробництво, виробничі витрати та інші. Для підвищення ефективності необхідно розробляти стратегічні сценарії, що забезпечать зменшення витрати на паливо та енергію, шляхом впровадження менш енергомісткого виробництва, зменшувати загальновиробничі витрати, шляхом впровадження нових схем переробки цукрових буряків, підвищувати вихід цукру технологічним шляхом та впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами, що приведе до збільшення продуктивності виробництва.

Для визначення перспектив розвитку підприємства важливим є прогнозна оцінка значень основних техніко-економічних показників, співставлення їх з плановими та вироблення стратегічних рішень щодо покращення значень показників та ефективності підприємства в цілому.

ІТ управління цукровим підприємством включає:

- створення цільової моделі системи управління, що визначає структуру і динаміку показників, на основі яких оцінюється ефективність підприємства;
- побудова та аналіз сценаріїв досягнення цілей на основі «операційних» моделей, що відображають динаміку процесів виробничої діяльності підприємства;
- побудова та аналіз динамічних моделей потоків (фінансових, матеріальних, енергетичних та ін.), що циркулюють на підприємстві та між підприємством і зовнішнім середовищем.

Продукція підприємств хімічної промисловості ( «Азот» м. Черкаси, ООО «Водная хімія») відповідає постійно зростаючим світовим стандартам якості, що реалізовано шляхом стратегії модернізації заводу. На початку 2005 року система управління якістю ПАТ «Азот» отримала сертифікат відповідності вимогам міжнародного стандарту ISO 9001: 2001. Впровадження нової системи менеджменту дозволяє підприємству отримати переваги не тільки в економічному плані, але і поліпшити репутацію та імідж, підвищити відповідальність персоналу.

Стратегія підприємств хімічної промисловості спрямована на роботу з адаптації в нових умовах Європейського Закону REACH, освоєння нових технологій, впровадження природоохоронних технологій. У 2002 році був зданий в експлуатацію модернізований очисний колектор заводу, що відповідає всім сучасним екологічним нормам. Зараз заводські очисні споруди забезпечують не тільки завод, а й потреби комунальних служб міста. Щорічно на модернізацію природоохоронних об'єктів та їх зміст підприємство витрачає понад 6000000 гривень.

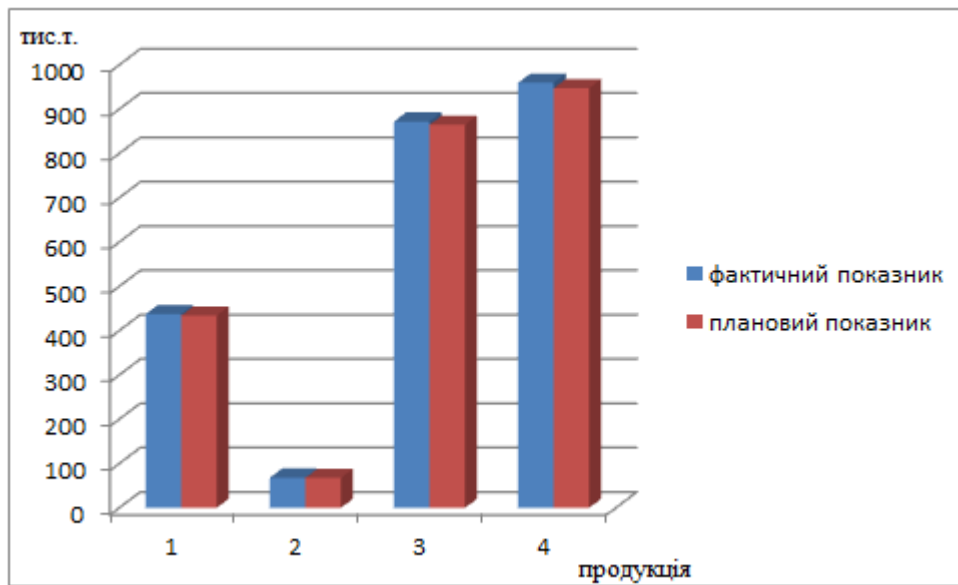


Рисунок 2.6 – Вироблено продукції на підприємстві ПАТ «Азот» за 2015 рік

На підприємстві впроваджуються інформаційні технології, що надають можливості управління потоками фінансової, економічної, аналітичної інформації, однак не забезпечують управління ризиками, що ускладнює прийняття управлінських рішень (рис.2.7). Графік побудовано на основі даних підприємства ПАТ «АЗОТ» (Додаток А).

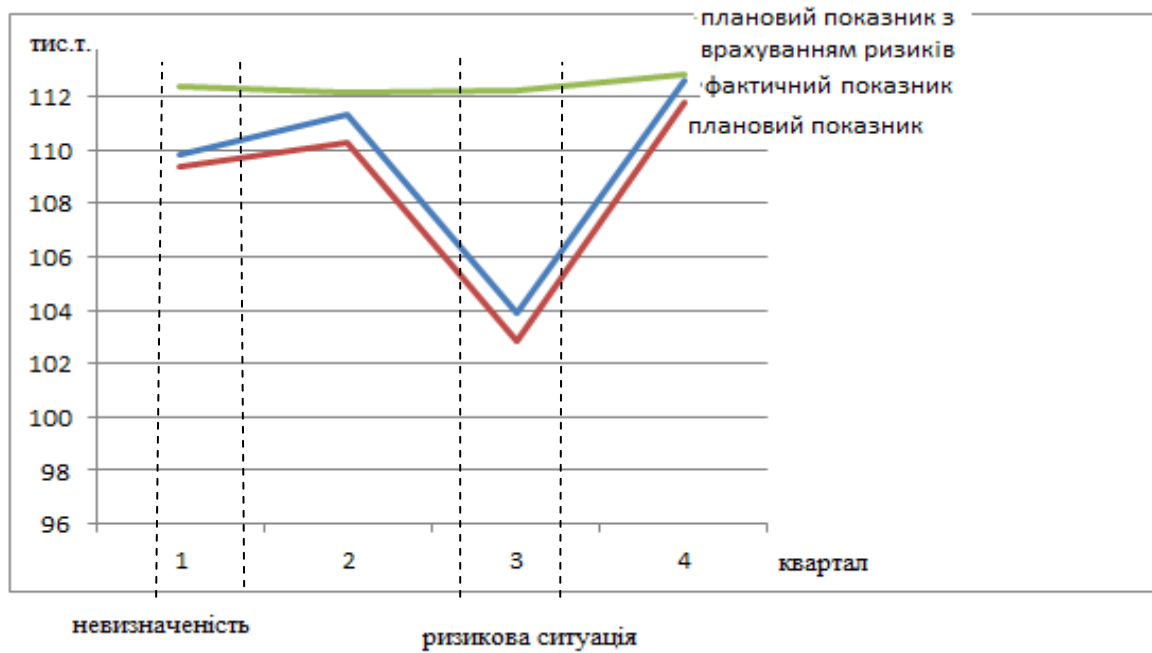


Рисунок 2.7 – Виробництво аміаку на підприємстві ПАТ «Азот» за 2015 рік

В результаті аналізу діяльності підприємств цукрової та хімічної промисловості, існуючих методів управління складними організаційно-технологічними об'єктами, а також умов невизначеності запропоновано комплексне використання методів стратегічного управління, оперативного управління та методів управління ризиками організаційно-технологічними об'єктами, які базуються як на статистичних методах, так і на динамічних моделях, а також методах оцінки ефективності. Стратегічне управління ОТО має реалізуватись з використанням рекурсивної процедури, що характеризується необхідністю постійно адаптувати стратегії управління згідно актуальних вимог зовнішнього оточення та оперативним управлінням ОТО.

Оперативне управління ОТО зводиться до управління окремими підсистемами, які об'єднуються в одну структуру з використанням інтелектуальних підходів [162]. Для побудови структури управління використовуються методи декомпозиції. Ситуаційне управління неперервним ОТО концентрується на тому, що необхідність різних методів управління визначається конкретною ситуацією. Ситуаційний аналіз представляє комплексні технології підготовки, прийняття та реалізації управлінського рішення, в основі яких оцінювання ефективності поточного стану організаційно-технологічного об'єкту. В ході ситуаційного



управління використовуються методи нечіткої логіки, логіко-лінгвістичні моделі, процедури навчання та узагальнення при генерації управлінських рішень згідно поточної ситуації [163].

Ефективність управління підприємствами, корпораціями в різних галузях промисловості та їх прогресивний розвиток забезпечує розробка та впровадження нових інформаційних технологій (ІТ). Нова інформаційна технологія (НІТ) представляє сукупність впроваджених в системах управління принципово нових методів та засобів обробки даних, які є цілісними технологічними системами, і забезпечують створення, передавання, зберігання, а також використання інформаційного продукту. Основне функціональне призначення НІТ – пошук необхідної інформації, збір даних про об'єкт дослідження та зовнішнє середовище, аналіз, зберігання, передавання інформації каналами (мережами) зв'язку.

В основі розробки системної концепції створення НІТ управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності та ризиків є узагальнена задача досягнення глобальної цілі  $C$ , тобто

$$G(x) \rightarrow y, \quad (2.32)$$

де  $x$  – вхідні дані та знання, що можуть бути як кількісними, так і якісними ( $x \in X$ ),  $G$  – спосіб (метод) отримання рішення  $y$  для досягнення глобальної цілі  $C$  при виконанні певних обмежень та врахуванням впливу деяких умов.

Сукупність початкових даних, необхідних для побудови нової інформаційної технології управління організаційно-технологічними об'єктами та процесами в умовах невизначеності та ризиків представлено наступним чином:

- ціль (цілі) системи управління  $C$ , що забезпечується моделлю цілей;
- сукупність умов  $U$  та обмежень  $O$ ;
- сукупність характеристик  $X$ , що відображають стан системи;
- методи прийняття рішень  $G$ , що складають сукупність формалізованих методів  $G_\phi$  інтелектуальних методів  $G_I$ , евристичних методів  $G_E$ :  

$$G = G_\phi \cup G_I \cup G_E$$
- сукупність критеріїв ефективності  $E$ .

Залежно від проблемно-об'єктної ситуації актуалізується задача розробки нових інформаційних технологій управління організаційно-технічними системами з врахуванням сезонності виробництва, невизначеності з метою забезпечення функціонального, апаратно-програмного забезпечення інформаційних процесів на рівні заданого керованого алгоритму. Розроблення інформаційних технологій залежить від структурованості задачі з врахуванням прикладних аспектів.

З метою вирішення проблеми підвищення ефективності управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності пропонується системна концепція побудови ІТ управління організаційно-технічними системами з врахуванням сезонності виробництва, невизначеності та ризиків, що надасть можливості прийняття ефективних стратегічних та оперативних рішень в умовах недостатньої або неякісної, неточної інформації (рис 2.8).

Принципи інтелектуального управління, такі як інтелектуальність, інформаційна універсальність, відкритість, сумісність компонентів (внутрішній інтерфейс, рекурсивність та ітеративність процедур), універсальність прийняття управлінських рішень, є основою методології синтезу систем управління ОТС.

Одним з найбільш важливих підходів до підвищення ефективності функціонування ОТС є використання методів інтелектуального управління, які передбачають отримання та аналіз необхідних знань про об'єкт на основі сучасних технологій управління складними організаційно-технологічним об'єктами з можливістю прогнозування результатів, покращення показників якості управління на тривалих інтервалах часу. Управління підприємствами розглядається в класі організаційно-технічних систем, що дасть можливості застосування існуючих та розробки нових методів та технологій управління.

Цілісність СК для прикладних задач стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків забезпечують функціонально узгоджені та взаємопов'язані складові:

- проблемна ситуація;
- комплексний метод управління(стратегічне+оперативне+управління ризиками);

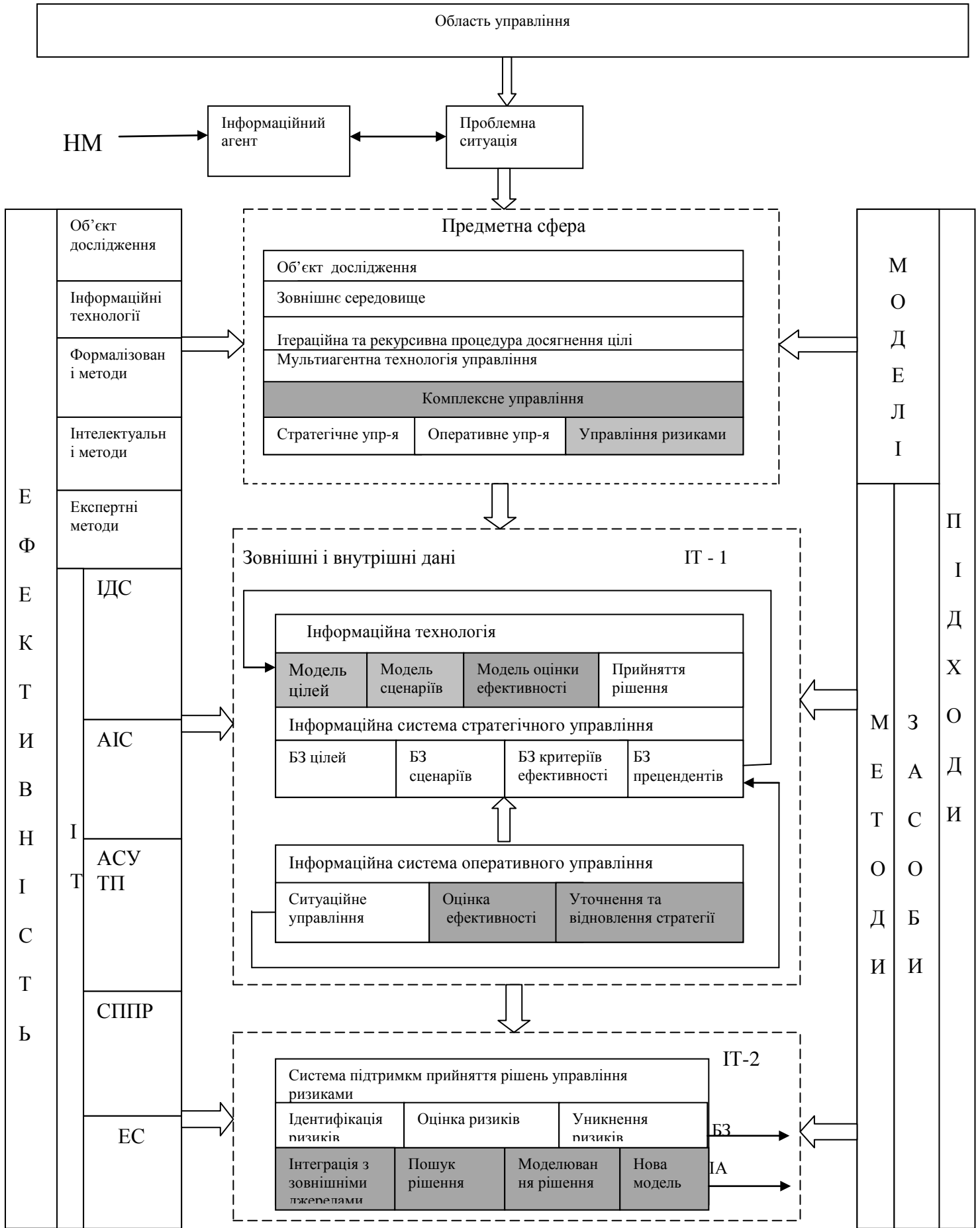


Рисунок 2.8 - Системна концепція побудови ІТ управління ОТО

- мультиагентна технологія управління;
- модель цілей стратегічного управління організаційно-технологічного об'єкту;
- методологія формування сценаріїв досягнення цілей;
- методологія оцінки ефективності вибраного сценарію досягнення цілі;
- модель ОТС –ітераційна процедура управління ОТО;
- ідентифікація ризиків – класифікація – прийняття рішення.

СК комплексно спрямована на підвищення ефективності функціонування ОТО з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану.

Системна концепція побудови ІТ управління має єдину структуру, що забезпечить вирішення задач пошуку, збору, аналізу, зберігання, передавання інформації з врахуванням задач стратегічного та оперативного управління ОТО в умовах невизначеності: об'єкт дослідження (ОД) та системний аналіз предметної сфери; підходи до створення ІТ; структуру ІТ нижнього рівня - пошук, відбір, обробка інформації; структура ІТ верхнього рівня - ідентифікація, класифікація, прийняття управлінського рішення. Розробляються наступні системи управління: інформаційно-довідникова система (ІДС), автоматизована інформаційна система (АІС), автоматизована система управління технологічним процесом (АСУ ТП), експертні системи. Система підтримки прийняття рішень (СППР) здійснює ідентифікацію результатів прийнятого рішення та оцінку ефективності згідно критерію управління. Якщо ефективність неприйнятна, то СППР пропонує нове рішення.

Основою запропонованої СК розробки ІТ управління складними організаційно-технологічними об'єктами є комплексна модель управління ОТО, що дозволяє описати усі організаційні процеси, які відбуваються, реалізуються і розвиваються у часі під впливом внутрішніх і зовнішніх змін. Подано концепцію моделювання ОТС і функціональних процесів в ІТ управління ОТП. При цьому процеси реалізуються у взаємозв'язку з навколишнім ринковим середовищем, виконуючи основні цілі господарської діяльності, згідно з обраною стратегією розвитку.

СК розробки ІТ управління складними організаційно-технологічними об'єктами дає можливість представити підхід, в основі якого є універсальна комплексна процедура управління, що забезпечує прийняття рішень в умовах невизначеності та ризиків. Одним із методів моделювання багатовимірних залежностей у складних задачах прийняття рішень є їх опис нечіткими базами знань, призначеними для формалізації причинно-наслідкових зв'язків між змінними „вхід–вихід”, які характеризують ту чи іншу конкретну залежність. При цьому нечітка база знань є сукупністю правил ”Якщо <входи> – то <вихід>”, які відображають досвід експерта та його розуміння причинно-наслідкових зв'язків, характерних для об'єкта, який моделюють, або процесу. Нечітка база знань поєднує у собі опис цих зв'язків природною мовою із застосуванням нечітких множин та лінгвістичних змінних. З метою забезпечення універсальності вказаного підходу передбачається формулювання певних принципів та підходів до управління [164].

#### **2.4 Розробка математичної моделі прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності**

Загальна концептуальна модель управління організаційно-технологічними об'єктами частіше всього містить наступні складові: модель оптимального стратегічного управління, що базується на використанні економічних та фінансових параметрів; модель ситуаційного управління, що формалізує процеси прийняття поточних виробничих та стратегічних рішень, вибору алгоритмів управління; і модель управління технологічними процесами, що реалізується у вигляді локальних адаптивних систем автоматизованого управління.

Математична модель стратегічного управління представляє собою поєднання математичних моделей управління виробництвом та споживання ресурсів, що математично виражається у вигляді лінійних рівнянь і нерівностей. Моделі оптимального управління математично являють собою екстремальні задачі з обмеженнями, рішення яких базуються на лінійному програмуванні (ЛП).

Прийmemo наступні позначення в математичній моделі стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами:

$S$  – множина альтернативних сценаріїв реалізації стратегії;

$F(s)$  – результуючий вектор при реалізації стратегії;

$F_0$  - пакет запитів, зовнішній параметр моделі;

$G_0$  - вектор функцій переваг ОПР;

$\bar{\delta} \otimes \bar{\varphi}$  - композиція характеристик станів зовнішнього і внутрішнього середовища, при цьому:  $\bar{g}$  - вектор характеристик стану організаційної складової ОТС,  $\bar{s}$  - вектор характеристик стану технічної складової ОТС;

$R$  – стратегічне завдання;

$\langle U(F_0), S_1, \dots, S_n \rangle$  - альтернативний сценарій з вектором коригувальних заходів;

$W$  – вектор впливів, що надходять на входи ОТС технологічними процесами технічної складової ОТС;

$AI_0$  - апіорна інформація в базах даних і знань, що використовується при автоматизованому ситуаційному управлінні;

$Rez, Vt$  – фактичні результати і витрати;

$Y$  - впливи, що надходять при ситуаційному управлінні;

$f(y)$  – вектор впливів, що збурюють;

$Mr$  - матеріальні потоки;

$Er$  – енергетичні потоки;

$Ir$  – інформаційні потоки;

$U$  - розроблена стратегія;

$\Psi(U, X)$  - сукупність  $x$ -ефективних сценаріїв;

$X$  - векторний критерій;

$H$  - функція корисності

$H_0$  - функція збитку;

$\xi, \eta$  - стохастичні змінні;

$M_z$  - математичне чекання;

$V$  - прогнозований рівень витрат.

Нехай  $S$  – множина альтернативних сценаріїв реалізації стратегії,  $F(s)$  – результуючий вектор при реалізації стратегії  $s \in S$ , а  $G(x)$  супутні витрати. Вектори-функції  $Rez: S \rightarrow R^k$  і  $Vt: S \rightarrow R^l$  вважаються заданими, якщо  $F_0 \in R^k$  – стратегічне завдання, чи інакше, пакет запитів, розглянутий як зовнішній параметр (сигналу) моделі, то вибір сценарію походить з припустимої множини

$$S(F_0) = \{s \in S \mid F(s) \geq F_0\} \quad (2.32)$$

відповідно до заданого на цій множині критерію  $G(s)$ .

Якщо ж розробка стратегії здійснюється в умовах невизначеності, то конкретний вид функцій  $Rez$  і  $Vt$  залежить від невідомого заздалегідь комплексу умов, що складаються в процесі реалізації сценарію. Обмежуючись для простоти дискретним випадком, припускаємо, що комплекс цих умов формується в одному з  $N$  можливих станів внутрішнього і зовнішнього середовищ  $\delta_j \otimes \varphi_j$ , причому  $i$ -му варіанту відповідають функції результатів і витрат

$$Rez_i: S \rightarrow R^k, Vt_i: S \rightarrow R^l \quad (i = 1, \dots, N). \quad (2.33)$$

Жорсткі (що передбачають безумовне виконання сценаріїв чи запитів) принципи формування припустимої множини  $S(F_0)$  різко звужують розмірність припустимих сценаріїв і фактично орієнтуються на найменш сприятливі умови реалізації стратегічних рішень. Економічній реальності більш адекватна двоетапна модель, що передбачає можливість коригувальних заходів. Останні здійснюються після того, як стан середовища став відомим і з'ясувалося, що реалізація прийнятого сценарію  $s \in S$  не забезпечують реалізацію стратегії  $F_0$ .

Можливості корегування сценарію, що передбачаються незалежними від стану середовища, характеризуються припустимою множиною коригувальних заходів  $Y$  і функціями  $\mu: Y \rightarrow R^k$  і  $\gamma: Y \rightarrow R^l$ , де  $\mu(s)$  і  $\gamma(s)$  – додаткові результати і витрати при здійсненні коригувального заходу  $y \in Y$ . Очевидно, як правило, корегують заходи менш ефективні (з погляду співвідношення витрат і результатів), чим основні технології, описані функціями  $Rez_i(s)$  і  $Vt_i(s)$ , що повинні бути враховані у вигляді вагових коефіцієнтів при виборі оптимальних сценаріїв.

Якщо можливість корегування передбачається при розробці сценарію, то поряд з його ядром  $s \in S$  проектується шлейф коригувальних заходів  $y_1, \dots, y_n$ . Розширений сценарій  $u = (s, y_1, \dots, y_n)$  вибирається з множини:

$$U = U(F_0) = \{(s, y_1, \dots, y_n) \mid s \in S, y_i \in Y, F_i(s) + \mu(y_i) \geq F_0, i = 1, \dots, n\} \quad (2.34)$$

і оцінюється при реалізації  $i$ -го стану середовища вектором

$$X_i(u) = (X_{i1}(u), \dots, X_{in}(u)) \equiv G_i(s) + \gamma(y_i), i = 1, \dots, n. \quad (2.35)$$

Модель  $M = \langle U(F_0), X_1, \dots, X_n \rangle$  є предметом подальшого аналізу. Якщо моделі основних і коригувальних заходів лінійні, тобто припустимі множини  $B$  являють собою опуклі багатогранники, а функції витрат і випуску  $Vt_i, Rez_i, \gamma, \mu$  лінійні чи кусково-лінійні, то цю властивість зберігає і двоетапна модель.

Якщо інформація про ймовірність реалізації тих чи інших станів середовища відсутня, то при виборі розширеного сценарію  $u \in U$  варто прагнути до скорочення витрат  $X_i(u)$  у кожному з потенційно можливих станів  $i=1, \dots, N$ . У виниклій в такий спосіб «двічі багатокритеріальній» (в наслідок можливої багатоконентності витрат, а так само наявності  $N > 1$  станів середовища) задачі  $(U, X)$  векторний критерій  $X = (X_1, \dots, X_n) : U \rightarrow R^N$ , заданий на множині  $U$ , виділяє з останнього сукупність найбільш ефективних, тобто  $X$ -ефективних сценаріїв

$$\xi \{U, X\} = \{u \in U \mid X(v) \leq X(u), v \in U \Rightarrow X(v) = X(u)\} \quad (2.36)$$

У моделях реальних ситуацій, однак, перехід від множини  $U$  до підмножини  $\xi(U, X)$  навряд чи дозволить радикально звузити зону вибору. Причина в тому, що задачі скорочення витрат для різних станів середовища досить суперечливі, а тому сукупність ефективних сценаріїв  $\xi(U, X)$ , як правило, надто велика, і досягнення компромісу між цілями, представленими вектором  $X$ , дуже важко.

Ці труднощі у визначеній мірі подолаються, якщо задані ймовірності  $p_1, \dots, p_N$  здійснення потенційно можливих станів середовища  $(p_i > 0, \sum_{i=1}^N p_i = 1)$ . Для оцінки цих ймовірностей поряд з обробкою статистичного матеріалу можуть бути використані різні експертні методи. Надалі дискретний розподіл  $P = (p_1, \dots, p_N)$  передбачається відомим.



В рамках ймовірнісної схеми реалізації сценарію  $u \in U$  характеризуються  $l$ -мірною випадковою величиною  $\xi_u$ , що приймає значення  $X_1(u), \dots, X_N(u)$  з ймовірністю  $p_1, \dots, p_N$  і в основу порівняння різних варіантів сценарію можуть бути покладені принципи стохастичного домінування.

З двох числових випадкових величин  $\xi, \eta$  перша стохастично домінує над другою, якщо

$$F_\xi(s) \leq F_\eta(s), \forall s \in R \quad (2.37)$$

де  $F_\xi(s) = P(\xi \leq s)$ ,  $F_\eta(s) = P(\eta \leq s)$  – відповідні функції розподілу. Відомо, що еквівалентне визначення може бути дане в такий спосіб:  $\xi$  стохастично домінує  $\eta$ , тоді і тільки тоді

$$Mh(\xi) \geq Mh(\eta) \quad (2.38)$$

для будь-якої монотонно не спадаючої функції  $h: R \rightarrow R$  такої, що математичне очікування у формулі існують. Функція  $h$  змістовно може інтерпретуватися як функція корисності; у цьому випадку  $Mh(\xi)$  являє собою «очікувану корисність», пов'язану з випадковою величиною  $\xi$ .

Для поширення багатовимірного випадку виявляється зручніше друга з двох приведених формулювань: якщо розмірність  $\xi$  і  $\eta$  дорівнює  $l > 1$ , то, по визначенню,  $\xi$  стохастично домінує  $\eta$ , якщо для будь-якої функції корисності  $H: R^l \rightarrow R$ , що монотонно не спадає по кожній з  $l$  змінних,

$$MH(\xi) \geq MH(\eta) \quad (2.39)$$

як і раніше за умови існування відповідних математичних очікувань.

Це визначення доповними умовою неперервності  $H$  та застосуємо його до розглянутої в даному випадку ситуації. Будемо говорити, що сценарій  $u \in U$  стохастично відповідає сценарію  $x \in U$  (позначимо це  $(u \succ^{st} x)$ ), якщо дискретна випадкова величина  $\xi$  стохастично домінує  $\eta$ , тобто

$$\sum_{i=1}^N H(X_i(u))p_i \leq \sum_{i=1}^N H(X_i(x))p_i \quad (2.40)$$

для будь-якої монотонно не спадаючої неперервної функції  $H: R^l \rightarrow R$ , інтерпретуємо цього разу як функція збитку.

Відношення стохастичної пропозиції являє собою частковий квазіпорядок на множині  $U$  і виділяє підмножину:

$$\xi_{st}(U, X, P) = \{u \in U \mid x \in U, x \succ^{st} u\} \Rightarrow u \succ^{st} x \quad (2.41)$$

стохастичних варіантів рішень сценарію, що не поліпшуються.

Оскільки при  $X(u) \leq X(v)$  сценарій  $u$  стохастично домінує  $x$ , множина  $\xi_{st}(U, X, P)$  міститься в  $\xi_{st}(U, X)$  так, що при переході до ймовірнісної постановки задачі область вибору рішення, звужується. Подальша локалізація варіанта сценарію вимагає залучення додаткової інформації про переваги, що, як правило, повинна бути отримана в експертів і/чи осіб, що приймають рішення.

Зокрема, можна припустити, що ОПР керується у виборі рішення деякою конкретною функцією збитку  $H_0: R^l \rightarrow R$  і оптимальний, з його погляду, сценарій  $u^* \in U$  мінімізує очікуваний збиток:

$$\sum_{i=1}^N H_0(X_i(u^*)) p_i \leq \sum_{i=1}^N H_0(X_i(u)) p_i, \forall u \in U \quad (2.42)$$

Вимоги до переваг, що гарантують можливість їхнього представлення очікуваною корисністю (збитком), добре відомі і досить природні. Разом з тим безпосередня побудова функції  $H_0$ , що походить у взаємодії з ОПР, являє собою дуже складну задачу. Її рішення помітно спрощується, коли  $l=1$  і  $H_0$ - функція однієї змінної, яка в принципі може бути апроксимована методом Монте-Карло.

Слід зазначити, що подібний процес оцінки переваг носить однобічний характер в тому сенсі, що здійснюється без обліку виробничих можливостей ОТС, представлених множиною  $U$ . До того ж при  $l > 1$  складність процедури багаторазово зростає, а пропозиції, що спрощують, щодо незалежності по корисності різних компонентів витрат можуть бути прийняті далеко не у всіх практичних задачах.

Тому замість експертної оцінки функції збитку часто практикується апріорне призначення достатньо простої цільової функції, що оптимізується на множині  $U$ . Найбільш розповсюджені приклади цільових функцій такого роду – середні значення різних компонентів витрат:

$$V_{cep}(u) = \sum_{i=1}^N p_i V_{ij}(u), j = 1, \dots, l, \quad (2.43)$$

дисперсії

$$V_{iD}(u) = \sum_{i=1}^N p_i (V_{ij}(u) - V_{icp}(u))^2, j = 1, \dots, l, \quad (2.44)$$

а також ймовірності не перевищення визначеного рівня витрат  $V_0 \in R_+^l$ :

$$P_{V_0} = \sum_{i \in \{j | V_j(u) \leq V_0\}} P_i \quad (2.45)$$

Кожна з перерахованих характеристик виражає визначені вимоги, що відповідають сценарію. Цільові функції (2.18) відповідають сценарію підвищення продуктивності ОТС за рахунок зменшення втрат у виробництві. Критерії (2.19) відповідають вибору сценарію скорочення витрат, що можливо приведе до погіршення показників ефективності.

Таким чином, орієнтація на яку-небудь одну з характеристик якості сценарію (2.18) – (2.20) може привести до одержання неприйнятних рішень. Виходом з положення є спільний розгляд декількох показників, що визначені на множині  $U$ , після чого прийняття рішень в умовах невизначеності зводиться до детермінованої задачі векторної оптимізації.

Серед компонентів векторного критерію, що застосовується для вибору рішення з множини  $U$  на основі моделі  $M$  и розподілу  $P$ , повинні бути представлені як середні характеристики витрат, так і надійнісні показники [165]. Компонентами запропонованого векторного критерію є середнє значення і дисперсія числового показника якості. Відповідна багатокритеріальна задача відкриває можливість для побудови при участі ОПР прийнятних варіантів сценаріїв, що забезпечують високий рівень очікуваних результатів і їхню достатню надійність. Запропоновані конкретні варіанти такої задачі мають наступний вигляд.

Нехай  $V = \{v_1, \dots, v_n\}$  – прогнозований рівень витрат, що з'являється на стадії розробки розширеного сценарію  $u = (x, y_1, \dots, y_N)$ ; вектор  $V$  приєднується в якості додаткової змінної задачі до сценарію  $u$ . Надалі зручно вважати, що оголошений рівень витрат  $V$  задовольняє обмеженню  $V \in V^*$ , де  $V^* > 0$ .

Надійність  $R_j(i, V)$  сценарію  $(i, V)$  по  $j$ -й компоненті витрат будемо характеризувати середнім перевищенням фактичних витрат над запланованим рівнем:

$$R_j(u, V) = \sum_{i=1}^N p_i (X_{ij}(u) - V_j), j = 1, \dots, l. \quad (2.46)$$

Тут  $[a]_+ = R_j \begin{cases} a, a \geq 0 \\ 0, a < 0 \end{cases}$  - ненегативна частина  $a$ . Поряд з характеристикою

становлять інтерес відносні характеристики надійності :

$$r_j(u, V) = R_j(u, V) / V_j \quad j = 1, \dots, l. \quad (2.47)$$

Приєднання до вектора  $z$  вектора-функції  $R(u, V) = (R_1(u, V_1), \dots, R_N(u, V_n))$  чи  $r(u, V) = (r_1(u, V), \dots, r_N(u, V))$  дозволяє сформулювати два варіанти багатокритеріальної моделі. У першому варіанті – назвемо його задачею 1 – на множині  $\tilde{U} = \{(u, V) / u \in U, V > V^*\}$  заданий 2l-вимірний векторний критерій  $G_I(u, z) = (z, R(u, z))$ . В другому – в задачі II – припустима множина, що в задачі I, а векторний критерій має вигляд  $G_{II}(u, V) = (z, r(u, V))$ . В кожній із задач усі компоненти векторного критерію підлягають мінімізації.

Багатокритеріальні моделі призначені головним чином для використання в режимі діалогу людина – машина. Предметом людино-машинного діалогу знаходяться моделі ефективних сценаріїв, що утворюють множину  $\xi(U, X, P)$ . Ця множина складається з нескінченного числа елементів, найчастіше що попарно не порівнюються один з одним на основі векторних критеріїв. Це ускладнює проблему векторної оптимізації.

Для реалізації цієї можливості необхідно ознайомити ОПР із сукупністю ефективних сценаріїв, представленої в 2l-вимірному просторі критеріїв границею Парето, і одночасно одержати від нього, прямо чи опосередковано, інформацію, необхідну для вибору остаточного рішення.

Таким чином, ці задачі можуть бути використані для побудови границі Парето в ході людино-машинного діалогу. Якщо розмірність векторного критерію дорівнює 2 (що відповідає єдиному компоненту витрат), то границя Парето являє собою плоску

криву і може бути побудована методами параметричного програмування. Результатом параметричного аналізу є крива компромісів між двома цілями.

Цей підхід в принципі застосуємо і при наявності чотирьох і більш критеріїв – досить виділити яку-небудь пару з них і зафіксувати значення інших на визначених рівнях. Склад розглянутих пар і значення в ході діалогу можуть варіюватися. Таким способом, наприклад, може бути проаналізований взаємозв'язок між надійністю різних компонентів витрат.

Ця модель є багатокритеріальною математичною. З її допомогою аналізуються і приймаються оптимальні стратегічні рішення зі шлейфом коригувальних заходів на основі експертних методів для особи, що приймає рішення. Для цього використовуються різні функції збитку, враховуються впливи, що змінюються, і їх вірогіднісні характеристики, а також плановані і фактичні витрати.

## **ВИСНОВКИ ДО 2-ГО РОЗДІЛУ**

1. Проаналізовано задачі стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами, а також поняття умов невизначеності та ризиків. Стратегічне управління складними організаційно-технологічними об'єктами має реалізуватись з врахуванням оперативного управління та характеризується необхідністю постійно адаптувати стратегії управління згідно актуальних вимог зовнішнього оточення та поточним станом об'єкту управління. Оперативне управління зводиться до управління окремими підсистемами, які об'єднуються в одну структуру з використанням інтелектуальних підходів. Для побудови структури управління використовуються методи декомпозиції. Оперативне управління базується на використанні методів ситуаційного та координаційного управління. В ході ситуаційного управління використовуються методи нечіткої логіки, логіко-лінгвістичні моделі, процедури навчання та узагальнення при генерації управлінських рішень згідно поточної ситуації.

2. Розроблено і обґрунтовано системну концепцію побудови ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами, що на відміну від існуючих комплексно характеризує підходи до управління в умовах невизначеності та ризиків, є основою розроблення методів та підходів до створення ІТ стратегічного та оперативного управління, а також управління ризиками, та забезпечує ефективне функціонування ТК неперервного типу та формування управлінських рішень в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.).
3. Запропоновано класифікацію невизначеностей за різними ознаками, яка доповнює існуючі та є адаптованою до застосування для організаційно-технологічних об'єктів, а також дає можливість визначення та класифікації ризиків в процесі прийняття управлінського рішення в системах управління складними організаційно-технологічними об'єктами в різних галузях промисловості, таких як харчова, хімічна та ін.
4. Результати досліджень опубліковані в [68], [80], [106], [124], [125], [132], [133], [139], [142], [144], [161], [162], [164].

### **РОЗДІЛ 3**

## **РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ**

Для організаційно-технологічних об'єктів, зокрема ТК неперервного типу в галузі харчової, хімічної та ін. промисловості, які функціонують в умовах невизначеності, що пов'язані з нестабільністю сучасної економіки, політичної обстановки, зовнішньої політики та інших факторів важливим є забезпечення подвійного управління в поточній та стратегічній діяльності, а також управління ризиками з метою їх мінімізації або уникнення, що дає можливість суттєво оптимізувати використання наявних ресурсів та призведе до підвищення ефективності в цілому. При цьому необхідні такі моделі та методи, що будуть адаптовані для використання саме в управлінні організаційно-технологічними об'єктами в нестабільних умовах та нададуть можливості для чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації, вирішення тактичних та стратегічних задач управління. Нові методи та моделі повинні надати можливості для адаптації стратегій розвитку організаційно-технологічних об'єктів до стратегій зовнішнього оточення шляхом впливу на зовнішнє оточення та прискорення внутрішньої динаміки, а також пошуків ефективних рішень стратегічних завдань з метою підвищення ефективності підприємств, корпорацій, об'єднань в різних галузях промисловості.

Розробка методів та моделей управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків здійснено на основі аналізу виробничих процесів на підприємствах з наявністю ТК неперервного типу.

Виробнича діяльність, що об'єднує стратегічне та оперативне управління, для різних підприємств показаний на графіках (рис.3.1. - рис. 3.3).

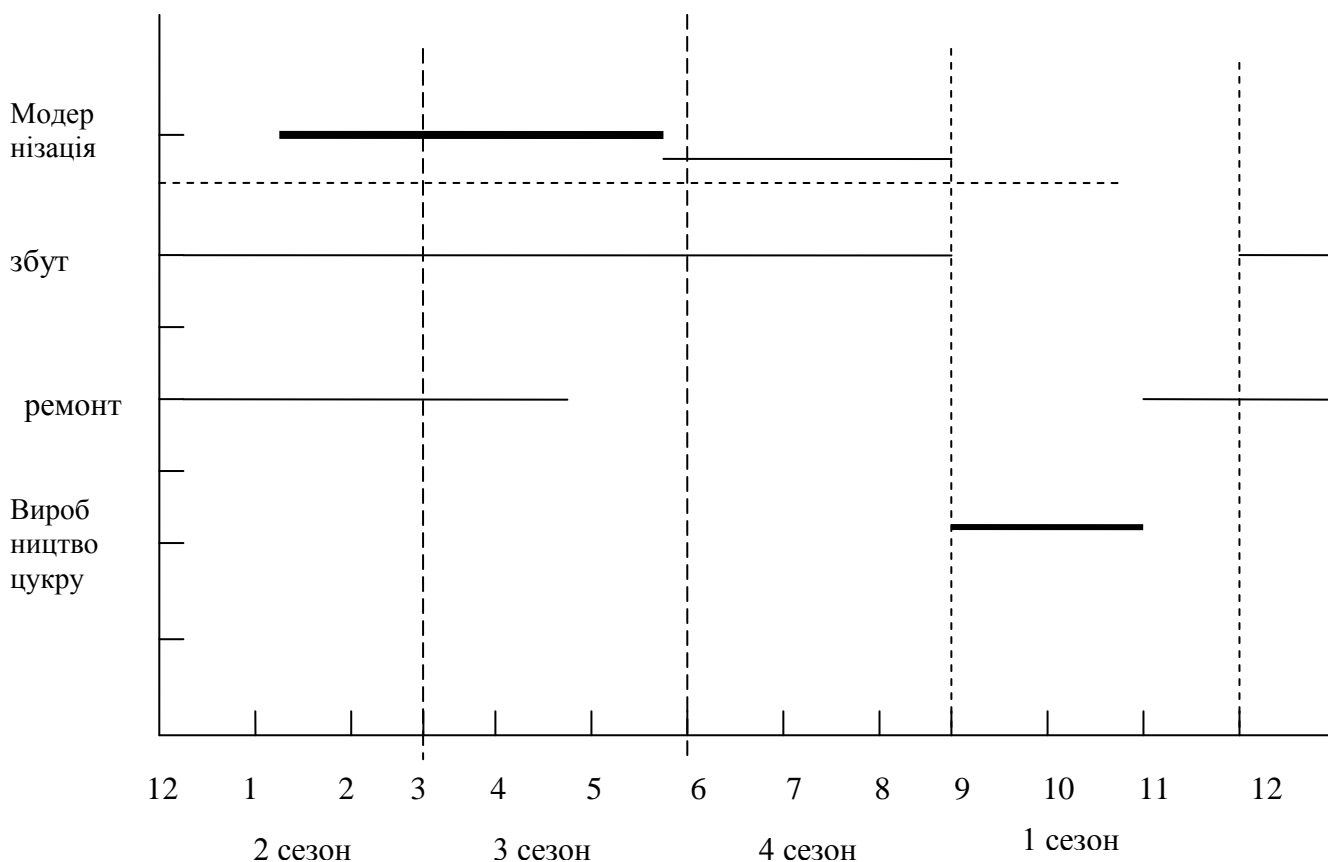


Рисунок 3.1 – Діаграма виробництва для підприємств цукрової промисловості

Моделі стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами на довгостроковий, середньостроковий і навіть короткостроковий періоди досить важко спрогнозувати, враховуючи загальну нестабільність. Невизначеність характерна «невідомістю» впливів зовнішнього середовища, відсутністю прецедентів в минулому, несподіваністю їх появи. Виходячи з цього розроблено множину сценаріїв розвитку складних організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням невизначеності для різних галузей (харчова, хімічна та ін.) та на її основі з використанням формальних критеріїв здійснено вибір найбільш прийняттого варіанту сценарію.



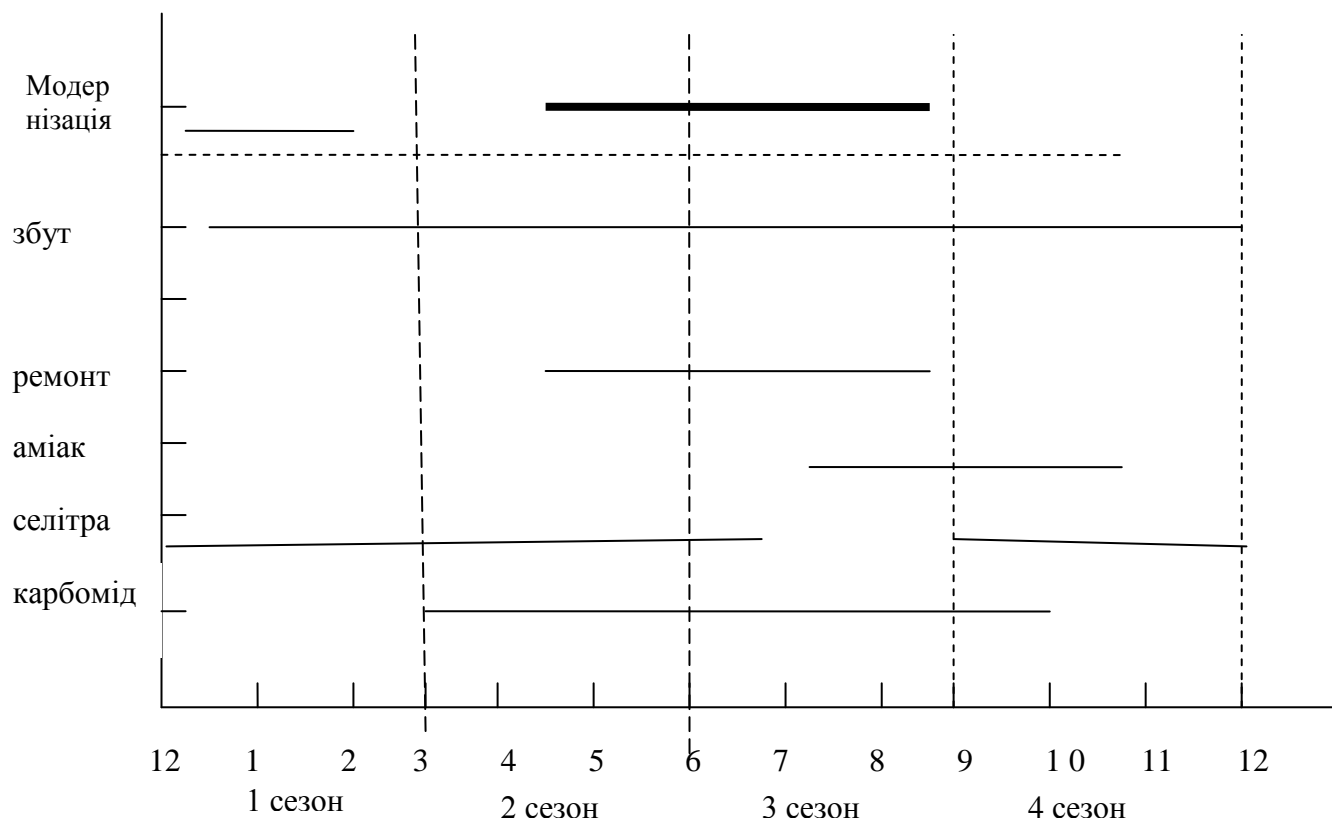


Рисунок 3.2 – Діаграма виробництва для підприємства хімічної промисловості.

В основі стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами є представлення стратегії як множини взаємопов'язаних цілей, що є складовими частинами глобальної цілі управління ОТО, а це говорить про цілісність стратегії в цілому. Крім того стратегія управління організаційно-технологічними об'єктами розроблена так, щоб не тільки залишатися цілісною впродовж тривалого періоду часу, але й бути досить гнучкою, щоб при необхідності можна було здійснити її модифікацію та переорієнтацію. Тому при побудові моделей використанно поєднання методик статичного визначення глобальної цілі та динамічного визначення цілей.

Дослідження проведено на основі даних техніко-економічної та виробничої діяльності підприємств, а також на основі експертних оцінок таких експертів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Таблиця експертів

№	ПІБ	Посада	Стаж
1.	Ладанюк А.П.	Завідувач кафедри автоматизації процесів управління	50 років
2.	Довгий В.Л.	Директор «Цукороавтомат ІНЖ»	40 років
3.	Ковтун А.Н.	Головний технолог Цукороавтомат ІНЖ»	40 років
4.	Казноха С.В.	Директор ТОВ «Новооржицький цукровий завод»	40 років
5.	Саламаха С.В.	Директор ООО «ЛВХ»	25 років
6.	Золотаренко Л.І.	Головний технолог ТОВ «Новооржицький цукровий завод»	40 років
7.	Олійник В.В.	Провідний спеціаліст ООО «ЛВХ»	20 років
8.	Сандецький О.Б.	Начальник цеху ПАТ водопостачання «Азот»	40 років
9.	Дерев'янка В.О.	Головний інженер «Цукороавтомат ІНЖ»	30 років
10.	Шурбований В.Н.	Президент ФАУ	40 років
11.	Валовой Б.Н.	Завідувач відділом АСУ ТП ФАУ	30 років
12.	Олейніченко С.М	Технічний директор ПАТ «Азот»	35 років

### 3.1. Комплексна модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами

В ході теоретичного обґрунтування комплексної моделі стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами враховуємо досить нові та складні фактори, коли неможливо отримати достатньо релевантної інформації. Тому

вірогідність певного наслідку неможливо передбачити з достатнім ступенем достовірності. Невизначеність характерна для деяких рішень, що необхідно приймати в обставинах, що швидко змінюються. Особливо найвищий потенціал таких змін притаманний стратегічному управлінню організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу. Тому для теоретичного обґрунтування комплексної моделі стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності отримаємо додаткову інформацію з використанням статистичних методів, а також поєднаємо в комплексі з експертними методами.

Стратегічне управління складними організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, передбачає виконання в певній послідовності сукупності цілеспрямованих дій, що супроводжуються зміною показників стану об'єкту. В ході дослідження процесу стратегічного управління складного організаційно-технологічного об'єкту вирішено наступні задачі:

- сформовано склад і структура цілей та встановлено причинно-наслідкові зв'язки на множині цілей (визначення стратегічних цілей);
- задано склад і порядок виконання процесів, тобто розроблено сценарії досягнення цілей (сценарний підхід [166, 167]);
- визначено найбільш вагомі показники, що характеризують ефективність функціонування складного організаційно-технологічного об'єкту, визначено взаємовплив між показниками (когнітивний аналіз [168]);
- встановлено зв'язки між процесами, цілями й показниками;
- визначено ефективність стратегічних сценаріїв.

Для вирішення вказаних задач використано формальний апарат графодинаміки – науковий напрям, заснований в 70-і роки минулого століття М. А. Айзерманом [169] та вдосконалений Юдіцким С.А [170, 171, 172]. Даний підхід дає можливість оперувати змінними у формі графів і певними відносинами на графах, а також дозволяє побудувати наочні моделі, що визначатимуть динаміку досягнення цілей, споживання ресурсів, зміни показників ефективності при різних впливах зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Заропоновано комплексну модель стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами, що складається із взаємодіючих між собою мережевих субмоделей [173]:

- моделі визначення цілей, досягнення яких спрямоване на підвищення ефективності функціонування організаційно-технологічних об'єктів;
- моделі сценаріїв, що визначають способи досягнення цілей;
- моделі оцінювання впливів факторів на показники ефективності ОТО, що дасть можливість вибору оптимального стратегічного сценарія.

### **3.1.1. Моделювання визначення цілей**

Моделювання визначення цілей є першою субмоделлю в запропонованій комплексній моделі. Враховуючи той факт, що ОТС – це складна полісистема, що складається з більш простих систем, то доцільним є в ході рішення задачі формування та обґрунтування цілей ОТС застосувати методику статичного визначення цілей [174] в комплексному поєднанні з динамічним уточненням цілей. Статичне визначення цілей полягає в послідовному звуженні множини можливих цілей системи з формуванням оптимального набору відібраних цілей - оптимальної багатоцільової альтернативи. При визначенні цілей використовується метод аналізу ієрархій [175], якісні методи прийняття рішенні [176, 177], методи теорії нечітких множин [178, 179, 180], експертні методи [181].

В основі статичного визначення цілей є формування цільового дерева та введення на множині цілей відношення ієрархії цілей, що визначає досягнення цілі вищого рівня як безпосередній результат досягнення цілей нижчого рівня. Ціль верхнього рівня, що не підпорядкована іншим цілям визначемо як глобальну. Цілі найнижчого рівня, що не мають цілей, які їм підпорядковані, визначимо як кінцеві. Кінцеві цілі характеризують досягнення в результаті виконання певного процесу або задачі в сценарії.

Кожен рівень цільового дерева враховує особливості функціонування ОТО, такі сезонність, складність технології функціонування, нестійкість виробничих показників, підвищена фондоемкість, залежність від впливу факторів зовнішнього

середовища. Тому пропонується чотири рівня ієрархії дерева цілей, кожен з яких відповідає певному часовому періоду. Так, 1-й рівень відповідає глобальній стратегічній цілі функціонування ОТО; 2-й рівень складається з підцілей, що підпорядковані глобальній цілі, та стосується корпоративного рівня управління ОТО, коли реалізація поставлених цілей здійснюється впродовж року; 3-й рівень підцілей цільового дерева реалізується підприємством та відповідає виробництву впродовж сезону; 4-й рівень реалізується шляхом оперативного управління впродовж певного періоду ( з врахуванням специфіки виробництва).

Визначення стратегії управління організаційно-технологічним об'єктом може супроводжуватись великим числом термінальних цілей, що характерні кожному періоду виробництва в залежності від фактору сезонності. Тому необхідно цілі ранжувати, відібрати з них обмежену кількість (порядку 5...7) найбільш значущих. Ранжування і добір виконується по вагових коефіцієнтах на основі методу аналізу ієрархій із залученням експертів.

Експертний метод реалізуємо, обробивши думки досвідчених менеджерів і фахівців в галузі виробництва. Експерти супроводжують свої оцінки даними щодо вірогідності настання тих чи інших подій в умовах невизначеності. Також експертні оцінки надають можливість отриманням вірогідності (суб'єктивних) допустимих, критичних і катастрофічних ризиків або просто оцінити вірогідні збитки при ухваленні рішень. суб'єктивна вірогідність дає можливість встановити зв'язок між невизначеністю і випадковістю. Це актуально там, де йде мова про використання вірогідності настання ризику в ухваленні управлінських рішень.

В задачах критеріально-експертного вибору, які розглядаються в нових, ускладнених ризиком ситуаціях, суб'єкт управління понад усе вимагає аналітичної підтримки. Тому, для обґрунтованих формування цілей з врахуванням умов невизначеності та ризиків необхідно базуватись на досвіді, знаннях та інтуїції фахівців.

Опитування експертів дозволило визначити основні цілі для різних виробництв:

Таблиця 3.2

Таблиця цілей

Галузь	Рівень	Цілі
Цукрове виробництво	1-стратегічний	$c_0$ - збільшення прибутку
	2-корпоративний	$c_1$ - збільшення доходів
		$c_2$ - зменшення витрат
	3 – підприємства	$c_{1.1}$ - збільшення обсягів виробництва; $c_{1.2}$ - підвищення ціни
$c_{2.1}$ - реструктуризація; $c_{2.2}$ - відновлення		
	4-оперативний	$c_{1.1.3}, c_{2.2.1}, c_{2.3.1}, c_{2.2.1}, c_{2.3.2}, c_{2.2.1}, c_{1.1.1}$
		$c_{1.1.2}, c_{2.2.1}, c_{2.3.2}, c_{2.2.3}, c_{2.1.1}, c_{2.2.2}$
	1-стратегічний	$c_0$ - збільшення прибутку
		2-корпоративний
	2-корпоративний	$c_2$ - зменшення витрат
		3 – підприємства
	3 – підприємства	$c_{2.1}$ - реструктуризація; $c_{2.2}$ - відновлення
		4-оперативний
$c_{1.1.2}, c_{1.1.3}, c_{2.2.2}, c_{1.1.2}, c_{2.3.2}, c_{2.3.1}$		
Інші	1-стратегічний	$c_0$ - збільшення прибутку
	2-корпоративний	$c_1$ - збільшення доходів
		$c_2$ - зменшення витрат
	3 – підприємства	$c_{1.1}$ - збільшення обсягів виробництва; $c_{1.2}$ - підвищення ціни
$c_{2.1}$ - реструктуризація; $c_{2.2}$ - відновлення		
4-оперативний	$c_{1.1.3}, c_{1.1.1}, c_{2.2.1}, c_{2.3.1}, c_{1.1.2}, c_{2.1.1}, c_{1.1.2}, c_{1.1.1}$	
	$c_{1.2}, c_{1.1.2}, c_{2.2.3}, c_{2.2.1}, c_{2.3.2}, c_{2.2.2}, c_{2.3.1}$	

Виділимо множину спільних цілей для розглянутих підприємств:

$$C_O = C_A \cap C_H \cap C_T = \{c_0, c_1, c_{1.1}, c_{1.2}, c_{2.1}, c_{2.2}, c_{1.1.1}, c_{1.1.2}, c_{2.1.1}, c_{2.2.2}, c_{2.2.3}\}, \quad (3.1)$$

де  $C_O$  - спільні цілі для розглянутих підприємств,  $C_A$  - цілі підприємств цукрової промисловості;  $C_H$  - цілі підприємств хімічної промисловості;  $C_T$  - цілі інших підприємств.

Задача побудови моделі визначення цілей стратегічного управління відноситься до комплексного типу задач, коли експерт повинен не тільки формулювати цілі, а також визначити їх важливість. Тому для опитування експертів застосовано метод метод „Делфі”. У першому турі експертам запропоновано дати відповідь на питання «Яка глобальна ціль стратегічного управління підприємством?» без аргументації. На основі отриманих від експертів та оброблених даних виділено середнє, медіана і крайні значення оцінок. У другому турі експерти аргументували або змінили свою оцінку з поясненням причин корегування.

Важливість окремих цілей на різних рівнях управління відрізняється, тому необхідно визначити вагові коефіцієнти кожної цілі на основі експертних оцінок методом парних порівнянь (табл.3.3)

Таблиця 3.3

Матриця парних порівнянь цілей  $c_1$  та  $c_2$  для експерта №1

$w(c_0) = 1$	$c_1$	$c_2$	Вага цілі
$c_1$	1	3	0.75
$c_2$	1/3	1	0.25

Таблиця 3.4

Формування множини багатоцільових альтернатив

Лінгвістичне значення	Числове (бальне) значення
Однакова значимість цілей $c_i$	1
Деяка (слабка) перевага	3
Істотна (сильна) перевага $c_i$ над $c_j$	5
Очевидна (дуже сильна) перевага $c_i$ над $c_j$	7
Абсолютна перевага $c_i$ над $c_j$	9
Проміжні значення між сусідніми значеннями шкали	2, 4, 6, 8

На перетині рядка  $c_i$  і стовпця  $c_j$  вказується значення  $r_{ij}$ , рівне:

- 1, якщо  $c_i = c_j$ ;
- числу балів  $b_{ij}$  по шкалі порівняльної значущості цілі (табл. 3.4), якщо  $c_i$  більш важлива, чим  $c_j$ ; величині  $1/b_{ij}$  якщо  $c_i$  менш важлива, ніж  $c_j$ .

Вага цілі  $c_i$ , обчислюється по формулі:

$$w(c_i) = \frac{\sum_{j, j \neq i} r(c_{ij})}{\sum_{\substack{i=1, \dots, n \\ j=1, \dots, n, j \neq i}} r(c_{ij})} \quad (3.2)$$

де  $w(c_n)$  - вага батьківської вершини фрагменту,  $n$  - число цілей нижнього рівня фрагмента дерева. Визначені ваги цілей для кожного експерта в залежності від сезону записуємо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

## Вагові коефіцієнти цілей

$c_i$	ЕКСПЕРТИ										$w(c_i)$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
$c_0$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$c_1$	0,75	0,65	0,56	0,61	0,64	0,75	0,6	0,61	0,64	0,75	0,656	
$c_2$	0,25	0,35	0,44	0,42	0,36	0,25	0,4	0,42	0,36	0,25	0,35	
$c_{1.1}$	0,56	0,15	0,02	0,23	0,13	0,13	0,15	0,23	0,13	0,13	0,186	
$c_{1.2}$	0,18	0,45	0,56	0,31	0,2	0,2	0,05	0,31	0,2	0,2	0,266	
$c_{2.1}$	0,02	0,05	0,04	0,25	0,17	0,17	0,025	0,25	0,17	0,17	0,1315	
$c_{2.2}$	0,14	0,20	0,02	0,25	0,18	0,18	0,025	0,25	0,18	0,18	0,1605	
$c_{2.3}$	0,07	0,15	0,16	0,15	0,25	0,25	0,025	0,15	0,25	0,25	0,1705	
$c_{1.1.1}$	0,04	0,08	0,04	0,1	0,2	0,28	0,025	0,1	0,2	0,28	0,1345	
$c_{1.1.2}$	0,41	0,15	0,02	0,125	0,027	0,15	0,1	0,125	0,027	0,15	0,1284	
$c_{1.1.3}$	0,10	0,07	0,56	0,15	0,56	0,7	0,1	0,15	0,56	0,7	0,365	
$c_{1.2.1}$	0,031	0,12	0,04	0,12	0,045	0,17	0,05	0,12	0,045	0,17	0,0571	
$c_{1.2.2}$	0,15	0,08	0,02	0,12	0,027	0,18	0,05	0,12	0,027	0,18	0,0954	
$c_{2.1.1}$	0,02	0,35	0,56	0,15	0,56	0,12	0,1	0,15	0,56	0,12	0,269	
$c_{2.2.1}$	0,14	0,10	0,04	0,12	0,04	0,31	0,1	0,12	0,04	0,31	0,132	
$c_{2.3.1}$	0,06	0,05	0,02	0,17	0,02	0,12	0,05	0,17	0,02	0,12	0,063	



Результатом даної процедури є цільове дерево з визначеними ваговим коефіцієнтами для всіх цілей за рівнями управління, що формують множину потенційно можливих варіантів цілей і вибір з неї найкращого варіанту на основі сукупності цілей (багатоцільовий відбір). Статичне визначення стратегічної цілі полягає в послідовному звуженні множини можливих цілей з формуванням оптимального набору відібраних цілей – оптимальної багатоцільової альтернативи, які визначають стратегію управління організаційно-технологічним об'єктом та на основі яких здійснюється побудова відповідних стратегічних сценаріїв. Модель статичного визначення цілей стратегічного управління організаційно-технологічним об'єктом представлена на рис.3.3.

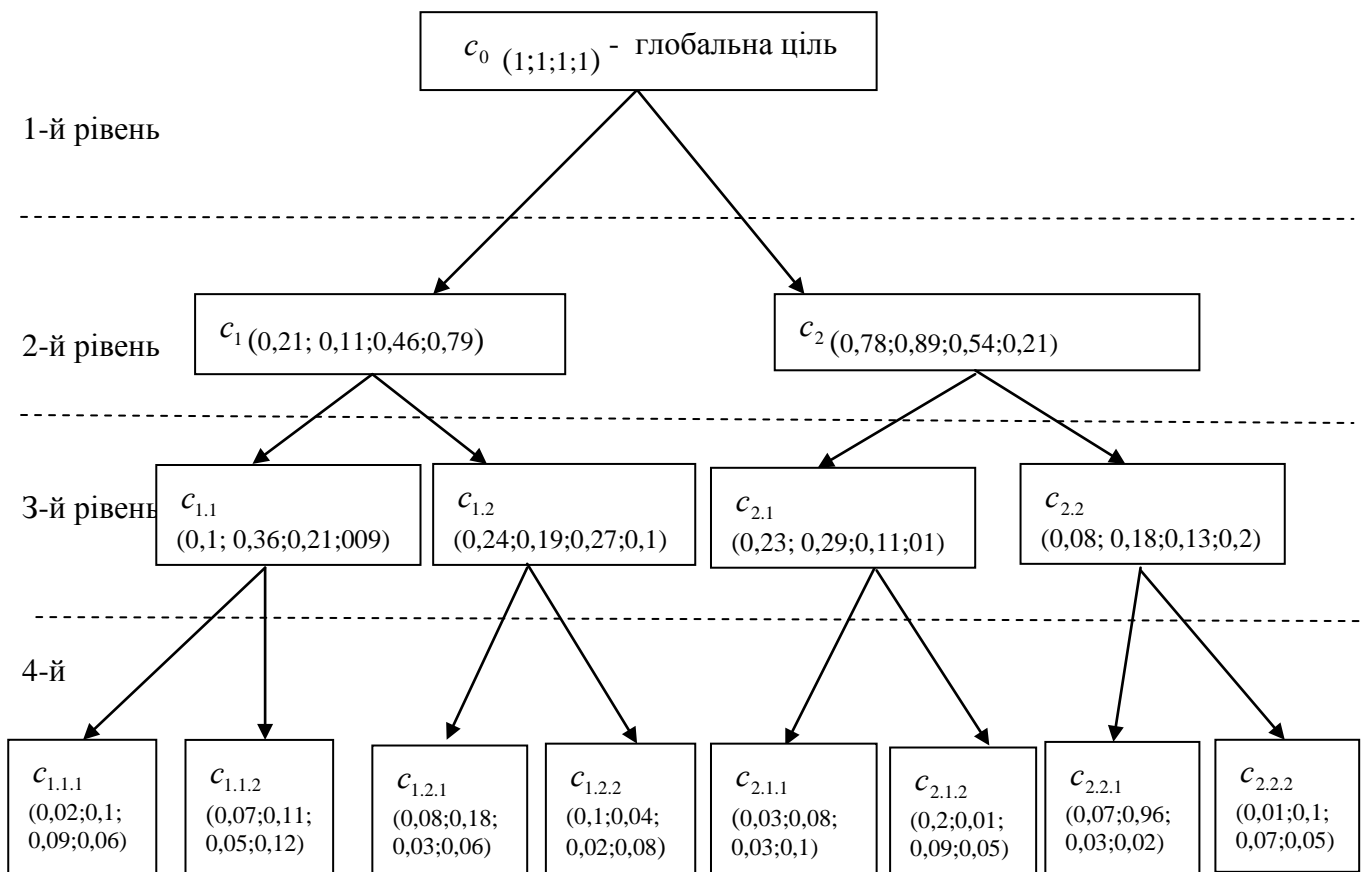


Рисунок 3.3 – Статична модель цілей стратегічного управління ОТС

Враховуючи умови невизначеності та ризику, поряд зі статичним доцільним є застосування динамічного визначення цілей у задачах побудови альтернативних варіантів сценаріїв досягнення поставлених цілей, суть якого полягає в тому, що формується прототип рішення, над яким здійснюється імітаційний експеримент. За результатами експерименту здійснюється корекція прототипу, причому цей процес може повторюватися багаторазово, поки не отримаємо прийняте рішення. До того ж динамічне визначення цілей передбачає вибір цільових факторів на основі аналізу тенденцій розвитку системи з врахуванням керуючих впливів, що подаються на систему [182]. Динамічне визначення цілей базується на застосуванні математичного апарату знакових графів (когнітивних карт) [183,184, 185], факторів, що відображають взаємний вплив, розділених на керуючі й цільові.

Динамічне визначення цілей стратегічного управління ОТС забезпечує можливість врахування умов невизначеності та здійснюється наступним чином.

Множина цілей  $C = \{c_i, i = 0, 1, \dots, N\}$ , що визначає призначення стратегії, складається з  $n$  рівнів, так що досягнення цілі  $c_i$ , що належить  $j$ -му рівню,  $j = 1, \dots, n-1$  є наслідком досягнення цілей  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$   $j+1$ -го рівня, причому можливі кон'юнктивна та диз'юнктивна залежності. При кон'юнктивній залежності досягнення  $c_i$  є результатом досягнення всіх цілей  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$ , а при диз'юнктивній – будь-якої з них.

Досягнення цілі відображається шляхом наявності мітки у відповідній вершині дерева. При кон'юнктивній залежності наявність міток в усіх вершинах  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$  (рис. 3.4 а) веде до появи мітки у вершині  $c_i$ . При диз'юнктивній залежності мітка в вершині  $c_i$  вноситься при умові наявності хоча б однієї мітки в будь-якій з вершин  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$  (рис. 3.4 б). Особливістю динаміки цільової моделі є те, що при заданні мітки вершини верхнього рівня дворівневого фрагменту дерева задання мітки вершин нижнього рівня змінюється. Таким чином, динамічний процес на дереві цілей складається з послідовних елементарних кроків.

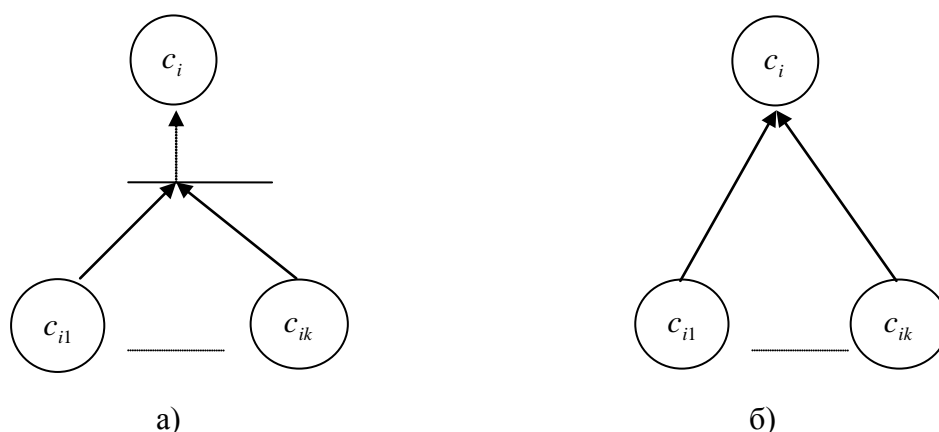


Рисунок 3.4 – Відношення ієрархії між системними цілями (а - кон'юнктивне, б - диз'юнктивне)

Комплексний підхід забезпечує поєднання статичного та динамічного визначення цілей, що дає змогу підвищення ефективності стратегічного управління організаційно-технологічного об'єкта в умовах невизначеності.

### 3.1.2. Моделювання сценаріїв

Друга субмодель розглянутої комплексної моделі забезпечується сценаріями, що направлені на досягнення визначених цільовим деревом ієрархії цілей. Сценарії складаються з цілеспрямованих дій – процесів  $d_i, i = 1, \dots, h$ . Процеси виконуються в визначеному порядку, тобто послідовно, паралельно, з взаємною синхронізацією та ін. При виконання процесів споживаються ресурси  $r_i, i = 1, \dots, m$  (фінансові, трудові, матеріальні та ін.) та встановлюються оцінки результатів діяльності системи  $p_i, i = 1, \dots, k$ . Реалізація сценаріїв залежить від впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ  $v_i, i = 1, \dots, l$ .

Діаграми дій сценаріїв розроблені експертами на основі аналізу дерева цілей і звітної документації базових підприємств за 5 років, а також з врахуванням графіків рис.3.1 – 3.2. При цьому здійснено два етапи дослідження. По-перше, побудовано на основі дерева цілей достатній набір сценаріїв, а по-друге, в рамках кожного конкретного сценарію оцінена вірогідність реалізації того чи іншого сценарію. Експертами в рамках кожного сценарію встановлена відповідність між цілями та операціями.

Для побудови альтернативних сценаріїв реалізації цілей визначено множину  $M$  багатокритеріальних альтернатив, що містить всі набори числових значень цілей  $c_1, \dots, c_n$ . Позначимо ці набори (альтернативи) через  $m_i, i=1, \dots, N$ . Виразимо простір у вигляді  $M = \{m_1, \dots, m_N\}$ . Виходячи з обмежень на фінансові ресурси  $r_1$  та час  $\tau$  множину  $M$  розіб'ємо на класи рішень  $K_1, \dots, K_R$ , так що

$$\bigcup_i K_i = M, \quad K_{i_1} \cap K_{i_2} = 0, \quad \text{де } i, i_1, i_2 \in \{1, \dots, R\}, R \leq N, i_1 \neq i_2 \quad (3.3)$$

Дана задача має два класи рішень:  $K_1(r_1 \leq r_{10}, \tau \leq \tau_0)$  і  $K_2(r_1 > r_{10}, \tau > \tau_0)$ , де  $r_{10}, \tau_0$  - варійовані граничні значення капіталовкладень і часу виробництва, відповідно. Для того щоб розбити множину  $M$  на класи і виділити з  $M_1$  підмножину  $M_2$  домінантних альтернатив, на множині  $M$  уводиться бінарне відношення домінування  $m_i$  та  $m_j$ : альтернатива  $m_i = c_{i_1}, \dots, c_{i_n}$  домінує над альтернативою  $m_j = c_{j_1}, \dots, c_{j_n}$ , якщо для будь-якого  $k=1, \dots, n$  має місце  $c_{ik} \geq c_{jk}$ , та існує щонайменше одне  $d=1, \dots, n$ , таке, що  $c_{id} > c_{jd}$ .

Розбивка множини  $M$  на класи здійснюємо на основі результатів експертного опитування. Для кожної альтернативи  $m_i, i=1, \dots, N$ , підраховуємо два коефіцієнта  $D_1$  і  $D_2$  ( $D_1$  - число альтернатив, що домінують над альтернативою  $m_i$ ;  $D_2$  - число альтернатив, що домінують над альтернативою  $m_i$ ). Таким чином, на основі проведених досліджень сформовано три альтернативних стратегічних сценарія.

Для моделювання порядку виконання процесів на основі визначених цілей застосовуються діаграми дій на базі мереж Петрі (графів операцій [186]) і діаграми переходів на множині дій.

В табл.3.6 представлені процеси стратегічного управління для організаційно-технологічних об'єктів, зокрема ТК неперервного типу.

Таблиця 3.6

## Процеси стратегічного управління

Позначення	Зміст процесу
$d_1$	Оцінювання ефективності функціонування ОТО з врахуванням невизначеності та ризиків

Продовження табл.3.6.

$d_2$	Визначення різних стратегій виробництва на часовому інтервалі $\tau$ .
$d_3$	Стратегія максимізації продуктивності при збереженні допустимих втрат та витрати ресурсів (на інтервалі $\tau$ ).
$d_4$	Стратегія мінімізації втрат цінного продукту у виробництві шляхом впровадження нових технологій при збереженні продуктивності (на інтервалі $\tau$ ).
$d_5$	Стратегія мінімізації витрат шляхом збільшення виробничої потужності (на інтервалі $\tau$ ).
$d_6$	Формування замовлень на продукцію (на інтервалі $\tau$ ).
$d_7$	Виробництво продукції.
$d_8$	Збут (реалізація) продукції.

На основі експертних оцінок побудовано діаграму дій та переходів стратегічного сценарія з визначеними альтернативними шляхами, що містить процеси, зв'язки з діаграмами (субмоделями) цілей і впливів факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ на показники ефективності функціонування об'єкта (рис.3.5):

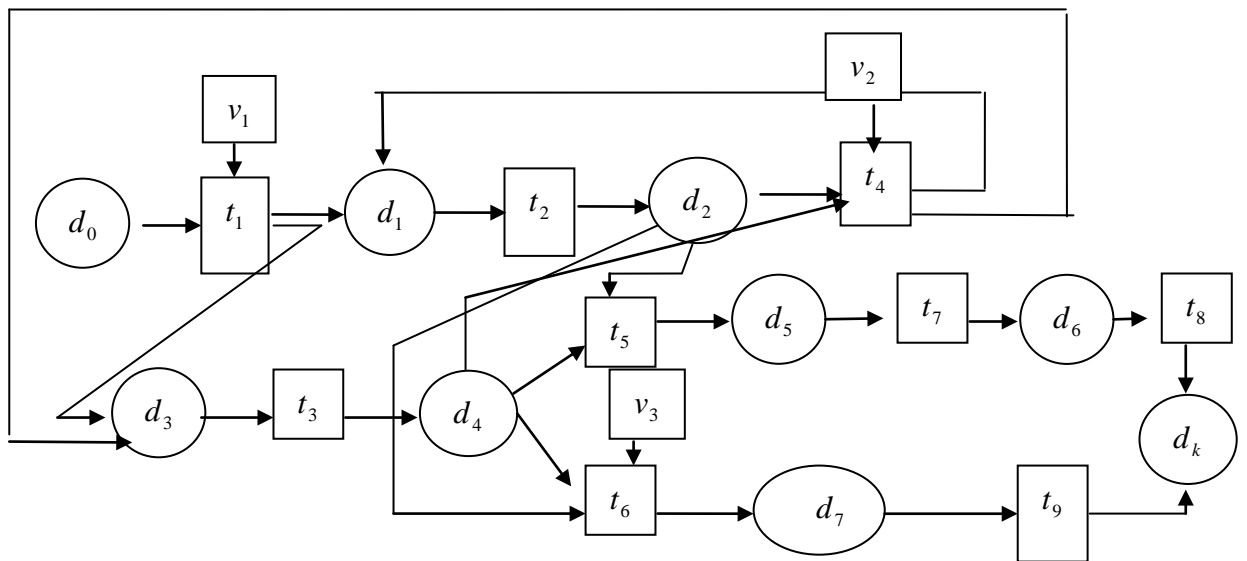


Рисунок 3.5 - Діаграма дій стратегічного сценарію

При цьому споживаються ресурси (табл 3.7).

Таблиця 3.7

## Ресурси підприємств сезонного типу

Позначення	Вага ресурсу	Найменування ресурсів
$r_1$	0,565	Фінансові витрати
$r_2$	0,0455	Потенціал підприємства
$r_3$	0,0274	Витрати на оцінку ефективності підприємства
$r_4$	0,565	Витрати на прогнозування і вибір стратегії
$r_5$	0,0455	Витрати на сировину.
$r_6$	0,0274	Витрати на удосконалення технології виробництва.
$r_7$	0,565	Витрати на енергоресурси
$r_8$	0,0455	Витрати на формування замовлень
$r_9$	0,0274	Витрати на заробітну плату.
$r_{10}$	0,565	Витрати на збут продукції

У кожній  $i$ -й позиції перебуває одна мітка, якщо дія  $d_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , виконується, і позиція порожня, якщо не виконується. Переходи  $t_j$ ,  $j = 1, \dots, g$ , спрацьовують миттєво, якщо в усіх вхідних позиціях  $t_j$  є по мітці, виконується приписана переходу зовнішня умова  $v_h$ ,  $h = 1, \dots, l$ , з моменту спрацьовування попереднього переходу пройшло не більше заданого числа одиниць модельного часу. У результаті спрацювання переходу із всіх його вхідних позицій віддаляються, а в усі вихідні позиції вносяться мітки. Таким чином, діаграми дій і переходів – це динамічна модель.

Діаграма переходів являє собою орієнтований граф, вершини якого відповідають переходам, а дуги  $(t_i \ t_j)$  позначені виконуваними діями (поміщені у квадратні дужки) і часовим зсувом моменту спрацьовування  $t_j$  щодо моменту спрацьовування  $t_i$ ,  $i, j = 1, \dots, g$  (праворуч від квадратних дужок). Над вершиною переходу проставляються ініційовані ним початкові цілі, під вершиною – сформовані переходом нові значення відхилень показників від норми. Ці позначки відображають зв'язки між складовими комплексної моделі.

В момент, що передує безпосередньому спрацюванню переходу  $t_i$ , здійснюється маркування відповідного відповідної вершини  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$  цільового дерева. Завершення певного процесу  $d_i, i=1, \dots, h$  стратегічного сценарію відмічається спрацюванням переходу  $t_i$  та визначається досягнення відповідної цілі, що відповідає цьому процесу. Ступінь досяжності цілі визначає експерт для кожного сценарію. В результаті складається таблиця (табл. 3.8) динаміки досяжності кожної з цілей цільового дерева при виконанні процесів сценарію.

Таблиця 3.8

Таблиця взаємодії цілей та процесів

Переходи Цілі	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$
$c_0$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_1$	+	+	+	+	-	-	+	+	+
$c_2$	+	+	+	-	-	+	-	+	+
$c_{1.1}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{1.2}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{2.1}$	+	+	+	+	-	-	+	+	+
$c_{2.2}$	+	+	+	-	-	+	-	+	+
$c_{2.3}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{1.1.1}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{1.1.2}$	+	+	+	+	-	-	+	+	+
$c_{1.1.3}$	+	+	+	-	-	+	-	+	+
$c_{1.2.1}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{1.2.2}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{2.1.1}$	+	+	+	+	-	-	+	+	+

Продовження табл.3.8.

$c_{2.2.1}$	+	+	+	-	-	+	-	+	+
$c_{2.3.1}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$c_{2.3.2}$	+	-	+	+	+	+	+	+	+

Якщо ціль досягнута при виконання процесу, то ставиться «+», якщо ціль не досягнута, то ставиться знак «-».

Побудуємо матрицю інциденцій для кожного розробленого сценарію, що складатиметься з елементів:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо перехід спрацював і ціль досягнута} \\ 0, \text{ якщо ціль не досягнута} \end{cases}$$

Далі автором пропонується оцінити ефективність сценарію з метою подальшого вибору найбільш прийняттого для ОПР варіанту.

Модель сценарія стратегічного управління ОТО визначається набором:

$$S = \langle D, C, T, R, V, P, \alpha, \beta \rangle, \quad (3.4)$$

де  $D = \{d_i\}, i = 1, \dots, n$  - множина процесів,  $C = \{c_i\}, i = 1, \dots, m$  - множина цілей,  $T = \{t_i\}, i = 1, \dots, k$  - множина переходів,  $R = \{r_i\}, i = 1, \dots, m$  - множина ресурсів,  $V = \{v_i\}, i = 1, \dots, l$  - множина факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ,  $P = \{p_i\}, i = 1, \dots, k$  - множина показників ефективності;  $\alpha: T \times D \cup D \times T \rightarrow \{0,1\}$  - функція інциденцій "процеси-переходи" (в матричній формі -  $\|\alpha(d,t)\|$ ). ,  $\beta: D \rightarrow 2^C$  - функція розподілу цілей ( $2^C$  - множина усіх підмножин  $C$ ).

Моделювання сценарія досягнення цілей надає можливість вирішення наступних задач:

- виявити досягнення в даній ситуації поставленої цілі;
- дослідити зміни в часі споживання ресурсів;
- оцінити результати діяльності при врахуванні впливів факторів зовнішнього середовища.



### 3.1.3. Моделювання оцінювання впливів факторів на показники ефективності

Стратегічний сценарій представляє собою спосіб досягнення поставленої цілі на основі адекватної оцінки ефективності функціонування складного організаційно-технологічного об'єкту з врахуванням доступних інформаційних, матеріальних та енергетичних ресурсів. Третьою субмоделлю розглянутої комплексної моделі є модель оцінювання впливів факторів на показники ефективності функціонування складного організаційно-технологічного об'єкту в умовах невизначеності для кожного розробленого сценарію та вибір оптимального.

Оцінку впливів факторів на показники ефективності функціонування організаційно-технологічного об'єкта, зокрема ТК неперервного типу, здійснено на основі методу кореляційного аналізу та регресивного аналізу [187, 188, 189], що дає можливість кількісно оцінити взаємозв'язок між величинами в умовах, коли вплив багатьох факторів невідомий.

Визначимо зв'язок між показниками ефективності  $p_i, i = 1, \dots, k$  функціонування ОТО та факторами, що його визначають, тобто визначимо ступінь впливу аргументів на функцію:

$$P = f(v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (3.5)$$

Оцінку ефективності функціонування ОТО для кожного сценарію здійснено на основі побудови та оцінки багатофакторного регресивного рівняння, що має степеневу форму зв'язку:

$$P = A_0 v_1^{a_1} \cdot v_2^{a_2} \cdot \dots \cdot v_n^{a_n}, \quad (3.6)$$

де  $A_0$  - постійний коефіцієнт рівняння регресії;

$a_i$  - коефіцієнт регресії, що відображає ступінь впливу аргументів на функцію;

$P$  - функція, що відповідає показнику ефективності функціонування ОТО;

$v_i$  - аргумент, що відповідає фактору зовнішнього або/та внутрішнього середовища.

Для знаходження параметрів степеневі функції ( постійного коефіцієнта  $A_0$  та показників степеня при аргументах  $a_i$ ) використано метод найменших квадратів. Тобто, знайдемо такі параметри, при яких сума квадратів відхилень показників ефективності, що залежать від значень показників функціонування ОТО, від їх фактичного значення була б найменшою:

$$\sum_{i=1}^N (p_i - p')^2 = \min, \quad (3.7)$$

де  $N$  - число показників ефективності;

$p'$  - розрахункове значення залежної змінної;

$p_i$  - фактичне значення залежної змінної.

Приведемо рівняння (3.6) до лінійного виду:

$$\ln P = \ln A_0 + a_1 \ln v_1 + a_2 \ln v_2 + \dots + a_n \ln v_n \quad (3.8)$$

Виконаємо заміну:

$$\ln P = z \quad (3.9)$$

$$\ln A_0 = a_0$$

$$\ln v_1 = u_1$$

$$\ln v_2 = u_2$$

.....

$$\ln v_n = u_n$$

Тоді рівняння множинної регресії (3.6) має вигляд:

$$z = a_0 + a_1 u_1 + a_2 u_2 + \dots + a_n u_n \quad (3.10)$$

Логарифми чисельних значень всіх відібраних показників підлягають кореляційному аналізу з обчисленням наступних параметрів:

1. Визначаються середні значення функцій та факторів-аргументів:

$$\bar{z} = \frac{\sum z}{N}; \quad \bar{u}_i = \frac{\sum u_i}{N} \quad (3.11)$$

2. Середньоквадратичні відхилення:

$$\sigma_{u_i} = \sqrt{\frac{\sum (u_i - \bar{u}_i)^2}{N}} \quad (3.12)$$

3. Визначення парних коефіцієнтів кореляції між кожною функцією та кожним фактором-аргументом та між самими факторами-аргументами здійснюється за формулою:

$$r_{zu_i} = \frac{\sum_{j=1}^N (u_{ij} - \bar{u}_i)(z_j - \bar{z})}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (u_{ij} - \bar{u}_i)^2 \sum_{j=1}^N (z_j - \bar{z})^2}} \quad (3.13)$$

4. Розрахунок середньоквадратичної помилки коефіцієнта кореляції ( $\sigma^2$ ) та надійності коефіцієнтів парної кореляції ( $\mu$ ) здійснюємо відповідно за формулами:

$$\sigma^2 = \frac{1 - r^2}{\sqrt{N}}; \quad (3.14)$$

$$\mu = \frac{|r|\sqrt{N}}{1 - r^2} \quad (3.15)$$

Якщо коефіцієнт надійності  $\mu \geq 2,6$ , то зв'язок між ознаками можна вважати надійним.

5. Визначення коефіцієнтів множинної регресії здійснюємо за формулою Крамера:

$$a'_i = -\frac{\sigma_z}{\sigma_{u_i}} - \frac{\Delta z u_i}{\Delta z z} \quad (3.16)$$

логарифм вільного члена рівняння регресії за формулою:

$$\ln A_0 = z - a'_1 \ln u_1 - a'_2 \ln u_2 - \dots - a'_n \ln u_n \quad (3.17)$$

6. Після знаходження всіх параметрів рівняння регресії здійснюємо перехід до формули (3.6).

З метою оцінки повноти впливу на функцію відібраних найбільш суттєвих факторів-аргументів розраховуємо множинний коефіцієнт кореляції ( $R$ ) між функцією ( $z$ ) та відібраними факторами аргументами:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Delta}{\Delta z z}} \quad (3.18)$$

$\Delta$  - визначник, побудований на основі парних коефіцієнтів кореляції.

Отримане значення  $R$  має бути наближене до 1, тобто  $R \approx 1$ . Тоді можна зробити висновок, що в отриману залежність включені найбільш вагомі фактори аргументи.

Також визначено множинний коефіцієнт детермінації:

$$D = R^2 \quad (3.19)$$

Даний коефіцієнт вказує на долю коливання функції при коливанні показників, що входять у формулу.

В отриману формулу підставляємо числові значення для організаційно-технологічного об'єкта, що розглядається, покажному стратегічному сценарію та отримуємо величину розрахункових значень, які порівнюємо з фактично отриманими, а також здійснюємо оцінювання отриманих залежностей.

Отримані багатофакторні рівняння регресії показують, як в середньому змінюється показники ефективності функціонування організаційно-технологічного об'єкту пов'язаних зі зміною врахованих факторів при середньому впливі неврахованих для кожного стратегічного сценарію [190].

Побудова комплексної моделі стратегічного управління організаційно-технологічного об'єкта базується на комплексному використанні евристично-експертних методів та формалізованих статистичних методів, що підвищує достовірність моделювання та забезпечує гнучкість моделі. Запропонована комплексна модель стратегічного управління дає змогу визначити сценарій розвитку об'єкта управління та спрогнозувати динаміку досягнення стратегічних цілей, динаміку споживання ресурсів, динаміку зміни показників ефективності результатів діяльності системи, а це в свою чергу дає можливість визначити оптимальний варіант побудови стратегію розвитку організаційно-технологічного об'єкта на довгостроковий період.

### **3.2. Імітаційна модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням сезонності виробництва та невизначеності**

Оцінювання ефективності кожного сценарію, розробленого на основі комплексної моделі стратегічного управління ОТО з врахуванням сезонного типу

виробництва здійснюється на основі імітаційної моделі, що характеризується більшим числом компонентів і причинно-наслідкових зв'язків між компонентами. Комплексна модель стратегічного управління ОТО, що складається із взаємодіючих між собою сітьових субмоделей визначення цілей, логічного управління діями й оцінювання впливів факторів на показники ефективності характеризується відповідно графом цілей, графом дій (операцій), графом показників.

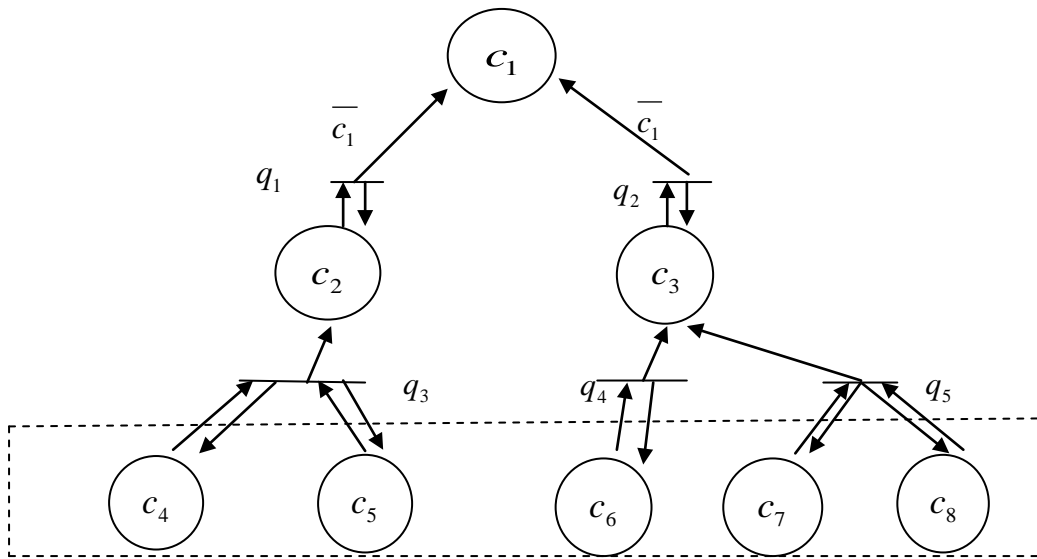
Комплексна модель визначена на заданій дискретній шкалі часу з рівними проміжками між тактовими моментами. Передбачається, що будь-яка подія в комплексній моделі (зовнішні ризики, внутрішні ризики, досягнення мети, ініціювання й завершення дій, зміна показників ефективності) відбувається тільки в тактові моменти, які співставляються з переходами в графі дій. Дискретна комплексна модель є досить простою, зручною для сприйняття. Однак у реальній ОТС при управлінні в умовах невизначеності події можуть відбуватися усередині проміжків між заданими тактовими моментами. У дискретній моделі можливе зміщення подій у часі й перенесення у найближчий тактовий момент.

Тому для підсилення комплексної моделі запропоновано розглянути неперервно-дискретну імітаційну модель управління організаційно-технологічними об'єктами сезонного типу в умовах невизначеності з відображенням динаміки показників на безперервній часовій шкалі, а динаміки дій - на дискретній. Тактові моменти не задаються, а обчислюються із застосуванням формального апарата індикаторної логіки [171]. Динаміка показників з урахуванням їх взаємовпливу описується багаточленними функціями з областю визначення на числовій осі.

Дана модель є доповненням комплексної моделі управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та дає більш детальну та адекватну картину функціонування системи.

Модель функціонує наступним чином. Динамічна модель визначення цілей стратегічного управління організаційно-технологічним об'єктом будується на основі на мережі Петрі [186], вершини якої відповідають цілям  $c_i, i = 1, \dots, r$  (рис. 3.6).

Переходи  $q_j, j=1, \dots, s$  зв'язують цілі  $c_i$  різного рівня, так що кожна ціль нижнього рівня з'єднана з переходом двома протинаправленими стрілками, а перехід з ціллю верхнього рівня – однією стрілкою, що позначена змінною  $\bar{c}_i$ . Між цілями встановлені кон'юнктивна та диз'юнктивна залежності. Ціль  $c_i$  вважається досягнутою, тобто  $c_i = 1$ , якщо вершина  $c_i$  містить мітку. Якщо мітка відсутня, то ціль не досягнута і  $c_i = 0$ .



$\tau$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$c_1$														×
$c_2$												×		
$c_3$									×					
$c_4$									×					
$c_5$								×						
$c_6$											×			
$c_7$							×							
$c_8$								×						

Рисунок 3.6 - Динамічне визначення цілей стратегічного управління ОТС

В результаті побудови динамічної моделі визначення цілей спостерігаємо рух міток згідно напрямку вгору в залежності від можливостей досягнення цілей. При цьому відношення цілей верхнього та нижнього рівней визначаються як кон'юнктивне та диз'юнктивне. При кон'юнктивному відношенні для досягнення цілі верхнього рівня обов'язкове виконання всіх цілей нижнього рівня. При диз'юнктивному відношенні необхідне виконання лише однієї з цілей нижнього рівня. На рис. 3.6 кон'юнктивними є відносини:  $(c_2 - c_4, c_5), (c_7 - c_8, c_3)$ , диз'юнктивними:  $(c_1 - c_2, c_3), (c_6 - c_7, c_8, c_3)$ .

Після дослідження динамічної моделі визначення цілей стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами маємо можливість дослідження можливих сценаріїв розвитку об'єктів управління, а також отримати механізм адекватного відображення динаміки складних організаційно-технологічних систем та можливості побудови паралельних процесів. Результатом моделювання визначення цілей є лінійний графік досягнення цілей на заданому часовому інтервалі  $[\tau = 0, \tau = e]$ , (рис 3.8). Графік досягнення цілей будується безпосередньо по цільовій мережі.

На рис. 3.8 у момент  $\tau = 9$  досягаються (внаслідок зовнішнього впливу) ціль найнижчого рівня  $c_4$ . Підціль  $c_5$  не впливає на свою надціль  $c_2$ , Ціль  $c_7$  викликає в момент  $\tau = 7$  досягнення цілі верхнього рівня  $c_3$ . Подальших переключень (без впливу на початкові позиції) не відбувається, у цільовій мережі встановлюється рівновага. В момент  $\tau = 8$  мітка заноситься в початкову позицію  $c_5$ , спрацьовує перехід  $q_3$  і в момент  $\tau = 12$  мітка вноситься в позицію  $c_2$ . Далі в момент  $\tau = 14$  спрацьовує  $q_1$  і мітка вноситься в позицію  $c_1$ , досягнута глобальна ціль.

Таким чином, динамічне моделювання визначення цілей в стратегічному управлінні організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності дає можливість врахувати керуючі впливи та фактори зовнішнього середовища, що дозволяє прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей з врахуванням поточного стану об'єкту управління та зовнішнього середовища.

Моделювання зміни динаміки показників ефективності.

Нехай процес, що реалізований у системі стратегічного управління організаційно-технологічного об'єкту, характеризується показниками ефективності  $p_i$ ,  $i = 1, \dots, n$  (кількість виготовленої продукції, коефіцієнт виробництва, тривалість виробництва, NPV). Кожному показнику поставимо у відповідність змінну  $x_i$ , що є функцією неперервного часу  $\tau$  та характеризує показник ефективності:

$$x_i(\tau) = a_{i0} + a_{i1}\tau + \dots + a_{ik}\tau^k \quad (3.23)$$

де  $a_{il}$  - константи,  $l = 1, \dots, k$ .

Із часом всі показники ефективності змінюються. Причому на показники ефективності  $p_i$  можуть впливати показники, що характеризують події зовнішнього середовища  $p_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ ,  $i \neq j$ , тому показник ефективності в момент  $\tau$  буде виражатись формулою:

$$p_i(\tau) = x_i(\tau) + \sum_j b_{ji} \times x_j(\tau) \quad (3.24)$$

де  $b_{ji}$  – коефіцієнт, що визначає вплив  $p_j$  на  $p_i$ . Значення  $a_{il}$ ,  $b_{ji}$  можуть бути як позитивними, так і негативними.

У графі показників вершини відповідають показникам  $p_i$ , ребра  $(p_{i_1}, p_{i_2})$ ,  $i_1, i_2 = 1, \dots, n$ ,  $i_1 \neq i_2$  відповідають впливу  $p_{i_1}$  на  $p_{i_2}$ , що мають коефіцієнти  $b_{i_1, i_2}$ . Приклад графа показників даний на рис. 3.9.

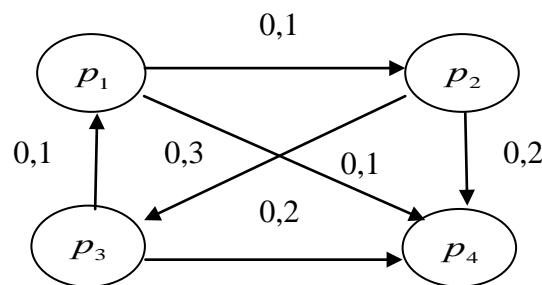


Рисунок 3.9 - Приклад графа показників ефективності

Функції, що характеризують показники ефективності, згідно (3.23) є лінійними ( $k = 1$ ). Тому виразимо їх як:

$$\begin{aligned} x_1(\tau) &= 3 + 0,4\tau \\ x_2(\tau) &= 3 - 0,4\tau \end{aligned} \quad (3.25)$$



$$x_3(\tau) = 5 + 0,2\tau$$

$$x_4(\tau) = 5 - 0,2\tau$$

Застосувавши до графу на рис 3.9 співвідношення (3.23), (3.25), отримаємо:

$$k_1(\tau) = 3 + 0,4\tau + 0,2(3 - 0,4\tau) = 3,6 + 0,32\tau$$

$$k_2(\tau) = 3 - 0,4\tau + 0,1(3 + 0,4\tau) = 2,3 - 0,36\tau \quad (3.26)$$

$$k_3(\tau) = 5 + 0,2\tau + 0,1(5 + 0,2\tau) + 0,1(5 - 0,2\tau) = 6 + 0,2\tau$$

$$k_4(\tau) = 5 - 0,2\tau + 0,1(2 + 0,5\tau) + 0,1(2 - 0,5\tau) = 6 - 0,2\tau$$

Таблиця 3.9

Лінгвістично-бальне значення показників

Лінгвістична оцінка значення	Бальна оцінка
Дуже низька	$2 > p_i \geq 0$
Низька	$4 > p_i \geq 2$
Середня	$6 > p_i \geq 4$
Висока	$9 > p_i \geq 7$
Дуже висока	$12 > p_i \geq 10$
Надвисока	$p_i \geq 12$

При наявності необхідної інформації показники ефективності функціонування об'єкта задаються числовими змінними з певною областю значень. Якщо відповідної інформації недостатньо, то вводяться лінгвістичні змінні з якісними значеннями типу «дуже низький», «низький», «середній», «високий», «дуже високий» рівень. Якісні значення оцінюються числом балів по спеціальній шкалі (наприклад п'яти- або десятибальній). У такий спосіб лінгвістичні змінні перетворюються в числові зі стандартною областю визначення. Оскільки показники в реальній системі можуть вимірятися у різних одиницях (так, наприклад, NPV вимірюється в грн., кількість виготовленої продукції у тис. тон, тривалість виробництва в часових одиницях), використаємо для них єдину лінгвістично-бальну шкалу, що представлено в таблиці 3.9.

Моделювання динаміки дій.

Визначення графу дій базуватиметься на положеннях індикаторної логіки [154, 157], що є підкласом булевої алгебри.

Визначення 3.1. Індикатором критерію називається булева змінна виду  $(p_i \# q)$ , де  $p_i$  – числова змінна (значення показника ефективності, що виражено бальною оцінкою),  $q$  – числова змінна або константа (еталонне значення показника ефективності),  $\# \in \{=, \neq, >, \leq, <, \geq\}$  – знак бінарного відношення  $(p_i \# q)$  приймає значення:

$$p_i \# q = \begin{cases} 1, & \text{якщо виконується відношення } \# \\ 0, & \text{якщо не виконується} \end{cases}$$

Визначення 3.2. Критеріальною формулою (КФ) називається вираз, що отриманий шляхом застосування  $n$  - го числа разів до індикаторів критеріїв логічних операцій диз'юнкції, кон'юнкції, заперечення ( $\wedge, \vee, \neg$ ).

Таблиця 3.10

## Еквівалентні перетворення КФ

Назва	Формальний опис
Поглинання	$(p > e_1) \wedge (p > e_2) = (p > \max(e_1, e_2))$ $(p > e_1) \wedge (p < e_2) = (p < \max(e_1, e_2))$ $(p > e_1) \vee (p > e_2) = (p > \max(e_1, e_2))$ $(p > e_1) \vee (p < e_2) = (p < \max(e_1, e_2))$
Доповнення	$(p \geq e) \wedge (p < e) = 0$ $(p > e) \wedge (p \leq e) = 0$ $(p \geq e) \vee (p < e) = 1$ $(p > e) \vee (p \leq e) = 1$
Заперечення	$\overline{(p > e)} = (p \leq e)$ $\overline{(p \geq e)} = (p < e)$ $\overline{(p < e)} = (p \geq e)$ $\overline{(p \leq e)} = (p > e)$

Над КФ виконуються еквівалентні перетворення на основі класичних тотожностей (прості операції диз'юнкції, кон'юнкції, заперечення, імплікація, еквівалентність) і додаткових співвідношень відповідно до таблиці 3.10 (буква  $e$  означає константу).

Основою графа дій є мережа Петрі [186]. В таблиці 3.11 наведені логічні умови, що визначають здійснення переходів цієї мережі. Позиції  $\Delta d_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , мережі Петрі відповідають діям, переходи  $t_j$ ,  $j = 1, \dots, g$ , – подіям, що характеризуються запуском і/або завершенням дій,  $v_i, i = 1, \dots, l$  – події, що викликані факторами зовнішнього середовища. Виконання дій моделюється знаходженням мітки у відповідній позиції. Перехід активований, якщо у всіх його вхідних позиціях є мітка, і здійснюється, якщо він активований і крім того виконується співвіднесена переходу логічна умова (табл. 3.11). При здійсненні переходу з його вхідних позицій віддаляються мітки, а у вихідні позиції мітки вносяться.

Логічною умовою переходу  $t_j$  є кон'юнкції трьох КФ:

- затримки від моменту активування переходу  $t_j$  до деякого заданого моменту, що виражається індикатором ( $\xi_j = e_j$ ), де  $e_j$  – число одиниць безперервного часу;
- зовнішньої події ( $v_\omega = e_\omega$ ), що відповідає впливу середовища на модельовану систему управління;
- внутрішньої події, обумовленого значеннями відхилень показників ефективності управління.

Всі три складові логічні умови переходу задаються експертом.

Таблиця 3.11

Логічні умови спрацювання переходів

Перехід	Затримка дії	Зовнішня подія	Внутрішня подія
$t_1$	$\xi_1 = 1$	$v_1 = 1$	$(p_1 < 2) \wedge (p_2 = 0) \wedge (p_3 = 0)$
$t_2$	$\xi_2 = 2$	-	$(p_1 \geq 2) \wedge (p_1 < 3) \wedge ((p_2 > 0) \vee (p_3 > 0))$

Продовження табл. 3.11.

$t_3$	$\xi_3 = 1$	-	$(p_1 \geq 2) \wedge (p_1 < 3) \wedge (p_2 > 0) \wedge (p_3 > 0)$
$t_4$	$\xi_4 = 2$	$v_2 = 1$	$(p_1 \geq 3) \wedge (p_1 < 4) \wedge (p_2 > 1) \wedge (p_3 > 1)$
$t_5$	$\xi_5 = 2$	-	$(p_1 \geq 3) \wedge (p_1 < 4) \wedge (((p_2 \geq 3) \wedge (p_2 < 5)) \vee (p_3 > 2))$
$t_6$	$\xi_6 = 2$	-	$(p_1 \geq 3) \wedge (p_1 < 4) \wedge (p_2 \geq 3) \wedge (p_2 < 5) \wedge (p_3 > 2)$
$t_7$	$\xi_7 = 1$	-	$(p_1 \geq 4) \wedge (p_1 < 6) \wedge (((p_2 \geq 5) \wedge (p_2 < 7)) \vee (p_3 > 4))$
$t_8$	$\xi_8 = 1$	-	$(p_1 \geq 6) \wedge (p_1 < 9) \wedge (p_2 \geq 7) \wedge (p_2 \leq 10) \wedge (p_3 > 8) \wedge (p_3 \leq 10)$
$t_9$	$\xi_9 = 1$	-	$(p_1 \geq 6) \wedge (p_1 \leq 10) \wedge (p_2 \geq 5) \wedge (p_2 \leq 10) \wedge (p_3 > 5) \wedge (p_3 \leq 10)$

Функціонування графа дій здійснюється наступним чином. Кожному переходу  $t_j$  ставиться у відповідність умовний лічильник часу  $\tau_j$ , що настраюється на число  $e_j$ . Таймер запускається при активації переходу  $t_j$  і зупиняється при досягненні числа  $e_j$ . Із цього моменту граф «очікує» настання зовнішньої й внутрішньої події. При настанні зовнішньої чи внутрішньої події спрацьовує перехід  $t_j$  і здійснюється повернення до нульового часового значення. Зовнішніми подіями, що впливають на стратегічний сценарій можуть бути зміна курсу валюти, зміна законодавства, зміна в постачанні енергоресурсів, зміна ціни на енергоресурси та ін.

Показниками, що характеризують настання таких зовнішніх подій є показник зниження дохідності, показник збільшення витрат, показник збільшення втрат готової продукції у виробництві. Настання таких подій безпосередньо впливає на зміну показників ефективності сценарію. Момент настання зовнішньої події непередбачений, момент настання внутрішньої події розраховується по процедурі, що описана нижче. Внутрішні події стосуються безпосередньо технологічного

режиму функціонування об'єкту управління, а також змін в його організаційній структурі.

#### Часовий аналіз умов спрацьовування переходів на графі дій

Нехай заданий інтервал моделювання системи як ділянка осі  $\tau$ , на якому виділимо одиниці часу  $\tau = 0, \dots, s$ . На осі часу  $\tau$  виділимо моменти  $\{\tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_m\}$ , де моменту  $\tau_0$  відповідає вектор початкових значень внутрішніх факторів  $d(\tau_0) = d_1(\tau_0), \dots, d_m(\tau_0)$ , а моментам  $\tau_1, \dots, \tau_{m-1}$  - зовнішні впливи на показники ефективності. У момент  $\tau_j, j=1, \dots, m-1$  настання зовнішньої події вектор  $\Delta d(\tau_j) = \Delta d_1(\tau_j), \dots, \Delta d_n(\tau_j)$  ініціює перехідний процес на графі дії, що завершується встановленням рівноваги до настання наступного моменту  $\tau_{j+1}$ .

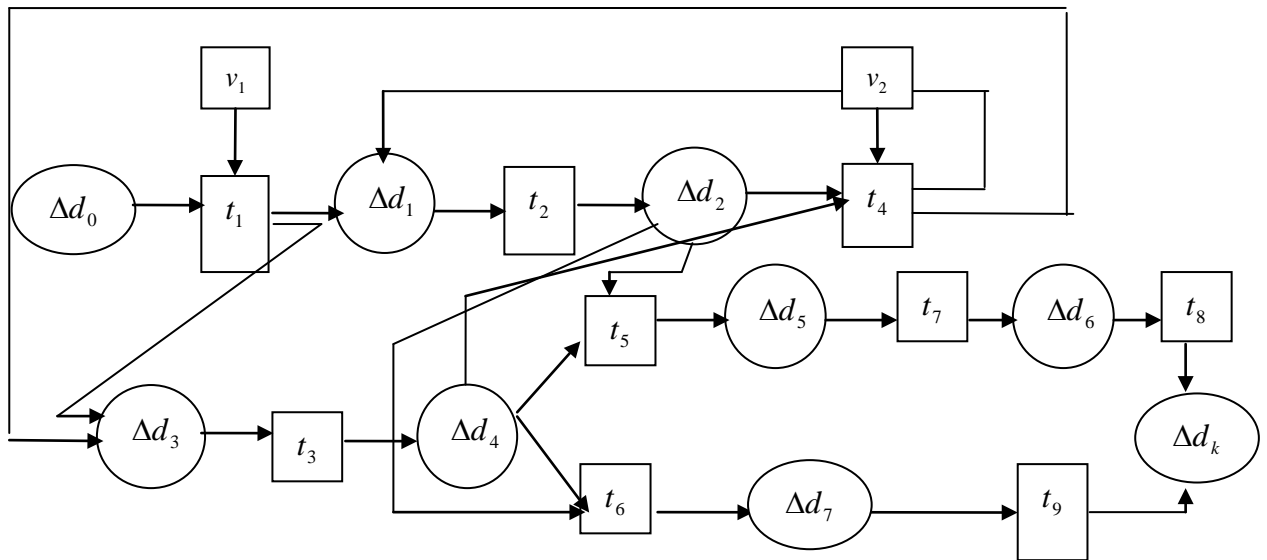


Рисунок 3.7 – Мережа Петрі – основа графу процесів

Момент  $\tau_m$  є завершальним в моделі, що розглядається, у часовому проміжку, йому відповідає вектор кінцевих значень  $d(\tau_m) = d_1(\tau_m), \dots, d_n(\tau_m)$ .

Прийmemo, що зовнішній вплив у момент  $\tau_j, j=1, \dots, m-1$ , породжує в графі дії мітку  $\Delta d_i(\tau_j)$ , що проходить ланцюжок переходів  $t_{j1}, \dots, t_{jk}$ , що спрацьовують відповідно в моменти  $\tau_{j1}, \dots, \tau_{jk}, \tau_j < \tau_{j1} < \dots < \tau_{jk}$  на інтервалі  $[\tau_j, \tau_{j+1})$ . Кінцева числова характеристика мітки  $\Delta d_i(\tau_j) \times z_{j1} \times \dots \times z_{jk}$ , причому всі коефіцієнти  $z_{jr}, r=1, \dots, k$ , за абсолютною величиною менше одиниці. Отже, з кожним наступним переходом

числова характеристика мітки спадає та не перевищує заданого граничного значення. Останнє інтерпретується як видалення мітки, тобто  $\Delta d_i(\tau_{jk}) = 0$ .

Для кожної внутрішньої події (таблиця 3.3) визначимо відрізок усередині цього інтервалу, що характеризує тривалість події. Застосуємо процедуру:

1. В КФ внутрішньої події замість показників  $k_i$  підставимо їх вираз у вигляді багаточлена (3.26).
2. Для кожного індикатора формули вирішимо нерівність (або рівняння) відносно  $\tau$  і представимо це рішення відрізком (крапкою) на інтервалі моделювання.
3. Відповідно до порядку логічних операцій  $\wedge, \vee, \neg$ , що зафіксовано в КФ, виконаємо відповідні їм теоретико-множинні операції над відрізками – перетин  $\cap$ , об'єднання  $\cup$ , доповнення  $\setminus$ .

КФ =  $(p_1 \geq 3) \wedge (p_1 < 4) \wedge (((p_2 \geq 3) \wedge (p_2 < 5)) \vee (p_3 > 2))$  для переходу  $t5$ .

Після кроку 1 маємо:

$$(3,6 + 0,32\tau \geq 3) \wedge (3,6 + 0,32\tau < 4) \wedge (((2,3 - 0,36\tau \geq 3) \wedge (2,3 - 0,36\tau < 5)) \vee (6 + 0,2\tau > 2)).$$

Вирішивши лінійні нерівності у внутрішніх дужках, отримаємо вираз:

$$(\tau \geq -1,87) \wedge (\tau < 5) \wedge (((\tau \leq -0,34) \wedge (\tau > -7,5)) \vee (\tau > -20)).$$

Перейдемо до графічного подання на часовій шкалі (рис. 3.8).

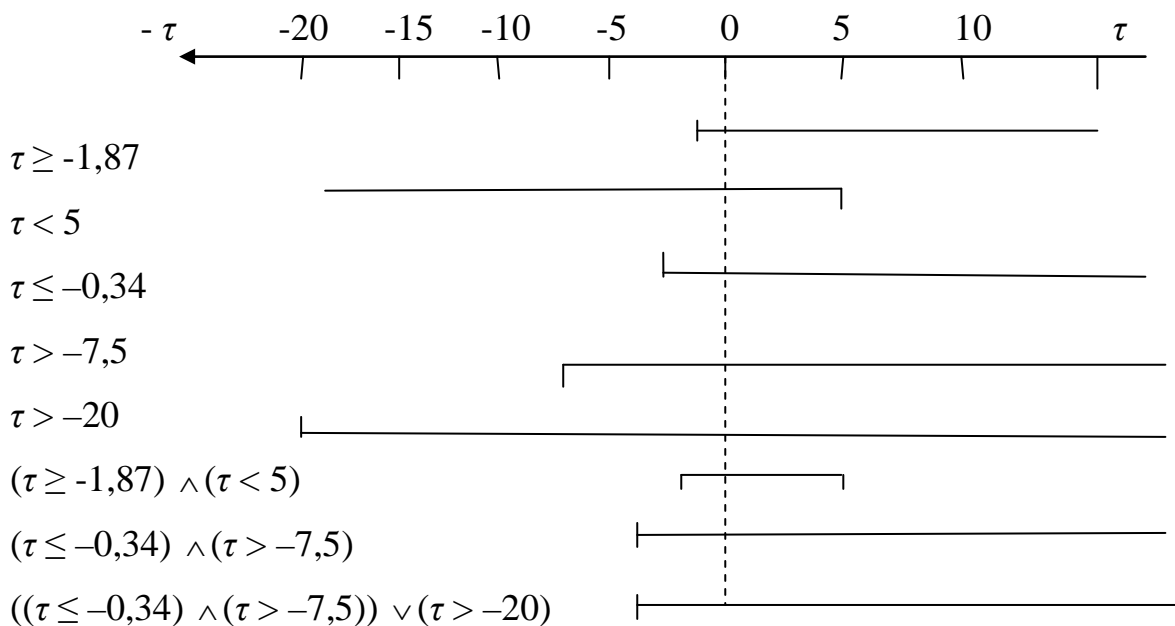


Рисунок 3.8 – Часова діаграма КФ внутрішньої події

Негативні моменти відповідають «минулому», тобто часу  $-t$  до початку моделювання. З діаграми на рис. 3.8 випливає, що при прийнятих нами параметрах моделі (рис. 3.8, таблиця 3.11) спрацьовування переходу  $t_5$  графу дій можливо, якщо ще до початку імітаційного експерименту показники системи будуть задовольняти умові, зазначеній в таблиці 3.11. Якщо це неприйнятно, то треба змінити критеріальні формули для внутрішніх подій. Запропонований графічний метод часового аналізу динаміки моделі в ході імітаційного моделювання стратегічного управління ОТО дозволяє:

- визначати на інтервалі моделювання відрізки часу, на яких настання зовнішньої події може впливати на спрацьовування переходу графа дій та зміну значень показників ефективності;
- враховувати внутрішні події, які
- не тільки відбуваються на інтервалі моделювання, але й відбувалися «в минулому» - до проведення імітаційного експерименту та призвели до зміни показників ефективності та вплинули на реалізацію стратегічного сценарію розвитку ОТО.

### **3.3. Методи і моделі оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами**

Для складних організаційно-технологічних об'єктів характерні такі властивості як наявність підсистем, що пов'язані між собою складними структурними та функціональними відношеннями; наявність ієрархічної структури, що обумовлена існуванням глобальної цілі та локальних цілей підсистем; необхідність адаптації до зміни внутрішніх умов функціонування та зовнішнього середовища; велика розмірність задачі управління. Враховуючи наявність в складі організаційно-технологічного об'єкту оптимальної кількості підсистем, задача оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами при вибраній

стратегії зводиться до оптимального управління кожною підсистемою згідно визначених критеріїв ефективності.

Оперативне управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням особливостей функціонування розглянуто як декомпозицію підсистем згідно організаційно-технологічних ознак та здійснено оцінювання ефективності їх виробничої діяльності. Для складної ієрархічної структури розглянутих об'єктів управління, зокрема технологічних комплексів неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.), задачу глобального оцінювання ефективності здійснено як узагальнене оцінювання ефективності функціонування основних відділів, при цьому кожен з відділів складається з окремих технологічних агрегатів, в яких здійснюються окремі технологічні процеси.

В ході оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами важливим є поточна оцінка ефективності, що відповідає кожному поточному періоду. Тому доцільним є використання методу ситуаційного управління, що заснований на ідеях теорії штучного інтелекту. Суть даного методу полягає в представленні знань про об'єкт управління та способах управління ним з використанням логіко-лінгвістичних моделей, нечіткої логіки, процедур навчання та узагальнення при генерації управлінських рішень згідно поточних ситуацій для побудови багатокрокових рішень. В теорії нечіткої логіки терм формалізується нечіткою множиною за допомогою функції належності [191]:

$$\sigma(A) = \{x | \mu_A(x) > 0\} \quad (3.27)$$

де  $A$  – нечітка множина,  $\mu_A(x)$  - функція належності  $x$  до  $A$ .

Отримання найбільш ефективного оперативного управління ТК неперервного типу можливе шляхом зміни матеріальних та технологічних режимів. Тому оцінювання ефективності функціонування ТК неперервного типу дає можливість визначення подальших перспектив та прийняття відповідних управлінських рішень.

Моделювання оцінювання ефективності здійснюється на основі дослідження впливу параметрів виробництва організаційно-технологічного об'єкта на



показники ефективності шляхом побудови когнітивної карти, вершини якої відповідають показникам, дуги відповідають впливам показника функціонування на показник ефективності, причому дуга позначається «вагою» – позитивним або негативним числом, що задається експертом (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Вагові коефіцієнти параметрів виробництва, що впливають на показники ефективності

Показники ефективності	Параметри виробництва				
	Кількість переробленої сировини, т ( $v_1$ )	Продуктивність, т ( $v_2$ )	Вихід готової продукції, % ( $v_3$ )	Витрати, % ( $v_4$ )	Втрати у виробництві, % ( $v_5$ )
Кількість виробленої продукції, т ( $p_1$ )	0,24	0,10	0,26	0,21	0,19
Коефіцієнт виробництва ( $p_2$ )	0,17	0,14	0,29	0,18	0,22
Тривалість виробництва, діб ( $p_3$ )	0,19	0,15	0,21	0,20	0,25

Виконаємо побудову когнітивної карти (рис. 3.9), вершини  $v_j$  якої відповідають параметрам виробництва, а вершини  $p_i$  відповідають показникам ефективності.

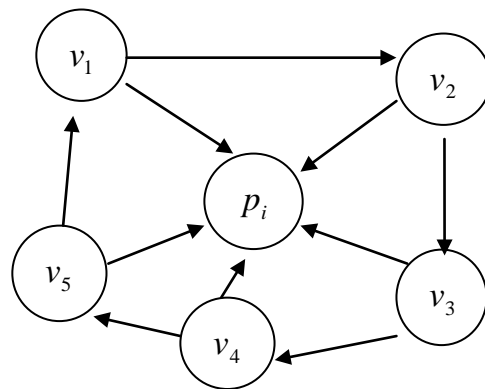


Рисунок 3.9 – Когнітивна карта взаємозв'язків параметрів виробництва та показників ефективності

Ребра  $(p_i v_j)$  даної когнітивної карти відповідають впливу параметра  $v_j$  на показник  $p_i$  і виражаються парою функцій  $\gamma_{ki}^+(p_i), \gamma_{ki}^-(p_i)$ , що відображають відповідно позитивні та негативні впливи. Вплив параметра  $v_j$  на показник  $p_i$  у момент  $\tau$  виражено функцією:

Вплив параметра  $v_j$  на показник  $p_i$  у момент  $\tau$  буде виражено функцією:

$$f_{ji}(\tau) = \begin{cases} \gamma_{ji}^+(p_i(\tau)), & \text{якщо } p_i v_j(\tau) > 0 \\ \gamma_{ji}^-(p_i(\tau)), & \text{якщо } p_i v_j(\tau) < 0 \\ 0, & \text{якщо } p_i v_j(\tau) = 0 \end{cases} \quad (3.28)$$

У момент часу  $\tau$  показник  $p_i$  характеризується множиною  $X_i(\tau)$ , що складається із значення відхилення показника ефективності  $p_i^*(\tau)$ , впливу параметра  $v_j$  на показник  $p_i$  у момент  $\tau$   $f_{ji}(\tau)$ , що визначаються на основі (3.28), а також оцінкою показника ефективності  $\mu(p_i(\tau))$ , що визначається експертом на основі даних про виробництво:

$$X_i(\tau) = p_i(\tau) \cup \{f_{ji}(\tau)\} \cup \mu(p_i(\tau)) \quad (3.29)$$

Тоді показник  $p_i$  визначається залежністю:

$$p_i = f(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5) \quad (3.30)$$

Оцінювання ефективності будемо здійснювати на основі узагальненого критерію ефективності, що виражається через індекс ефективності функціонування організаційно-технологічного об'єкту в певний період. Індекс ефективності формується як :

$$W = \sum_{i=1, \dots, n} \mu(p_i) w(p_i), \quad (3.31)$$

де  $w(p_i)$  - вагові коефіцієнти показників ефективності ТК  $p_i$ , що визначається експертами;  $\mu(p_i)$  - відповідні оцінки кожного показника.

Таким чином, ефективність ТК неперервного типу визначається як:

$$ef(F_{st}, F) = W \quad (3.32)$$

В момент  $\tau$  ефективність ТК неперервного типу визначається як:

$$ef(F_{st}, F) = W_i(\tau) \quad (3.33)$$

Вихідна функція  $f(s, w)$  та критеріальна функція ефективності  $E(s, w, f(s, w))$  дають можливість оцінювання ефективності організаційно-технологічного об'єкту, що змінюється згідно закону:

$$x = f(s, w) \quad (3.34)$$

де  $s$  – обрана стратегія відповідно до визначеного індексу ефективності  $W$ .

Множина  $W$  є множиною значень індексів ефективності  $W$ . Початкова умова  $x_0$  для рівняння (3.34) розглядається як збурюючий параметр, що належить множині індексів ефективності  $W$ , тобто

$$x_0 = w \in W \quad (3.35)$$

Цільова функція пов'язана з критеріальною функцією ефективності  $E$  та задається за допомогою рівності:

$$Z(s, w) = E(s, w, f(s, w)) \quad (3.36)$$

Вираз (3.36) дає можливість визначити безпосередню залежність цільової функції  $Z$  на відміну від критеріальної функції  $E$  від обраної стратегії  $s$  та індекса ефективності  $w$ . Опосередковано через функцію ефективності  $E$  цільова функція  $Z$  виходячи з (3.34) залежить від значення  $x$ , на яке впливає через функцію  $f$  прийняте рішення  $u$ .

Тоді необхідно вибрати таку стратегію на допустимій множині стратегій  $S$

$$\bar{s} \in S, \quad (3.37)$$

щоб для всіх  $w$  з  $W$  виконувалась нерівність:

$$Z(\bar{s}, w) \leq \varphi(w) \quad (3.38)$$

де  $\varphi$  – функція допустимості, що визначає максимально допустиме значення цільової функції  $Z$ , що співпадає згідно з (3.36) з критеріальною функцією  $E$ .

Для розв'язання сформульованої задачі вибору найкращої стратегії для ТК неперервного типу на основі оцінювання ефективності ТК (3.34) - (3.38) запропоновано інтелектуальний метод, що базується на комбінації методів експертних оцінок, дерева рішень, динамічного програмування, а також евристик.

В процесі побудови стратегічного дерева множину  $S$  всіх можливих стратегій розбиваємо на підмножини  $S_1, \dots, S_m$ , де кожному стратегічному рішенню  $S_j, j = \overline{1, m}$  ставиться у відповідність індекс ефективності  $w_j$ , тобто маємо:

$$S_j = \sum_{j=1}^n s_j(w_j) \quad (3.39)$$

$$f(S_1, S_2, \dots, S_m) = \max_{x_i \in X_i} W(p_1, p_2, \dots, p_n)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, m; \quad m = 1, \dots, M \quad (3.40)$$

Введемо обмеження на ресурси для кожної стратегії  $S_j$ :

$$\sum_{k=1}^l r_{jk} \leq R_j, \quad l = 1, 2, \dots, L \quad (3.41)$$

Згідно принципу оптимальності Белмана маємо:

$$f_n(S_{1n}, S_{2n}, \dots, S_{mn}) = \max_{w_n \in W_n} \{f_{n-1}[W_{1n} - w_{1n}(p_n), W_{2n} - w_{2n}(p_n), \dots, W_{mn} - w_{mn}(p_n)] + Z(s_n, w_n)\} \quad (3.42)$$

Процедура розв'язання задачі вибору оптимальної стратегії на основі індексу ефективності ТК неперервного типу полягає в наступному:

1. Оцінюється ефективність функціонування ТК неперервного типу на часовому інтервалі  $\tau_n$  шляхом визначення індексу ефективності  $W_n$ .
2. Визначається множина допустимих стратегій  $S_n, n = 1, \dots, N$  згідно індексу ефективності  $W_n$ .
3. Розв'язання функціонального рівняння (3.42) на часовому інтервалі  $\tau_n$  і визначення послідовності  $f_n(S_{mn}), m = 1, \dots, m$  та відповідних залежностей  $p_n(f_n), n = 1, \dots, N$  а також функцій  $S_{jn}(f_n), j = 1, \dots, M$ .
4. Визначення  $E = \max_{w_n} f(S_{mn})$ , при якому виконуються обмеження (3.41) при  $m = 1, \dots, M$ .
5. Відновлення оптимальної стратегії згідно залежностей  $f_n(S_{mn})$  та  $p_n(f_n)$ .
6. Кінець алгоритму.

Так як рішення, що прийняті в певний момент часу, є лише частиною загальної реалізації вибраної стратегії, то для вибору управління на даному етапі необхідно не тільки оцінити ефективність функціонування об'єкту управління, але також і

прогнозувати результати прийнятого рішення в поточній ситуації з врахуванням можливих ризиків, а також факторів невизначеності.

Враховуючи умови невизначеності та складність організаційно-технологічних об'єктів, що розглядаються, вихідні знання про такі об'єкти та способи управління можуть бути не в достатньо повному обсязі. Тому система оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності повинна мати можливість корегувати свої знання про об'єкти та методи управління ними. Для цього в рамках оперативного управління розроблено відповідні бази знань з залученням досвідчених експертів про об'єкт управління, його функціонування, способи управління ним, а також бази знань про показники і критерії ефективності та відповідні рішення.

Для ТК неперервного типу характерні складні процеси (тепло- та масообмін, гідродинаміка, хімічні перетворення), що забезпечують отримання готової продукції за наявної сировини, енергетичних та матеріальних ресурсів. Підсистема оперативного управління розробляється на основі експертної системи, головною задачею якої є оцінка стану об'єкта та вибір стратегічного сценарію розвитку ТК на основі отриманих оцінок. Робоча пам'ять експертної системи включає такі області: технологічних змінних для відображення в реальному часі їх оцінок та порівняння з допустимими межами відхилень; параметрів та показників, які є квазістатичними протягом виділеного часу (горизонту прогнозу), оцінки узагальнених показників; проміжної інформації для задач оцінювання ТК та прогнозування техніко-економічних показників.

### **3.4. Методи і моделі управління ризиками організаційно-технологічних об'єктів**

В умовах сьогодення нестабільність оточуючого середовища, внутрішнього середовища об'єкту управління не дозволяє здійснити прогноз майбутнього стану об'єкту з високою точністю. Досить важливим в ході управління організаційно-технологічними об'єктами є врахування ризиків, ризикових подій, управління

ризиком, методи попередження ризикових подій. А тому доцільним є розробка інформаційної технології управління ризиками, що забезпечить виконання функцій ідентифікації ризиків, оцінки ризиків, уникнення ризиків.

Вирішення комплексного завдання підвищення ефективності організаційно-технологічного об'єкту в умовах невизначеності можливе шляхом розробки комплексного методу управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків на основі побудови нечіткої когнітивної моделі управління ризиками. Тому розроблено метод управління ризиками на основі нечітких когнітивних карт, що дає можливість прийняття стратегічних рішень з врахуванням впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ.

Виходячи з цього важливого значення набуває дослідження умов та причин виникнення ризикових подій, розробка заходів зниження ймовірності ризику, уникнення настання ризику або зменшення витрат в результаті настання ризику. Виконання цих функцій забезпечить розроблена інформаційна технологія управління ризиком для організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням сезонності виробництва, зокрема ТК неперервного типу, що надасть можливості зменшення перевитрати ресурсів та втрати цільового продукту у виробництві.

Ризик визначається як характеристика стану системи (наслідки управлінського рішення тощо), що функціонує в умовах невизначеності, описувана сукупністю подій, ймовірності цієї події і функції втрат. Іноді ризиком називають очікуваний збиток, а рівнем безпеки – різницю між максимальним і очікуваним збитком [192].

Управління ризиком передбачає [193]:

1. Використання всіх можливих (допустимих з моральної та правової точок зору) засобів для того, щоб уникнути чи знизити ступінь ризику, що пов'язаний зі значними (катастрофічними) збитками.

2. Контроль ризику, коли немає можливості уникнути його цілком (якщо це суттєвий ризик), оптимізація ступеня ризику, чи максимально можливе зниження обсягів та ймовірності можливих збитків.

3. Свідоме прийняття (збереження) чи навіть збільшення ступеня ризику у випадку, коли це має сенс.

Згідно [194], процедура управління ризиком схематично представлена на рис.3.10.

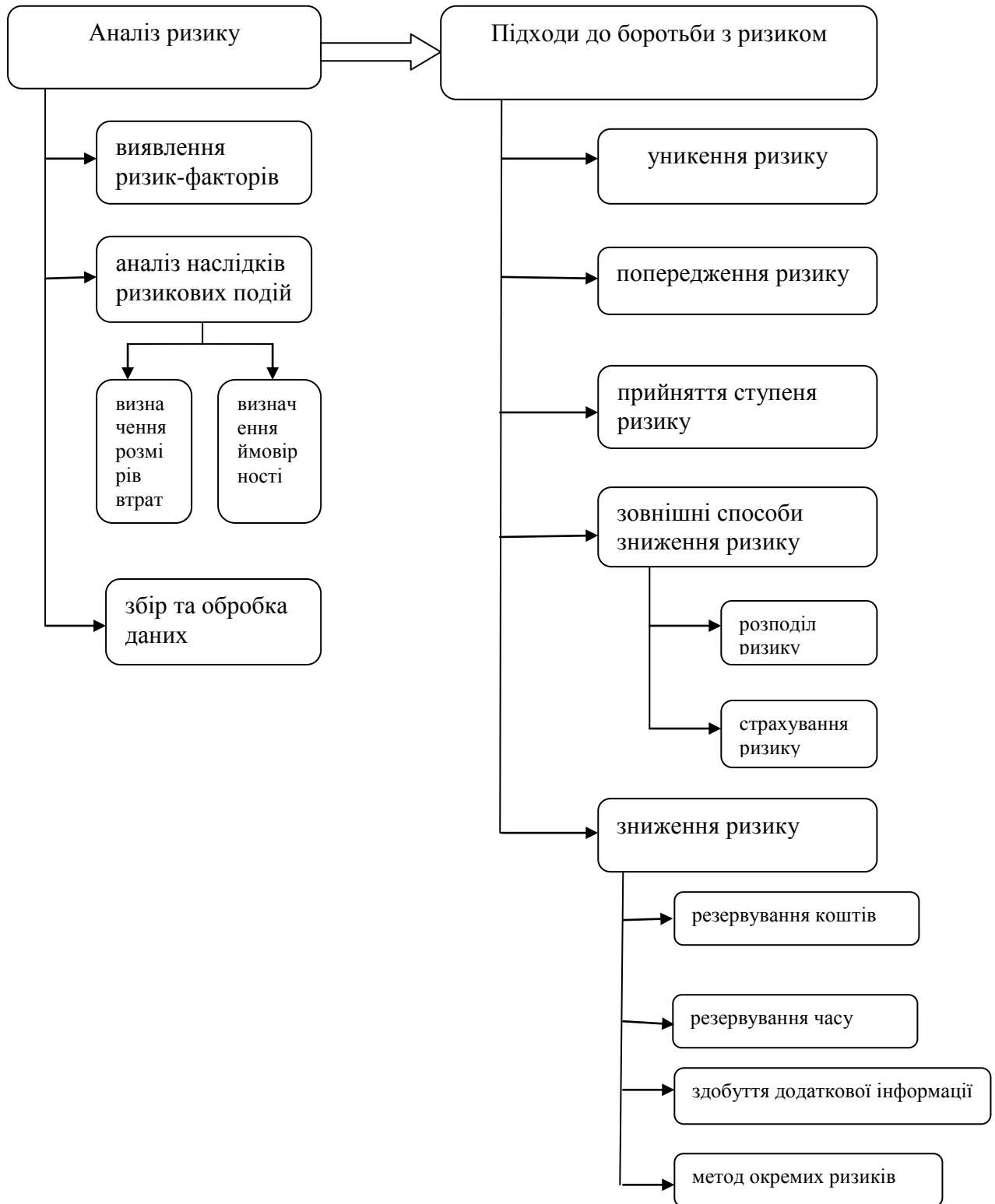


Рисунок 3.10 – Базова процедура управління ризиком.

Ризики породжуються різними факторами зовнішнього середовища та внутрішнього стану системи. У відповідності до класифікації невизначеностей пункту 2.1.2 в загальному вигляді ризики стратегічної діяльності ОТС можна розподілити наступним чином (рис.3.11).

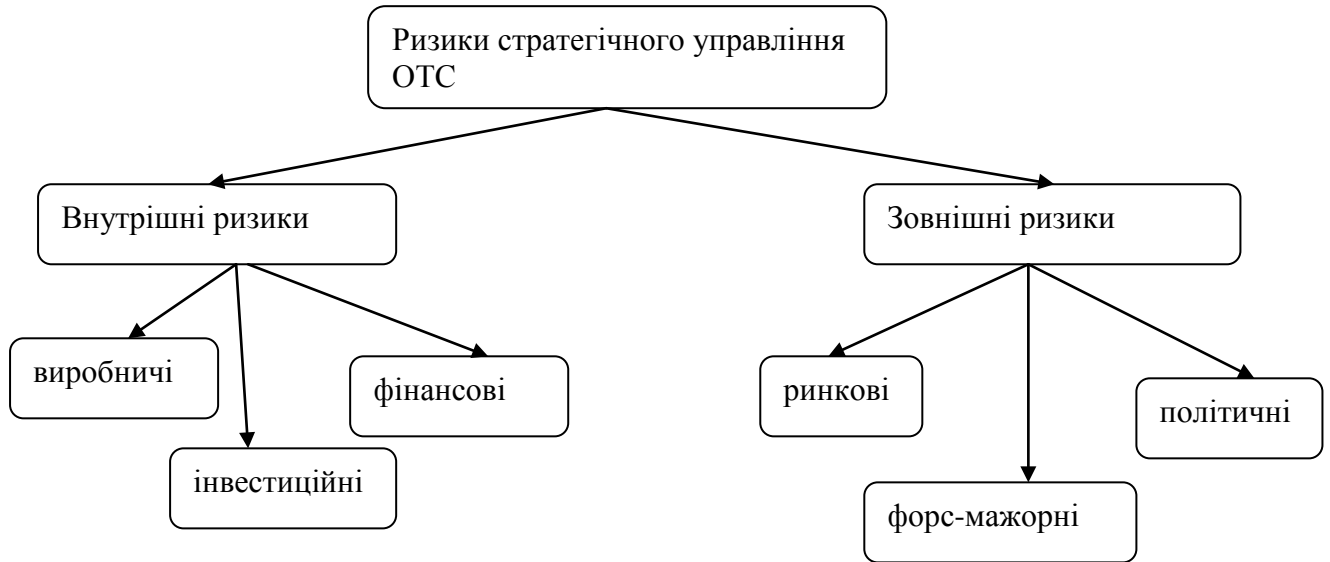


Рисунок 3.11 – Класифікація ризиків стратегічного управління ОТС.

В ході дослідження проблеми управління ризиками використовуються різні моделі та методи, що характеризуються наявністю та повнотою вихідної інформації. В залежності від повноти вихідної інформації ризикові ситуації класифікують наступним чином рис. 3.12.

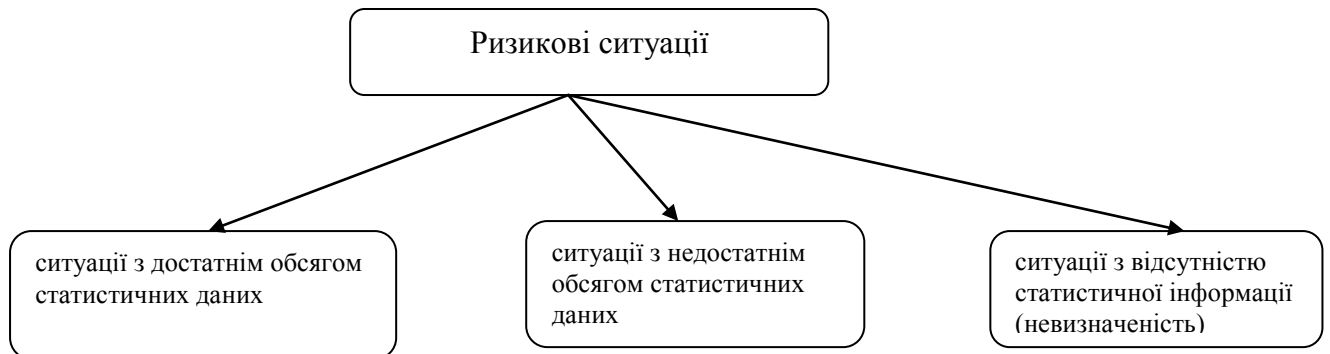


Рисунок 3.12 – Класифікація ризикових ситуацій.



Існуючі методи управління, такі як «метод дерева рішень», метод «платіжної матриці», різні ігрові моделі і таке інше, надають можливості прийняття рішення в ситуаціях, коли можлива вірогідно-статистична оцінка наслідків рішень, тобто в умовах повної інформованості. Тому їх неможливо застосувати при наявності ризикових ситуацій третього типу. Виникає необхідність застосування для зниження ступіню невизначеності та ризиків в ході стратегічного управління ТК експертної інформації, яка надасть можливості оцінки за допомогою порядкових рангів шкал виникнення ризикових ситуацій, ступінь впливу факторів ризику різної природи на цільові показники системи, а також виявити найбільш значимі фактори ризику.

Узагальнююча технологія врахування та аналізу ризику передбачає наступні два етапи. На першому етапі вирішується задача синтезу оптимального методу управління. Якщо невизначені фактори відсутні (модель детермінована), то необхідність управління ризиком відсутня. Якщо в моделі присутні невизначені фактори, то може бути отримано параметричне рішення задачі синтезу. Якщо значення невизначеного параметра стане відомим на момент прийняття рішень, то можливо безпосереднє використання параметричних рішень. В іншому випадку можливі два варіанти.

Одним з підходів може бути усунення невизначеності і рішення детермінованої задачі, тобто розрахунок на найгірший випадок, очікувану корисність і т.д. При цьому управління ризиком полягає в аналізі залежності оптимального рішення від інформації, наявної про невизначений параметр.

Іншим підходом до управління ризиком є дослідження залежності оптимального рішення від значень невизначених параметрів, і пошук рішення, оптимального в рамках наявної інформації про можливі значення невизначених параметрів. Прикладами є: аналіз чутливості ( стійкості ) рішення за параметрами моделі, використання рішень, що володіють максимальною гарантованою ефективністю в заданій області значень невизначених параметрів, а також застосування узагальнених рішень - сімейства параметричних рішень задачі управління, в якому параметром є втрати в ефективності, залежні від області значень параметрів моделі, в якій дане рішення є ефективним [195].

Існують два основні класи методів управління ризиком. Перший клас методів – це методи, метою яких є зниження ризику виникнення несприятливих і надзвичайних ситуацій. До цього класу методів належать зовнішні та внутрішні методи, що спрямовані на зниження рівня ризику: стимулювання, оподаткування, квотні, резервування та інші. Другий клас методів стосуються перерозподілу ризику, що спрямовані, в першу чергу, не на зниження рівня ризику, а на його перерозподіл і зниження негативних наслідків настання несприятливих подій.

Нехай в ході стратегічного управління запропоновано альтернативні сценарії з високими показниками ефективності, однак із високим ступенем ризику. Тоді, якщо  $p$  – вірогідність отримання нульового значення показника ефективності системи,  $(1 - p)$  – вірогідність отримання значення показника ефективності системи  $x$ . Очікуване значення показника ефективності системи складе:

$$E = (1 - p) x. \quad (3.43)$$

Якщо врахувати, що  $x$  – показник, що визначає вкладені інвестиції. Виходячи з цього, альтернативні рішення умовно можна розділити на три групи:

- 1) нейтральні до ризику – рішення, на реалізацію яких не впливають ризикові події, тобто  $E = (1 - p) x$
- 2) ризиковані – рішення, що мають бути реалізовані при умові наявності ризиків,  $E = p x$ .
- 3) Не ризиковані – рішення, що реалізуються при умові відсутності ризиків,  $E = x$ .

В ході формалізації процесу прийняття рішення необхідно отримати вираз, в якому враховані всі ознаки проблемної ситуації, і в якому ціль пов'язана із засобами її досягнення. Тому доцільним є комплексне дослідження управління складних організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням ризиків на основі когнітивного підходу. Побудова математичної моделі дасть можливість ідентифікувати можливі ризики, використання когнітивного підходу в короткі строки дасть можливість розробити та обґрунтувати стратегію управління ТК неперервного типу з врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану об'єкту управління.

Стратегічне управління організаційно-технологічними системами характеризується надійністю та ризиком, що впливає на ефективність функціонування організаційно-технологічної системи [196]. Під надійністю управління розглядається властивість, що забезпечує приналежність основних параметрів системи, які характеризуються областю визначення процесів функціонування. Числовою характеристикою надійності управління є ймовірність виходу параметрів системи з допустимої множини при заданому управлінні. Отримуємо багатокритеріальну задачу прийняття рішень. Надійність є протилежним поняттям ризику.

Якщо  $x \in X$  – поточний стан організаційно-технологічної системи,  $P(u)$  – множина станів організаційно-технологічної системи, що залежить від керуючого впливу  $u \in U$ , що належить допустимій множині  $U$  (при використанні управління  $u$  система виявляється в одній з точок множини  $P(u)$ ). Введемо на множині  $X \times U$  скалярну функцію  $E(x, u): X \times U \rightarrow ef$ , що визначимо як критерій ефективності функціонування системи. Критерій ефективності співставляє кожному значенню пари «стан – управління» дійсне число. Ефективність управління представляється величиною:

$$ef = \max_{x \in P(u)} E(x, u) \quad (3.44)$$

Задача управління полягає у виборі керуючого впливу  $u \in U$ , на якому б досягався максимум (3.44), тобто оптимальним вважається управління, що має максимальну ефективність:

$$ef = \arg \max_{x \in P(u)} E(u) = \arg \max_{u \in U} \max_{x \in P(u)} E(x, u) \quad (3.45)$$

Таким чином, стан системи залежить від управління і ризику, тобто  $P = P(u, Risk)$ . Отже, критерій ефективності функціонування  $ef$  також повинен залежати від ризику :

$$E(x, u, Risk): X \times U \times Risk \rightarrow ef, \quad (3.46)$$

і ефективність управління, у свою чергу, повинна залежати від цього параметра:

$$E(u, Risk) = \max_{x \in P(u, Risk)} E(x, u, Risk) \quad (3.47)$$

Залежність ефективності управління (3.47) від стану організаційно-технологічної системи дає можливість розглядати задачу синтезу оптимального управління як двокритеріальну задачу. Відомо, що універсальних методів вирішення багатокритеріальних задач не існує (єдина загально визнана рекомендація – виділення множини рішень, ефективних за Парето).

Якщо за аналогією з (3.46) максимізувати критерій (3.47) на множині допустимих керуючих впливів, то отримаємо параметричний керуючий вплив:

$$u(Risk) = \arg \max_{u \in U} E(u, Risk) = \arg \max_{u \in U} \max_{x \in P(u, Risk)} E(x, u, Risk) \quad (3.48)$$

Якщо на момент прийняття рішення керуючою підсистемою (або, у разі асиметричної інформованості, після спостереження стану керованої підсистеми) значення критерію ефективності  $ef$  організаційно-технологічної системи стає йому відомо, то можливе використання параметричних рішень виду (3.48). При цьому ефективність управління дорівнює ефективності управління в умовах повної інформованості [125].

Таким чином, для заданого керуючого впливу  $u \in U$  існують дві характеристики: ефективність  $E(u)$  та ризик  $Risk(u)$ . Задачу (двокритеріального) синтезу керуючих впливів можна сформулювати або як задачу синтезу керуючих впливів, що має максимальну ефективність при заданому рівні ризику:

$$\begin{cases} E(u) \rightarrow \max_{u \in U} \\ Risk(u) \leq Risk_0 \end{cases}, \quad (3.49)$$

або як задачу синтезу управління, що мінімізує ризик при заданому рівні  $E_0$  ефективності:

$$\begin{cases} Risk(u) \rightarrow \min_{u \in U} \\ E(u) \geq U_0 \end{cases}, \quad (3.50)$$

Управління ризиком полягає в аналізі залежності оптимального рішення від інформації, що є наявною при невизначеному параметрі (рис.3.13). Альтернативою є дослідження залежності оптимального рішення від значень невизначених

параметрів, і пошук рішення, оптимального в рамках наявної інформації про можливі значення невизначених параметрів.

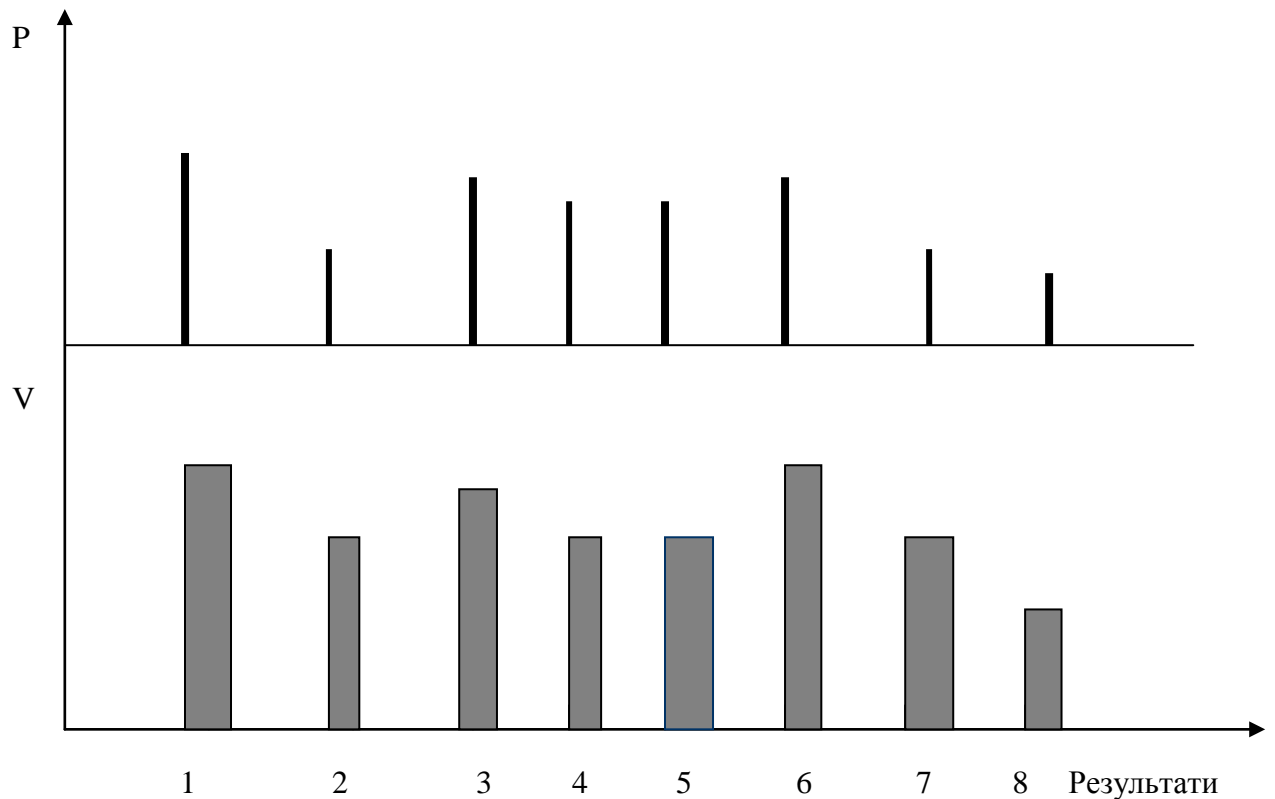


Рисунок 3.13 – Графік залежності між ризиком та результатами

Виходячи з того, що ступінь (міра) ризику [192] визначається як добуток імовірності невдачі (небажаних наслідків) та величин цих наслідків, які мають місце в цьому випадку:

$$Risk_i^n = P_i^n \cdot V_i^n, \quad (3.51)$$

$P_i^n$  – імовірність ризикованої події  $n$ -го виду при виконанні  $i$ -ї операції стратегічного сценарію,  $n = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків,  $k$  – загальна кількість операцій стратегічного сценарію;

$V_i^n$  - величина втрат від ризикової події  $n$ -го виду при виконанні  $i$ -ї операції стратегічного сценарію, грн.  $n = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків,  $k$  – загальна кількість операцій стратегічного сценарію.

Цільову функцію математичної моделі ризиків стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами представимо таким чином:

$$Risk \rightarrow \min, \quad (3.52)$$

Якщо ризики відносяться до різних сфер діяльності та/або їх міра ризику відрізняється, а негативні фактори виникають в залежності один від одного, вірогідність їх виникнення оцінюється шляхом логічного додавання, тобто ступінь ризику розраховується як сума добутків ризиків одних подій на можливості інших.

$$Risk = \sum_{n=1}^m Risk^n \rightarrow \min \quad (3.53)$$

$$n = \overline{1, m},$$

де  $n$  - номер ризику,  $n = \overline{1, m}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків.

В ході стратегічного управління організаційно-технологічним об'єктом виділено ряд ризикових подій, настання яких є найбільш ймовірним та впливає на досягнення глобальної цілі  $C$ , а також визначити математичні моделі оцінювання ризиків:

1. Ризик збільшення вартості сценарію -  $Risk^{\Pi}$ . Характеристикою цього ризику є вектор імовірностей збільшення фактичної вартості процесів в результаті досягнення глобальної цілі  $C$  порівняно зі сценарними:

$$P^{\Pi} = \langle P_1^{\Pi}, P_2^{\Pi}, \dots, P_i^{\Pi}, \dots, P_k^{\Pi} \rangle \quad (3.54)$$

де  $P_i^{\Pi}$  - розподіл імовірностей збільшення фактичних витрат  $V_i$  процесу  $D_i$  при досягненні проміжної цілі  $c_i$ .

Тобто, кожен сценарій характеризується процесами, реалізація яких забезпечує досягнення відповідних цілей, ресурсами, які споживаються при виконанні процесів, а також ймовірностями досягнення проміжних цілей( рис.3.14)

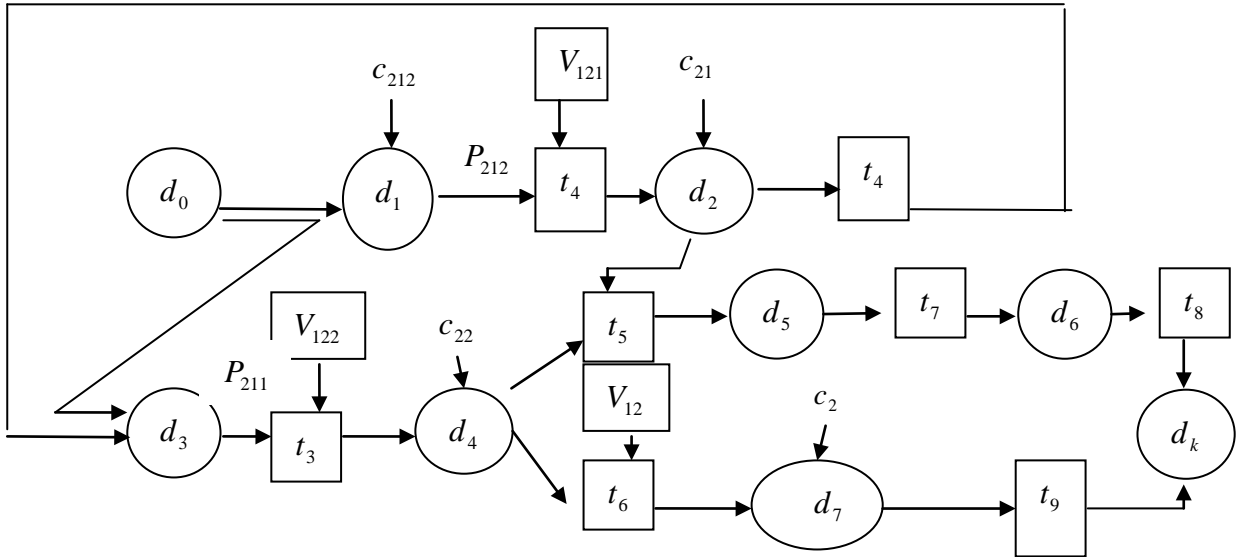


Рисунок 3.14 – Діаграма дій сценарію з врахуванням ймовірностей досягнення цілей та витрат ресурсів.

Фактичні витрати  $V_i$  при реалізації процесу  $D_i$  характеризуються спожитими ресурсами та втратами в результаті неповного досягнення цілі, тобто маємо:

$$V_i = r_i + \Delta V_i \tag{3.55}$$

Тоді отримаємо залежність між спожитими ресурсами при реалізації процесу  $D_i$  та ймовірністю збільшення фактичного обсягу витрат на реалізацію процесу  $D_i$  (рис.3.18).

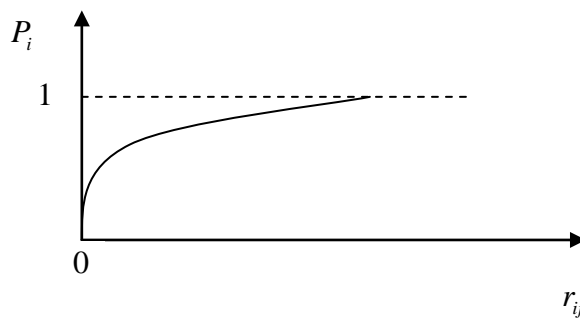


Рисунок 3.15 - Залежність між спожитими ресурсами та ймовірністю настання ризикової події

Міра ризику, пов’язаного із збільшенням фактичних витрат  $V_i$  при реалізації процесу  $D_i$ , направлено на досягнення цілі  $c_i$  розраховується за формулою:

$$Risk_i^{\Pi} = \sum_{j=0}^e P_i^{\Pi}(r_{ij}) \times (r_{ij} + \Delta V_i), \quad (3.56)$$

де  $P_i^j(r_{ij}) = (1 - e^{-r_{ij}}) \cdot \prod_j (P_{ij} \cdot E_{ij})$ ,

$E_{ij}$  - ступінь досягнення цілі С.

Враховуючи специфіку окремого підприємства, маємо:

$$P_i^j(r_{ij}) = (1 - e^{-\alpha \cdot r_{ij}}) \cdot \prod_j (P_{ij} \cdot E_{ij}), \quad (3.57)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт виробничих витрат окремо взятого підприємства.

2. Ризик зовнішніх факторів - пов'язаний з впливом зовнішніх факторів (зміна валютного курсу, зміна вартості енергетичних ресурсів) на виконання процесів сценарію.

Ризик підвищення вартості енергоресурсів опишемо наступним чином:

Оскільки

$$P^E = \langle P_1^E, P_2^E, \dots, P_i^E, \dots, P_k^E \rangle \quad (3.58)$$

де  $P_i^E$  - розподіл імовірностей підвищення вартості енергоресурсів при реалізації процесу  $D_i$ .

$$P_{ij}^E = f(Z_v, \Delta v);$$

де  $\Delta v$  - вартість, на яку збільшилась вартість процесу  $d_i$ ;

$$\Delta v_{y+1} = \Delta v_y + \Delta v_{\text{крок}},$$

$$\forall y, y = \overline{0, f}, 0 \leq p_{ij}^E(\Delta v_y) \leq 1, \Delta v_0 = 0,$$

де  $\Delta v_{\text{крок}}$  - крок дискретизації, зміни вартості;  $f$  - кількість кроків розподілу.

Міра ризику, пов'язаного із підвищенням вартості енергоресурсів виконання процесу  $D_i$  в момент  $j$  розраховується за формулою

$$Risk_{ij}^E = \sum_{y=0}^f P_{ij}^E(\Delta v_y) \times \Delta v_y \times V_{\text{приб}}, \quad (3.59)$$

де  $V_{\text{приб}}$  - втрачений прибуток (значення отримується із техніко-економічного обґрунтування реалізації стратегічного сценарію).



3. Ризик поставок ресурсів - пов'язаний із забезпеченням процесів сценарію необхідними ресурсами на момент реалізації сценарію. Характеристикою цього ризику є матриця імовірностей затримок поставок ресурсів для виконання процесів

$$P^K = \begin{pmatrix} P_{11}^K & \dots & P_{1j}^K & \dots & P_{1h}^K \\ & & & & \\ & & & & \\ P_{i1}^K & \dots & P_{ij}^K & \dots & P_{ih}^K \\ & & & & \\ & & & & \\ P_{k1}^K & \dots & P_{kj}^K & \dots & P_{kh}^K \end{pmatrix},$$

де  $P_{ij}^K$  - дискретний розподіл імовірностей затримок поставок кожного з необхідних для виконання процесів ресурсів до моменту використання в залежності від розміру затримки.

$$P_{ij}^K = f(X_j, T^R, \Delta t) \quad (3.60)$$

де  $\Delta t$  - кількість днів затримки поставки ресурсу;

$T^R$  - момент поставки ресурсу  $X_j$ ;

$$\Delta t = 0 \text{ при } T^R \leq t_i^v;$$

$$\Delta t = T^R - t_i^v \text{ при } T^R > t_i^v,$$

де  $t_i^v$  - момент початку процесу  $D_i$ .

$$\forall x, x = \overline{1, N}, 0 \leq p_{ij}^K(\Delta t_x) \leq 1,$$

де  $N$  - кількість кроків розподілу.

$$T^R = T^{\text{start}} + n * T^{\text{крок}},$$

де  $T^{\text{start}}$  - початок реалізації сценарію;

$T^{\text{крок}}$  - крок дискретизації часу (день, місяць, рік);

$n$  - номер моменту часу:

$$0 \leq n \leq N, N = (T_{\text{дир}} - T^{\text{start}}) / T^{\text{крок}}.$$

Будемо вважати, що сценарій практично забезпечений матеріально-технічними ресурсами і ресурси, необхідні для виконання роботи, поставляються в повному обсязі.

Тоді повинні виконуватись наступні умови:

$$\forall X_j \lim_{T^R \rightarrow T_{\text{дир}}} P_{ij}^K(0) = 1;$$

$$P_{ij}^K(T^{\text{start}} + n * T^{\text{кпок}} - t_i^c) \leq P_{ij}^K(T^{\text{start}} + (n+1) * T^{\text{кпок}} - t_i^v).$$

У випадку, коли ресурс  $X_j$  не потрібний при виконанні процесу  $D_i$ , елемент матриці

$$P_{ij}^K = 0.$$

Міра ризику затримки поставки ресурсу  $X_j$  для процесу  $D_i$  визначається за формулою

$$Risk_{ij}^K = \sum_{x=0}^N P_{ij}^K(\Delta t_x) \times \Delta t_x \times V_{\text{проб}}. \quad (3.61)$$

Для підвищення точності задавання імовірностей появи ризикованих подій розглянутих 3-х видів виконується апроксимація функцій розподілу імовірностей за допомогою методу найменших квадратів, що забезпечує перехід до безперервних функцій щільностей розподілу імовірностей.

Прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності та ризиків здійснюється в декілька етапів:

1. Виявлення найбільш значущих ризик - факторів зовнішнього середовища та внутрішнього стану системи.
2. Визначення початкового набору ефективних заходів щодо зниження можливості виникнення ризикових ситуацій або мінімізації їх наслідків.
3. Моделювання можливих сценаріїв розвитку ТК з врахуванням ризиків
4. Вибір ефективного сценарію досягнення цілей управління ТК згідно врахованих ризиків.

Для реалізації першого етапу застосовано підхід когнітивного моделювання. Побудуємо в узагальненому вигляді нечітку когнітивну карту управління ризиками для організаційно-технологічних об'єктів (рис. 3.16) на основі побудованого типового сценарію в пункті 3.1.2.

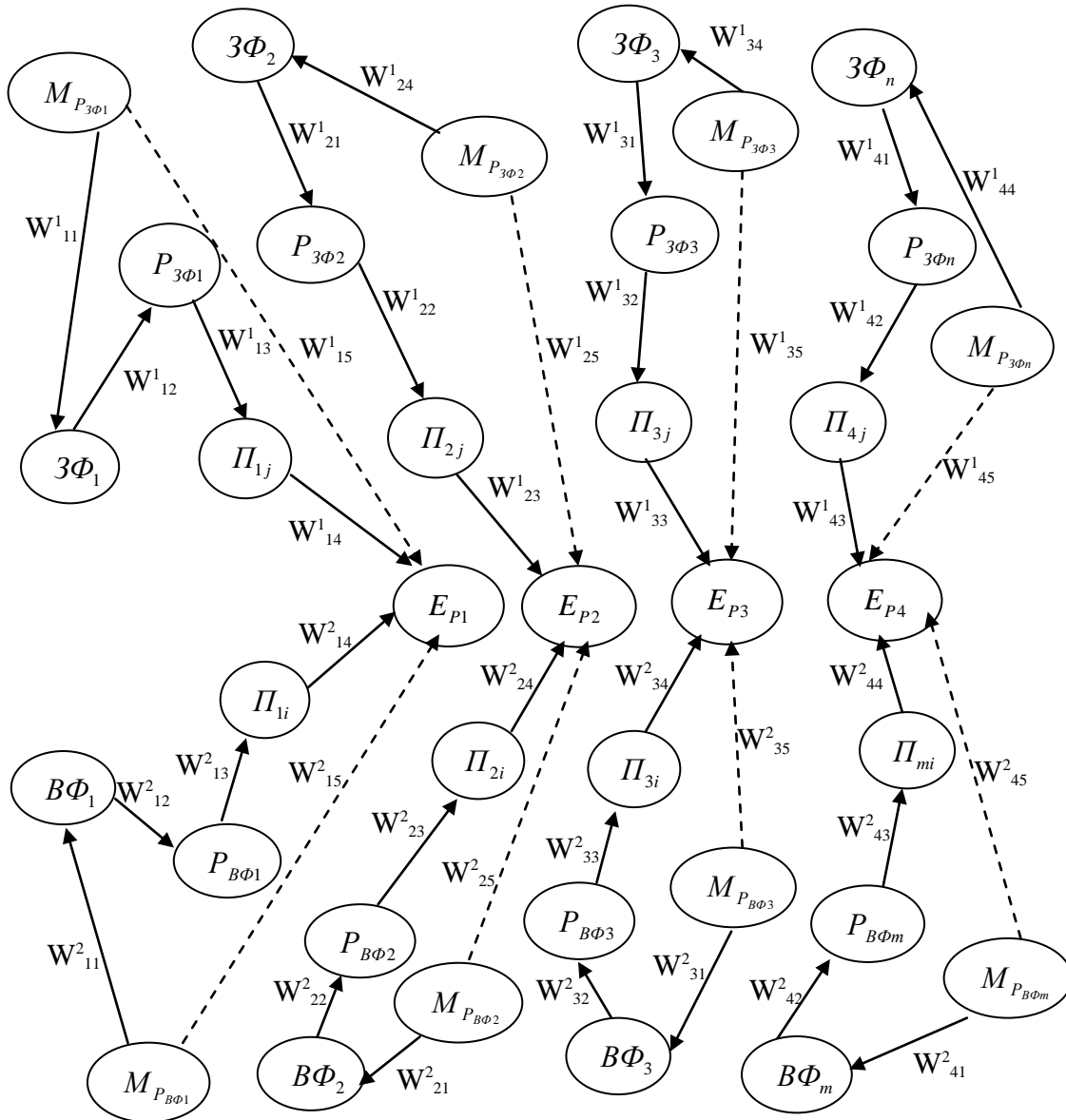


Рисунок 3.16 – Узагальнена нечітка когнітивна карта управління ризиками ТК  
неперервного типу

Вершини когнітивної карти відповідають факторам (концептам), що визначають:

- джерела виникнення ризикових ситуацій у зовнішньому і внутрішньому середовищі ТК неперервного типу, тобто фактори зовнішнього ( $3\Phi_1, \dots, 3\Phi_n$ ) та внутрішнього середовища ( $B\Phi_1, \dots, B\Phi_m$ );

- ризики, викликані визначеними факторами що впливають на реалізацію певного стратегічного рішення  $(P_{зФ1}, P_{ВФ1}, \dots, P_{зФn}, P_{ВФm})$  (показники (індикатори) прогнозування виникнення та розвитку ризикових ситуацій);
- показник наслідку виникнення ризикових ситуацій для ТК;
- заходи, що необхідні для запобігання або зниження рівня різних видів ризиків  $(M_{P_{зФ1}}, M_{P_{ВФ1}}, \dots, M_{P_{зФn}}, M_{P_{ВФm}})$ ;
- показники ефективності функціонування ТК  $(E_{P1}, \dots, E_{P4})$ .

Орієнтовані ребра визначають причинно-наслідкові (каузальні) зв'язкам між факторами, що характеризують їх взаємний вплив один на одного. Ваги характеризують силу впливу факторів. В даному випадку для того щоб характеризувати силу впливу між вузлами-концептами вводяться ваги  $w_{ij} \in W$ , які характеризують ступінь впливу одного концепта на інший за допомогою значення лінгвістичної шкали типу (*дуже малий, малий, середній, великий, дуже великий*).

Розрізняємо впливи прямі та непрямі. Прямим впливом визначаємо вплив суміжних вершин, що задається елементами матриці суміжності. Непрямий вплив фактора  $i$  на фактор  $j$  визначаємо як вплив через шлях довжини більше 1, що йде від фактора  $i$  до фактора  $j$ . Сумарний вплив — це результуючий вплив по всіх шляхах від фактора  $i$  до фактора  $j$ . Для визначення вершин когнітивної карти та сили даних взаємозв'язків застосовується метод експертних оцінок.

Згідно моделі Коско впливи обчислено наступним чином. Непрямий вплив  $I_p$  фактора  $i$  на фактор  $j$  через шлях  $P$ , що йде з фактора  $i$  в фактор  $j$ , визначається співвідношенням:

$$I_p = \min_{k,l \in E(P)} w_{kl} \quad (3.62)$$

де  $E(P)$  — множина ребер шляху  $P$  та  $w_{kl}$  — вага ребра  $(k, l)$  шляху  $N$ , яка виражається в термінах лінгвістичних змінних.

Сумарний вплив  $T_{ij}$  фактора  $i$  на фактор  $j$  визначається співвідношенням:

$$T_{ij} = \max_{I_p} I_p, \quad (3.63)$$

де максимум береться зі всіх шляхів  $P(i, j)$  від фактора  $i$  в фактор  $j$ . Таким чином, операція  $I_p$  виділяє найбільш слабкий зв'язок у шляху  $P$ , а операція  $T_{ij}$  виділяє найбільш сильне з непрямих впливів  $I_p$  [148].

Ребра графа (рис.3.16) відображають силу впливу факторів зовнішнього середовища з одного боку та факторів внутрішнього стану системи з іншого боку на виникнення ризикових ситуацій та визначаються експертними методами. Настання ризикової події має певні наслідки, що впливає на значення показників ефективності об'єкта управління.

Вершини графа відповідають зовнішнім та внутрішнім факторам, що впливають на виникнення ризикових ситуацій, а також характеризуються індикаторами (показниками, які визначаються експертами), які впливають на показники ефективності управління організаційно-технологічним об'єктом.

На етапі моніторингу ризикових ситуацій проводиться оцінювання ймовірності настання ризику і обчислюється агреговане значення величини ризику як згортка нечіткої оцінки можливості  $i$  - ї небезпечної події і величини збитку від цієї події. Для кожного інтервалу значень ризику  $P_{\phi_1}$ , які можуть, наприклад, відповідати, допустимому, прийнятному і неприйнятному рівню ризику, вибираються ефективні основні та резервні заходи, які мають найбільший вплив на ймовірність настання ризику.

Для визначення ефективних профілактичних заходів здійснюється послідовне включення в модель відповідних вузлів - концептів ( $M_{P_{\phi_1}}, M_{P_{\phi_2}}, \dots, M_{P_{\phi_n}}, M_{P_{\phi_m}}$ ). Для побудованих нечітких когнітивних карт визначають ступінь комплексного (у тому числі опосередкованого) впливу заходів на показники прогнозування ризикових ситуацій, і вибирають ті заходи, які з найменшими витратами забезпечують найбільший вплив на рівень ризику і його можливі наслідки.

При функціонуванні організаційно-технологічних об'єктів сезонного типу значення всіх концептів побудованої нечіткої когнітивної карти міняються, що призводить до зміни значень показників ризику. При цьому попадання даних

значень в заздалегідь задані інтервали визначає доцільність реалізації відповідних заходів щодо зниження рівня ризику або його можливих негативних наслідків.

Таким чином, запропоновано метод управління ризиками організаційно-технологічних об'єктів, зокрема для ТК неперервного тпу в галузі харчової промисловості, на основі розробленої узагальненої нечіткої когнітивної карти, яка відрізняється наявністю вузлів - концептів, що відображають джерела виникнення ризикових ситуацій у зовнішньому і внутрішньому середовищі організаційно-технологічних об'єктів, а також вузлів, що відображають заходи з управління ризиками.

Зазначений підхід до управління ризиками ТК неперервного типу застосовано в умовах недостатньої та неповної статистичної інформації або у випадку неможливості представлення характеристик ризику за допомогою метричних шкал, що знижує ефективність або робить неможливим використання статистичних методів аналізу ризику. Водночас побудова нечіткої когнітивної карти і в разі можливості використання статистичного оцінювання ризику дозволяє наочно зобразити всі елементи ризикової ситуації і зв'язку між ними, що, сприяє підвищенню обґрунтованості рішень з управління ризиками.

Запропонований метод управління ризиками на основі нечітких когнітивних карт, математичного моделювання та експертних методів дає можливість виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищах системи, ступеню їх впливу на показники ефективності організаційно-технологічних об'єктів, зокрема ТК неперервного типу, а також визначення заходів уникнення ризиків. Даний метод застосовується в ході розробки альтернативних сценаріїв досягнення цілей, що дозволяє здійснити вибір найбільш ефективного сценарію досягнення цілей згідно врахованих ризиків [196].

### **ВИСНОВКИ ДО 3-ГО РОЗДІЛУ**

1. Розроблено комплексну модель стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами, що складається із взаємодіючих між собою сітьових субмоделей:

- моделі цілей, досягнення яких спрямоване на підвищення ефективності функціонування організаційно-технологічних об'єктів;
- моделі сценаріїв, що визначають способи досягнення цілей;
- моделі оцінювання впливів факторів на показники ефективності.

Дана модель забезпечить можливість визначити оптимальний сценарій розвитку організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням функціональних особливостей виробництва та спрогнозувати динаміку досягнення стратегічних цілей, динаміку споживання ресурсів, динаміку зміни показників ефективності функціонування об'єктів в умовах невизначеності зовнішнього середовища.

2. Отримав подальший розвиток метод ефективного оперативного управління ТК неперервного типу з врахуванням функціональних особливостей виробництва. Метод дозволяє оперативно оцінити ефективність функціонування ТК та його підсистем з врахуванням сезонності виробництва, а також визначити оптимальну стратегію розвитку ТК, що дозволить підвищити ефективність управління та економію матеріальних та енергетичних ресурсів.

3. Розроблено метод управління ризиками на основі нечітких когнітивних карт, що дає можливість виявлення ризик-факторів на основі джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищах організаційно-технологічного об'єкту, ступеню їх впливу на показники ефективності функціонування об'єкту управління, а також визначення заходів уникнення ризиків. Застосування даного методу дає можливість вибору оптимального альтернативного сценарію досягнення стратегічних цілей згідно врахованих ризиків.

4. Представлені результати досліджень характеризуються точністю, достовірністю, повнотою, оперативністю й актуальністю отримання

інформації, необхідної для прийняття рішень. Розроблені моделі та методи в умовах стратегічного та оперативного управління при різко зростаючому факторі невизначеності складають розвиток теорії управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням функціональних особливостей виробництва, невизначеності та ризиків та дають можливість уникнення негативних наслідків помилок у виборі стратегії і її реалізації, забезпечують зменшення суб'єктивності оцінок ОПР при прийнятті управлінських рішень, а також забезпечують раціональне використання матеріальних, енергетичних, трудових та фінансових ресурсів. Розроблені моделі та методи управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків є основою розробки інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, що дає можливість підвищення ефективності функціонування підприємств, корпорацій, об'єднань в галузях харчової, хімічної та ін. промисловості в умовах невизначеності та ризиків.

5. Результати досліджень опубліковані в [125], [173], [190], [195], [196], [197], [198], [199], [200], [201], [202].



## РОЗДІЛ 4.

### РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ НЕПЕРЕРВНОГО ТИПУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

#### 4.1. Розробка інформаційної технології стратегічного управління технологічними комплексами неперервного типу в умовах невизначеності

Швидкість і адекватність прийняття рішень, а також їх реалізація в умовах зросту складності процесів управління викликає необхідність використання сучасних методів управління, в тому числі інтелектуальних, в класі організаційно-технічних (технологічних) систем (ОТС).

Технологічні комплекси неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.), що характеризуються складністю процесів управління та нестабільність зовнішнього середовища, представляють собою сукупність узгоджено функціонуючих підсистем, що мають достатню ступінь автономності та вступають у взаємодію між собою та зовнішнім середовищем. Підсистема має вхідні канали, на які поступають ресурси (фінансові, інформаційні, матеріальні, енергетичні, людські та ін.), та вихідні канали, що видають результати її роботи. Перетворення ресурсів в продукцію здійснюється шляхом узгодженої діяльності виконавців – людей та техніки (технологій).

Підсистеми з такими властивостями визначимо як агентів, а систему відповідно вважатимемо мультиагентною. Таким чином, мультиагентні системи представляють собою множину взаємозалежних агентів (суб'єктів або об'єктів), у якій:

- кожний агент зберігає свою індивідуальність, а саме має власні (індивідуальні) цілі, виконує спрямовані на досягнення цих цілей індивідуальні дії, характеризується індивідуальними показниками;
- зв'язаність агентів полягає в тому, що їх діяльність може координуватися в часі, і в певні моменти вони можуть передавати один одному ресурси;

- результатом індивідуальної діяльності агентів є досягнення певних колективних цілей і певна динаміка колективних показників.

Розробка системи управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, в умовах невизначеності та ризиків здійснено з застосуванням комп'ютерного моделювання і прогнозування поведінки системи на кожний наступний інтервал часу. При цьому важливу роль грає стратегічне управління, що визначає вибір стратегії розвитку організаційно-технологічного об'єкту протягом тривалого періоду часу. Тому, при рішенні таких задач доцільним є застосування мультиагентного підходу, що з'єднує досягнення системного аналізу і програмування та штучного інтелекту [203].

#### **4.1.1. Розробка методу прийняття стратегічних рішень на основі мультиагентного підходу**

Застосування багатоагентного підходу характеризується централізованим управлінням та координацією дій між агентами, що являють собою різні об'єкти системи та/або зовнішнього середовища, поведінка яких визначає функціонування системи в цілому. Агентами є автономні модулі, реалізовані на основі відповідного програмного забезпечення та інтуїції і досвіду людини (експерта) та взаємодіють між собою і з людьми (у рамках багатоагентної системи) і реалізують інформаційні процеси в організаційно-технічній системі [204]. Колективна інтелектуальна поведінка при цьому заснована на інтелектуальній поведінці окремого агента, дії агента направлені на досягнення своїх цілей та активно впливають на інших агентів. Агенти можуть приймати часткові та узагальнені рішення у відповідності з деяким набором правил, взаємодіяти з зовнішнім середовищем та іншими агентами, а також змінюватись.

До особливостей ОТС, що функціонує в умовах невизначеності, відносяться ієрархічність, наявність різних цілей системи та середовища, а також розподіленість задач. Багатоагентний підхід забезпечив пошук оптимального рішення задачі, коли

необхідно витратити найменшу кількість одних ресурсів системи в умовах обмеження інших.

Мультиагентна модель ОТС складаються з наступних основних компонентів: агентів різних типів; сценарію, що описує поведінку агента; зовнішнього середовища; відносин між агентами; комунікативних актів взаємодій агентів та середовища; цілей функціонування системи [205].

Мультиагентну модель стратегічного управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, в умовах невизначеності представлено наступним чином:

$$MM_{отс} = \langle A, E, S, R, I, P, Z, C \rangle \quad (4.1)$$

A – множина агентів системи;

E – множина агентів зовнішнього середовища;

S – множина стратегій розвитку;

R – множина відносин між агентами моделі;

I – множина актів взаємодій між агентами моделі шляхом передачі інформаційних потоків;

P – множина показників ефективності системи;

C – множина цілей системи;

Z – множина цілей зовнішнього середовища.

Особливістю багатоагентної моделі ОТС в умовах невизначеності є представлення об'єктів зовнішнього середовища, що не відносяться до системи, в якості агентів, цілі яких як можуть співпадати з цілями системи, так і відрізнятися від них.

Множина A є сукупністю агентів ( $A_p$ ), що приймають інформацію з середовища, агентів управління системою (режисер)  $A_r$  та агентів-виконавців ( $A_v$ ), які відповідають підсистемам технологічного комплексу неперервного типу. Так, для ТК цукрового заводу виділимо три підсистеми (відділ дифузії, відділ очистки соку, відділ випарювання), кожна з яких характеризується критеріями та показниками функціонування. Агенти виконавці ( $A_v$ ), які відповідають кожній з

підсистем, формують інформаційні потоки про технологічні та техніко-економічні показники роботи заводу. Множина  $E$  представляє собою сукупність агентів зовнішнього середовища ( $E_s$ ), які формують інформацію про фактори зовнішнього середовища та можливі ризики.

Агенти представляють собою програмні модулі, що самостійно виконують указані задачі. Агенти-приймачі ( $A_p$ ) виконують функції збору необхідної інформації про стан технологічних процесів через систему датчиків та контролерів на кожній стадії виробництва. Між агентами моделі можливі наступні види відносин:

1. ієрархії, тобто визначають підпорядкованість агентів системи;
2. кооперації, що характеризуються співпрацею агентів, як всередині системи, так і між агентами системи та агентами зовнішнього середовища;
3. конфронтації, що характеризуються протиріччями між агентами системи та агентами зовнішнього середовища.

Взаємодія між агентами моделі задається за допомогою актів взаємодії, що реалізують генерацію агентів, управління одних агентів іншими, передачу інформації, а також вплив та сприйняття між агентами.

В якості показників ефективності системи стратегічного управління технологічним комплексом неперервного типу для підприємств з сезонним характером виробництва визначено наступні (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

## Показники ефективності ТК

Позначення показника ефективності	Назва показника
$P_1$	Кількість виробленої продукції, т
$P_2$	Коефіцієнт виробництва
$P_3$	Тривалість виробництва, діб

Множина цілей  $C$  системи задається шляхом розробки цільового дерева та складається з наступних цілей (табл.4.2):

Таблиця 4.2

Таблиця цілей стратегічного управління ТК

Позначення	Назва
$C_0$	Максимізація кількості виробленої продукції
$c_1$	Максимізації коефіцієнта виробництва
$c_2$	Мінімізації тривалості виробництва

Множина цілей  $Z$  зовнішнього середовища включає як цілі мінімізації продуктивності ТК, максимізації втрат, максимізації витрати ресурсів ТК, що протирічать відповідним цілям ТК, так і цілі, що узгоджуються з цілями ТК.

Цілі множин  $Z$  та  $C$  характеризуються досягненням показників оцінки ефективності системи. Якщо цілі системи відрізняються від цілей зовнішнього середовища, то маємо негативний вплив на систему і, таким чином, показники ефективності системи гірші очікуваних. Якщо цілі системи узгоджуються з цілями зовнішнього середовища, то маємо синергетичний ефект цілей системи.

Між агентами встановлюються відношення взаємодії. Агенти-приймачі та агенти-виконавці підпорядковуються режисеру, а між собою взаємодіють на рівні кооперації.

Агенти ( $A_p$ ), що приймають інформацію з середовища, взаємодіють як з агентами зовнішнього середовища ( $E_S$ ), так і з агентом управління, тобто режисером та забезпечують взаємодію системи та зовнішнього середовища. Агенти виконавці в ході взаємодії можуть як співпрацювати з агентами середовища, так і протидіяти їм в залежності від конкретної ситуації, що складеться. Тобто можна визначити відношення, що характеризують протидію агентів-виконавців агентам середовища -  $r_{res}^1 : A_V \rightarrow E_S$ ; агентам середовища агентам-приймачам, режисером та агентам-виконавцям -  $r_{res}^2 : E_S \rightarrow A_p$ ,  $r_{res}^3 : E_S \rightarrow A_R$ ,  $r_{res}^4 : E_S \rightarrow A_V$ .

Загальна схема взаємодії між агентами моделі представлена на рис.4.1.

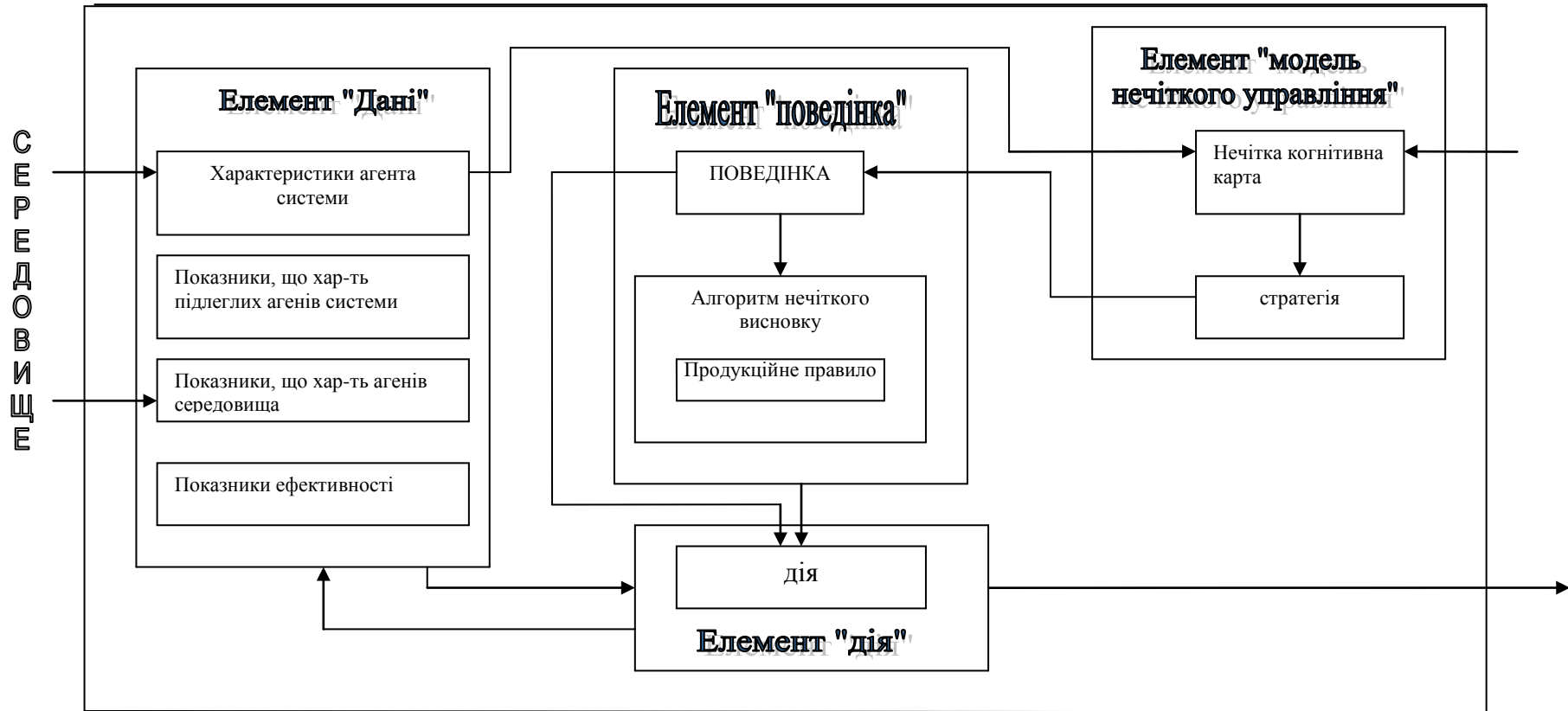


Рисунок 4.1- Узагальнена структура агента моделі

Множина стратегій  $S$  включає: стратегію збереження допустимих витрат ресурсів ( $S_1$ ), стратегію збільшення виробничої потужності ( $S_2$ ), стратегію підвищення продуктивності ТК ( $S_3$ ).

Для побудови моделі ОТС задамо структури та формалізований опис відповідних типів агентів.

Виходячи з рис 4.1 та опису агентів різних мультиагентних моделей [206, 207, 208] для побудови агентів  $A_p, A_R, A_V, E_S$  запропоновано використати наступний набір елементів: дані, дії та поведінка, а опис агента виконувати в такий спосіб:

$$A = (D, S, U, Cn, Bh) \quad (4.2)$$

де  $D$  — множина даних агента;  $S$  — множина детермінованих і складених сценаріїв дій агента;  $U$  — множина детермінованих і складених різних поведінок агента;  $Cn$  — модель нечіткого керування агента для досягнення різних цілей системи;  $Bh$  — підсумкова поведінка агента, що задається через елементи множин  $D, S, U, Cn$ .

Під даними агента розуміється сукупність значень характеристик агента, а також показників, що характеризують інших агентів системи й агентів середовища (тип агента, час дії агента й т.д.) і рішення. Дані агента можуть бути задані в числовому, нечіткому й лінгвістичному вигляді, а також у вигляді структурованих даних і даних, що описують нечіткі ситуації.

Елемент "дії" включає набір дій, виконання яких забезпечує виконання сценарію та зміну характеристик самого агента або середовища. З їхньою допомогою агент впливає на зовнішнє середовище. Елемент "поведінка" дозволяє проводити оцінку й визначення характеристик агента, послідовно або одночасно виконувати дії або набори дій у вигляді реакції на вплив зовнішнього середовища.

Елемент "модель нечіткого керування" у структурі агента організаційно-технологічної системи необхідний для реалізації оцінки ефективності результатів при рішенні задач стратегічного та оперативного управління й, по суті, визначає стратегію поведінки, що є сукупністю поведінок і дій агента системи, спрямованих на досягнення конкретної мети в різних ситуаціях [209].

Запропонований набір елементів для опису агента моделі дозволяє задати узагальнену структуру агента моделі ОТС, що визначає взаємозв'язок елементів в системі.

Відповідно до запропонованої узагальненої структури агента моделі, представленої на рис. 4.1, елемент "дані" містить множину значень характеристик, які сприймаються агентом моделі із зовнішнього середовища, а інші значення визначаються попередньо або під час його функціонування. За допомогою дій агент моделі не тільки впливає на середовище, але й модифікує власні дані. Виходячи з цього дані використовуються як вхідні характеристики для дій і поведінки агента.

Відмінною рисою багатоагентних систем від моделей, де функціонування їхніх елементів визначається загальним алгоритмом функціонування, є те, що агенти мають структуру, що дозволяє кожному з них діяти самостійно для досягнення певної мети системи. Динаміка системи визначається динамікою зовнішньої та внутрішньої поведінки агентів та динамікою взаємодії між агентами, а також взаємодією між агентами системи та агентами зовнішнього середовища на заданому інтервалі дискретної часової шкали. При цьому зміна параметрів системи (досягнення цілей системи, дії агентів, зміна величин показників ефективності системи) та реакція агентів на ці зміни описуються продукційними правилами, тобто правилами виду «ЯКЩО (умова), ТО (дія агента)».

Опис поведінки агентів моделі розглянуто для агентів управління системою, які здійснюють стратегічне управління ОТС в умовах невизначеності.

Виходячи з набору елементів (4.2), формалізований опис агента управління системою полягає в необхідності задати множини даних, дій, поведінки, описі моделі управління та підсумкової поведінки, що визначають функціонування агента  $A_R$  при рішенні завдань стратегічного управління системою.

Завдання детермінованих і складених дій і поведінки агентів моделі пропонується здійснювати на основі алгебри поведінки  $U^a(S^a)$ :

$$u = \sum_{g \in G} s_g \circ u_g + \varepsilon \quad (4.3)$$



де  $\circ$  — операція префіксинга, що задає поводження  $u_g$  на дії  $s_g$ ;  $g$  — деяка множина індексів поведінки та дій;  $\varepsilon$  - одна з констант поводження [210]. При цьому алгебра поведінки  $U^a(S^a)$  задається на множині операцій  $S^a : s_1 + s_2$  — недетермінованого вибору дій (поведінки);  $s_1 \bullet s_2$  - послідовної композиції дій (поведінки);  $s_1 \times s_2$  — комбінації дій (поведінки); а також наступних констант:  $\varphi$  - нульового елемента (неможливої дії та поведінки);  $\delta$  - порожньої дії;  $\Delta$  - порожньої поведінки [211].

У відповідності зі схемою функціонування агента управління системою, представленої на рис.4.2, підсумкова поведінка агента  $A_R$  включає комбінацію його поведінки, що здійснюється при обміні інформаційними повідомленнями, обробці даних про інших агентів, вироблення рішень уникнення дій агентів середовища й керуванню агентами складної системи, а також оцінці результатів функціонування системи.

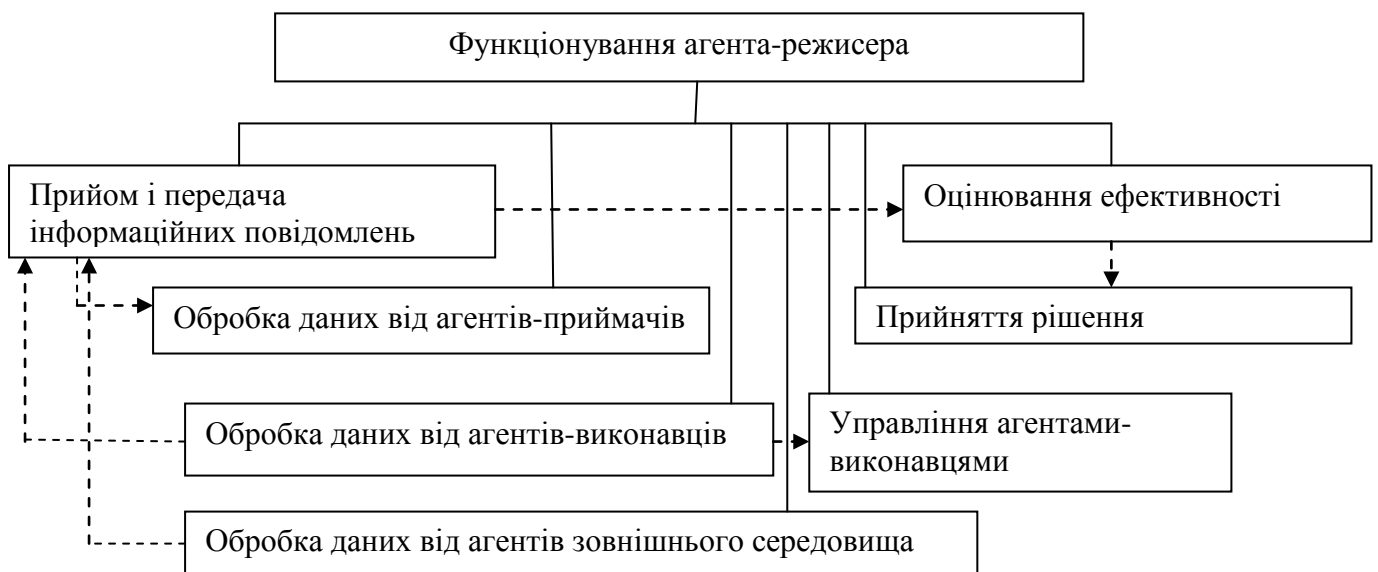


Рисунок 4.2 – Функціонування агента режисера.

Використовуючи процедуру (4.3), запропоновано опис поведінки агента  $A_R$  при обміні інформаційними повідомленнями з іншими агентами моделі ОТС:

$$u_c = u_t \times u_r \quad (4.4)$$

де  $u_r$  — передавання інформаційних повідомлень агентів-приймачеві;  $u_t$  — одержання інформаційних повідомлень від агентів-виконавців і агентів зовнішнього середовища. Повідомлення, передані між агентами моделі, характеризуються типом інформації й

можуть містити інформацію про об'єкти середовища, інформацію про характеристики агента й команди управління. У процесі передачі повідомлення іншим агентам моделі проводиться підготовка відповідних даних.

Поведінка агента  $A_R$  при отриманні інформаційного повідомлення від агента  $A_P$  описано наступним чином:

$$u_t = (((s_r \bullet s_o \bullet \prod_{j=1}^J s_{sav.sub} (Q_{id.sub}^j)) \circ \Delta) \times ((s_r \bullet s_o \bullet \prod_{n=1}^N s_{sav.env} (Q_{id.env}^n) \circ \Delta)), \quad (4.5)$$

де  $s_r$  — одержання інформаційних повідомлень від агента-приймача  $A_P$ ;  $J$  — множина агентів-приймачів  $A_P$ ;  $s_{sav.sub}$  — збереження даних  $D_{dat.ag}$  про агента у вектор даних  $D_{vec.ag}$ ;  $N$  — множина розглянутих агентів середовища;  $s_o$  - оцінка отриманих даних;  $s_{sav.env}$  — збереження даних  $D_{dat.env}$  про агента середовища у вектор даних  $D_{vec.env} = \{D_{dat.env}^n | k = \overline{1, N}\}$  кожний елемент якого є множиною структурованих даних про агента середовища й містить  $k$  характеристик про нього, наприклад:

$$D_{dat.env} = \{ \tilde{d}_{env.type}, d_{env.time}, \tilde{d}_{env.time}, \tilde{Q}_{est.env}, Q_{est.env} \}$$

де  $\tilde{d}_{env.type}$  - тип агента середовища,  $d_{env.time}$  - час дії агента середовища;  $\tilde{d}_{env.time}$  - час дії агента середовища в лінгвістичному вигляді;  $\tilde{Q}_{est.env}$  - показник важливості агента середовища в лінгвістичному вигляді;  $Q_{est.env}$  - числовий показник важливості агента середовища.

Агент  $A_R$  на основі отриманих даних передає згенеровані рішення про оброблювану ним інформацію від агентів середовища, про ефективність системи та інформацію від підлеглих агентів агентів-виконавцю  $A_V$ :

$$u_r = ((s_{p1} \bullet s_t) \circ \Delta) \times ((s_{p2} \bullet s_t) \circ \Delta), \quad (4.6)$$

де  $s_{p1}$  — підготовка даних від агентів середовища;  $s_t$  — передавання повідомлення зазначеному агентів-виконавцю  $A_V$ ;  $s_{p2}$  - підготовка для передавання даних про ефективність системи і ефективність підсистем. Передавання підлеглому агентів команд управління (інформаційних повідомлень, що містять команди) здійснюється при виробленні відповідних рішень і тому не включається в поведінку  $u_r$ .

Агент-режисер  $A_R$  на основі отриманих та оброблених даних від агентів-приймачів  $A_p$  з врахуванням звітів агентів-виконавців  $A_v$  оцінює ситуацію та приймає рішення за допомогою моделі нечіткого управління  $C_n$  «ситуація- стратегія управління- дія», що задається на основі нечітких когнітивних карт. НКК будуються для кожної цілі системи та характеризують певну стратегічну альтернативу. Вибір стратегічної альтернативи здійснюється агентом-режисером  $A_R$  на основі правил нечіткого висновку, в результаті чого відбувається перехід в цільову ситуацію.

Ситуація являє собою реальний стан об'єкту управління. Якщо ситуація не відповідає бажаному стану справ, то має місце проблема. Вироблення сценарію по усуненню проблеми складає сутність рішення задачі управління. Сценарій необхідно розробити з врахуванням факторів зовнішнього середовища, що впливають на систему управління, та внутрішнього стану системи. Якщо ступінь впливу не можна вимірити, то важко вимірити і реальні результати діяльності. Множина вихідних варіантів, характеристик рішення і вимог до них повинно бути як можна більш повною і адекватно відповідати задачі прийняття рішень, можливостям ОНР і обмеженням на ресурси.

Для рішення задач агентами моделі реалізуються різні способи нечіткого висновку. Наприклад, для опису поведінки агента  $A_R$  при виборі сценарію досягнення певної стратегічної цілі використано нечіткий висновок, що дає можливість оцінки запропонованих сценаріїв. Поведінку агента при цьому можна представити в такий спосіб:

$$u_{est.env} = \prod_{n=1}^N (s_{calc.est.env}^n \circ u_{est.env}^n) \quad (4.7)$$

де  $s_{calc.est.env}$  — розрахунок індексу ефективності сценарію;  $u_{est.env}$  - визначення найбільш ефективного сценарію.

Поведінка  $u_{est.env}$  при визначенні ефективності сценарію реалізується за допомогою процедури нечіткого висновку за схемою Мамдані. Правила висновку, які використовуються при цьому, враховують різні сполучення показників  $\tilde{d}_{env.type}$  й  $d_{env.time}$

та дозволяють визначити значення показника  $\tilde{Q}_{risk}$ , для опису якого використовується п'ять термів (лінгвістичних значень):

$$\tilde{Q}_{Risk} = \left\{ \left\langle \text{"дуже_низька"} / \mu_{ver.low} \right\rangle, \left\langle \text{"низька"} / \mu_{low} \right\rangle, \left\langle \text{"середня"} / \mu_{mid} \right\rangle, \left\langle \text{"висока"} / \mu_{high} \right\rangle, \left\langle \text{"дуже_висока"} / \mu_{ver.high} \right\rangle \right\} \quad (4.8)$$

де  $\mu_r$  — функція належності терма, що характеризує  $r$ -те лінгвістичне значення важливості агента середовища,  $r = \overline{1,5}$ .

#### 4.1.2. Розробка інформаційної технології прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності

Запропоновано інформаційну технологію прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності, що передбачає наступне. Фіксується початковий набір показників (факторів), що характеризують стан організаційно-технологічного об'єкту, і послідовність часових інтервалів, на яких повинна бути промодельована робота системи, а також можливі впливи зовнішнього середовища на систему. Для кожного  $i$ -го інтервалу ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) встановлюється початковий стан (набір значень показників ефективності ТК неперервного типу в початковій точці інтервалу) і задається набір можливих стратегічних рішень для цього інтервалу, що відповідають керуючим впливам на систему. з урахуванням обмежень на ресурси, можливості системи, зовнішні впливи, фактор часу і т.д.

Прийняття стратегічних рішень на  $i$ -му інтервалі здійснюється на основі наступної процедури.

Крок 1. Для встановленої цілі  $S$  формується експертна матриця взаємозв'язків між показниками ефективності та параметрами виробництва для ТК неперервного типу за правилами когнітивного (концептуального) моделювання, що характеризує стратегію.

Крок 2. Для кожної стратегії експерт формує вихідні умови - початковий набір значень показників ефективності, обумовлених цією стратегією, а також

показники (індикатори) прогнозування виникнення та розвитку ризикових ситуацій, що забезпечують врахування стану зовнішнього середовища.

Крок 3. На базі матриці взаємозв'язків при встановлених початкових умовах моделюється досягнення цілі при обраній стратегії на  $i$ -му інтервалі з врахуванням динаміки зовнішніх впливів та обмежень на ресурси і визначається прогнозований фінальний стан (у кінцевій точці інтервалу).

Крок 4. На основі прогнозованих фінальних станів за всіма стратегіями вибирається оптимальна стратегія, що відповідає встановленій цілі системи.

Крок 5. Для обраної стратегії формується сценарна модель, що відображає динаміку її виконання.

Крок 6. Проводиться комп'ютерне моделювання виконання обраної стратегії, і знаходиться фактичний стан організаційно-технічної системи в кінцевій точці  $i$ -го інтервалу. Цей стан приймається за початкове для наступного  $(i+1)$ -го інтервалу, і всі кроки процедури повторюються вже для  $(i+1)$ -го інтервалу.

Технологія стратегічного управління організаційно-технічною системою розробляється в трьох аспектах: архітектура системи; механізми управління в системі; механізми взаємодії з зовнішнім середовищем.

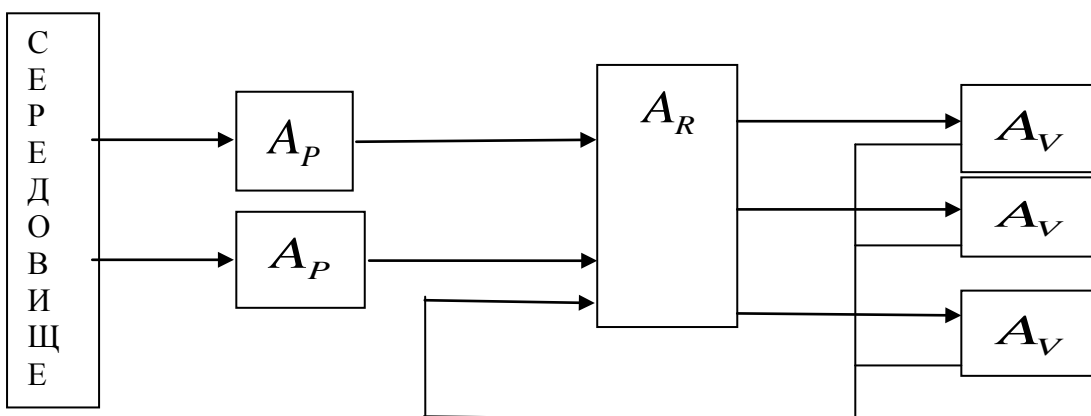


Рисунок 4.3 – Загальна архітектура мультиагентної системи управління.

Модель агента, у свою чергу, складається з двох частин: виконавчої структури і сценарію. Виконавча структура задає колектив внутрішніх виконавців (процесів) і інформаційно-матеріальні зв'язки з зовнішнім середовищем і процесами. Сценарій

установлює черговість активізації процесів. Виконавча структура визначає потенційно можливе поведіння агента, що допускається зв'язками між процесами, між процесами і зовнішнім середовищем, а сценарій накладає обмеження на потенційно можливе поведіння агента. Агент-режисер  $A_R$  реалізує перший - четвертий кроки процедури моделювання. Інші агенти виконавчі, вони реалізуються на п'ятому кроці і приводяться в дію на шостому.

У початковій точці (перший момент) кожного  $i$ -го інтервалу ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) режисер на основі звітів виконавців по  $(i - 1)$ -му інтервалі і з врахуванням даних отриманих від агентів-приймачів, оцінює ситуацію і приймає краще з можливих рішень про паралельний запуск підмножини виконавців на  $i$ -му інтервалі. (Оскільки кожен агент-виконавець реалізує одне з множини рішень, а запускатися можуть паралельно декілька виконавців, що складають клас еквівалентності сумісності на множині рішень, то можна говорити, що режисер визначає стратегію). На початку першого інтервалу ситуація визначається на основі заданих початкових умов.

Для формального опису поведінок агентів складемо нечіткі когнітивні карти та будемо графі операцій і мови для відображення перетворень, реалізованих процесами. За допомогою НКК будується модель виконавчої структури агентів, графі операцій використовуються для складання сценарію їхньої роботи. Графи операцій є модифікаціями мереж Петрі. Перетворення, реалізовані процесами, будемо виражати продукційними правилами (формулами ЯКЦО - ТО).

Особливість пропонованого багатоагентного сценарно-когнітивного підходу є сполучення принципів когнітивного і сценарного підходів, реалізованих агентами.

Інформаційна технологія формування та вибору стратегії представлена наступним чином (рис.4.4):

Крок 1. Процес  $f_1$  на вході одержує набір значень  $V$  параметрів виробництва від агентів-приймачів  $A_p$  та набір факторів зовнішнього середовища (індикатори ризикових ситуацій) від агентів зовнішнього середовища  $E$  і формує на виході набір показників ефективності системи  $P$ .

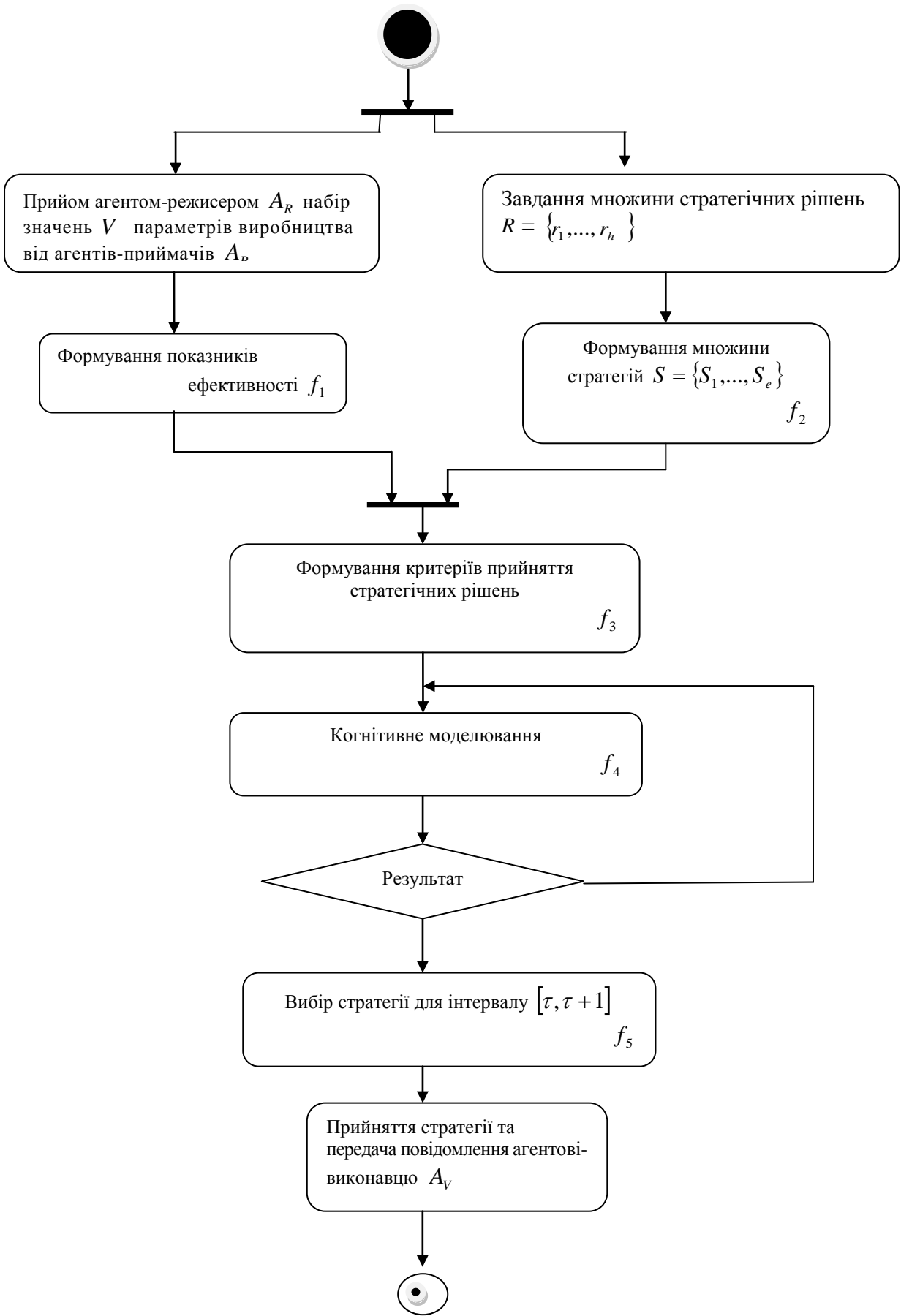


Рисунок 4.4- UML формування та вибору стратегії

Тоді поведінка агента-режисера  $A_R$  описується наступним чином:

$$u_1 = (s_p(V) \bullet s_p(Risk) \circ \Delta) \times s_r(P) \quad (4.9)$$

де  $s_p$  — отримання даних про параметри виробництва  $V$  від агентів-приймачів  $A_p$  та набір факторів зовнішнього середовища (індикатори ризикових ситуацій) від агентів зовнішнього середовища  $E$ ;  $s_r$  — передавання повідомлення агентів-виконавцю  $A_v$  про показники ефективності системи  $P$ . Показники ефективності організаційно-технічної системи задано в табл. 4.1, а в число показників агента-приймача входять параметри виробництва  $V_1$  - кількість переробленої сировини;  $V_2$  - продуктивність виробництва,  $V_3$  - вихід готової продукції,  $V_4$  - втрати у виробництві. Перетворення, що виконуються процесом  $f_1$  описуються продукційними правилами ЯКЦО – ТО:

ЯКЦО ( $V_1$  істотно зростає)  $\wedge$  ( $V_2 \geq \pi$ ), ТО ( $P_1$  помірно зростає), де  $\pi$  – деякий фіксований поріг продуктивності;

ЯКЦО ( $V_4$  істотно знижені)  $\wedge$  ( $V_2 \geq \pi$ ), ТО ( $P_1$  помірно зростає);

ЯКЦО ( $V_3$  істотно збільшено)  $\wedge$  ( $V_2 \geq \pi$ ), ТО ( $P_1$  помірно зростає).

Крок 2. Процес  $f_2$  на основі заданої експертом множини рішень  $R = \{r_1, \dots, r_h\}$  і відношення сумісності  $\alpha \subseteq R \times R$  на цій множині генерує множину стратегій  $S = \{S_1, \dots, S_e\}, e \leq h$ , що є класами еквівалентності відношення  $\alpha$ .

При цьому поведінка агента-режисера  $A_R$  описується наступним чином:

$$u_2 = (s_p(R) \bullet s_p(S) \circ \Delta) \times s_f(S), \quad (4.10)$$

де  $s_p$  — підготовка даних про множину рішень  $R = \{r_1, \dots, r_h\}$ ;  $s_f$  — формування множини стратегій  $S$ .

У термінах теорії графів [204] перетворення  $f_2$  формується наступним чином. Відношення  $\alpha$  представляється графом сумісності - неорієнтованим графом, вершини якого зіставлені рішенням, а ребра зв'язують сумісні рішення. На графі сумісності знаходяться всі його повні підграфи, у яких кожна вершина з'єднана з всіма іншими вершинами підграфа. Кожен знайдений повний підграф зіставляється стратегії. У розглянутому прикладі множина рішень



представлена табл.4.3, а граф сумісності даний на рис.4.5. Стратегіями є  $S_1 = \{r_1\}, S_2 = \{r_2, r_3\}, S_3 = \{r_4\}$ .

Таблиця 4.3

## Стратегічні рішення

Позначення рішення	Назва рішення
$r_1$	Збереження допустимих втрат та витрати ресурсів
$r_2$	Збільшити обсяг продукції за рахунок зниження втрат цукру у виробництві.
$r_3$	Збільшити обсяг продукції за рахунок підвищення якості сировини.
$r_4$	Збільшити обсяг продукції за рахунок підвищення технічного рівня цукрового виробництва.

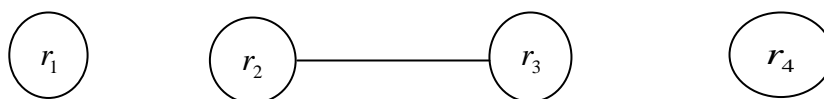


Рисунок 4.5 - Граф сумісності рішень для агента-режисера.

Крок 3. Процес  $f_3$  ініціює моделювання функціонування системи управління на  $i$ -му інтервалі. Агент-режисер  $A_R$  розраховує значення показників ефективності, що сформовані процесом  $f_1$  для всіх стратегій  $i$ -го інтервалу (видані процесом  $f_2$ ) та формуються критерії прийняття відповідних стратегічних рішень:

$$u_3 = \prod_{n=1}^N (s_{calc}^n(S_n) \circ u_k) \quad (4.11)$$

де  $s_{calc}(S_n)$  — розрахунок значень показників ефективності;  $u_k$  - формування критеріїв прийняття відповідних стратегічних рішень.

Значення показників ефективності ТК неперервного типу відбивають характер їхньої зміни і відповідають числам з інтервалу  $[0, 1]$  зі знаком "+", якщо показник зростає, і знаком " - ", якщо він спадає. Сталість показника

відображається числом 0. Швидкість зміни ( зростання чи спадання) оцінюється за допомогою граничних точок на інтервалі  $[0, 1]$ : 0,1 - дуже слабке; 0,3 - помірне; 0,5 - істотне; 0,7 - сильне; 1,0 - дуже сильна зміна показника.

Таблиця 4.4

Опис входу/виходу процесу  $f_3$ 

Позначення показника	Значення показника	$S_1 = \{r_1\}$	$S_2 = \{r_2, r_3\}$	$S_3 = \{r_4\}$
$P_1$	-0,5	-0,5	+0,3	+0,1
$P_2$	-0,2	-0,2	+0,1	+0,1
$P_3$	-0,3	-0,3	+0,2	+0,2

Приклад опису входу/виходу процесу  $f_3$  ілюструється табл. 4.4, де другий стовпець (графа) відповідає значенням показників  $P_1, P_2, P_3$ , обчислених на попередньому інтервалі, а інші графи - значенням показників з урахуванням стратегій, прийнятих для даного інтервалу.

Як видно з табл. 4.3, значення другої і третьої граф збігаються, тобто при стратегії  $S_1$  (збереження допустимих втрат та витрати ресурсів) значення показників у початковій точці інтервалу не міняються.

Крок 4. Процес  $f_4$  виконує когнітивне моделювання ситуації на поточному інтервалі.

Для кожної стратегії з множини стратегій  $S = \{S_1, \dots, S_e\}$  будуємо НКК, наприклад для стратегії збереження допустимих втрат та витрат ресурсів ТК будуємо НКК:

$$\tilde{G}_{\max} = (B^1, V^1)$$

де  $B^1 = \{B_1^1, B_7^1\}$  – множина концептів карти, які відповідають нечітким еталонним ситуаціям ТК відповідно до стратегії  $S_1$ , що характеризуються показниками ефективності. НКК  $\tilde{G}_{\max}$  стратегії  $S_1$  представлена на рис. 4.6. Ситуація  $B_1^1$  характеризується високим показником кількості виготовленої продукції, високим значенням коефіцієнту виробництва, високим значенням тривалості

виробництва;  $V^1 = \{\langle V_1^1(B_5^1, B_1^1)/1.0 \rangle, \langle V_2^1(B_3^1, B_4^1)/0.7 \rangle, \langle V_{21}^1(B_3^1, B_5^1)/0.0 \rangle\}$  - множина всіх можливих переходів між ситуаціями карти з визначенням ступеню їх переваг.

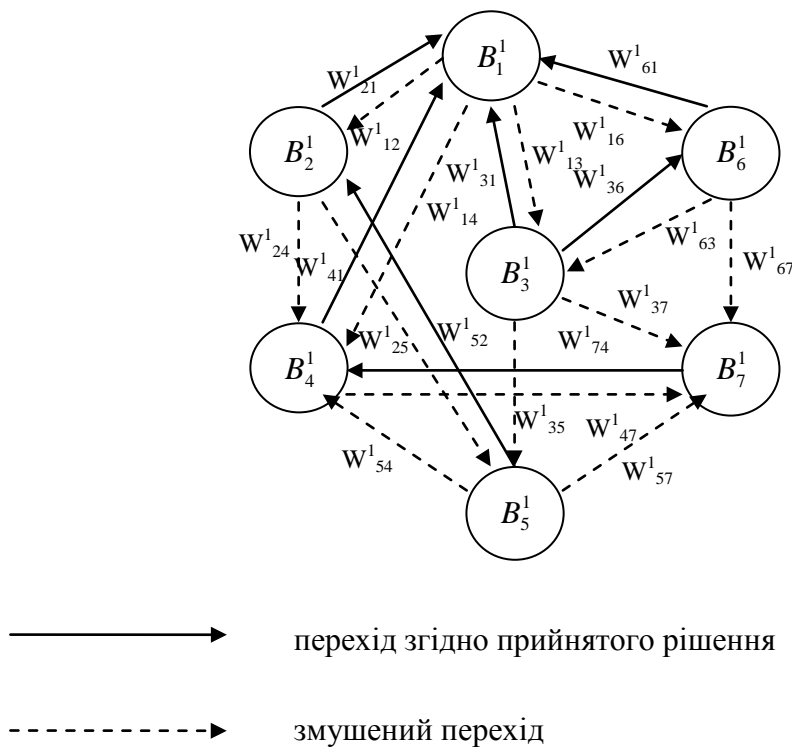


Рисунок 4.6 - Нечітка когнітивна карта  $\tilde{G}_{\max}$  для стратегії  $S_1$

Входами процесу  $f_4$  є початкові умови з врахуванням стратегій, що визначаються через нечіткі ознаки ситуації - лінгвістичні показники кількості виготовленої продукції  $\tilde{Q}_{P_1}$ , коефіцієнту виробництва  $\tilde{Q}_{P_2}$ , тривалості виробництва  $\tilde{Q}_{P_3}$ .

Таблиця 4.5

Оцінювання ситуації через показники ефективності ТК

Показник	$P_1$	$P_2$	$P_3$
$\tilde{Q}_{P_1}$	+0,5	+0,7	+0,3
$\tilde{Q}_{P_2}$			+0,2
$\tilde{Q}_{P_3}$	+0,2	+0,2	+0,2

Виходом процесу  $f_4$  є таблиця прогнозованих станів показників системи в кінцевій точці інтервалу при всіх можливих стратегіях (табл. 4.6). В другій графі табл. 4.6 зазначені "ваги" (пріоритети) показників по шкалі від 0 до 1, в інших графах, що відповідають стратегіям, представлені прогнозовані стани.

Таблиця 4.6

Таблиця прогнозованих станів показників системи

Показник	Вага показника	Стратегії		
		$\{r_1\}$	$\{r_2, r_3\}$	$\{r_4\}$
$P_1$	0,51	-0,6	+0,6	+0,3
$P_2$	0,29	-0,2	+0,2	+0,1
$P_3$	0,20	-0,4	+0,3	+0,3
Індекс ефективності $W(S_n)$		-6,4	+6,3	+3,7

Іншим виходом процесу  $f_4$  є повторне звернення до процесу  $f_3$ , якщо промодельовані не всі стратегії.

Крок 5. Процес  $f_5$  аналізує табл.4.6: для кожної графі  $S_j$  обчислюється індекс ефективності  $W(S_j)$  стану системи у вигляді суми добутків вписаних у графу значень показників на їх "ваги":

$$W(S_j) = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i, \quad (4.12)$$

де  $\alpha_i$  - "вага" показника  $I_i$ ;  $n$  - число показників. Далі вибирається та графа (стратегія), індекс стану для якої задовольняє прийнятому критерію. Наприклад, якщо таким критерієм вважати максимум індексу, то на даному інтервалі вибирається стратегія  $S_2 = \{r_2, r_3\}$  та формується керуючий вплив, що передається агентам - виконавцям  $A_v$ :

$$u_5 = \prod_{n=1}^N (s_{calc}^n(W(S_n))) \times u_r \quad (4.13)$$

Таким чином, найбільш прийнятною стратегією в даному прикладі є стратегія підвищення кількості виготовленої продукції цукрового заводу шляхом зниження втрат цукру у виробництві та підвищення якості сировини.

Застосування мультиагентного підходу до стратегічного управління ТК неперервного типу забезпечило вирішення задач підвищення ефективності функціонування ТК неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.) за рахунок гнучкості запропонованої моделі, врахування неоднорідності системи, можливості завдання різних варіантів поведження елементів складної системи й середовища, у тому числі групового поведження, при яких розглядаються розподілена й децентралізована взаємодія агентів різних груп, і рішення складно-формалізованих завдань у середовищі моделювання.

#### **4.2. Комплексний метод управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків**

Метою цього підрозділу є розробка комплексного методу управління складними організаційно-технологічними об'єктами, в основі якого згідно розробленої системної концепції є процедура синтезу стратегічного та оперативного управління в умовах невизначеності та ризиків.

В основі розробки системної концепції створення НІТ управління організаційно-технологічними системами та об'єктами в умовах невизначеності є узагальнена задача досягнення глобальної цілі  $C$ , тобто

$$G(x) \rightarrow y, \quad (4.14)$$

де  $x$  – вихідні дані та знання ( $x \in X$ )  $G$  – спосіб (метод) отримання рішення  $y$  для досягнення глобальної цілі  $C$  при виконанні певних обмежень та врахуванням впливу деяких умов.

Ціль  $C$  системи управління організаційно-технологічним процесом задається за допомогою комплексної процедури статичного та динамічного визначення цілей та складається з множини цілей:  $C = \{c_i, i = 0, 1, \dots, N\}$ .

Міра досягнення цілі  $C$ , що спрямована на підвищення ефективності функціонування системи управління організаційно-технологічним процесом, може характеризуватися різними критеріями (цільовими функціями)  $P$ . Ці критерії є шкалами оцінки досяжності цілі  $C$ . Тому задамо деяку процедуру  $Z$ , що дозволяє кожному з рішень  $y \in Y$  поставити у відповідність значення цільової функції  $P$ :

$$\|y\|_Y = Z(y) \quad (4.15)$$

Пошук рішення здійснюємо на основі рекурсивної процедури, суть якої полягає в виборі найбільш оптимального сценарію  $s$  досягнення цілі  $C$ , тобто:

$$s = \arg \max(w_1, w_2, \dots, w_n), s \in n, \quad (4.16)$$

де  $w_s$  - оцінка ефективності сценарію  $s$ .

Будуємо базу знань, що має містити регулярні та інтелектуальні методи, а також евристичні способи(алгоритми) отримання рішень. Причому для будь-кого  $x \in X$  завжди гарантується знаходження стійкого, єдиного існуючого рішення  $y \in Y$ . Для евристичних способів зазвичай не доведено існування і єдиність рішення, а також стійкість задачі управління. ЛПР, застосовуючи евристичні методи, використовує додаткову апріорну інформацію, що дозволить уникнути некоректності та знайти майже завжди задовільні рішення. Інтелектуальні методи займають проміжне положення між евристичними методами та формалізованими методами.

Формулювання цільових функцій (критеріїв) та опис способів їх обчислення є слабо формалізованою задачею, тому для її вирішення пропонується використання експертних методів. Набір критеріїв з описом способів їх обчислень, що отримано в результаті, поміщаємо у відповідну базу знань (БЗ). Вибір необхідного критерію з даної БЗ здійснюється за допомогою вбудованої експертної системи, що містить інформацію про деяку систему пріоритетів ОПР [213].

Комплексний метод управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків будується на основі комбінованого використання статистичних методів, математичних моделей, а також експертних методів. В останньому випадку застосовуються операції, що ґрунтуються на евристиках. Це

надає процедурі велику універсальність і дозволяє її використовувати для широкого класу задач прийняття рішень в інтелектуальних системах управління.

Враховуючи інтелектуальність управління в організаційно-технічних системах, комплексний метод управління складними організаційно-технологічними об'єктами та процесами в умовах невизначеності та ризиків базується на наступних принципах. (Дані принципи частково сформульовані автором, а частково взяті з [1]).

*Синтез стратегічного та оперативного управління.* Неможливо розглядати оперативне управління організаційно-технологічними об'єктами без взаємозв'язку та взаємозалежності від стратегічного управління. Стратегічне управління визначається поточним станом ефективності функціонування організаційно-технологічного об'єкту, тобто оперативним управлінням. Комбіноване управління організаційно-технологічними об'єктами дає можливість координації, інтегрування та синтезу планування, обліку, контролю, аналізу, забезпечення вибору та прийняття управлінських рішень.

*Інтелектуальність систем управління.* Під інтелектуальністю управління розуміється відносна величина частини функцій управління, що виконується комп'ютером. До того ж комп'ютер виконує функції управління не гірше, а краще, тобто точніше, швидше й надійніше, ніж особа, що приймає управлінські рішення (ОПР). Процес передачі функцій управління від людини до комп'ютера визначимо як інтелектуалізацію.

*Інформаційна універсальність.* Ефективність інтелектуальних систем управління ОТП базується на отриманні, обміні, обробці інформації та прийнятті рішень, що засновані на аналізі цієї інформації. Тому доцільним є використання даних та знань про цілі системи управління, цільові критерії, способи та методи ухвалення рішення, про стан системи управління та ефективність функціонування об'єкту управління. Ефективним способом організації даних і знань є створення відповідних баз. Наявність таких баз даних та знань дозволяє не лише зберігати знання про існуючі методи прийняття рішення, але і накопичувати інформацію на основі поточного функціонування системи управління.

*Розширення.* Оскільки зазвичай організаційно-технічні системи є відкритими, то для збереження і підвищення ефективності функціонування вони прагнуть розширитися. Системи управління відкритими ОТП повинні забезпечувати підтримку ухвалення управлінських рішень, спрямованих на забезпечення оптимальних меж розширення і визначення відповідного набору і розподілу функцій, що управляють, у тому числі необхідної міри інтелектуальності.

*Прийняття рішення в масштабі реального часу.* Система управління повинна мати таку швидкість переробки інформації, яка забезпечує функціонування організаційно-технічних систем в реальному масштабі часу. Тому для них актуальне отримання і аналіз поточної інформації для вироблення відповідних дій, що управляють. Для реалізації цих функцій необхідно передбачити відповідні механізми (компоненти) інтелектуальної системи управління.

*Універсальність прийняття управлінських рішень в інтелектуальних інформаційних системах.* Спільність підходів до прийняття рішенні в складних системах незалежно від їх природи призводить до ідеї використання деякого універсального підходу, в якому використовуються загальні поняття, категорії, такі як ціль системи управління, критерій досягнення цілі, об'єкт управління, комплексний метод управління і т. п. Відповідна універсальна процедура синтезу інтелектуального управління ОТП повинна враховувати особливості цього класу, необхідність використання знань різних методів і способів прийняття управлінських рішень.

*Внутрішня сумісність компонент (внутрішній інтерфейс).* При використанні комбінованого принципу для погодженого функціонування компонент різного типу, наприклад формалізованих, інтелектуальних і евристичних, вимагається забезпечити їх сумісність для досягнення шуканого синергетичного ефекту від їх застосування.

*Рекурсивність та ітеративність процедур.* При пошукових операціях для досягнення цілі  $S$ , як правило, вимагається виконати ряд рекурсій і/або ітерацій. Це обумовлено складністю завдання, яке характеризується багатокритеріальністю, неточністю початкових даних, множиною змінних, що описують систему,



структурною і параметричною нестационарністю і т. п. Причому ітеративна процедура здійснює наближення до цілі  $S$  одним заданим методом, а рекурсивна - за допомогою послідовного вибору методів з декількох відповідних для досягнення поставленої цілі.

*Врахування ризиків.* Різні фактори зовнішнього та внутрішнього середовища ОТС визначають ефективність реалізації управлінських рішень. Одним з найважливіших етапів прийняття рішень в ОТС є управління ризиками, що включає моніторинг ризиків, тобто процес систематичного контролю та оцінки ефективності дій, спрямований на запобігання та мінімізацію наслідків ризиків, а також виявлення нових ризиків відповідно до прийнятої для цього системи переваг.

Розглянуті принципи застосовані для розробки інтелектуальної інформаційної системи управління організаційно-технологічними процесами (об'єктами) на базі універсального комплексного методу рішення задач управління, який реалізується з використанням сучасної комп'ютерної техніки за допомогою розробленого програмного забезпечення. Відповідне програмне забезпечення на основі застосування мультиагентного підходу поєднує формалізовані, інтелектуальні і евристичні компоненти і забезпечує їх сумісність при рекурсивному пошуку цілі з врахуванням умов невизначеності та ризиків, максимально використовуючи усі наявні дані і знання. Схематично даний комплексний метод можна представити наступним чином (рис. 4.7).

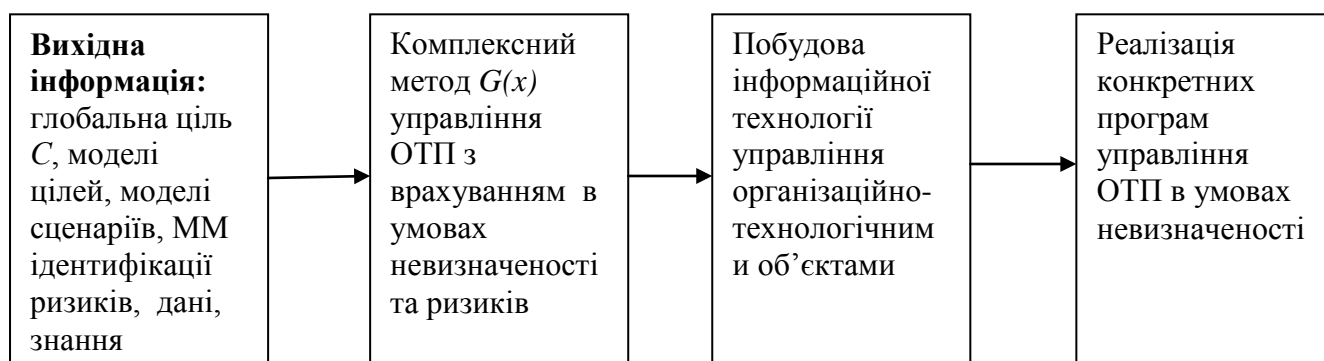


Рисунок 4.7 - Спрощена схема розробки ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків на основі комплексного методу

На підставі інформації про глобальну ціль  $C$ , побудови моделей цільового дерева, моделей сценаріїв, математичних моделей ідентифікації ризиків, початкових даних, знань і уявлень ОПР і т. п. за допомогою комплексного методу управління організаційно-технологічними об'єктами здійснюється побудова інформаційних технологій рішення управлінських задач для досягнення глобальної цілі  $C$  з врахуванням ризиків. Далі виконується реалізація конкретних програм управління ОТП. Розглянемо детальніше сутність запропонованого комплексного методу управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків за допомогою наступного алгоритму (UML діаграму діяльності наведено в Додатку Б).

Крок 1. Початок роботи.

Крок 2. Фіксується початковий набір показників (факторів), що характеризують стан об'єкту управління і послідовність часових інтервалів, на яких реалізується виробничий процес згідно сезонного характеру у відповідності до специфіки галузі.

Крок 3. Визначення глобальної цілі  $C$  та термінальних цілей.

3.1. Розробка ієрархії цілей.

3.2. Ранжування та відбір цілей. Формування бази даних цілей.

3.3. Формування множини домінантних багатоцільових альтернатив.

3.4. Ранжування елементів множини домінантних багатоцільових альтернатив та вибір найкращої багатоцільової альтернативи.

3.5. Формування бази знань цілей.

База цілей може поповнюватися, коригуватися, і її наявність істотно полегшує експертний вибір цілі  $C$ . Більше того, введення на множині цілей відношення переваг дозволяє підвищити надійність універсальної процедури за допомогою надання їй властивості цільової адаптивності, яке виявляється дуже корисним при виникненні ситуації "нерозв'язної проблеми".

Крок 4. Формування сценаріїв досягнення цілей.

4.1. Формування за допомогою експертів бази даних про об'єкт управління.

4.2. Формування банку допустимих сценаріїв на основі моделі (3.1):

$$S = S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_m,$$

де  $m$  - загальна кількість сценаріїв.

4.3. Формування бази знань про критерії ефективності на основі моделі (3.6) - (3.17)

Крок 5. Визначення джерел інформації про фактори ризиків. Задаються бази даних та бази знань про фактори зовнішнього та внутрішнього середовища, індикатори настання ризикової події, наслідки ризиків, заходи уникнення ризиків.

Крок 6. Вибір деякого умовно-оптимального сценарія  $S_j$  з банку сценаріїв на стратегічному рівні, який визнається "кращим" на даному етапі пошуку цілі  $C$ . БЗ сценаріїв містить знання, необхідні для вибору і використання методів в процесі пошуку рішень.

Крок 7. Здійснення виконання сценарію  $S_j$ .

Крок 8. Оцінювання настання ризикових подій для сценарію  $S_j$  шляхом аналізу та прогнозування ризиків на основі індикаторів ризикових подій.

8.1. Визначати ймовірності настання ризикових подій та ступінь комплексного (у тому числі опосередкованого) впливу заходів на індикатори прогнозування ризикових ситуацій.

8.2. Вибрати заходи  $M_k$ , які з найменшими витратами забезпечують найбільший вплив на рівень ризику і його можливі наслідки.

Крок 9. Моніторинг ризикових ситуацій.

9.1. Оцінити ймовірності настання ризикових подій.

9.2. Обчислити агреговане значення величини ризику згідно моделі (3.31) - (3.37).

Крок 10. Виконання процедури нечіткого логічного висновку.

10.1 Формування набору нечітких продукцій, що відображають експертну інформацію про вплив різних факторів ризику на показники ефективності функціонування організаційно-технологічного об'єкту при виконанні сценарію  $S_j$ .

10.2. Формування значення показників, що характеризують можливість настання ризикової ситуації, яка призводить до відхилення показників ефективності від цільових значень.

Крок 11. Здійснюється оперативне оцінювання ефективності функціонування ТК неперервного типу.

11.1 Оцінюється ефективність функціонування ТК неперервного типу на часовому інтервалі  $t_n$  при виконанні сценарію  $S_j$  шляхом визначення індексу ефективності  $W_j$ .

11.2 Визначаються для сценарія  $S_j$  умови (3.37) та (3.38).

11.3 Якщо спрогнозована ситуація вже була, то з бази знань використовується рішення для даної ризикової ситуації.

11.4 Якщо ситуація відсутня, то в базі знань відбувається формування оптимальних рішень за допомогою координатора, при цьому нова ситуація та управлінська дія заноситься в базу знань. Результат сформованих рішень перевіряється за допомогою критерія ефективності  $W$ .

11.5 Якщо рішення на  $n$ -му кроці ефективніше рішення на  $(j - 1)$ -му кроці ( $W_j > W_{j-1}$ ), то це рішення для відповідної ситуації перезаписується в базі знань. Умовою переходу до наступної дії є зменшення критерію ефективності ( $W_j < W_{j-1}$ ) або зміна критерію ефективності менше мінімального заданого значення ( $W_j - W_{j-1} < \varepsilon$ ).

Крок 12. Здійснюється оцінка досягнення глобальної цілі  $C$  згідно визначеного критерію.

12.1. Якщо ціль досягнута, то даний сценарій є ефективним для реалізації. 12.2.

Якщо ціль не досягнута, то реалізується наступний сценарій.

12.3. Якщо вичерпані існуючі можливі сценарії досягнення цілі  $C$ , то пропонується поповнити базу сценаріїв новими, ефективнішими.

12.4. Якщо вичерпані поточні можливості по поповненню БЗ сценаріїв, то пропонується зробити зміну початкового стану, значень параметрів, що

управляють, а також цілі  $C$  за допомогою її коригування або повної заміни з переходом в початок ітераційної процедури до Кроку.3.

12.4. Якщо така можливість відсутня, то знаходимо псевдорішення і вважаємо, що ціль  $C$  досягнута з деякою точністю, що визначена згідно з критерієм  $Z$ . При цьому погрішність рішення буде більше за задану.

Крок 13. Кінець роботи.

Реалізація запропонованого алгоритму комплексного методу управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків здійснено на основі наступної структури (рис. 4.8)

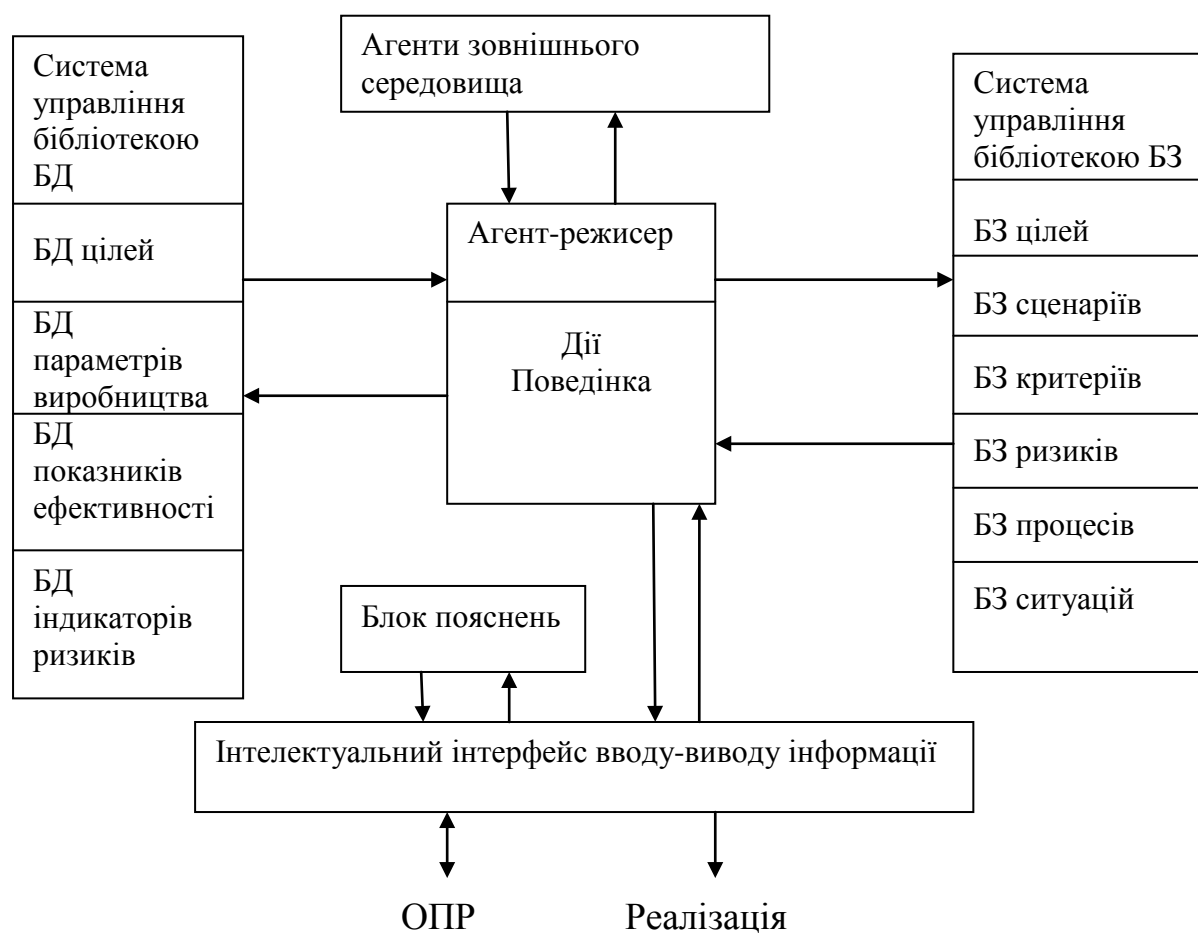


Рисунок 4.8 – Структура комплексного управління організаційно-технологічним об'єктом в умовах ризиків.

Рішення задач та робота з правилами, даними та знаннями здійснюється за допомогою спеціального блоку-агента, що здійснює обмін інформаційними

повідомленнями про запитувану інформацію, дані та правила відповідно з бази даних та бази знань, процедури висновків.

У відповідності до рекурсивної схеми роботи агентом-режисером, що приймає рішення, здійснюється ініціалізація правил з відповідних баз знань: цілей, сценаріїв, критеріїв, індикаторів ризикових подій. Агент-режисер забезпечує виконання основних принципів інтелектуального управління: роботу в режимі реального часу, використання даних та знань, універсальність, скомбінованість підходів до прийняття рішення, а також функціонування компонент та складових з врахуванням вимог внутрішнього інтерфейсу.

Таким чином, для інтелектуалізації систем управління організаційно-технологічними об'єктами запропоновано використання інтелектуальних агентів, що забезпечують виконання функцій рекурсивного вибору оптимального сценарію стратегічного управління для досягнення заданих цілей з врахуванням ризиків.

#### **4.3 Розробка імітаційної моделі системи управління технологічними комплексами неперервного типу**

Задача синтезу системи в загальному вигляді формулюється наступним чином. Відомий набір агентів, що представлений комплексною структурою, яка відображає взаємовплив підструктур індивідуальних цілей, дій, показників ефективності, і задані колективні цілі й показники. Потрібно визначити, чи можна шляхом організації зв'язків між агентами створити систему, у якій поряд з індивідуальними цілями досягалися б і бажані колективні цілі при припустимих значеннях індивідуальних і колективних показників.

Запропоновано побудову моделі системи управління технологічними комплексами неперервного типу, що дозволяє підбирати параметри системи й перевіряти ефективність такого підбору за допомогою імітаційного моделювання, згідно методики, що розглянуто в [214].

Комплексна модель кожного агента будується у два етапи. Спочатку розробляється статична складова моделі, що складається з наступних елементів:

- структура цілей агента;
- структура дій агента;
- структура показників ефективності діяльності агента.

Кожна структура задається за допомогою графів, вершини яких відповідають параметрам агента, а ребра – відносинам на множині параметрів.

На другому етапі формується динамічна складова моделі шляхом додавання до переходів графа рекурентних рівнянь виду  $S(\tau + 1) = F(S(\tau), V(\tau))$ , де  $\tau = 0, 1, \dots, N$  – дискретний час,  $S(\tau)$ ,  $V(\tau)$  – стан агента й зовнішній вплив на нього в момент  $\tau$  відповідно,  $F$  – функціональне перетворення (відображення). Символи  $S$ ,  $V$  представляємо за допомогою критеріальних формул на основі правил алгебри логіки [215, 216], перетворення  $F$  відображається формулою ЯКЦО – ТО (продукційним правилом). Таким чином, агент може визначити поточну ситуацію на основі інформації, що надходить, та визначити відповідну цьому поведінку.

Запропоновано моделювання динаміки індивідуальної і колективної діяльності агентів системи на основі індикаторних виразів, у тому числі шляхом встановлення міжагентних часових і ресурсних зв'язків.

В кожен момент часу агент виконує дії, згідно наступного алгоритму:

Крок 1. Послідовно перевіряє умови для всіх продукційних правил переходів графів цілей, дій і показників (з урахуванням свого стану та зовнішніх впливів).

Крок 2. Для тих продукційних правил "ЯКЦО.., ТО..", умови яких виконані, оператор обчислює і знаходить значення вихідних змінних (досягнення цілей, виконання дій, бальні значення показників ефективності та оцінку стану об'єкта управління).

Крок 3. Виконує дії і оновлює поточні параметри стану. При цьому агент інформує систему як про свою нормальну поведінку, так і про порушення функціонування, які можуть виникнути: якщо виявлено момент часу, в який не виконується умова ні для одного переходу; при суперечливості, якщо деякому параметру в один і той же момент присвоюються різні значення; при виході параметра за межі допустимого для нього інтервалу значень.

Мультиагентна система управління технологічними комплексами неперервного типу представляє собою множину взаємопов'язаних агентів, діяльність яких може координуватися у часі, причому в певні моменти часу агенти можуть передавати один одному ресурси. Результатом індивідуальної діяльності агентів є досягнення певних колективних цілей і певна динаміка колективних показників. Мультиагентна система характеризується інтегральними цілями та показниками. Для технологічних комплексів неперервного типу такими цілями є максимізація кількості виготовленої продукції ( $C_0$ ), максимізації коефіцієнту виробництва ( $C_1$ ), мінімізації тривалості виробництва ( $C_2$ ). В якості показників ефективності системи в ході управління технологічним комплексом неперервного типу виступають показники кількості виготовленої продукції ( $P_1$ ), коефіцієнт виробництва ( $P_2$ ), тривалість виробництва ( $P_2$ ).

Функціонування мультиагентної системи визначається локальними взаємодіями агентів і зовнішніми подіями, що впливають на життєздатність системи управління. Для забезпечення взаємодії агентів в системі передбачено механізм передачі повідомлень агентам різного типу, при цьому може відбуватися також передача ресурсів.

Імітаційне моделювання поведінки агентів в системі управління технологічними комплексами неперервного типу реалізовано наступним чином. Задано для кожного агента графові моделі цілей, дій показників (рис. 4.9, рис.4.10).

Вершини графа цілей відповідають цілям  $c_i$ , що з'єднані ребрами з переходами  $q_j$ .  $C_0$  - інтегральна ціль для агента 1, що зображено на рис.4.9 (а) та рис 4.10 (а). Вершини  $c_i$  і переходи  $q_j$  складають комбінацію  $c_i q_j$ , що відповідає ребру та має певний номер, так наприклад номер 1 відповідає парі  $q_1 c_1$ . В позицію  $c_{1,1}$  ведуть вхідні ребра 2 і 6, ребра з аналогічним номером виходять відповідно з переходів  $q_3$ ,  $q_2$ .



Вершини графа дій  $d_i$  відповідають певним операціям, що повинні бути реалізовані для досягнення цілей  $c_i$ . Переходи  $t_i$  вказують на реалізацію відповідної операції (рис.4.9 (б), рис. 4.10 (б)).

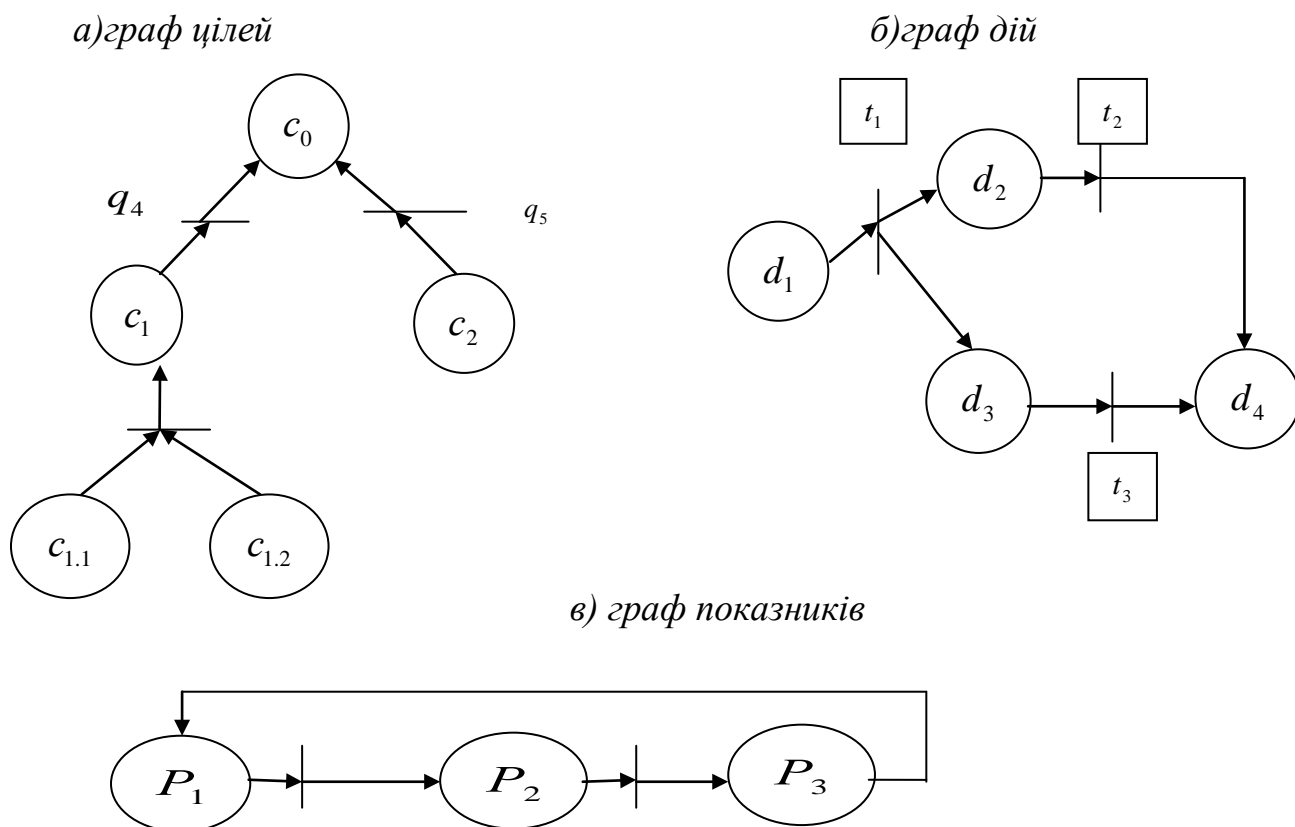


Рисунок 4.9 – Статична складова комплексної моделі агента 1 в формі графа.

Вершини графа показників  $P_i$  відповідають показникам ефективності управління ТК неперервного типу. Переходи  $r_i$  визначають можливе досягнення відповідних показників (рис.4.9. (в), рис.4.10 (в)).

Імітаційне моделювання дало можливість на першому кроці сформулювати рядок символів (позицій і переходів) у вигляді букв із нижніми індексами. На другому кроці розставляються стрілки, на третьому вводяться номери стрілок.

Запропоновано моделювання динаміки індивідуальної і колективної поведінки агентів системи на основі індикаторних виразів, у тому числі шляхом встановлення міжагентних часових і ресурсних зв'язків.

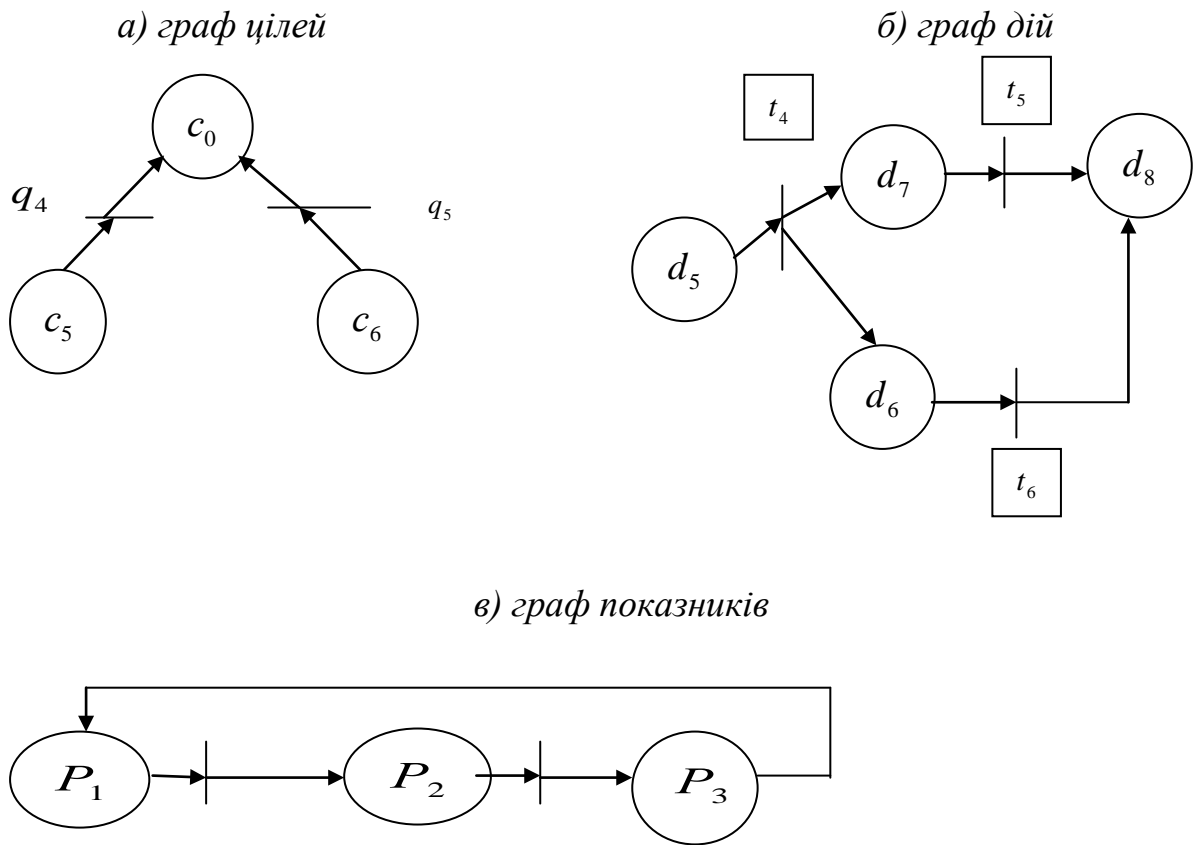


Рисунок 4.10 – Статична складова комплексної моделі агента 2 в формі графа.

На рис. 4.11. показана схема взаємодії графів цілей, дій, показників, де стрілки, що позначені  $c, d, P$ , відповідають впливам кожного з трьох графів на два інших, стрілки  $V$  відповідають впливам подій зовнішнього середовища.

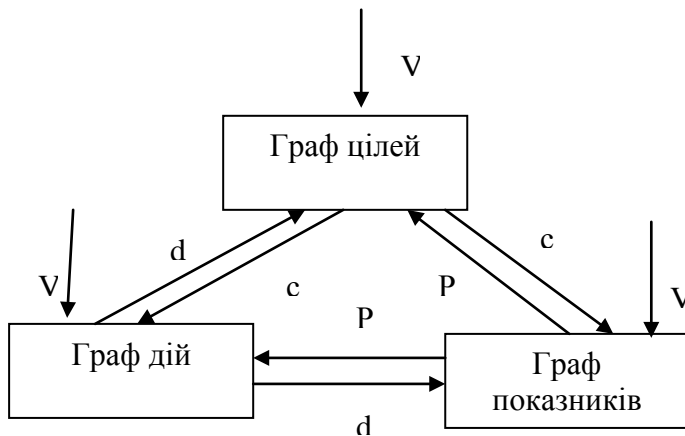


Рисунок 4.11 – Схема взаємодії графів цілей, дій, показників.

Динаміка системи визначена динамікою внутрішньої поведінки агентів і динамікою зовнішньої поведінки - взаємодій між агентами, а також агентами й зовнішнім середовищем, на заданому інтервалі дискретної часової шкали  $\tau = 0, 1, \dots, N$ . При цьому зміна параметрів системи (досягнення цілей, зміна дій, зміна величини показників) відбувається в моменти спрацьовування вершин-переходів графа, а значення параметрів у проміжку між спрацьовуванням переходів фіксується у вершинах-позиціях. Переходи позначено продукційними правилами – виразами виду «ЯКЩО (виконання умови), ТО (реалізація оператора)», де умова й оператор описуються логічними критеріальними формулами – КФ. Індикатором є двомісний предикат  $(x\#y)$ , де  $x, y$  – числові змінні, одна з яких може бути константою, що інтерпретуються як значення дискретного часу, факт досягнення цілі або виконання дії, бальне значення показника і т.д.,  $\#$  – знак порівняння, що належить множині  $\{=, \neq, >, \geq, <, \leq\}$ . Продукційні правила такого типу, зіставлені переходам графа відповідають індикаторним виразам та описуються формулами причинно-наслідкового зв'язку  $K\Phi 1 \rightarrow K\Phi 2$ .

Індикатор дорівнює 1, якщо співвідношення  $\#$  виконується, і рівний 0, якщо не виконується. КФ формується на базі індикаторів шляхом застосування до них логічних операцій кон'юнкції, диз'юнкції, заперечення. Перехід графа спрацьовує в момент  $\tau$ , якщо у відповідному йому індикаторному виразі  $K\Phi 1 = 1$ . У результаті в момент  $\tau + 1$  буде виконуватися співвідношення  $K\Phi 2 = 1$ , що ініціює реалізацію оператора переходу.

Дамо приклади індикаторних виразів для переходів графів, що описують компоненти комплексної структури агентів (рис. 4.8 і рис. 4.9). Умова КФ1 і оператор КФ2 будемо розділяти горизонтальною стрілкою.

Вираз для переходу  $t_4$  графа дій і переходу  $t_5$  графа показників агента 1 має вигляд:

$$F(t_4): (d_3 = 1) \wedge (d_4 = 1) \wedge (v = 0) \rightarrow (d_3 = 0) \wedge (d_4 = 0) \vee (d_0 = 1), \quad (4.17)$$

де  $v$  – булева змінна, відповідному зовнішньому впливу,

$$F(t_5): (p_2(\tau) > 7) \rightarrow (p_1(\tau+1) = p_1(\tau) - 1) \vee (p_3(\tau+1) = p_3(\tau) - 1), \quad (4.18)$$

де значення показників представлене функцією дискретного часу  $\tau$ . Оператор індикаторного вираз (4.17) при настанні моменту  $\tau + 1$  зменшує на одиницю значення показників  $p_1, p_3$  у момент  $\tau$ .

Моделювання динаміки внутрішньої поведінки агента на заданому часовому інтервалі здійснено на основі індикаторних виразів, що відображають комплексну структуру агента, таким чином:

- послідовно перевіряємо виконання умов КФ1 для індикаторних виразів всіх переходів графів цілей, дій і показників агента;
- для тих виразів, умови яких виконані, обчислюємо оператор КФ2 і знаходимо значення вихідних змінних.

Таким чином, застосовано метод імітаційного моделювання. Можливі два результати імітаційного експерименту: або доходимо до кінцевого моменту часового інтервалу моделювання, не зустрічаючи порушень у поведінці агента, або фіксуємо порушення, наприклад:

- «зависання» агента, якщо виявлено момент, коли не виконується умова ні для одного переходу;
- суперечливість, якщо деякій змінній в один і той же момент привласнюються різні значення;
- вихід змінної за межі припустимого для неї інтервалу значень.

При виявленні вищевказаних, а можливо й інших порушень у діяльності агентів і системи, здійснюється корегування комплексної моделі системи (керування моделлю) на рівні графів та індикаторних виразів. Далі цикл «імітаційне моделювання – управління» повторюється й т.д.

Перейдемо до моделювання динаміки зовнішньої поведінки системи, обумовленої взаємодіями між агентами. Два агенти вважаються зв'язаними, якщо їхня індивідуальна діяльність координується в часі та в певні моменти часу вони можуть передавати один одному ресурси. Взаємодію агентів у складі системи інтерпретується як наявність зв'язку між ними. Два переходи, що відносяться до різних агентів є синхронізованими, якщо вони спрацьовують одночасно, і тільки

одночасно. Синхронізованими можуть бути переходи графів дій і графів показників агентів. Для синхронізації переходів, відповідно до умов  $K\Phi_i$ ,  $K\Phi_j$ , необхідно здійснити заміну умови в формулах порівняння кон'юнкцією  $K\Phi_i \& K\Phi_j$ . Якщо в момент спрацювання синхронізованих переходів, що належать різним агентам, від одного з них необхідно передати іншому ресурс  $R$ , то оператор агента, що передає цей ресурс, в цей момент віднімає відповідну змінну величину  $R$ , а оператор агента, що приймає, додає  $R$ .

Проілюструємо взаємодію агентів.

Нехай ресурс  $R = 2$  передається від агента 1 при спрацюванні переходу 5 (рис. 4.9), описуваного формулою порівняння (4.17), а приймається агентом 2 при спрацюванні синхронізованого з  $t_5$  переходу  $t_6$  (рис. 4.9), описуваного формулою:

$$F(t_6): (p_1(\tau) < 3) \rightarrow (p_2(\tau + 1) = P3(\tau) + 1) \quad (4.19)$$

(4.13) і (4.14) заміняємо відповідно на (4.15), (4.16):

$$F(t_5): (p_1(\tau) > 7) \wedge (p_2(\tau) < 3) \rightarrow (p_1(\tau + 1) = p_1(\tau) - 2) \wedge (p_3(\tau + 1) = p_3(\tau) - 2), \quad (4.20)$$

$$F(t_6): (p_1(\tau) > 7) \wedge (p_2(\tau) < 3) \rightarrow (p_3(\tau + 1) = p_3(\tau) + 3) \quad (4.21)$$

З виразів (4.20) і (4.21) випливає, що при взаємодії агентів у момент  $\tau + 1$  з позицій  $P1$  і  $P2$  агенти 1 вилучається по одній одиниці ресурсу, а їхня сума (дві одиниці) вноситься в позицію  $P3$  агента 2.

Розглянутий підхід до побудови наочної моделі мультиагентних систем дає можливість розробки інформаційної технології управління технологічними комплексами неперервного типу в класі організаційно-технічних систем. ОТС представлена як множина взаємодіючих агентів зі своїми індивідуальними цілями, діями і показниками, що у процесі функціонування орієнтована на досягнення інтегральних (колективних) цілей і характеризується інтегральними показниками. Взаємодії агентів у мережі відбуваються у формі передачі ресурсу або/і інформаційних потоків. Взаємодії залежать від внутрішньої ситуації в системі й зовнішнього середовища, і носять нерегулярний (випадковий) характер.

Розділені статична й динамічна складові моделі, що представлені графами та формулами порівняння. Статична складова є основою динамічної складової: для кожного переходу задає його вхідні й вихідні позиції.

Для опису статичної складової застосовано графові моделі. Для опису динамічної складової моделі застосовані формули порівняння, що представляють собою інтеграцію продукційних правил та формалізмів алгебри логіки та забезпечують:

- застосування єдиного алгебраїчного способу опису як для статичної, так і для динамічної складової моделі (принцип однорідності);
- опис продукційних правил у термінах змінних, що відповідають цілям, діям і показникам системи;
- формування умови й оператора продукційного правила на базі критеріальних формул (КФ);
- опис механізму взаємодії агентів у багатоагентній системі на основі синхронізації переходів у графах і передачі ресурсів від агента агентові.

#### **4.4 Розробка технології управління інформаційними потоками в організаційно-технологічних системах**

В процесі моделювання функціонування мультиагентної системи управління організаційно-технологічними об'єктами через канали міжагентної взаємодії передаються потоки даних, що забезпечують фізичне переміщення інформації, яка дає можливість здійснити будь – який процес, реалізувати будь – яке рішення. Передача інформаційних потоків здійснюється дискретно, тобто порціями, та представляє собою елементи потоку. Одержання інформації для прийняття рішень в мультиагентній системі вимагає переробки значних обсягів даних, тому функція каналу міжагентної взаємодії полягає в переміщенні елементів потоку (за принципом черги) та одночасному їх накопиченні.

Інформаційні потоки забезпечують оптимальне функціонування мультиагентної системи. Рух елементів потоку при міжагентних взаємодіях системи з середовищем

визначає зовнішню динаміку мультиагентної системи, а рух елементів потоку всередині агента – її внутрішню динаміку.

Нехай задано множину потоків  $Y = \{y_i, i = 1, \dots, n\}$ , що виражається цілочисельними невід'ємними змінними, значення яких відповідають числу потоків, множина переходів – зміні станів потоків  $Q = \{q_j, j = 1, \dots, d\}$ .

Елементарну подію (ЕП) опишемо виразом виду:

$$p_j = y_1^-, \dots, y_n^- \xrightarrow{q_j} y_1^+, \dots, y_n^+, \quad (4.22)$$

де  $y_1^-, \dots, y_n^-$  - вхідні потоки, що відповідають показникам кількості та якості сировини, показникам витрат матеріальних та енергетичних ресурсів, показникам оптової ціни на готовий продукт та ін;

$y_1^+, \dots, y_n^+$  - вихідні потоки, що характеризуються значеннями кількості виробленої продукції, коефіцієнтом виробництва, значенням отриманого прибутку.

При цьому при виконанні переходу  $q_j$  можливе вилучення певного числа потоків з вхідних потоків та їх внесення до вихідних потоків.

Враховуючи той факт, що організаційно-технологічна система є складною ієрархічною системою, передача інформаційних потоків здійснюється з врахуванням наступних рівнів ієрархії:

- технологічний рівень (об'єкт управління - технологічна система);
- інженерний рівень (об'єкт – виробнича система);
- організаційний рівень (об'єкт –технологічний комплекс, підприємство);
- корпоративний рівень (об'єкт – юридична особа, тобто фірма, компанія, корпорація – внутрішнє регулювання);
- бізнес – рівень (об'єкт – корпорація в ринковому середовищі, зовнішнє регулювання).

На кожному з рівнів мультиагентної системи приймаються рішення, для чого обробляються значні обсяги інформаційних потоків, що передаються по міжагентних каналах. На часовій шкалі  $\tau = 0, 1, \dots$  динаміку вхідних  $y_{g_a}(\tau)$  та вихідних  $y_{h_b}(\tau)$  потоків з врахуванням рівнів задамо наступним чином:

$$y_{g_a}(\tau) = y_{g_a}(\tau - 1) - \alpha_a, \quad a = 1, \dots, k, \quad (4.23)$$

$$y_{h_b}(\tau) = y_{h_b}(\tau - 1) + \beta_b, \quad b = 1, \dots, r.,$$

де показник  $\alpha_a$  відповідає числу потоків, що вилучаються при виконанні переходу  $q_j$  з вхідних потоків, показники  $\beta_b$  - число потоків, що вносяться в вихідні потоки.

Величина потоку інформації в часі є подією, що представляє собою множину елементарних подій, яка характеризується як кінечна множина та складається з  $n$ -го числа елементарних подій.

Алгебра подій дає можливість формально описати рух потоків в мультиагентній системі. В [209] алгебра визначається, як множина елементів довільної природи, на якій визначено деякі кінцеві дії, що дають можливість впорядкованому набору з  $n$  елементів множини поставити у відповідність елемент цієї множини.

Нехай маємо множину подій  $P = \{p_j, j = 1, \dots, N\}$ , що складається з  $n$ -го числа елементарних подій. Введемо на множині  $P$  дві бінарні дії - об'єднання та суміщення, та одну унарну дію - альтернативний вибір.

Об'єднання подій  $P = P_1 \cup P_2$  розглядається як теоретико-множинне об'єднання потоків  $p_1 \in P_1, p_2 \in P_2$ , що включає в себе всі елементарні події  $p_1 \in P_1$  і всі елементарні події  $p_2 \in P_2$ .

Суміщення подій  $P = P_1 \cdot P_2$  розглядається як дія, що полягає в формуванні всіх пар потоків  $p_1, p_2$  згідно наступних правил:

- до набору вхідних (вихідних) потоків  $p_1$  приписується набір вхідних (вихідних) потоків  $p_2$ ;
- якщо в отриманому вхідних (вихідних) наборі виявиться декілька однойменних потоків, то вони замінюються одним потоком, показник степеня якого дорівнює сумі показників степенів, які замінюються;
- горизонтальна стрілка, що веде від вхідного до вихідного набору показників, помічається виразом  $q_1 \cdot q_2$ ;



- потоки у вхідному (вихідному) наборі впорядковуються зліва направо в зростанні їх номерів.

Множина  $P = P_1 \cdot P_2 \in$  є множиною з  $n_1 \times n_2$  потоків, де  $n_1, n_2$  - число елементів у множинах  $P_1$  та  $P_2$ , відповідно.

Альтернативний вибір  $\hat{P}$  полягає у виділенні з множини  $P = \{p_i, i = 1, \dots, n\}$  одного і тільки одного елемента при істинності співставленої йому логічної умови  $u_i$ . При цьому для будь-яких двох елементів  $p_1$  і  $p_2$  умови  $u_1$  та  $u_2$  не можуть виконуватися одночасно, тобто повинна виконуватися умова ортогональності  $u_1 \wedge u_2 = 0$ , де  $\wedge$  - знак кон'юнкції.

В мультиагентній системі на нижньому рівні формується множина інформаційних потоків, що характеризують технологічну складову прибутку. На основі цих інформаційних потоків формуються економічні показники ефективності організаційно-технологічного об'єкту, що аналізуються агентом для вироблення раціональних управлінських рішень. Ці показники надходять на вхід інтелектуальних блоків в мультиагентній системі. На виході виробляється вектор показників, що визначає оцінку стану організаційно-технологічного об'єкту в теперішній момент часу, що може бути як кількісними, так і якісними. Отримані інформаційні потоки підлягають корегуванню в залежності від отриманих даних від агентів зовнішнього середовища відповідно про стан зовнішнього середовища згідно із зовнішніми економічними умовами.

Так для ТК неперервного типу подія виражається наступною формулою:

$$P = \{(y_1^{-6} \xrightarrow{q_1} y_2^{+5}) \cdot (y_1^{-6} y_2^{+5} \xrightarrow{q_2} y_3^{+14}) \cup (y_4^{-9} y_3^{+14} \xrightarrow{q_3} y_5^{+3}) \cdot (y_6^{-5} \xrightarrow{q_4} y_7^{+2})\}, \quad (4.24)$$

де  $y_1^{-6}$  - вхідні інформаційні потоки, що характеризують показники якості сировини та її використання (кількість прийнятої сировини, кількість сировини до переробки, якість сировини при прийманні та ін.);  $y_2^{+5}$  - вихідні інформаційні потоки, що характеризують показники сировини по переробці (якість сировини при прийманні, перероблено сировини, тривалість технологічного процесу, простої, продуктивність);  $y_3^{+14}$  - вихідні інформаційні потоки, що характеризують показники

кількість і якість виробленої готової продукції;  $y_4^{-9}$  - вхідні інформаційні потоки, що характеризують енергетичні показники (витрати вапнякового каменю, витрати пари, витрати електроенергії та ін.);  $y_5^{+3}$  - вихідні інформаційні потоки, що характеризують показники ефективності організаційно-технологічного об'єкту;  $y_6^{-5}$  - вхідні інформаційні потоки, що характеризують показники настання ризикових подій;  $y_7^{+2}$  - вихідні потоки, що характеризують аналітичну інформацію для прийняття рішення (індекс ефективності, оцінка ризику).

Процеси передачі інформаційних потоків відбуваються на вищих рівнях в мультиагентній системі. Крім розрахованих економічних показників, на вхід інтелектуальних блоків надходять з нижніх рівнів значення вихідних показників, що визначають рішення агентів нижнього рівня. Тому доцільним є використання булевих змінних.

Булевою є змінна, що приймає два значення: 1 (істине) та 0 (хибне), а булевою формулою називається вираз, що отримано шляхом використання кінцевого числа разів логічних операцій диз'юнкції (АБО), кон'юнкції (ТА) і заперечення (НЕ) з булевими змінними. Булева формула описує булеву функцію з областю значень  $\{0,1\}$

Тоді, виходячи з даних визначень, формула (4.24) матиме вигляд:

$$P = \left\{ (y_1^{-6} y_2^{+5} \xrightarrow{q_1 \cdot q_2} y_3^{+14}) \cup (y_4^{-9} y_5^{+3} y_6^{-5} \xrightarrow{q_3 \cdot q_4} y_7^{+3}) \right\} \quad (4.25)$$

Для кожної ЕП в формулі (4.24) введемо логічну умову, що виражається критеріальною формулою над вхідними і (або) вихідними потоками, що матиме вигляд:

$$f(q_1 \cdot q_2) = (y_1 > 3) \wedge (y_1 \leq 6) \vee (y_3 < 4) \wedge (y_5 < 4), \quad (4.26)$$

$$f(q_3 \cdot q_4) = (y_1 \leq 3) \vee (y_5 \geq 4).$$

Подію, що характеризую передачу інформаційних потоків по міжагентим каналам в мультиагентній системі можна виразити також за допомогою мережі Петрі. При цьому необхідно скористатися наступними правилами:

- кожній вхідній (вихідній) потоковій змінній ЕП ставимо у відповідність позицію мережі Петрі, а кожній горизонтальній стрілці – її перехід;

- з вхідної позиції в перехід (з вихідної позиції в перехід) проведемо стрілки, число яких рівне показнику ступеню в позначенні потоку.

Графічне представлення передачі інформаційних потоків в мультиагентній системі надасть можливості наочного представлення схеми руху інформаційних потоків, їх передачі, обробки, зберігання, забезпечення швидкого доступу до даних, їх обмін по всім каналам, обробки по відповідним алгоритмам та представлення в зручному вигляді.

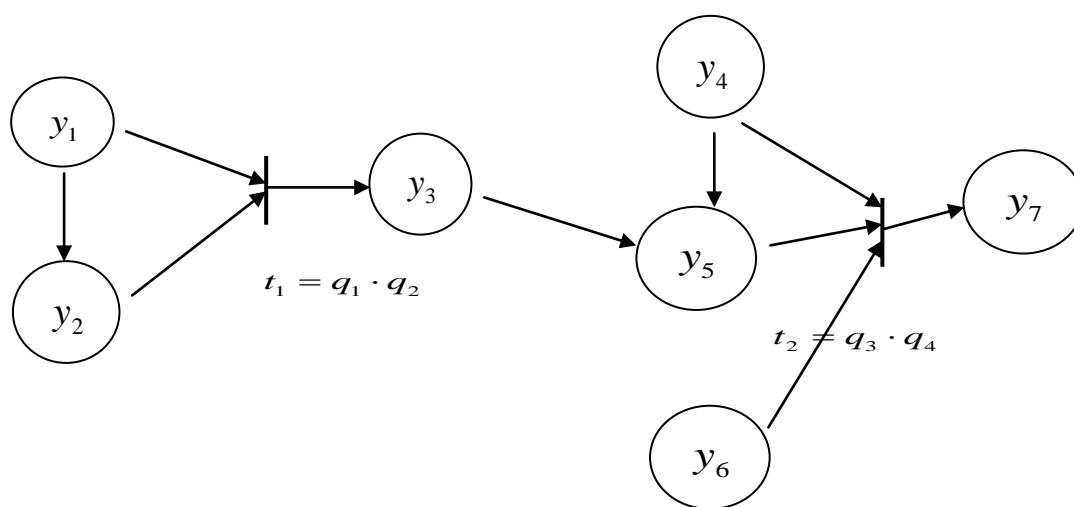


Рисунок 4.12 - Формула події у вигляді мережі Петрі.

Застосування даних правил до формули (4.19) дає мережу Петрі, що зображена на рис 4.12. Отримані мережі, що відображають передачу інформаційних потоків в мультиагентній системі, є поточковими мережами. Вони відображають функціонування блоків руху елементів потоку в комплексній поточковій схемі агента, що зображена на рис. 4.13.

Комплексна поточкова схема агента працює згідно наступного алгоритму:

Крок 1. Блок управління потоками отримує на вхід дані – значення змінних, що характеризують показники ефективності технологічної складової прибутку організаційно-технологічного об'єкту, які співставленні позиціям поточної мережі (поточкові змінні), а також дані про стан зовнішнього середовища (фактори зовнішнього середовища, що можуть викликати настання тих чи інших ризикових подій).

Крок 2. Забезпечення блоком управління певного порядку виконання керуючих впливів – операцій, що ініціюють спрацювання переходів в потоковій мережі, тобто переміщення елементарних потоків. Операції можуть виконуватися як послідовно, так і паралельно, також передбачається можливість альтернативного вибору операції в залежності від ситуації, синхронізація паралельних операцій, відсутність конфліктів між ними і таке інше.

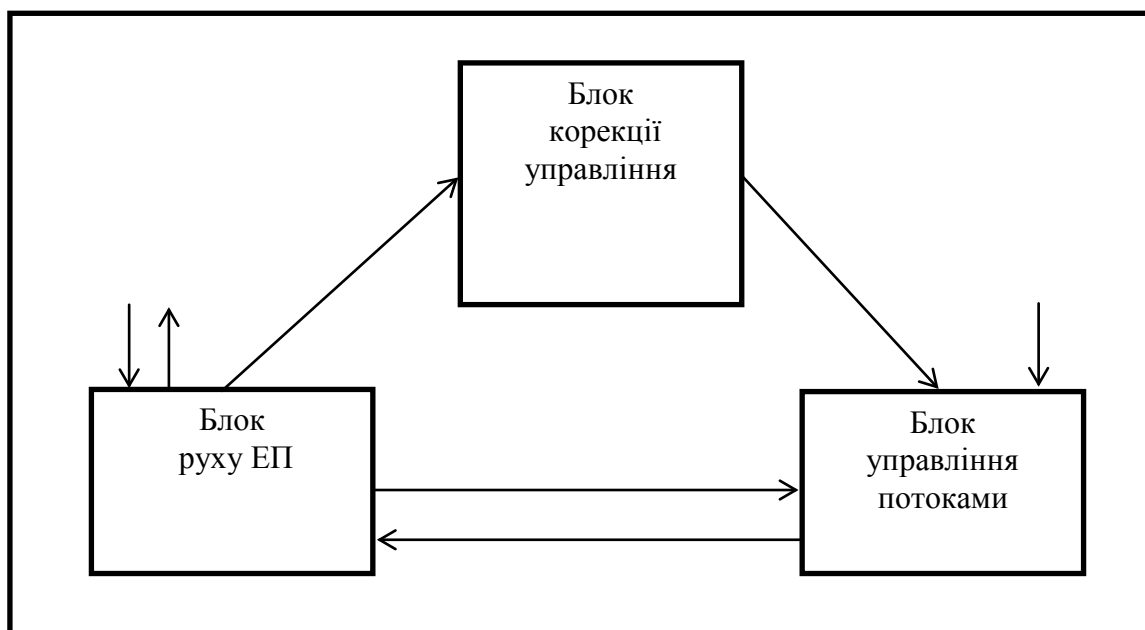


Рисунок 4.13 - Структура комплексної потокової схеми агента

Крок 3. Моделювання графом операцій з використанням мережі Петрі управління потоками в агенті. Переходам додатково приписуються логічні умови спрацювання в вигляді критеріальних формул поточкових змінних, а також функцій від часу. Граф операцій маркується шляхом розташування в його позиції мітки, що вказує на виконання операції. Позиція графа може знаходитись лише в двох станах: бути порожньою чи містити мітку.

Крок 4. Здійснення передачі інформаційних повідомлень шляхом спрацювання переходу графа операцій у випадку коли у всіх його вхідних позиціях є мітки та істина критеріальна формула, що відноситься до даного переходу.

Крок 5. В результаті спрацювання переходу знищуються мітки з його вхідних позицій та вносяться мітки в вихідні позиції, тобто запускаються наступні операції.

Крок 6. Для ініціювання графу операцій необхідно задати початкове розміщення міток.

Взаємодія між потоковою мережею та графом операцій полягає в тому, що граф операцій постійно відслідковує стан потокової мережі та зовнішнього середовища, в певні моменти (при настанні відповідної події) формує керуючі впливи на потокову мережу, що приводить до зміни її стану. Граф операцій управляє потоковою мережею, тобто спрацювання переходів потокової мережі дозволяється лише при наявності міток в певних позиціях графа операцій.

Нехай в початковий момент часу  $\tau = 0$   $y_1(0) = 3$ ,  $y_2(0) = 2$ ,  $y_3(0) = 1$ ,  $y_4(0) = 1$ ,  $y_5(0) = 4$ ,  $y_6(0) = 2$ ,  $y_7(0) = 0$ ,  $y_8(0) = 0$ , мітка знаходиться в позиції  $d_1$  графа операцій (рис 4.14).

При початкових значення потоків змінних критеріальна формула, що приписана переходу  $t_1$  графа операцій, приймає одиничне значення. Перехід  $t_1$  спрацьовує і мітка переміщається з позиції  $d_1$  в позицію  $d_2$ . При цьому значення потокової змінної не змінюється, однак запускається таймер  $\tau$ . В момент  $\tau = 0$  обчислюється значення критеріальних формул, що приписані альтернативним переходам  $t_2$  та  $t_3$ . При цьому функція для переходу  $t_2$  має нульове значення ( $(y_1(0) > 3) = 0$ ,  $(y_5(0) < 4) = 0$ ), а функція для переходу  $t_3$  - одиничне ( $(y_1(0) \leq 3) = 1$ ,  $(y_5(0) \geq 4) = 1$ ). Таким чином, якщо спрацьовує перехід  $t_3$ , то мітка з позиції  $d_2$  переноситься в позицію  $d_4$  на графі операцій, а отже запускається перехід  $t_2$  потокової мережі.

В момент  $\tau_{d_4}$ , що визначається нормативною тривалістю операції  $d_4$ , отримуємо стан потокової мережі:  $y_1(\tau_{u_4}) = 0$ ,  $y_2(\tau_{u_4}) = 2$ ,  $y_3(\tau_{u_4}) = 0$ ,  $y_4(\tau_{u_4}) = 0$ ,  $y_5(\tau_{u_4}) = 4$ ,  $y_6(\tau_{u_4}) = 2$ ,  $y_7(\tau_{u_4}) = 2$ ,  $y_8(\tau_{u_4}) = 3$ .

Одиничне значення критеріальних формул, що відповідають переходам  $d_4$  та  $d_5$  графа операцій, вказує про завершення спрацювання відповідно переходів  $t_1$  і  $t_2$  потокової мережі за час, не менший нормативного ( $\tau \geq \tau_{d_3}$ ,  $\tau \geq \tau_{d_4}$ ). У випадку реалізації альтернативного варіанту виконання графу операцій спрацьовує перехід  $t_5$

і мітка переміщується з позиції  $d_4$  в позицію  $d_5$  та показники таймера прирівнюються до нуля, тобто  $\tau = 0$ . Тому згідно умови спрацьовує перехід  $d_6$  і мітка переноситься з позиції  $d_5$  в початкову позицію  $d_1$ .

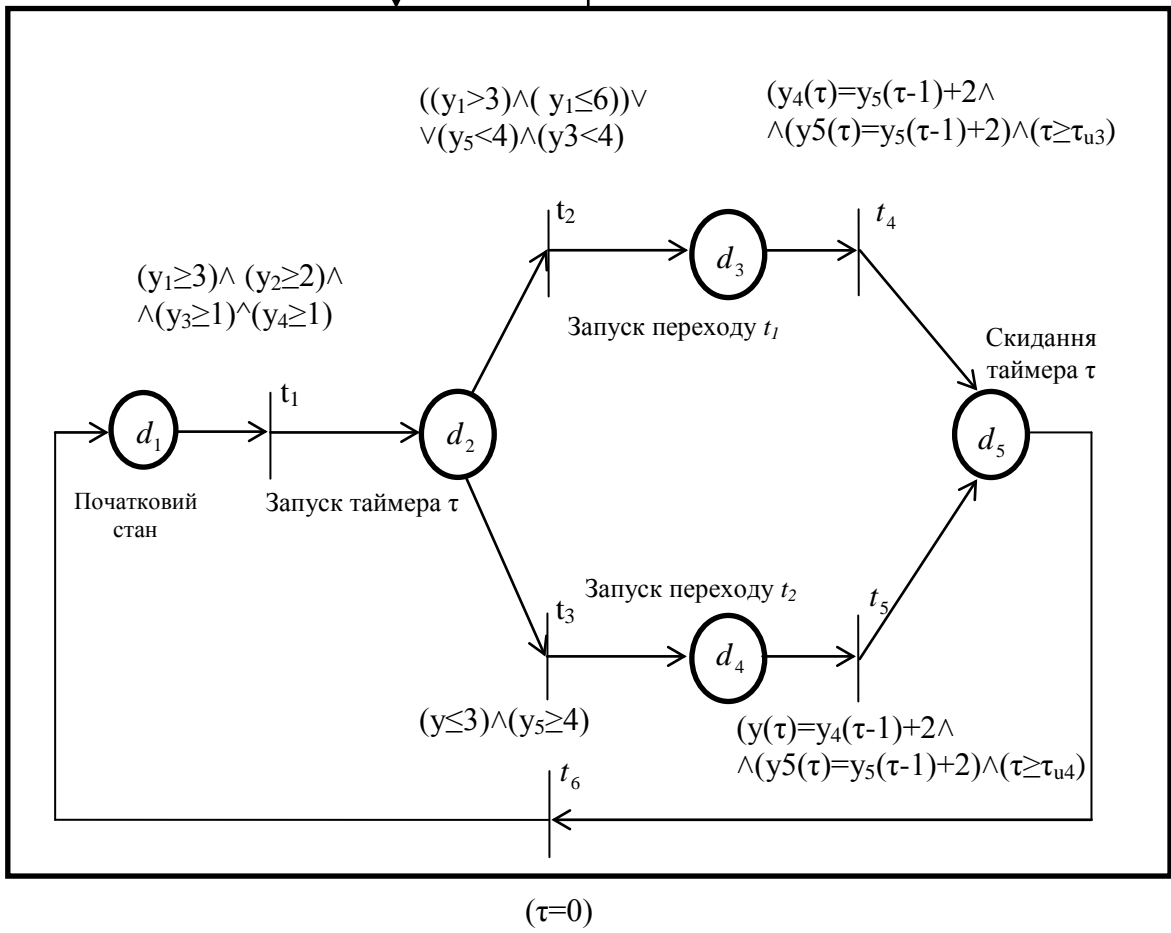
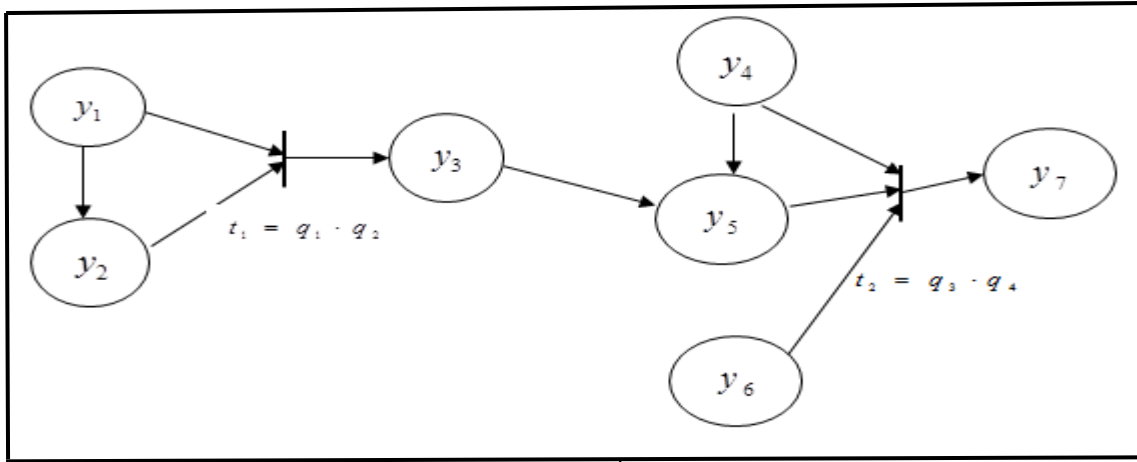


Рисунок 4.14 - Взаємодія потокової мережі та графу операцій.

Якщо у вхідні позиції  $y_1, \dots, y_4$  потокової мережі з зовнішнього середовища доступно достатня кількість елементарних потоків, то цикл взаємодії потокової мережі і графа операцій буде повторюватися.

Реалізація мультиагентної системи управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків здійснено за допомогою мови програмування Java [212]. Як Java-додаток, так і Java-аплети можуть працювати з базами даних. Для роботи з базами даних підключається спеціалізована бібліотека класів для СУБД MySQL або використовується інтерфейс ODBC. При цьому застосовується технологія JDBC (Java Database Connectivity), що представляє собою програмний інтерфейс для виконання SQL-запитів до реляційних баз даних з Java-програм. Бібліотека класів JDBC знаходиться в пакеті java.sql.

#### **4.5. Розробка інформаційної технології управління ризиками технологічного комплексу неперервного типу**

Стратегічне управління ОТС направлене перш за все на вирішення складного комплексного завдання, мета якого підвищити ефективність ОТС в цілому. Вирішення даного завдання можливе шляхом розробки комплексного методу стратегічного управління ОТС з врахуванням ризиків на основі побудови нечіткої когнітивної моделі управління ризиками.

Побудова інформаційної технології управління ризиками значною мірою залежить від завдань стратегічного управління технологічного комплексу неперервного типу, які мають бути вирішені майбутніми користувачами. Завдання стратегічного управління технологічного комплексу неперервного типу з врахуванням ризиків на основі когнітивних карт можна розділити на два типи: статичні й динамічні. Їм відповідають два типи моделей. Статична модель являє собою аналіз поточної ситуації, що полягає у виділенні й зіставленні шляхів впливу одних факторів на інші через треті (каузальні ланцюжки). Динамічна модель - це генерація й аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуації в часі. В обох випадках метою аналізу є формування можливих альтернатив управлінських рішень. Такими

альтернативами виявляються множини управлінських рішень, тобто факторів, на зміну яких ОПР може безпосередньо впливати. Аналіз впливів виділяє фактори з найбільш сильним впливом на цільові фактори, тобто фактори, значення яких варто змінити. Остаточний вибір керуючих і цільових факторів залишається за ОПР, що враховує й інші міркування, що лежать поза когнітивною картою (наприклад, ресурси, необхідні для зміни керуючих факторів).

Розроблена модель управління ризиками для технологічних комплексів неперервного типу на основі нечітких когнітивних карт дає можливість виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищі, ступеню їх впливу на показники ефективності функціонування ТК неперервного типу, а також визначення заходів уникнення ризиків.

Управління ризиком здійснено на основі наступної процедури (рис. 4.15):

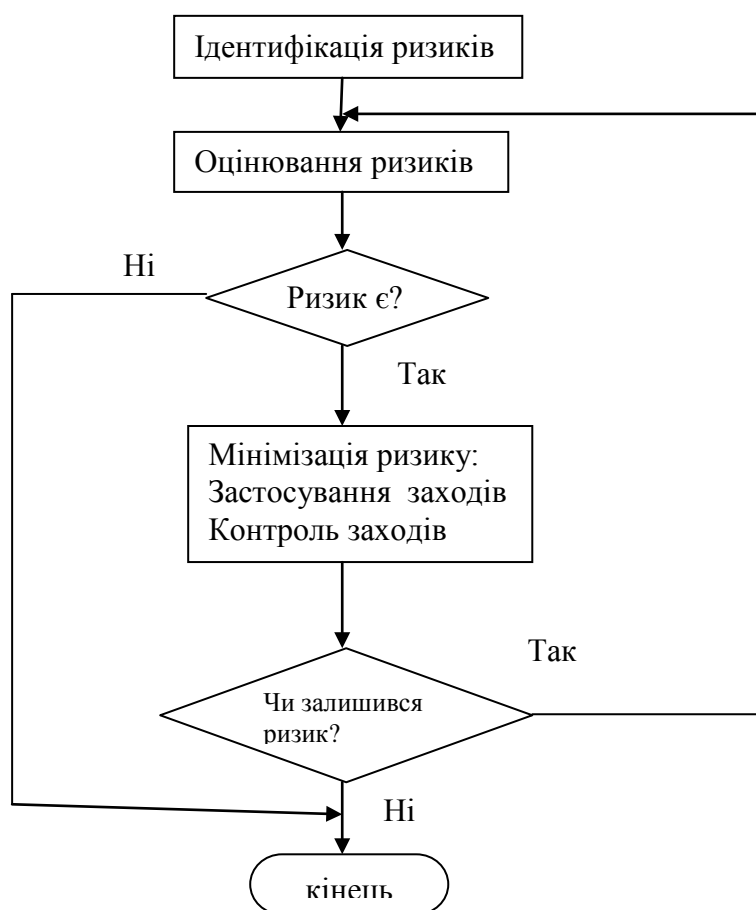


Рисунок 4.15 – Процедура управління ризиками



Управління ризиками на  $i$ -му інтервалі здійснюється на основі наступної технології (рис.4.16):

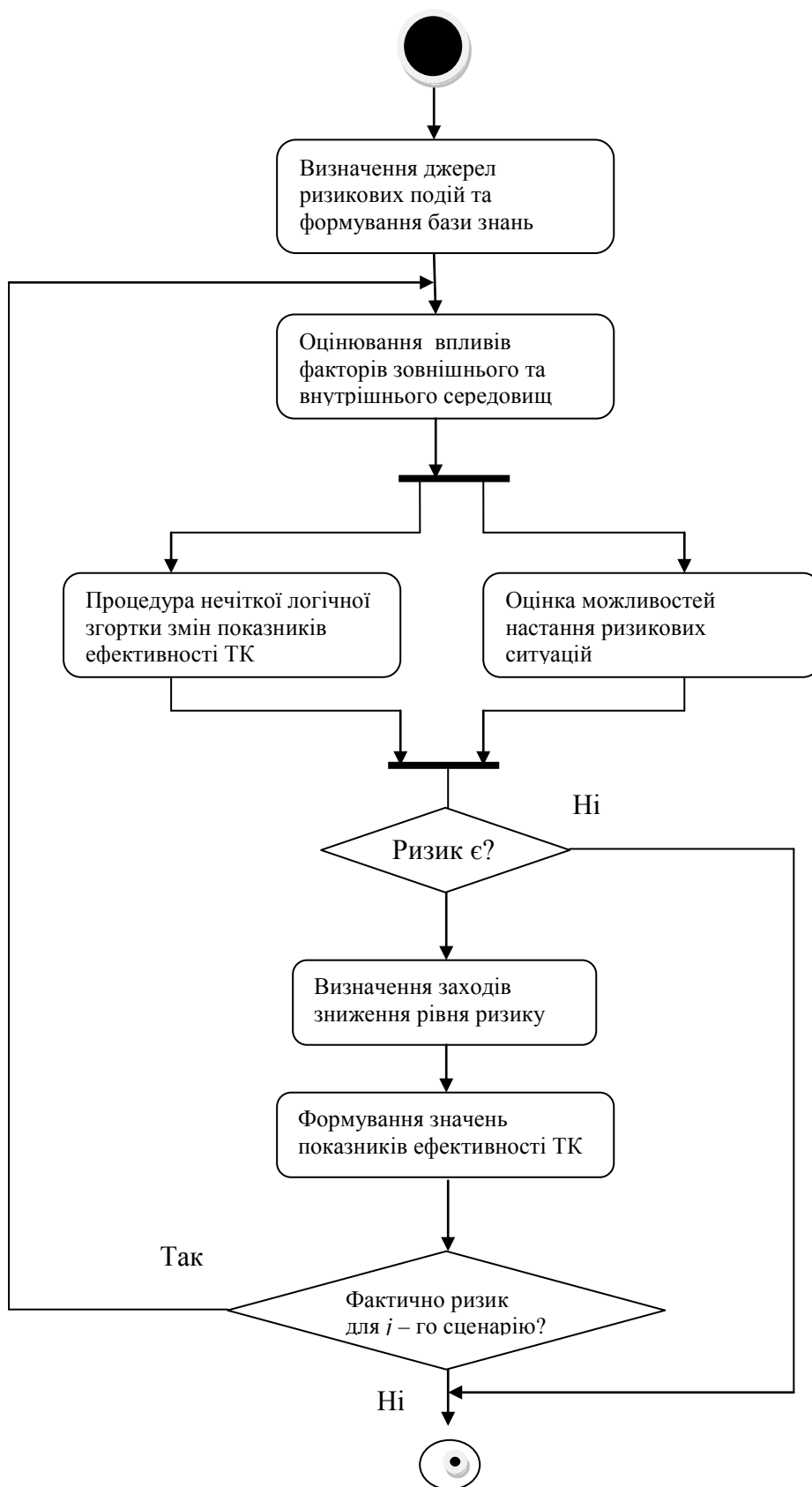


Рисунок 4.16 - UML управління ризиками ТК неперервного типу

Модель мультиагентної системи управління ризиками задамо наступним чином:

$$MM_{yp} = \langle A, E, F, I_p, P, N \rangle \quad (4.27)$$

$A$  – множина агентів системи, серед яких виділяють  $A_v$  - агенти-виконавці,  $A_p$  - агенти-приймачі,  $A_R$  - агент-режисер;

$E$  – множина агентів зовнішнього середовища;

$F$  – множина факторів зовнішнього та внутрішнього середовища;

$I_p$  – множина показників прогнозування виникнення та розвитку ризикових ситуацій;

$N$  – множина показників наслідку виникнення ризикових ситуацій для ТК;

$P$  – множина показників оцінювання ефективності ТК.

Інформаційна технологія управління ризиками згідно мультиагентного підходу (рис. 4.14):

Крок 1. Агент-режисер  $A_R$  отримує від агентів-приймачів  $A_p$  набір значень  $I_p$  показників прогнозування виникнення та розвитку ризикових ситуацій згідно наступного правила:

$$u_i = ((s_A \bullet s_o \bullet r) \circ \Delta) \times (s_r \circ \Delta), \quad (4.28)$$

де  $s_A$  — одержання інформаційних повідомлень від агента-приймача  $A_p$ ;  $s_o$  - оцінка отриманих даних;  $r$  — збереження даних від агента-приймача  $A_p$ ;  $s_r$  - формування продукційних правил, що відображають експертну інформацію про вплив різних факторів ризику на показники ефективності функціонування технологічних комплексів неперервного типу.

Крок 2. Агент-режисер  $A_R$  формує рішення на основі нечіткої логічної згортки характеристик можливих змін показників ефективності ТК  $P$  і нечітких показників можливості виникнення ризикових ситуацій та передає агентам-виконавцям  $A_v$  :

$$u_p = ((s_p \bullet s_i) \circ \Delta) \times ((s_v \bullet s_i) \circ \Delta), \quad (4.29)$$

де  $s_p$  — підготовка даних на основі нечіткої логічної згортки характеристик можливих змін показників ефективності ТК  $P$ ;  $s_i$  — передача повідомлення

зазначеному агентів-виконавцю  $A_V$ ;  $s_V$  - підготовка для передачі даних отриманих при зворотному чіткому відображенні результатів нечітких імплікацій.

Крок 3. Агенти-виконавці  $A_V$  виконують когнітивне моделювання та визначають заходи щодо зниження рівня ризику та прогнозований фінальний стан:

$$u_T = ((s_M \bullet s_A) \circ \Delta) \times ((s_V \bullet s_A) \circ \Delta), \quad (4.30)$$

де  $s_M$  — підготовка даних щодо заходів зниження рівня ризику;  $s_A$  — передача повідомлення агентів-режисеру  $A_R$ ;  $s_V$  - підготовка для передачі даних про прогнозований фінальний стан.

Крок 4. Агенти-виконавці  $A_V$  оцінюють ефективність функціонування ТК з врахуванням заходів мінімізації негативного впливу ризикової події на показники ефективності  $P$  функціонування ТК неперервного типу при реалізації  $j$  - го альтернативної сценарію та передають звіти агентів-режисеру  $A_R$ :

$$u_T = ((s_p \bullet s_A) \circ \Delta) \times ((s_V \bullet s_A) \circ \Delta) \quad (4.31)$$

де  $s_p$  — підготовка даних щодо показників оцінки ефективності ТК з врахуванням заходів мінімізації негативного впливу ризикової події;  $s_A$  — передача повідомлення агентів-режисеру  $A_R$ ;  $s_V$  - підготовка звітів для агента-режисера  $A_R$ .

Крок 5. Оцінювання фактичного стану з врахуванням ризику функціонування ТК агентом-режисером  $A_R$  та повернення до кроку 1.

Побудовані нечіткі когнітивні карти зовнішнього і внутрішнього середовища (розділ 3) для ТК неперервного типу в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.) дають можливість виявити найважливіші фактори ризику та ефективні заходи щодо зниження можливості і наслідків виникнення ризикових ситуацій. Запропонована інформаційна технологія управління ризиками ТК неперервного типу дає можливість визначити вплив реалізації різних стратегій на показники ефективності функціонування ТК з урахуванням можливості виникнення ризикових ситуацій.

## ВИСНОВКИ ДО 4-ГО РОЗДІЛУ

1. Розроблено метод комплексного управління складними організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків, що базується на синтезі стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами та процесами з врахуванням умов невизначеності та ризиків. Даний метод є універсальним та може бути використаний для широкого класу задач прийняття рішень в інтелектуальних системах управління ОТП в галузі харчової, хімічної та ін. промисловості, у тому числі з урахуванням часового чинника (реальний масштаб часу).
2. Розроблена імітаційна модель системи управління технологічними комплексами неперервного типу в класі ОТС. Дана модель дає можливість дослідження досягнення інтегральних (колективних) цілей і характеризується інтегральними показниками, а також дозволяє модельованим елементам складної системи, що функціонує в умовах невизначеності, відобразити взаємодію агентів системи, внутрішню ситуацію в системі, зовнішнє середовище повною мірою, оцінювати результати дій і використати різні варіанти поведінки для досягнення різних цілей системи.
3. Досліджено динаміку матеріальних, фінансових, інформаційних потоків при побудові інформаційної технології управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що визначає рух інформаційних потоків при міжагентних взаємодіях системи з середовищем, зовнішню динаміку мультиагентної системи, а також рух інформаційних потоків всередині агента, тобто внутрішню динаміку системи.
4. Розроблено метод стратегічного управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності на основі мультиагентного підходу, що забезпечить можливість визначення оптимального сценарію розвитку складних організаційно-технологічних об'єктів та прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни показників ефективності функціонування об'єктів в умовах невизначеності зовнішнього середовища, а

також в умовах неповної й неточної вихідної інформації формувати раціональні рішення;

5. Розроблена інформаційна технологія прийняття рішень в умовах невизначеності та ризиків для технологічних комплексів неперервного типу із застосуванням мультиагентного підходу. Дана технологія дає можливість оцінки внутрішнього стану системи та зовнішнього середовища та на підставі цього прийняття оптимального рішення.
6. Розроблена інформаційна технологія управління ризиками технологічного комплексу неперервного типу, що дозволяє дослідити динаміку змін показників ефективності функціонування технологічного комплексу неперервного типу в залежності від обраного альтернативного сценарію стратегічного розвитку та можливих ризиків, а також вибирати необхідні заходи щодо мінімізації негативного впливу ризиків на відповідні показники ефективності.
7. Результати досліджень опубліковані в [125], [203], [205], [209], [213], [216], [217], [218], [219].

## РОЗДІЛ 5.

### РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКІВ

#### 5.1 Аналіз ТК цукрового заводу як об'єкта управління в класі ОТС

Перехід до ринкової економіки вимагає нових підходів до управління: на перший план виходять економічні, ринкові критерії ефективності, підвищуються вимоги до гнучкості управління. Науково – технічний прогрес та динаміка зовнішнього середовища змушують сучасні підприємства перетворюватись у все більш складні системи. Для забезпечення управління таких систем необхідні нові методи, що відповідають складності зовнішнього та внутрішнього середовищ підприємств.

Інвестиційний процес на підприємствах цукрової промисловості має орієнтуватись на розвиток, стійке процвітання та задоволення потреб споживачів. При цьому вирішуються тактичні та, головним чином, стратегічні задачі. Тому ефективне функціонування цукрового підприємства має адаптувати свою стратегію до стратегій зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки, а також знайти шляхи ефективного інвестування управлінських ресурсів для своєчасного досягнення запланованих стратегічних показників [220].

Комплекс цукрового виробництва представляє собою цілісну ієрархічну систему суб'єктів господарювання різних форм власності, що здійснюють виробництво цукрового буряку, цукру та їх реалізацію. Він включає наступні сфери:

- виробництво засобів виробництва для вирощування цукрових буряків та виробництва цукру;
- вирощування цукрових буряків та виробництво цукру;
- виробничу та соціальну інфраструктуру [221].

Цукрове виробництво являє собою єдиний аграрно-промисловий комплекс, що включає процес вирощування цукрового буряка, його транспортування і переробку в

готовий продукт. Цукрове виробництво вузько спеціалізоване. Основний вид продукції - цукор - пісок — складає близько 95% у валовій продукції галузі.

Цукровий завод — це велике, добре оснащене сучасною технікою підприємство, в основі якого технологічний комплекс неперервного типу. У якості типової для заводів прийнята технологічна схема з неперервним знецукренням бурякової стружки, пресуванням жому і поверненням у дифузійну установку всієї жомопресової води, очищенням бурякового соку вапном і діоксидом вуглецю, трьома кристалізаціями й афінацією жовтого цукру останнього утфеля [222, 223, 224].

ТК цукрового заводу складається з п'яти основних відділень: бурякопідготовче (подача буряка в завод, мийка і відділення домішок); бурякопереробне (зважування, нарізування буряка в стружку, знецукрення стружки, підготовка живильної води); сокоочисне (нагрівання соку, видалення нецукрів вапном і діоксидом вуглецю, фільтрування, сульфитація); згущення очищеного соку випарюванням (нагрівання соку, згущення до сиропу, сульфитація, фільтрування); варочно-кристалізаційне (одержання утфеля I і центрифугування, сушіння, охолодження, фракціонування й упакування цукру-піску; переробка відтіків утфеля I).

Крім цих основних відділень є допоміжні: водне (забезпечення заводу водою та очистка стічних вод), теплоенергетичне (забезпечення заводу теплом та енергією), вапняково – газове (отримання вапна, вапнякового молока та газу), пресування, сушки та брикетування жому; ремонтно – механічні, склади сировини, допоміжних матеріалів, цукру та інше.

В [224] вказано, що для виробництва цукру з буряків необхідно виконати ряд послідовних операцій, в результаті яких виділяється цукроза в кристалічному вигляді. Процес виробництва цукру досить складний і тому дане виробництво відноситься до тонкої хімічної технології.

Отже, як вказано в [221, 222, 223, 224] основними етапами виробництва цукру є: прийом та зберігання буряків; транспортування, очистка та мийка; вилучення соку; очистка соку; випарювання; кристалізація та отримання білого цукру; знецукрення відтіків та повернення жовтого цукру.

В наукових працях П.П.Борщевського [225], В.С.Бондара, О.С.Зайця [221], Є.В.Іманса [226], Ю.С.Коваленка, М.Ю.Коденської [227], В.І.Пиркіна, О.М.Шпичака висвітлені основи розвитку галузі економіки в ринкових умовах, які запропонували теоретико–методологічні принципи переходу від централізованої планової економіки до ринкової, організації виробництва і реалізації продукції як цукрових буряків, так і цукру. Тому на сучасному етапі розвитку розроблена стратегія має реалізовуватись з урахуванням реального стану галузі цукрового виробництва України, що на сьогоднішній день характеризується як кризовий .

Процес виробництва цукру носить не механіко-технологічний характер, а хіміко-технологічний характер. Сутність процесу зводиться до екстракції цукру з буряка фізико-хімічним впливом води, пари, температури, хімікатів і т.д. Для цього процесу характерна: масовість; потоковість; загальна безперервність при переривчастості окремих операцій; сталість структури; взаємозв'язок між окремими операціями, виробничими ділянками, технологічною і тепловою схемами виробництва, зберігаючи синхронність; регламентованість структурних операцій; неможливість нагромадження проміжних напівфабрикатів.

Для процесу переробки сировини характерна нестійкість виробничих показників, головним чином у зв'язку з мінливістю технологічних якостей буряка, а також високий рівень водо-, тепло- і електроспоживання. Складність технологічного процесу обумовлює підвищену фондоємкість цукробурякового виробництва в порівнянні з багатьма іншими галузями харчової промисловості. Висока питома витрата сировини, палива й окремих допоміжних матеріалів визначає підвищений вантажообіг підприємств і велике значення механізації робіт.

Таким чином, ТК цукрового заводу складається з ряду підсистем, кожна з яких характеризується своїми критеріями та комплексами показників функціонування. До того ж кожна з підсистем є основними споживачами матеріальних та енергетичних ресурсів, на них формуються інформаційні потоки, а також являються основою формування основних технологічних та техніко-економічних показників ефективності ТК цукрового заводу та критеріїв ефективності інвестиційних проектів. Тому, для підвищення ефективності функціонування ТК цукрового заводу



необхідно розробка нових методів управління даними об'єктами з врахуванням умов невизначеності та ризиків, а також вдосконалення методів прийняття рішень в структурі інформаційної системи управління з оперативним використанням технологічної та техніко-економічної інформації, а також даних про фактори зовнішніх змін.

Аналіз структури ТК, системи управління, особливостей його функціонування дозволив зробити висновок, що технологічний комплекс цукрового заводу доцільно розглядати як один клас ОТС з характерними ознаками, який функціонує в умовах невизначеності та ризиків. При розв'язанні задач аналізу, синтезу та управління в класі ОТС доцільним є комплексне використання методів стратегічного та оперативного управління в сукупності з нечіткими моделями управління на основі нечітких когнітивних карт та експертними методами.

Оперативне управління ТК цукрового заводу зводиться до управління окремими підсистемами, які об'єднуються в одну структуру з використанням інтелектуальних підходів. З точки зору розв'язання задач аналізу та синтезу КІСУ та окремих підсистем використовується узагальнений показник, який характеризує формування прибутку на інтервалі часу  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

$$P_r = \int_{t_1}^{t_2} (W_c(t) * c_1 + m(t) * c_2 + g(t) * c_3 - \sum_{i=1}^8 V_i(t)) dt, \quad (5.1)$$

де  $P_r$  - прибуток, грн.;  $W_c$  - вихід товарного цукру, т/год ;  $c_1, c_2, c_3$  - оптова ціна цукру, меляси та жому відповідно, грн/т;  $m, g$  - частка виходу меляси та жому відповідно, т/ч;

Вихід цукру з одиниці переробленого цукрового буряка для ТК цукрового заводу визначається по формулі

$$W_c = \frac{K_c}{K_{\phi.c}} * 100, \quad (5.2)$$

де  $W_c$  - вихід цукру, %;  $K_c$  - кількість виробленого цукру – піску, т;  $K_{\phi.c}$  - кількість переробленого цукрового буряка, т.

$\sum_{i=1}^8 V_i$  - сумарні витрати, грн/год, обумовлені наступними величинами:

$V_1$  - витрати на сировину;  $V_2$  - витрати на допоміжні матеріали;  $V_3$  - витрати палива на вироблення пари;  $V_4$  - витрати палива на вироблення електроенергії;  $V_5$  - витрати на основну і додаткову заробітну плату;  $V_6$  - витрати на зміст і експлуатацію устаткування;  $V_7$  - цехові витрати;  $V_8$  - загальнозаводські витрати.

Величина витрат  $V_5$ ,  $V_6$ ,  $V_7$  и  $V_8$  не залежить від вибору технологічного режиму, тому приймемо їхні умовні константи і надалі будемо розглядати тільки технологічну складову прибутку.

Витрати сировини на 1 тонну виробленого цукру на будь-якій стадії виробництва визначаються наступним чином:

$$V_i = \frac{G_{CB} * \Pi_{CB}}{W_{ci}} \quad (5.3)$$

Враховуючи те, що

$$W_{ci} = \frac{(G_{CB} - \frac{G_{CB} * \Pi_{CB}}{100}) * (D - \sum_{i=1}^6 \Pi_i) - \frac{G_{CB} * \Pi_{CH}}{100} * D}{100} \quad (5.4)$$

тоді

$$V_i = \frac{100 * G_{cb} * \Pi_{CB}}{(G_{CB} - \frac{G_{CB} * \Pi_{CB}}{100}) * (D - \sum_{i=1}^6 \Pi_i) - \frac{G_{CB} * \Pi_{CB}}{100} * D}, \quad (5.5)$$

де  $G_{CB}$  - витрата буряка;  $\Pi_{CB}$  - втрати буряка, у відсотках;  $D$  - цукристість при прийманні, у відсотках;  $\Pi_{CB}$  - закупівельна ціна буряка, грн/т;  $W_{ci}$  - вихід цінного продукту  $i$ -тої стадії, т/год;  $\sum_{i=1}^6 \Pi_i$  - сумарні втрати цінного продукту, у відсотках, де  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_6$  - втрати цукру при зберіганні та транспортуванні сировини на стадіях сокодобування, очищення соку, згущення соку, у продуктовому відділенні та в меласі відповідно.

Розглянемо витрати допоміжних матеріалів по стадіях виробництва цукру:

$$V_2 = \sum_{i=1}^5 V_2^i \quad (5.6)$$

Аналіз калькуляції собівартості цукру-піску показує, що з усіх складових  $V_2$ , найбільшу вагу мають  $V_2^3$  - витрати на стадії очищення дифузійного соку.

Витрати  $V_2^1, V_2^2, V_2^4, V_2^5$  відповідно, при збереженні і транспортуванні сировини, на

стадії екстрагування, випарювання і кристалізації незначні.

Розглянемо залежність  $V_2^3$  від витрати дифузійного соку:

$$V_2^3 = G_{uz} * W_4 * C_{uz} \quad (5.7)$$

де  $C_{uz}$  - ціна вапняку, грн/т;

$G_{uz}$  - витрати вапняку, у відсотках.

Аналогічно запишемо вираз для визначення витрат умовного палива для вироблення електроенергії і теплової енергії по стадіях виробництва цукру:

$$V_3 = \sum_{i=1}^5 V_3^i \quad (5.8)$$

$$V_4 = \sum_{i=1}^5 V_4^i \quad (5.9)$$

Відомо, що основним споживачем пари у виробництві цукру є випарна станція.

Залежність  $V_3^4$  від якості дифузійного соку описується відомим вираженням:

$$V_3^4 = \frac{W_4 * (1 + K_1)}{K_2 * K_3} * \left(1 - \frac{Y_4}{CB_C}\right) * C_{v.T} \quad (5.10)$$

де  $K_1, K_2, K_3$  - коефіцієнт розведення дифузійного соку,

кратність випару випарної станції, випарна здатність умовного палива відповідно;

$C_{v.T}$  - ціна умовного палива, грн/т.

З урахуванням залежностей (5.1, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.10) розподілу витрат по стадіях виробництва цукру, прибуток визначається наступною формулою:

$$P = \int_{t_1}^{t_2} [W_c(t) \cdot c_1 - V_1(t) + m(t) \cdot c_2 + g \cdot c_3 - (\sum_{i=1}^5 V_2^i(t) + \sum_{i=1}^5 V_3^i(t) + \sum_{i=1}^5 V_4^i(t))] dt \quad (5.11)$$

Відмінною рисою цукробурякового виробництва, що впливає на економічну ефективність його розвитку, є його тісний зв'язок із сільським господарством, залежність від кількості і якості одержуваної сировини, а також від термінів надходження його на переробку на цукрові заводи. Темпи розвитку цукробурякового виробництва визначаються темпами росту заготівель і якістю цукрового буряка, а також рівнем розвитку виробничо-технічної бази і кваліфікацією працівників галузі.

Галузеві особливості економічної ефективності цукробурякового виробництва виражаються у визначальному впливі на її рівень наступних основних факторів: сировини, тривалості виробничого сезону, концентрації виробництва, територіального розміщення підприємств.

Цукровий буряк є основною сировиною цукробурякового виробництва. При збереженні в ній відбуваються біохімічні процеси, при яких втрачається частина корисних речовин, що містяться в ній, (цукру), а в ряді випадків відбувається повне псування її.

Вплив сировинного фактору на рівень ефективності цукробурякового виробництва виражається в наступному: по-перше, кількість і якість буряка, що переробляється, впливають на ефективність виробництва цукру; по-друге, специфічні особливості цукрового буряка, що виражаються у високому вмісті води (75—80%), обумовлюють її швидкопсувний характер, малотранспортабельність, а також висока витрата на виробництво одиниці продукції. Тому при переробці буряка виходить невеликий вихід готової продукції, а зворотна величина — витрата сировини на одиницю готової продукції — досягає дуже значної величини. У зв'язку зі значним коливанням рівня змісту цукру в буряку в окремі періоди істотно коливається вихід готової продукції.

Таким чином, проаналізувавши характер цукрового виробництва та врахувавши особливості технологічного процесу виробництва цукру, можемо виділити наступні внутрішні ризики, що безпосередньо впливають на технологічну складову прибутку:

- ризик перевищення показника втрат цукру у виробництві;
- ризик перевитрати теплової енергії;
- ризик перевитрати електроенергії;
- ризик перевитрат палива та допоміжних матеріалів.

Невизначеність в умовах цукрового виробництва це стан неоднозначності розвитку конкретних подій у майбутньому, ступінь незнання та неможливості точно передбачити основні величини й показники розвитку діяльності цукрової галузі. Ризик — ймовірність визначеного рівня втрат цукрового заводу частини своїх

ресурсів або недоотримання доходів, або поява додаткових витрат в умовах реалізації принципів СОТ.

Стратегічна діяльність цукрового заводу має забезпечити результати, що характеризуються [228]:

- раціональним використанням матеріальних, трудових та фінансових ресурсів;
- скороченням часу виробничого циклу виготовлення продукції від отримання сировини, напівфабрикатів до реалізації готової продукції;
- поліпшенням якості продукції;
- зменшенням виробничих витрат;
- порівняльною незалежністю результатів виробничої діяльності від суб'єктивних факторів;
- забезпеченням розвитку, розширення, удосконалення управління підприємством у відповідності із досягненнями науково-технічного прогресу.

Необхідно відзначити, що інноваційна діяльність у сучасних умовах тісно зв'язана з умінням розробити ефективну стратегію розвитку підприємства та інвестиційний план, а потім забезпечити визначені ними обмеження по ресурсах і реалізувати заданий рівень якості продукції підприємства. Це особливо актуально в даний момент для підприємств цукрової промисловості .

Підприємства цукрової промисловості на сьогоднішній день характеризуються низьким рівнем впровадження сумісної автоматизації технологічних процесів та виробничої діяльності підприємства, що може бути досягнута в процесі об'єднання всіх функцій управління шляхом створення інтегрованих АСУ. Концепція інтегрованих АСУ передбачає створення гнучких систем управління з елементами штучного інтелекту.

Для проведення оцінки ефективності підприємства та отримання адекватних прогнозних даних важливим є застосування прогресивних інформаційних технологій, які дадуть змогу оцінити ефективність підприємства, проектів та програм, що реалізуються на цих підприємствах а також зробити правильний вибір

стратегічних елементів управління, що використовуються для збереження цінності підприємства.

Тому, постає необхідність в розробці інформаційних технологій стратегічного та оперативного управління цукровим підприємством в умовах невизначеності, що дасть можливість вирішення комплексних проблем підприємств цукрового виробництва України.

В результаті аналізу предметної області цукрового виробництва можна зробити висновок, що дана галузь характеризується складністю технології функціонування підприємства, нестійкістю виробничих показників, підвищеною фондоємкістю, залежністю від впливу факторів зовнішнього середовища. Тому на сучасному етапі ринкової економіки для стабілізації процесу виробництва, підвищенню конкурентоздатності продукції, збереження та збільшення ємкості внутрішнього ринку, зміцнення експортного потенціалу необхідні нові підходи до процесу управління з використанням сучасних програмно-інформаційних засобів.

## **5.2. Концепція управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків**

Розробка інформаційних технологій управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків має ряд суттєвих переваг. Перш за все, це дає змогу досягти чіткості в реалізації стратегічних планів та досягнення стратегічних цілей. По-друге, уникнути витрати фінансових ресурсів на реалізації неприйнятних стратегій для ТК та перевитрати матеріальних та енергетичних ресурсів в ході оперативного управління. А також підвищити ефективність управління ТК цукрового заводу в цілому в умовах невизначеності та ризиків.

Ефективність розвитку галузі цукрового виробництва України залежало від формування організаційних стратегій управління, які орієнтовані на розвиток, стабільність та задоволення потреб споживачів, що в свою чергу має стратегічне значення не лише з точки зору обсягів виробництва, а й є важливим для формування експортного потенціалу країни. Проблема підвищення ефективності управління ТК

цукрових заводів вирішується шляхом побудови інформаційних технологій управління ТК цукрових заводів в умовах невизначеності та ризиків, що дадуть можливість вирішення комплексних задач управління ТК цукрового заводу, отримання адаптованої стратегії розвитку ТК цукрового заводу до стратегій зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки, а також знайти шляхи ефективного інвестування управлінських ресурсів для своєчасного досягнення запланованих стратегічних показників.

Концепція управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків, що представлена на рис.5.1, реалізується наступними етапами:

- розробка концептуального підходу до управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків, що дасть можливість підвищення продуктивності ТК, збільшення прибутку, зменшення витрат робочого часу при підготовці, оформленні, прийнятті і реалізації високоякісних рішень по всіх функціях управління в умовах ризиків: плануванню, організації, координації, регулюванню, контролю, аналізу;
- розробка системної концепції створення ІТ управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків, що дасть можливість застосування системи комплексного управління в оперативній та стратегічній діяльності з врахуванням умов невизначеності та ризиків, що для ТК цукрового заводу дозволить нарощення обсягів виробництва, збільшення експорту, а також розробку та реалізацію чіткої, постійної та довгострокової стратегії розвитку цукрового виробництва;
- розробка комплексного методу управління ТК цукрового заводу з врахуванням умов невизначеності та ризиків, що поєднує методи стратегічного управління, методи оперативного управління та методологію управління ризиками, що дає можливість визначити, які стратегії для цукрового заводу необхідно реалізувати, як це зробити найкращим чином для досягнення поставленої стратегічної цілі, які ризики при цьому можуть мати вплив, як їх уникнути або зменшити їх вплив, як оцінити ефективність ТК з врахуванням впливу ризиків;

- створення інформаційної моделі системи управління ТК цукрового заводу з врахуванням умов невизначеності та ризиків на основі багатоагентного підходу.



Рисунок 5.1- Концепція управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків

### 5.3. Комплексний метод управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків

Ефективне визначення цілей стратегічного управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків поєднує статичний та динамічний методи, що складає комплексний метод визначення цілей стратегічного управління. Суть статичного методу полягає в розробці структури цілей та встановлення причинно-наслідкові зв'язків на множині цілей. Динамічна методика забезпечує цілісність



системи впродовж тривалого періоду часу та гнучкість, що дасть можливість при необхідності здійснення її модифікації та переорієнтації [229].

### **5.3.1.Комплексна модель стратегічного управління ТК цукрового заводу**

Комплексна модель стратегічного управління ТК цукрового заводу передбачає побудову множини потенційно можливих варіантів цілей і вибір з неї найкращого варіанту на основі сукупності цілей (багатоцільовий відбір). Статичне визначення стратегічної цілі полягає в послідовному звуженні множини можливих цілей з формуванням оптимального набору відібраних цілей – оптимальної багатоцільової альтернативи. При статичному визначенні глобальної цілі використовується метод аналізу ієрархій, якісні методи прийняття рішень, методи теорії нечітких множин.

Інформаційна технологія статичного визначення цілей стратегічного управління цукровим заводом базується на наступному алгоритмі (рис. 5.2):

Крок 1. Формулюється глобальна ціль стратегічного управління ТК цукрового заводу. Глобальна ціль, як правило, розкладається на множину цілей наступного рівня, останні розкладаються на свої складові і т.д. доти, поки не одержимо кінцеві (термінальні) цілі. Таким чином, формується ієрархія цілей, або цільове дерево.

Крок 2. Визначення стратегії управління ТК цукрового заводу може супроводжуватись великим числом термінальних цілей, тому необхідно ранжувати ці цілі, відібрати з них обмежену кількість (порядку 5...7) найбільш значущих. Ранжування і добір виконується по вагових коефіцієнтах на основі методу аналізу ієрархій із залученням експертів [212].

Крок 3. Відібрані цілі трактуються як лінгвістичні змінні, що приймають якісні значення (встановлені експертами і що виражаються словесними формулюваннями типу «низький, середній, високий» і т.д.). Якісна шкала цілей відображається на кількісну шкалу, на якій кожній лінгвістичній оцінці зіставляється точка, що виражає певне число балів. Множина  $M$  усіх можливих наборів бальних значень обраних термінальних цілей утворить багатокритеріальний простір. Точки в сформованому просторі будемо називати багатоцільовими альтернативами.

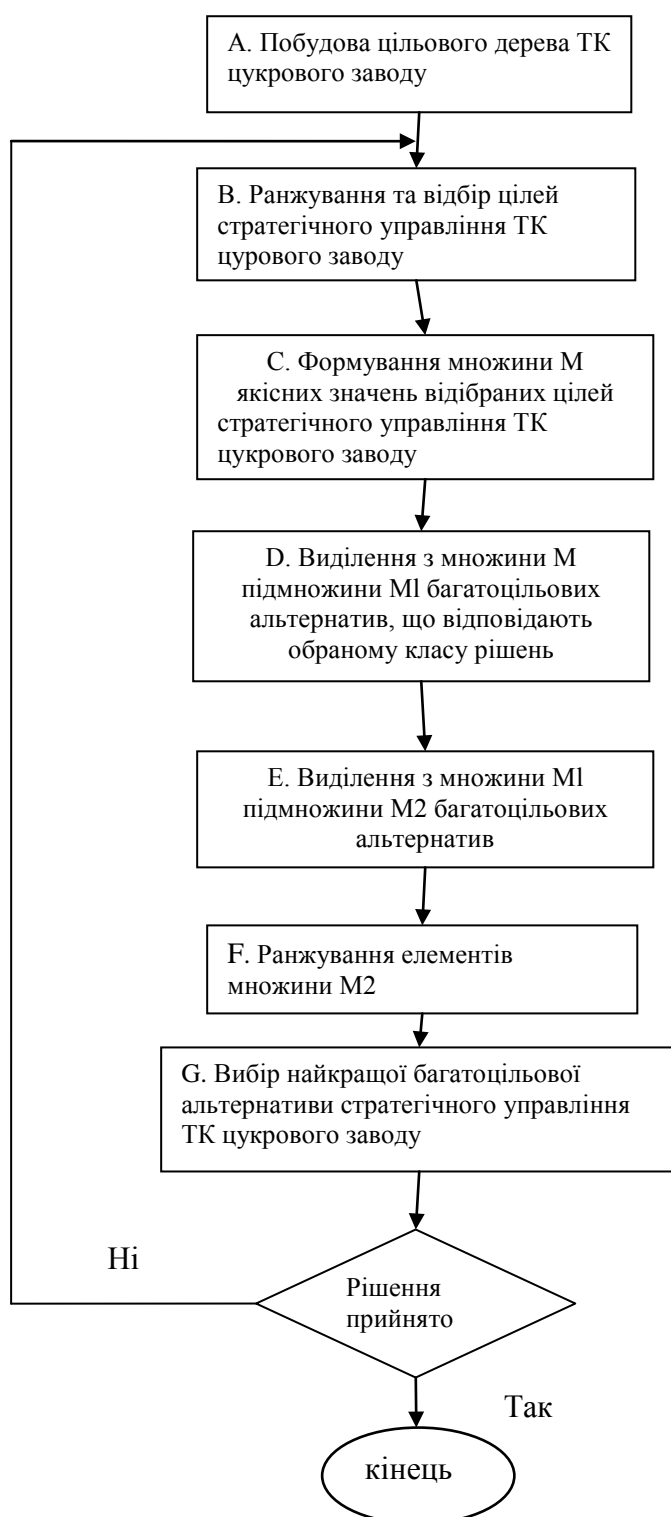


Рисунок 5.2 –Алгоритм статичного визначення цілей стратегічного управління ТК цукровим заводом

Крок 4. Множина  $M$  на основі думок експертів розбивається на непересічні підмножини - класи рішень, обумовлені обмеженнями на споживані ресурси програми, у першу чергу, на фінансові і часові ресурси. Вибирається найкращий клас рішень, який влаштовує з погляду обмежень на ресурси (множина  $M_1$ ).

Крок 5. У множині  $M_1$  на основі відносин домінування формується підмножина  $M_2$  домінантних багатоцільових альтернатив (оптимальних за Парето).

Крок 6. Для кожної домінантної альтернативи на основі представлення її компонентів (цілей) в вигляді нечітких змінних обчислюється числовий індикатор - індекс досягнення цілі.

Крок 7. Результатом даної процедури є альтернатива з максимальним значенням цього індикатора, що вказує на ті значення цілей, які необхідно досягти в першу чергу та які визначають стратегію управління ТК цукрового заводу.

Опис і аналіз ієрархії цілей для ТК цукрового заводу з врахуванням досліджень в п. 3.1 представлено на рис. 5.1, а зміст цілей наведений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Зміст дерева цілей стратегічного управління ТК цукрового заводу

Позначення	Зміст цілі
$c_0$	Максимізація кількості виробленої продукції
$c_1$	Максимізації коефіцієнта виробництва
$c_2$	Мінімізації тривалості виробництва
$c_{1.1}$	Формування виробничої структури, що забезпечила б адекватні вимоги регульованого ринку цукру
$c_{1.2}$	Забезпечення конкурентоздатності вітчизняного цукру на зовнішніх ринках
$c_{2.1}$	Запровадження нових технологій
$c_{2.2}$	Відновлення сировинної та технічної бази для виробництва цукрових буряків та цукру в обсягах, що забезпечують повне задоволення потреб населення
$c_{2.3}$	Визначення мінімальних цін на цукрові буряки та

## Продовження табл.5.1

$c_{1.1.1}$	Провести концентрацію виробництва цукрових буряків
$c_{1.1.2}$	Модернізація й автоматизація технологічних процесів
$c_{1.1.3}$	Розширення ринків збуту продукції цукрової промисловості за межами України
$c_{1.2.1}$	побудова сучасної та перспективної системи безпеки і рівності проці
$c_{1.2.2}$	Провести нарощення виробничої потужності цукрового заводу до оптимального рівня.
$c_{2.1.1}$	Вирішення питання довгострокового кредитування сільськогосподарських підприємств та цукрових
$c_{2.2.1}$	Впровадження енергозберігаючих технологій
$c_{2.3.1}$	Захист внутрішнього ринку і вирівнювання умов виробництва
$c_{2.3.2}$	ритмічна робота всіх технологічних ланок

Визначимо вагові коефіцієнти вершин дерева, що характеризують важливість (значимість) відповідних цілей. Для цього проведемо наступні дії.

Виділимо на дереві (при його обході зверху вниз) дворівневі фрагменти, що складаються з батьківської вершини і сукупності інцидентних їй вершин - нащадків. Фрагменту, у якому батьківською є коренева вершина дерева, привласнимо нульовий ранг. Вершини нижнього рівня цього фрагмента є батьківськими для фрагментів першого рангу і т.д. У прикладі на рис. 2 нульовий ранг має фрагмент  $\{c_0, c_1, c_2\}$ , перший ранг - фрагменти  $\{c_1, c_{1.1}, c_{1.2}\}$ ,  $\{c_2, c_{2.1}, c_{2.2}, c_{2.3}\}$ , другий ранг – фрагменти  $\{c_{1.1}, c_{1.1.1}, c_{1.1.2}, c_{1.1.3}\}$ ,  $\{c_{1.2}, c_{1.2.1}, c_{1.2.2}\}$ ,  $\{c_{2.1}, c_{2.1.1}\}$ ,  $\{c_{2.2}, c_{2.2.1}\}$ ,  $\{c_{2.3}, c_{2.3.1}, c_{2.3.2}\}$ .

Для кожного фрагмента цільового дерева, починаючи з нульового рангу, будується матриця парних порівнянь значимості цілей. Для фрагмента  $\{c_0, c_1, c_2\}$  ця матриця представлена в табл. 5.4.

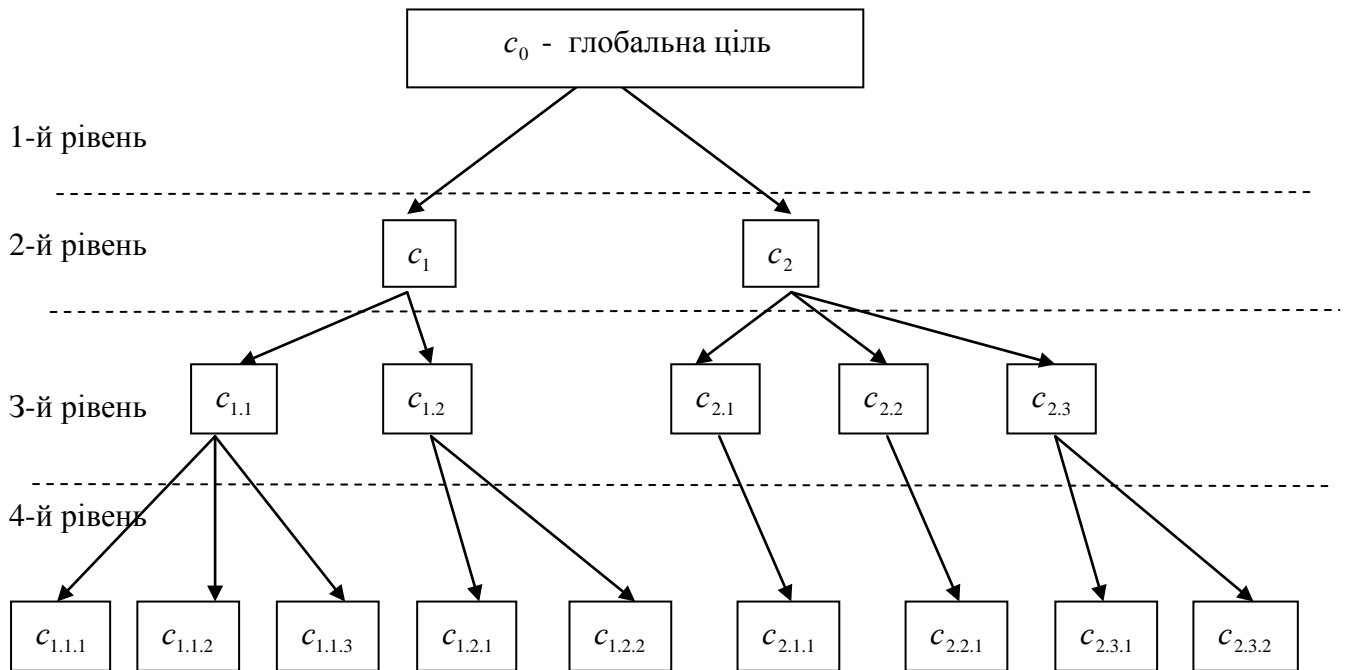


Рисунок 5.3 – Дерево цілей стратегічного управління ТК цукрового заводу

Виконавши описану процедуру послідовно по усіх фрагментах цільового дерева (рис. 5.3), отримуємо результат, представлений у табл. 5.4.

У табл. 5.4 зірочками відзначені термінальні цілі. Упорядкувавши їх по спаданню ваги і прийнявши граничне значення  $w(c_i) \geq 0,01$ , отримаємо набір найбільше значимих термінальних цілей:  $c_{1.1.2}, c_{1.2.2}, c_{2.2.1}, c_{1.1.3}$  (відмічені двома зірочками - табл. 5.4). Позначимо відібрані цілі відповідно  $c_1, \dots, c_4$  (див. табл. 5.5).

Стратегічне управління ТК цукрового заводу має бути динамічним та адекватним до змін в оточенні, необхідно прогнозувати тенденції розвитку оточення в короткостроковій та довгостроковій перспективі. Тому формулюється глобальна ціль стратегічного управління ТК цукрового заводу, а для її покрокового досягнення відбираємо термінальні цілі, досягнення яких є першочерговим в стратегії ТК цукрового заводу.

Таблиця 5.2

#### Вагові коефіцієнти цілей

$c_i$	$w(c_i)$	Термінальні критерії
$c_0$	1	

## Продовження табл.5.2

$c_1$	0,75	
$c_2$	0,25	
$c_{1.1}$	0,565	
$c_{1.2}$	0,1875	
$c_{2.1}$	0,0274	
$c_{2.2}$	0,1454	
$c_{2.3}$	0,0772	
$c_{1.1.1}$	0,0455	*
$c_{1.1.2}$	0,4110	**
$c_{1.1.3}$	0,1060	**
$c_{1.2.1}$	0,0313	*
$c_{1.2.2}$	0,1563	**
$c_{2.1.1}$	0,0274	*
$c_{2.2.1}$	0,1454	**
$c_{2.3.1}$	0,0676	*
$c_{2.3.2}$	0,0097	*

Вибір альтернативи для питання по класифікації робимо на основі наступної процедури:

Крок 1. З множини  $M1_1$  некласифікованих альтернатив вибираємо ті, для яких  $|D1 - D2|$  мінімальне;

Крок 2. З отриманих в пункті 1 альтернатив вибираємо ті, для яких значення  $D1 + D2$  максимальне;

Крок 3. Якщо пункт 2 залишив кілька альтернатив, то вибираємо будь-як альтернативу  $m_p$ ;

Крок 4. Класифікуємо альтернативу  $m_p$ , і після її класифікації експертом виключаємо  $m_p$  з множини  $M1_1$ ;

Крок 5. Якщо  $m_p$  уже віднесена до класу  $K_1$ , то з множини  $M1_1$  виключаємо всі альтернативи, що домінуються альтернативою  $m_p$ , якщо  $m_p$  віднесена до класу

$K_R$ , то з множини  $M1_1$  виключаємо всі альтернативи, що домінують по відношенню до  $m_p$ ;

Крок 6. Якщо  $|M1_1| > 0$ , то повертаємося до пункту 1.

Таблиця 5.3

## Відібрані цілі стратегічного управління ТК

Позначення	Найменування	Вага
$c_1$	Модернізація й автоматизація технологічних процесів	0,4110
$c_2$	Провести нарощення виробничої потужності цукрового заводу до оптимального рівня.	0,1563
$c_3$	Впровадження енергозберігаючих технологій	0,1454
$c_4$	Розширення ринків збуту продукції цукрової промисловості за межами України	0,1060

Статичне визначення цілей стратегічного управління ТК цукрового заводу дає можливість сформулювати цілі розвитку ТК цукрового заводу та розробити альтернативні сценарії досягнення цих цілей. Однак при цьому не передбачається вплив факторів зовнішнього та внутрішнього середовища в ході досягнення визначених цілей. Навіть у випадку розробки найбільш оптимальної багатоцільової альтернативи можливий вплив факторів, що призведе до отримання негативних результатів або не досягнення визначеної цілі. В цьому випадку доцільним є застосування динамічного методу визначення цілей.

Динамічний метод досягнення цілі реалізується на основі наступної процедури:

Крок 1. Визначення типу залежності між цілями шляхом наявності мітки у відповідній вершині дерева.

Крок 2. Якщо залежність кон'юнктивна, то наявність міток в усіх вершинах  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$  веде до появи мітки у вершині  $c_i$ .

Крок 3. Якщо залежність диз'юнктивна, то мітка в вершині  $c_i$  вноситься при умові наявності хоча б одної мітки в будь-якій з вершин  $c_{i1}, \dots, c_{ik}$ .

Крок 4. Якщо при маркуванні вершини верхнього рівня дворівневого фрагменту дерева маркування вершин нижнього рівня змінилося, то ціль при будь-якому зовнішньому чи внутрішньому впливі досягнуто. Якщо ні, то перейти до кроку 1.

Для ТК цукрового заводу цільове дерево (рис.5.3), що визначається цілями заданими в табл. 5.1, в ході динамічного визначення цілей стратегічного управління в умовах невизначеності матиме вигляд, що зображено на рис.5.4.

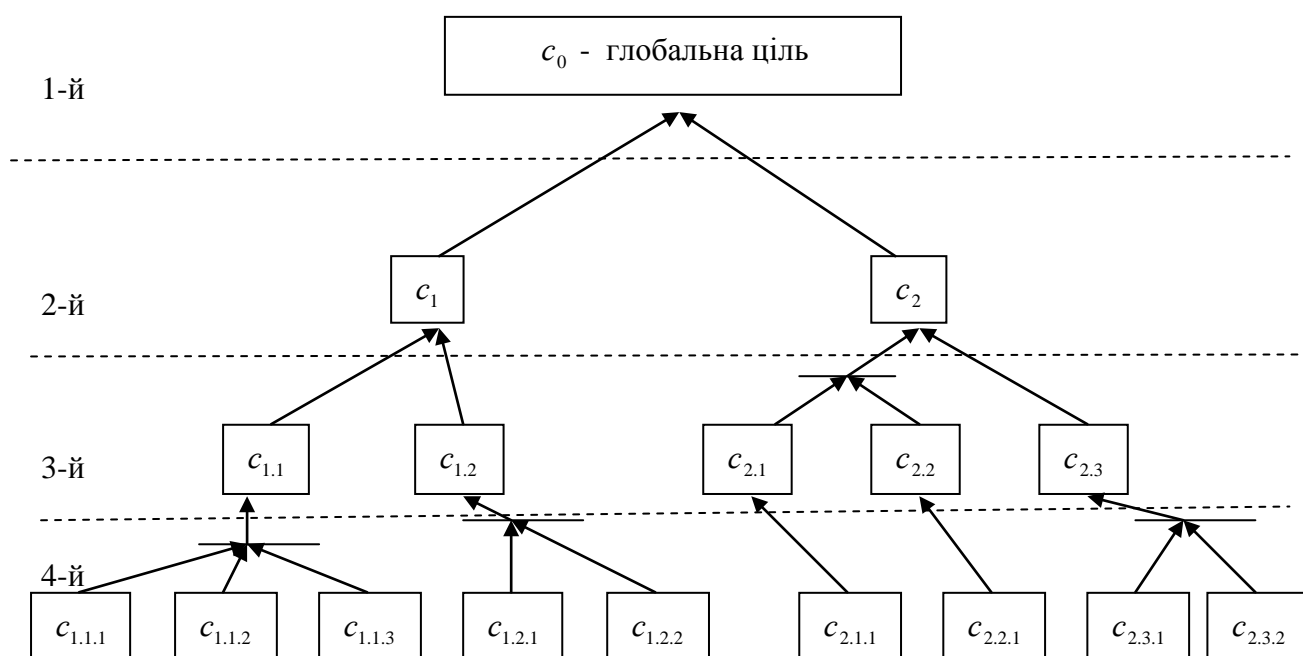


Рисунок 5.4 – Дерево цілей стратегічного управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності.

Вершини дерева, в які не заходить жодна стрілка (вершини нижнього рівня) будемо називати вхідними, а верхню вершину  $c_0$ , з якої не виходять стрілки, - вихідною. Динамічний процес на дереві цілей складається з послідовних елементарних кроків. Кожен крок ініціюється вхідним впливом тим, що мітка поміщається у вільні вхідні вершини, а потім маркуються верхні вершини у



відповідності до правил, що задані в пункт.2.2.1. Крок завершується встановленням рівномірного (відносно вхідного впливу) маркування дерева. Вершини верхнього рівня рівномірного маркування, що суміжні з немаркованими вершинами, будемо називати безвихідними.

Якщо в результаті покрової технології на дереві встановиться кінцеве рівномірне маркування, що містить вихідну вершину, тобто досягається глобальна ціль  $c_0$  стратегічного управління цукровим підприємством в умовах невизначеності, тобто будемо вважати, що процес протікає коректно. Якщо ж кінцеве маркування дерева не містить вихідної вершини, то процес, що реалізується, некоректний.

Динамічна модель стратегічного управління цукровим підприємством в умовах невизначеності розробляється на основі мережі Петрі, за допомогою якої визначається сценарій та прогнозується динаміка досягнення цілей, динаміка споживання ресурсів та динаміка зміни показників ефективності діяльності підприємства.

Функціонування підприємства в рамках обраної стратегії являє собою процес, що визначається як послідовність цілеспрямованих дій – операцій  $d_i, i = 1, \dots, h$ , що виконуються на протязі певного періоду часу. Операції можуть виконуватися послідовно, паралельно, з взаємною синхронізацією.

Для кожної стратегії формується своя ієрархія цілей  $c_i, i = 1, \dots, n$ . При виконанні операцій споживаються ресурси  $r_i, i = 1, \dots, j$  (фінансові, часові, трудові, матеріальні та ін.) та встановлюються оцінки ефективності роботи підприємства  $p_i, i = 1, \dots, k$ . Реалізація стратегії залежить від впливів зовнішнього середовища – зовнішніх факторів, що характеризуються показниками настання ризикових подій  $v_i, i = 1, \dots, l$ .

В рамках методу після першого етапу визначення цілей стратегічного управління підприємством пропонується розробка сценаріїв досягнення цілей з використанням мережі Петрі. Зміст операцій, що складатимуть альтернативні сценарії стратегічного управління підприємством, наведені в табл.5.4. Кожній операції ставиться у відповідність деякі цілі, які досягаються в ході виконання вказаної операції. Відповідність між цілями та операціями встановлюється експертами.

Таблиця 5.4

## Операції стратегічного управління цукровим заводом

Позначенн	Зміст операції
$d_1$	Оцінювання ефективності функціонування ТК цукрового заводу.
$d_2$	Визначення різних стратегій виробництва на часовому інтервалі $\tau$ .
$d_3$	Збільшення обсягу продукції за рахунок підвищення якості сировини та зниження втрат цукру у виробництві.
$d_4$	Збільшення обсягу продукції за рахунок підвищення виробничої потужності та переходу на нові технології
$d_5$	Збільшення прибутку за рахунок зниження витрат шляхом підвищення технічного рівня цукрового виробництва (на інтервалі $\tau$ ).
$d_6$	Формування замовлень на продукцію (на інтервалі $\tau$ ).
$d_7$	Виробництво продукції.
$d_8$	Збут (реалізація) продукції.

Операційна модель стратегічного управління підприємством в умовах невизначеності виражається за допомогою графів операцій, що відображають порядок виконання операцій  $d_i$  та побудовані для кожного стратегічного сценарію. Граф операцій задано у вигляді мережі Петрі, позиції якого зіставлені операціям стратегічного управління підприємством, а переходи відповідають подіям «завершення-запуск» операцій та помічаються логічними умовами ініціювання цих подій. Позиції зображено колами, переходи – жирними рисками (рис. 5.5 - 5.7).

На основі мережі Петрі (рис. 5.5 -5.7) представлено три сценарії стратегічного управління ТК цукрового заводу, що відповідають переходам  $t_1t_2t_7t_8$ ;  $t_1t_3t_5t_7t_8$ ;  $t_1t_4t_6t_7t_8$ . Таким чином, мережа Петрі відображає не конкретний вибір, а потенційні можливості при виборі.

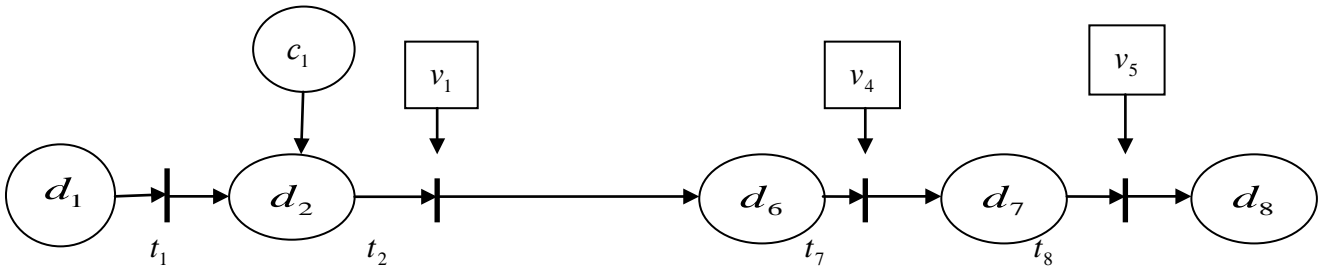


Рисунок 5.5 - Граф операцій стратегічного сценарію 1 для цукрового заводу

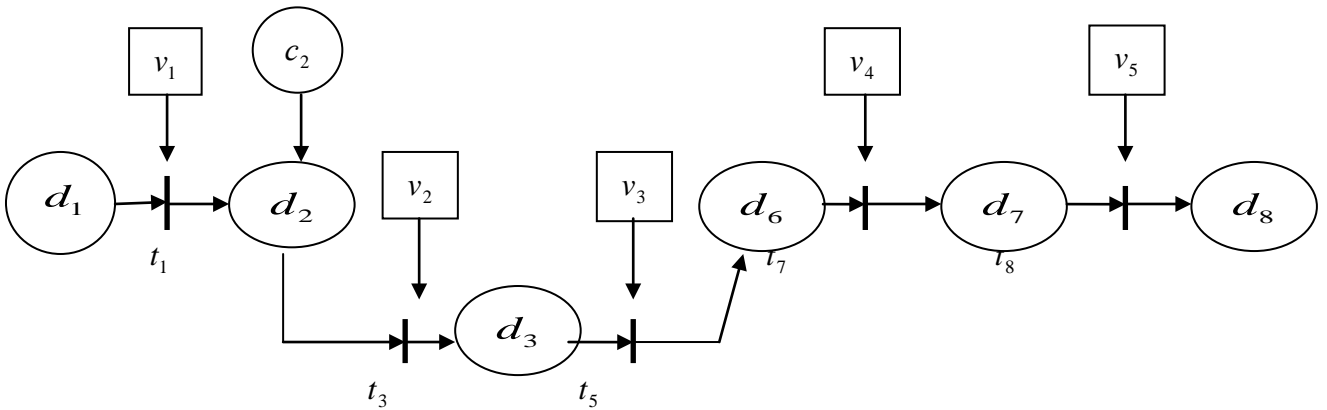


Рисунок 5.6 - Граф операцій стратегічного сценарію 2 для цукрового заводу

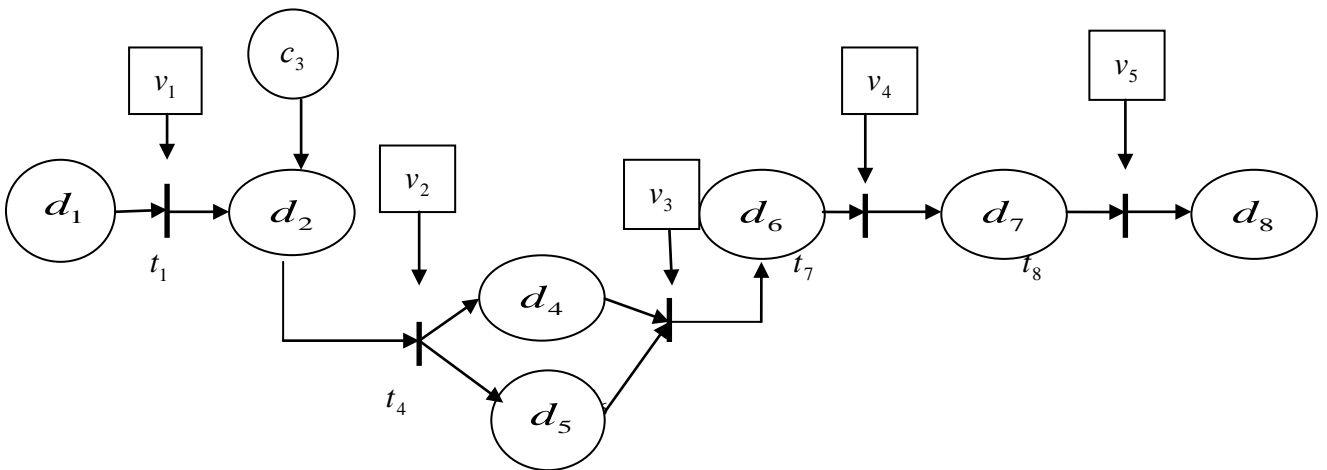


Рисунок 5.7 - Граф операцій стратегічного сценарію 3 для цукрового заводу

Ресурси ТК цукрового заводу, що споживаються в результаті стратегічної діяльності, представлені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

## Ресурси ТК цукрового заводу

Позначення	Найменування ресурсів		Модельна оцінка
$r_1$	Витрати на оцінку ефективності підприємства		0,05
$r_2$	Витрати на прогнозування і вибір стратегії		0,05
$r_3$	Витрати на капітальний ремонт		0,2
	$r_{3.1}$	Витрати на ремонт ТЕЦ	0,1
	$r_{3.2}$	Витрати на ремонт приміщень та споруд	0,1
$r_4$	Витрати на поточний ремонт		0,2
	$r_{4.1}$	Витрати на придбання обладнання основного виробництва	0,1
	$r_{4.2}$	Витрати на ремонт допоміжного виробництва	0,1
$r_5$	Витрати на удосконалення технології виробництва.		0,3
	$r_{5.1}$	Витрати на обслуговування техніки	0,1
	$r_{5.2}$	Витрати на впровадження ІТ-технологій	0,1
	$r_{5.3}$	Витрати на автоматизацію технологічних процесів	0,1
$r_6$	Витрати на сировину та доставку		0,05
$r_7$	Витрати на електроенергію, паливо, допоміжні матеріали, вапнякове каміння.		0,05
$r_8$	Витрати на формування замовлень		0,025
$r_9$	Витрати на заробітну плату.		0,05
$r_{10}$	Витрати на збут продукції		0,025

Для встановлення якісного та кількісного впливу різних факторів на показники ефективності ТК цукрового заводу, при виборі оптимального стратегічного сценарію застосовано метод багатофакторного регресивного аналізу. В загальному вигляді дослідження зводиться до встановлення математичної залежності між величинами, що визначаються як показники ефективності та наступними параметрами виробництва (табл.5.6)

Таблиця 5.6

## Залежність між параметрами виробництва та показниками ефективності

Показники ефективності	Параметри виробництва				
	Кількість переробленої сировини, т ( $v_1$ )	Продуктивність, т ( $v_2$ )	Вихід готової продукції, % ( $v_3$ )	Витрати, % ( $v_4$ )	Втрати у виробництві, % ( $v_5$ )
Кількість виробленої продукції, т ( $p_1$ )	+	+	+	+	+
Коефіцієнт виробництва ( $p_2$ )	+	+	+	+	+
Тривалість виробництва, діб ( $p_3$ )	+	+	-	+	-

Дослідження виконано на основі даних, що характеризують реалізацію кожного сценарію для досліджуваних підприємств (стратегічні рішення представлені в Додатку В). Статистична характеристика відповідних даних для підприємства цукрової промисловості представлена в табл.5.7.

Таблиця 5.7

## Статистична характеристика різних альтернатив сценарію

Альтернативи	Кількість виробленої продукції, т			Коефіцієнт виробництва			Тривалість виробництва, діб		
	Мін	Сер	Макс	Мін	сер	Макс	мін	сер	Макс
Альтернатива1	80199	81250	81786	73,2	75,7	75,9	120	125	130
Альтернатива2	93587	94250	94819	87,6	88	88,9	103	108	110
Альтернатива3	94163	94500	95102	88,9	89,5	90	100	102	104

Згідно табл.5.6 та табл.5.7 та (3.6) – (3.10) складено наступні рівняння множинної регресії:

$$p_1 = 58,7v_1^{0,88} \cdot v_2^{0,37} \cdot v_3^{-0,16} \cdot v_4^{0,02} \cdot v_5^{0,57} \quad (5.12)$$

$$p_2 = 87,3v_1^{0,74} \cdot v_2^{0,35} \cdot v_3^{-0,409} \cdot v_4^{-0,416} \cdot v_5^{0,44}$$

$$p_3 = 1,78v_1^{0,82} \cdot v_2^{0,68} \cdot v_3^{-0,3} \cdot v_4^{-0,383} \cdot v_5^{0,789}$$

Коефіцієнти кореляції множинної регресії для залежностей (5.12) складають відповідно 0,907; 0,976; 0,854, а коефіцієнти надійності – 25,97; 6,16 та 2,74. Отримані значення вказують, що існує зв'язок між показниками ефективності (кількість виробленої продукції, коефіцієнт виробництва, тривалість виробництва) та параметрами, що їх визначають.

Оцінювання якісно-кількісного впливу кожного фактора на показники ефективності було виконано на основі розрахунків, при яких аргумент, що розглядається, умовно змінювався на 1% від середнього значення при фіксованому значенні інших аргументів для кожного альтернативного сценарію (табл. 5.8 – табл.5.10) .

Таблиця 5.8

## Оцінювання впливу параметрів факторів для альтернативного сценарію 1

Параметр (аргумент)	Напрямок та величина зміни функції при зміні аргументу на 1%					
	Кількість виробленої продукції, т		Коефіцієнт виробництва		Тривалість виробництва, діб	
	т/добу	%		%	діб	%
Кількість переробленої сировини, т	0,003	-0,064	0,057	0,077	0,340	0,141
Продуктивність, т	0,0026	0,055	0,0012	0,0014	0,078	0,032
Вихід готової продукції, %	0,003	0,0061	0,022	0,024	0,019	0,008
Витрати, %	0,0125	0,245	-0,232	-0,260	-1,135	-0,470
Втрати у виробництві, %	-0,0067	-0,132	-0,190	-0,211	-2,510	-1,075

Регресивний аналіз показників ефективності для альтернативи 1 дав можливість встановити наступні залежності:

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 61,05v_1^{0,97} \cdot v_2^{0,42} \cdot v_3^{-0,18} \cdot v_4^{0,026} \cdot v_5^{0,61} \\
 p_2 &= 73,5v_1^{0,763} \cdot v_2^{0,502} \cdot v_3^{-0,185} \cdot v_4^{-0,166} \cdot v_5^{0,208} \\
 p_3 &= 2,01v_1^{0,86} \cdot v_2^{0,71} \cdot v_3^{-0,348} \cdot v_4^{-0,414} \cdot v_5^{0,808}
 \end{aligned}
 \tag{5.13}$$

Отримано наступні значення коефіцієнтів кореляції: 0,950; 0,798 та 0,897, та надійності – 44,6; 12,4 та 26, що вказує на стійкий зв'язок між показниками ефективності та факторами, що на них впливають.

Таблиця 5.9

## Оцінювання впливу параметрів факторів для альтернативного сценарію 2

Параметр (аргумент)	Напрямок та величина зміни функції при зміні аргументу на 1%					
	Кількість виробленої продукції, т		Коефіцієнт виробництва		Тривалість виробництва, діб	
	т/добу	%		%	діб	%
Кількість переробленої сировини, т	0,0005	0,007	0,133	0,38	0,033	0,016
Продуктивність, т	0,0001	0,002	-0,174	-0,498	0,338	0,167
Вихід готової продукції, %	0,0015	0,018	0,059	0,170	0,100	0,048
Витрати, %	0,0740	0,998	-0,218	-0,624	-1,440	-0,73
Втрати у виробництві, %	-0,0075	-0,099	-0,035	-0,128	-1,2	-0,584

Регресивний аналіз показників ефективності для альтернативи 2 дав можливість встановити наступні залежності:

$$p_1 = 62,39v_1^{0,98} \cdot v_2^{0,45} \cdot v_3^{-0,19} \cdot v_4^{0,028} \cdot v_5^{0,545} \quad (5.14)$$

$$p_2 = 88,3v_1^{0,783} \cdot v_2^{0,59} \cdot v_3^{0,152} \cdot v_4^{-0,389} \cdot v_5^{0,392}$$

$$p_3 = 2,18v_1^{0,911} \cdot v_2^{0,744} \cdot v_3^{-0,378} \cdot v_4^{-0,475} \cdot v_5^{0,842}$$

Отримано наступні значення коефіцієнтів кореляції: 0,908; 0,598 та 0,597, та надійності – 26,6; 3,41 та 4,6, що вказує на стійкий зв'язок між показниками ефективності та факторами, що на них впливають.

Таблиця 5.10

## Оцінювання впливу параметрів факторів для альтернативного сценарію 3

Параметр (аргумент)	Напрямок та величина зміни функції при зміні аргументу на 1%					
	Кількість виробленої продукції, т		Коефіцієнт виробництва		Тривалість виробництва, діб	
	т/добу	%		%	діб	%
Кількість переробленої сировини, т	0,004	0,008	0,006	0,008	0,011	0,004

Продовження табл. 5.10

Продуктивність, т	0,011	0,211	0,121	0,160	0,140	0,043
Вихід готової продукції, %	0,0015	0,029	0,115	0,146	0,680	0,242
Витрати, %	0,0254	0,504	-0,043	-0,055	-2,010	-0,702
Втрати у виробництві, %	-0,018	-0,333	-0,404	-0,019	-0,752	0,796

Регресивний аналіз показників ефективності для альтернативи 3 дає можливість встановити наступні залежності:

$$p_1 = 53,05v_1^{0,78} \cdot v_2^{0,211} \cdot v_3^{-0,029} \cdot v_4^{0,333} \cdot v_5^{0,568} \quad (5.15)$$

$$p_2 = 65,6v_1^{0,603} \cdot v_2^{0,397} \cdot v_3^{-0,043} \cdot v_4^{-0,214} \cdot v_5^{0,161}$$

$$p_3 = 1,02v_1^{0,64} \cdot v_2^{0,043} \cdot v_3^{-0,242} \cdot v_4^{-0,305} \cdot v_5^{0,663}$$

Отримано наступні значення коефіцієнтів кореляції: 0,882; 0,819 та 0,797, та надійності – 19,6; 12,4 та 8,86, що вказує на стійкий зв'язок між показниками ефективності та факторами, що на них впливають.

Комплексна модель стратегічного управління в умовах невизначеності вирішує наступні задачі:

1. визначення досягнення поставлених цілей при певному сценарію стратегічного управління підприємством в умовах невизначеності;
2. прогнозування зміни в часі споживання ресурсів та оцінювання ефективності підприємства при певній вибраній стратегії.

Комплексна модель стратегічного управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності забезпечує вибір рішення в кожний поточний момент, для того щоб досягнути поставленої мети в майбутньому, виходячи з того, що як оточуюче середовище, так і умови функціонування ТК змінюються. Однак в більшості випадків досить важко передбачити, як саме будуть відбуватися ці зміни. Тому, в ході моделювання відображення процесу здійснюється на рівні тенденцій його розвитку. Враховуючи цей фактор, змінні  $r_i, i = 1, \dots, j$ , що характеризують ресурси вимірюються не в фізичних, а в модельних одиницях. Визначають за допомогою експертного методу. Тоді для побудови графіку залежності фінансових витрат від часу значення змінних  $r_i, i = 1, \dots, j$  наведено в таблиці 5.11

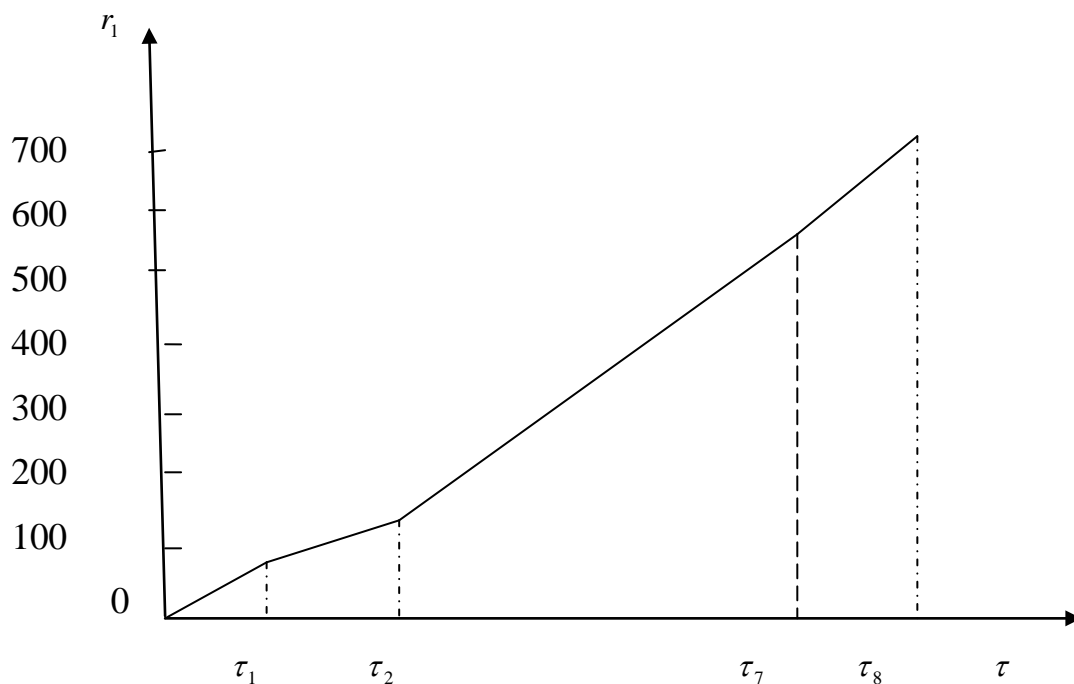


Таблиця 5.11

## Розподіл ресурсів по процесах (в модельних одиницях)

Операції	Ресурси									
	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$	$r_6$	$r_7$	$r_8$	$r_9$	$r_{10}$
$d_1$	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	0,6	0,1	0,5	0,5
$d_2$	0,3	0,2	0,6	0,7	0,2	0,6	0,3	0,3	0,3	0,2
$d_3$	0,6	0,3	0,8	0,5	0,5	0,8	0,4	0,4	0,6	0,6
$d_4$	0,2	0,4	0,9	0,3	0,1	0,9	0,3	0,3	0,2	0,1
$d_5$	0,7	0,5	0,7	0,6	0,3	0,3	0,6	0,8	0,7	0,5
$d_6$	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,1	0,4	0,4	0,4
$d_7$	0,6	0,7	0,2	0,1	0,8	0,6	0,3	0,3	0,6	0,7
$d_8$	0,5	0,8	0,6	0,7	0,3	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8

При виконання кожної операції  $d_i, i=1, \dots, h$ , витрати кожного з ресурсів  $r_i, i=1, \dots, j$  зростають лінійно в модельному часі  $\tau = 0,1,2, \dots$ . При цьому швидкість зростання визначається величиною  $\alpha_{ij} \in [0,1]$ , значення якого визначається експертним методом (рис. 5.8).

Рисунок 5.8 - Приклад графіка  $r_1(\tau)$  зростання фінансових витрат

Критеріальна функція виражається формулою, яка складається з індикаторів (предикатів) виду  $(x\#a)$ , де  $x$  - числова змінна,  $a$  – константа,  $\#$  - будь-який зі знаків  $=$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\leq$ ,  $<$ ,  $\neq$ , за допомогою логічних операцій кон'юнкції ( $\wedge$ ), диз'юнкції ( $\vee$ ), заперечення ( $\neg$ ) та, можливо, кванторів загальності ( $\forall$ ) та існування ( $\exists$ ).

В якості змінних  $x$  індикаторів використовуються показники наслідку виникнення ризикових ситуацій для ТК  $(V_1, V_2, \dots, V_4)$ , цілі  $c_i$ , ресурси  $r_i$ , показники ефективності підприємства  $(p_i = (p_1, p_2, p_3))$ .

Таблиця 5.12

## Умови спрацювання переходів

Перехід $t_i$	Критеріальна формула
$t_1$	$d(t_1) = (v_1 > a_1) \wedge (r_1 < a_2) \wedge (r_2 < a_3) \wedge (r_3 = a_4)$
$t_2$	$d(t_2) = (v_1 > a_1) \wedge (r_2 < a_4) \wedge (r_3 < a_5) \wedge (r_4 = a_6)$
$t_3$	$d(t_3) = (v_1 > a_1) \wedge (r_5 < a_7) \wedge (r_6 < a_8) \wedge (r_7 = a_9)$
$t_4$	$d(t_4) = (c_{2,1} = 1) \wedge (c_{2,2} = 1) \wedge (v_1 > a_1) \wedge (\max(r_1, r_2, r_3, r_4) < a_{10})$
$t_5$	$d(t_5) = ((c_2 = 1) \vee (c_1 = 1)) \wedge (v_1 > a_1) \wedge (\max(r_5, r_6, r_7, r_{48}) < a_{11})$

Умови спрацювання переходів  $d(t_i), i=1, \dots, n$  графа операцій виражаються за допомогою критеріальних формул на основі експертних оцінок та представлені в табл. 5.12.

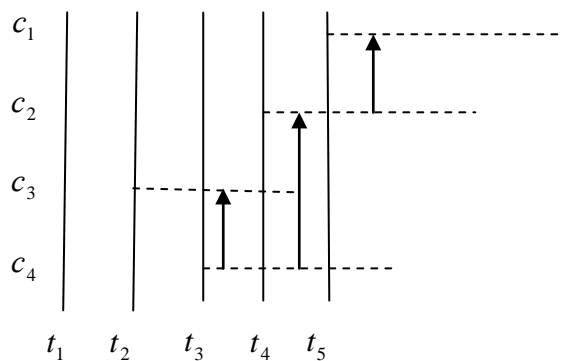


Рисунок 5.9 - Діаграма досягнення цілей

Цільова динаміка при реалізації сценарію стратегічного управління виражається діаграмою досягнення цілей (рис. 5.9). На ній суцільні вертикальні лінії відповідають моментам спрацювання переходів  $t_i$  мережі Петрі, горизонтальні лінії – наявністю маркера в позиції  $c_i$  цільового дерева. Пунктирні вертикальні стрілки на діаграмі відображають спрацювання переходів цільового дерева.

Результатом імітаційного моделювання стратегічного управління цукровим підприємством в умовах невизначеності є графіки, що відображають динаміку споживання ресурсів  $r_i$  та зміни показників ефективності діяльності підприємства  $p_i$  для кожного сценарію – лінійної послідовності переходів мережі Петрі, що веде з її початкової позиції в кінцеву (приклад такого графіка подано на рис 5.10).

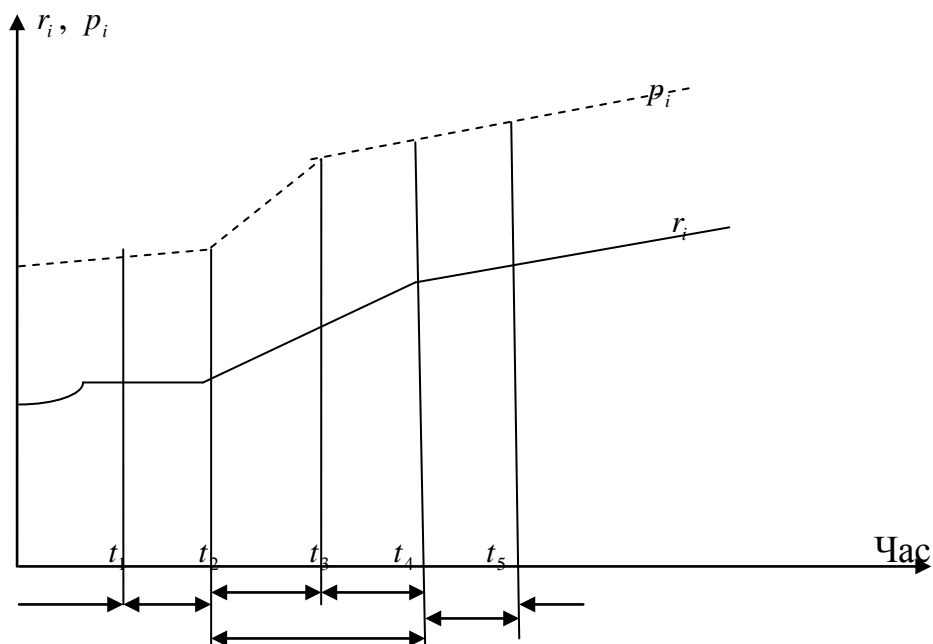


Рисунок 5.10 - Графік зміни витрат ресурсів та результатів діяльності підприємства

Результатом імітаційного моделювання стратегічного управління цукровим підприємством в умовах невизначеності є графіки, що відображають динаміку споживання ресурсів  $r_i$  та зміни показників ефективності діяльності підприємства  $p_i$  для кожного сценарію – лінійної послідовності переходів мережі Петрі, що веде з її початкової позиції в кінцеву (приклад такого графіка подано на рис 5.15).

Статистичні дані, на основі яких побудовано графіки, що відображають динаміку споживання ресурсів  $r_i$  та зміни показників ефективності діяльності ТК цукрового заводу  $p_i$  для кожного сценарію, наведено в додатках.

### **5.3.2. Інформаційна технологія управління ризиками стратегічної діяльності ТК цукрового заводу**

Аналіз галузі цукрової промисловості дає можливість діагностувати структуру і динаміку стратегічного управління ТК цукрового заводу, визначити характерні для ТК можливості і існуючі загрози, виявити ключові чинники результатів стратегічного управління і з урахуванням результатів оцінки ефективності в ході оперативного управління ТК цукрового заводу розробляти стратегію поведінки підприємства на ринку в умовах невизначеності та ризиків.

До того ж можливість розглянути цукрове підприємство в класі організаційно-технічних систем та застосувати прогресивні інформаційні технології підвищить якість отриманих результатів по ходу прогнозування стратегічної діяльності підприємства, а можливо й групи підприємств.

ІТ стратегічного управління ТК цукрового заводу забезпечило виконання наступних головних задач: зменшення невизначеності в виробничій діяльності, підготовка альтернативних варіантів сценаріїв реалізації проектно-орієнтованої діяльності та підтримка рівня виконання проектів та розвитку виробництва при досягненні поставленої мети.

В основі ІТ управління ризиками SWOT-аналіз, що забезпечив виявлення та можливість структурувати сильні й слабкі сторони підприємства, а також потенційні можливості й загрози, а також PEST – аналіз, що забезпечив комплексний стратегічний аналіз макросередовища. Досліджено набір факторів, які найбільш істотно впливають на розвиток бізнесу, що наведено в Додатку Г.

Необхідною передумовою розробки алгоритму управління ризиками стратегічної діяльності ТК цукрового заводу є визначення джерел виникнення

ризикових ситуацій у зовнішньому середовищі, тобто факторів зовнішнього( $3\Phi_1, \dots, 3\Phi_n$ ) середовища. Виявлення найбільш значущих ризик - факторів зовнішнього середовища ТК цукрового заводу базується на наступних дослідженнях (табл 5.13).

Таблиця 5.13

## Ризик - фактори зовнішнього середовища ТК цукрового заводу

№	Фактори зовнішнього( $3\Phi_1, \dots, 3\Phi_n$ ) середовища	Ризики	Методи боротьби ( $M_{P_{3\Phi_1}}, \dots, M_{P_{3\Phi_n}}$ )
1.	Недостатньо опрацьовані питання законодавства	Зміна законодавства	Розробка ефективної з точки зору витрат системи соціального захисту
2	Здоров'я енергетичних і матеріальних ресурсів, а також техніки для вирощування, збирання, транспортування і переробки цукрової сировини.	Неконтрольований зріст цін на паливо, електроенергію, транспортування і переробку цукрової сировини.	реконструкція та модернізація цукрових заводів, розширення їхніх виробничих потужностей до економічно оптимальних меж.
3	Кризовий стан галузі цукрового виробництва	відсутність держзамовлення	формування в Україні регульованого ринку цукру, відповідність міжнародним стандартам
4	відмови держави від безпосереднього керівництва виробничо-господарчою діяльністю підприємств	Підвищення собівартості вирощування й переробки буряків	наращування обсягів виробництва, збільшення експорту та повної відмови від ввезення тростинного цукру-серцю для внутрішніх проблем
5	нестабільної податкової системи;	поява власників інвестицій і проектів	створення спільних цукропереробних підприємств із залученням іноземних інвестицій

## Продовження табл. 5.13

6	загальна економічна криза;	дефіцит ресурсів		Диверсифікація виробництва цукрової продукції
7	недосконалість і невідпрацьованість механізму формування внутрішнього ринку й виходу на зовнішній	Збитковість виробництва цукру		розробка механізму цінового управління з урахуванням особливостей виробництва сировини, збуту й споживання цукру.
8	давальницькі відносини бурякосійних господарств з цукровими заводами	висока плата за переробку продукції.		впровадження сучасних технологій вирощування цукрових буряків, достатнього забезпечення бурякосійних господарств високоякісним насінням, мінеральними добривами і засобами хімічного захисту рослин, підвищення якості машинного парку
9	значне погіршення матеріально-технічного забезпечення бурякосійних господарств і цукрових заводів, старіння основних виробничих фондів;	Невизначеність попиту на сировину		вирощення і переробка власного цукрового буряка; розміщення виробництва поблизу великих центрів споживання.
10	відсутність державного впливу на економічні процеси в цукробуряковому виробництві та контролю за випуском і реалізацією продукції підгалузі;	бартеризація економічних взаємовідносин між виробниками сировини і заводами;		перебудова галузі шляхом поступового виведення з експлуатації малопотужних неперспективних цукрових заводів, з нарощуванням потужностей тих підприємств, які забезпечують ефективне виготовлення продукції.

## Продовження табл. 5.13

11	відсутність кредитування галузі та державної підтримки її підприємств;	втрата зовнішніх ринків збуту цукру		розробка механізму формування внутрішнього ринку й виходу на зовнішній.
12	Погодні умови	низька якість сировини		впровадження сучасних технологій вирощування цукрових буряків,

Таким чином, аналіз стратегічного управління ТК цукрових заводів показав, що цукрові заводи в своїй стратегічній діяльності орієнтовані на розвиток, стабільність та задоволення потреб споживачів, що в свою чергу має стратегічне значення не лише з точки зору обсягів виробництва, а й є важливим для формування експортного потенціалу країни. Використані SWOT та PEST аналізи дають змогу визначити сильні та слабкі сторони ТК цукрових заводів, можливості та динаміку розвитку в сьогоdnішньому конкурентному оточенні, передбачити фактори, що викликають певні ризики, а також розробку та реалізацію чіткої, постійної та довгострокової стратегії розвитку цукрового виробництва.

Прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності та ризиків реалізується на основі наступної процедури:

Крок 1. Виявлення найбільш значущих ризик - факторів зовнішнього середовища ТК цукрового заводу шляхом побудови нечіткої когнітивної карти.

Крок 2. Визначення початкового набору ефективних заходів щодо зниження можливості виникнення ризикових ситуацій або мінімізації їх наслідків.

Крок 3. Моделювання можливих сценаріїв розвитку ТК з врахуванням ризиків

Крок 4. Вибір ефективного сценарію досягнення цілей ТК згідно врахованих ризиків.

Вершини нечіткої когнітивної карти виявлення найбільш значущих ризик - факторів зовнішнього середовища ТК при визначенні сценарію досягнення стратегічних цілей ТК цукрового заводу відповідають *факторам (концептам)*, що визначають (рис.5.11) :

- джерела виникнення ризикових ситуацій у зовнішньому середовищі, тобто фактори зовнішнього ( $3\Phi_1, \dots, 3\Phi_n$ ) середовища;
- показники (індикатори) ( $P_{3\Phi_1}, \dots, P_{3\Phi_n}$ ) прогнозування виникнення та розвитку ризикових ситуацій;
- показник наслідку ( $V_1, V_2, \dots, V_4$ ) виникнення ризикових ситуацій для ТК ( $V_i$  - кількісна оцінка можливого збитку, що впливає на значення показників ефективності);
- заходи, що необхідні для запобігання або зниження рівня різних видів ризиків ( $M_{P_{3\Phi_1}}, \dots, M_{P_{3\Phi_n}}$ );
- показники ефективності ( $p_1, p_2, p_3$ ).

Сила впливу між вузлами-концептами відповідає вагам  $w_{ij} \in [1, -1]$ , які характеризують ступінь впливу одного концепту на інший та формуються за допомогою аналізу експертної інформації.

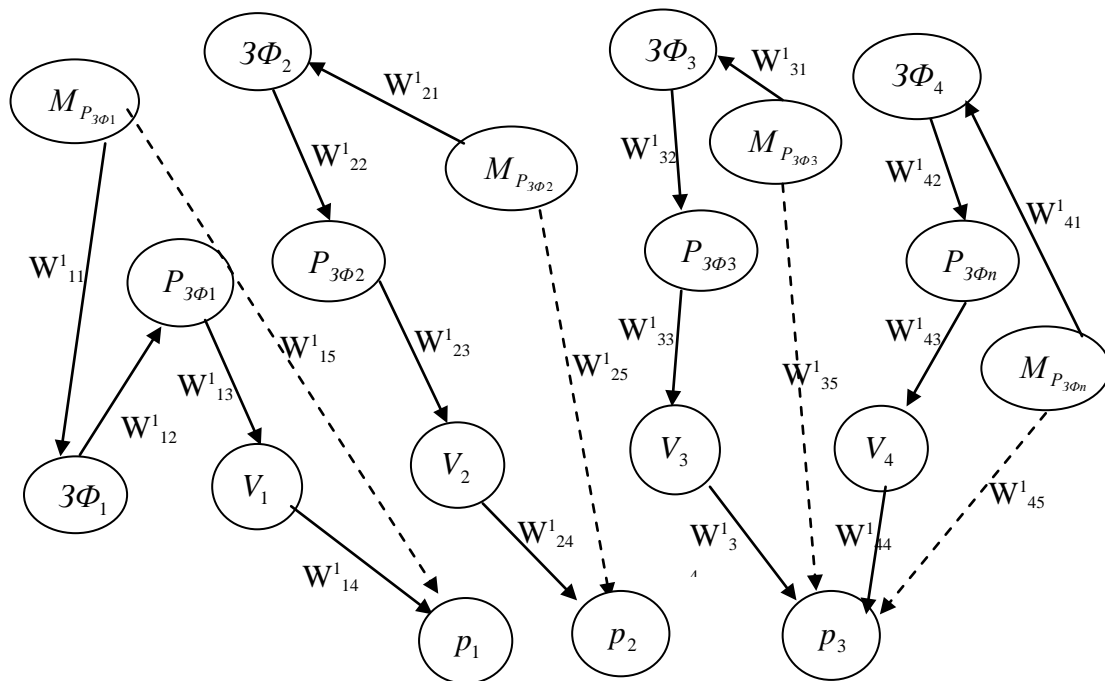


Рисунок 5.11 - Нечітка когнітивна крата управління ризиками при визначенні сценарію досягнення цілей ТК цукрового заводу



Прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності та ризиків на основі побудованої нечіткої когнітивної карти реалізується на основі наступного алгоритму:

Крок 1. Формування сценаріїв стратегічного управління ТК цукрового заводу:

$$S = \langle S_1, S_2, S_3 \rangle, \text{ де}$$

$S_1$  - збільшення обсягу продукції за рахунок підвищення якості сировини та зниження втрат цукру у виробництві;

$S_2$  - збільшення обсягу продукції за рахунок підвищення виробничої потужності та переходу на нові технології;

$S_3$  - збільшення прибутку за рахунок зниження витрат шляхом підвищення технічного рівня цукрового виробництва.

Крок 2. Деталізація кожного сценарію, тобто визначення процесів із зазначенням їх ресурсів відповідно до графів (рис ):

$$S_1 = \langle d_1, r_1, v_1 \rangle, \langle d_2, r_2, v_2 \rangle, \langle d_6, r_6, v_6 \rangle, \langle d_7, r_7, v_7 \rangle, \langle d_8, r_8, v_8 \rangle;$$

$$S_2 = \langle d_1, r_1, v_1 \rangle, \langle d_2, r_2, v_2 \rangle, \langle d_3, r_3, v_3 \rangle, \langle d_6, r_6, v_6 \rangle, \langle d_7, r_7, v_7 \rangle, \langle d_8, r_8, v_8 \rangle;$$

$$S_3 = \langle d_1, r_1, v_1 \rangle, \langle d_2, r_2, v_2 \rangle, \langle d_4, r_4, v_5 \rangle, \langle d_5, r_5, v_5 \rangle, \langle d_6, r_6, v_6 \rangle, \langle d_7, r_7, v_7 \rangle, \langle d_8, r_8, v_8 \rangle.$$

Крок 3. Виявлення найбільш значущих ризик - факторів зовнішнього середовища ТК цукрового заводу для кожного сценарію у відповідності до побудованої нечіткої когнітивної карти (рис. 5.11).

Крок 4. Експертне оцінювання ймовірностей настання ризикових подій в залежності від впливу факторів зовнішнього середовища.

Крок 5. Обчислення агрегованого значення ризику як поєднання можливості  $i$  – її небезпечної події і величини збитку  $V_i$  від цієї події, тобто:

$$Risk_i = P_{з\phi_i} \cdot V_i \quad (5.16)$$

Крок 6. Вибір ефективних заходів основного і резервного плану, які мають найбільший вплив на рівень ризику, для кожного інтервалу значень ризику  $Risk_i$ , які відповідають допустимому, прийнятному і неприйнятному рівню ризику.

Крок 7. Якщо значення індикатора ризику ( $P_{зф1}, \dots, P_{зфn}$ ) відповідає наперед заданому інтервалу значень, то вибирається відповідна рекомендація по зниженню рівня ризику або його можливостей негативних наслідків.

В процесі функціонування ТК цукрового заводу значення всіх концептів побудованої когнітивної карти змінюються, що призводить до зміни значень індикаторів ризику. При цьому попадання даних значень в наперед задані інтервали визначає доцільність реалізації відповідної рекомендації по зниженню рівня ризику або його можливостей негативних наслідків.

Вибір найбільш оптимального сценарію стратегічного розвитку ТК цукрового заводу з врахуванням умов невизначеності та ризиків реалізуємо на основі наступної процедури:

Крок 1. Введення даних SWOT-аналізу ТК цукрового заводу та структурування сильних та слабких сторін підприємства, а також потенційних можливостей й загроз, формування відповідних баз даних.

Крок 2. Ведення даних PEST – аналізу ТК цукрового заводу та дослідження факторів, які найбільш істотно впливають на розвиток бізнесу, формування відповідних баз даних.

Крок 3. Визначення джерел виникнення ризикових ситуацій у зовнішньому середовищі та експертна оцінка ймовірності настання відповідних ризикових подій, формування баз даних.

Крок 4. Побудова когнітивної моделі управління ризиками та формування баз знань на основі продукційної моделі ЯКЩО – ТО.

Крок 5. Включення в нечітку когнітивну карту заходів ( $M_{P_{зф1}}, \dots, M_{P_{зфn}}$ ), що необхідні для запобігання або зниження рівня різних видів ризиків.

Крок 6. Вибір ефективних заходів основного і резервного плану, які мають найбільший вплив на рівень ризику.

Крок 7. Побудова модифікованого «дерева рішень» (рис.5.12).

Крок 8. Визначення необхідності реалізації заходів з розподілу і виключенню ризику або мінімізації ризику з урахуванням обраного критерію ефективності інвестиційних рішень з розвитку ТК.

Крок 9. Вибір найбільш оптимального сценарію стратегічного розвитку ТК цукрового заводу з врахуванням заходів з розподілу і виключенню ризику або мінімізації ризику на основі обраного критерію ефективності інвестиційних рішень з розвитку ТК.

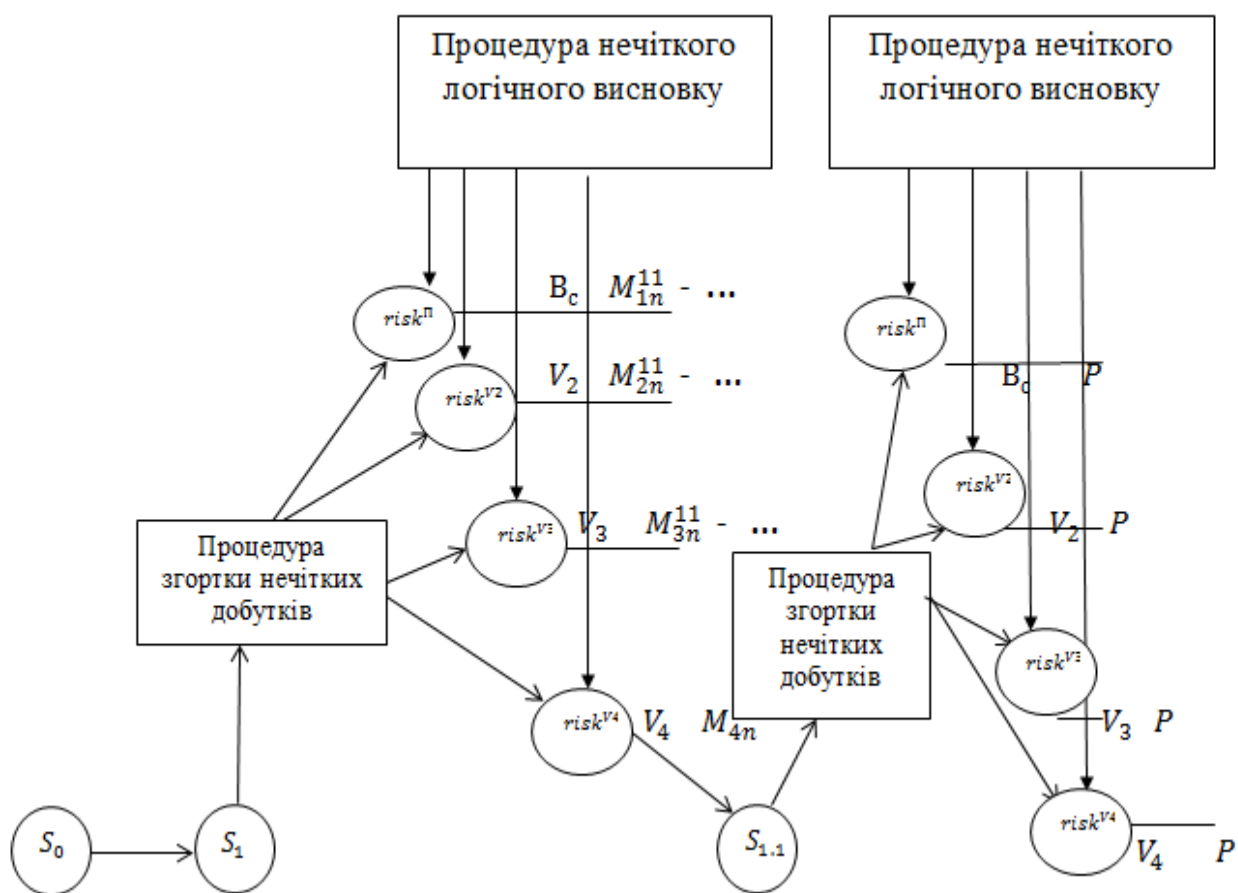


Рисунок 5.12 - Структура нечіткого логічного дерева рішень із включенням заходів мінімізації ризиків

Де  $M_{kn}^{il}$  - заходи по мінімізації негативного впливу ризикової події на показники ефективності функціонування ТК неперервного типу при реалізації  $k$ -ї альтернативної стратегії,  $S_i$  - поточна виробнича ситуація в управлінні технологічним комплексом неперервного типу,  $B_c$ ,  $V_2, \dots, V_4$ , - параметри

виробництва, що впливають на показники ефективності функціонування ТК неперервного типу при виборі  $k$ -ї стратегії;  $P$ - інтегральний результат впливу на показники ефективності  $k$ -ї альтернативної стратегії;  $risk^{LV2}$  - показник, що характеризує можливість настання ризикової події, що призведе до відхилень показників ефективності від цільового значення при небажаному результаті реалізації  $k$ -ї стратегії.

На рис. 5.13 наведено мережу Петрі при наявності трьох вихідних альтернативних стратегічних рішень, що включає заходи, обрані в ході аналізу нечіткої когнітивної моделі зовнішнього і внутрішнього середовища ТК цукрового заводу. Процедура нечіткого логічного висновку задається за допомогою продукційних правил ЯКЩО – ТО, що відображають експертну інформацію про вплив різних факторів ризику на показники ефективності ТК цукрового заводу. На виході зазначеної процедури формуються значення показників, що характеризують можливість настання ризикової ситуації, яка призводить до відхилення показників ефективності функціонування ТК цукрового заводу від цільових значень.

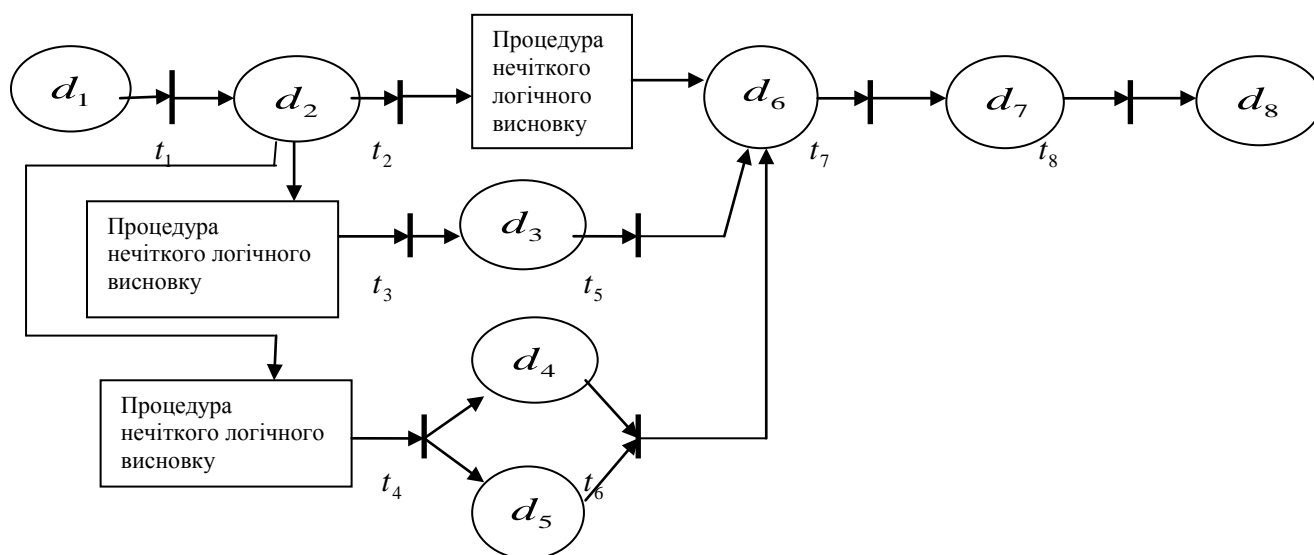


Рисунок 5.13 - Граф операцій стратегічного управління ТК цукрового заводу з врахуванням ризиків

При застосуванні експертно-когнітивного методу управління ризиками ТК цукрового заводу нечітка когнітивна карта дозволяє послідовно відбирати найважливіші фактори ризику і вибирати необхідні заходи щодо мінімізації їх негативного впливу на показники ефективності ТК. Це дозволяє ітераційно-дискретно адаптувати нечіткі імплікації процедури нечіткого логічного висновку і приймати оптимальне рішення згідно умов зовнішнього і внутрішнього середовища ТК.

#### **5.4. Інформаційна технологія оперативного управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків**

##### **5.4.1 Оцінювання ефективності ТК цукрового заводу**

Інформаційна технологія оперативного управління ТК цукрового заводу забезпечує систематичний, детальний і в динаміці аналіз ефективності процесу виробництва, оскільки поточного значення ефективності цукрового підприємства залежить його економічна перспектива та розробка майбутніх стратегій.

Ефективність оперативного управління ТК цукрового заводу характеризується критеріями і параметрами. Параметри виробництва представляють елементарні оцінки, що можуть бути виміряні за допомогою будь-яких фізичних приладів або оцінені експертами. Критерії - узагальнені показники, що безпосередньо обчислюються. Таким чином, процедура оцінювання ефективності ТК забезпечує представлення впливу параметрів виробництва на відповідні критерії ефективності, на основі яких робимо висновок про поточний стан підприємства та майбутні перспективи [230].

Оцінювання впливу параметрів виробництва ТК цукрового заводу на показники ефективності здійснюється експертним шляхом на основі статистичної інформації за декаду та від початку виробництва, що дасть можливість контролювати відхилення від реалізованого стратегічного сценарію.

Таблиця 5.14

## Оцінювання впливу параметрів виробництва на показники ефективності

Параметр виробництва	Показники ефективності					
	Кількість виробленої продукції, т ( $p_1$ )		Коефіцієнт виробництва ( $p_2$ )		Тривалість виробництва, діб ( $p_3$ )	
	Оцінка	Вага	Оцінка	Вага	Оцінка	Вага
Кількість переробленої сировини, т ( $v_1$ )	4	0,25	3	0,27	3	0,26
Продуктивність, т ( $v_2$ )	5	0,11	2	0,18	4	0,13
Вихід готової продукції, % ( $v_3$ )	3	0,31	5	0,14	2	0,19
Витрати, % ( $v_4$ )	2	0,14	4	0,24	6	0,27
Втрати у виробництві, % ( $v_5$ )	7	0,33	8	0,17	6	0,15

На основі табл.5.14 для кожного показника ефективності будемо когнітивну карту, за допомогою якої визначаємо вплив параметрів виробництва один на одного та на показник ефективності.

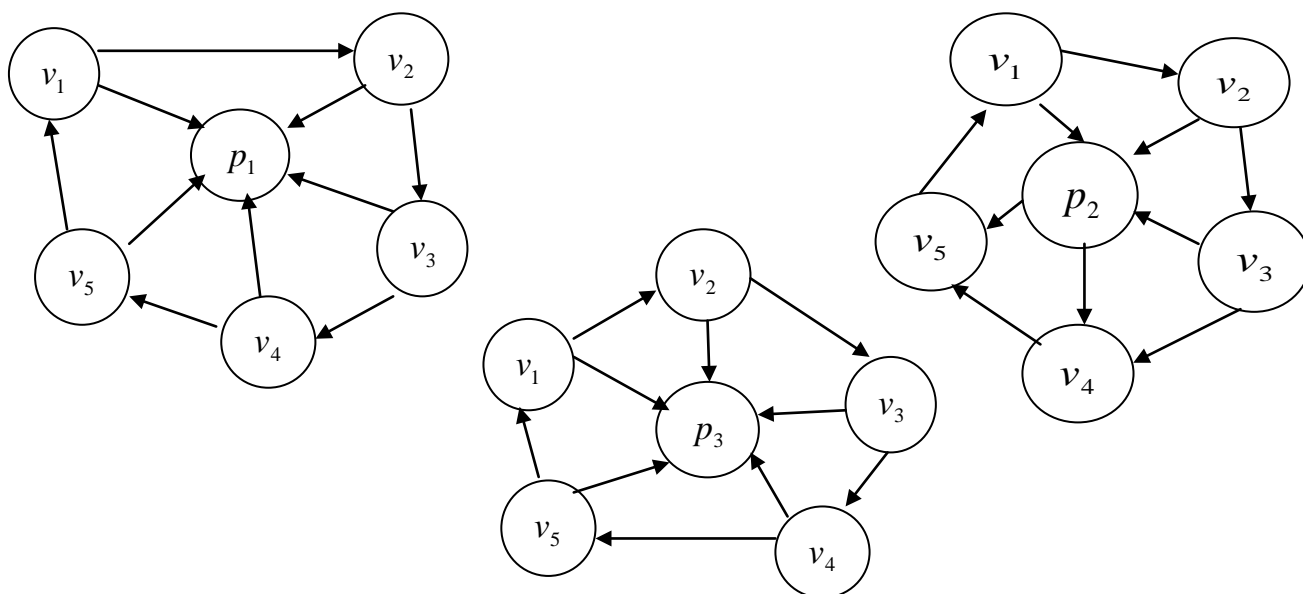


Рисунок 5. 14 - Когнітивні карти впливів параметрів виробництва на показники ефективності цукрового заводу

Для кожного сценарію згідно ( 3.32) розраховуємо значення  $\mu(p_i)$ , тобто оцінки показника ефективності  $p_i$  у момент  $\tau$ , також вагові коефіцієнти  $w(p_i)$  показників ефективності ТК  $p_i$ , що визначають експертним методом.

Таблиця 5.15

## Оцінювання показників ефективності

Оцінки показників ефективності	Сценарії			
	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3	Вага показника ефективності, $w(p_i)$
Кількість виробленої цукру, т $\mu(p_1)$	2,88	2,92	2,94	0,51
Коефіцієнт виробництва $\mu(p_2)$	2,04	2,07	2,08	0,29
Тривалість виробництва, діб, $\mu(p_3)$	2,28	2,31	2,32	0,20

Таблиця 5.16

## Прогнозовані показники виробництва при різних стратегічних сценаріях

Показники	Од. виміру	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
Виробництво:				
Цукор-пісок, всього	Тн	81250	94250	94500
В т.ч. з буряку	Тн	81250	58738	94500
з сирцю	Тн.		35512	
Меляса	Тн.	7970	8522	8522
Жом сирий	Тн	165612	165612	165612
Коефіцієнт виробництва		75,7	88	89,5
Тривалість виробництва	Діб	216	108	102

Тоді на основі табл. 5.15 та табл. 5.16 для кожного сценарію визначаємо індекс ефективності ТК цукрового заводу, згідно (3.33).

Таблиця 5.17

## Індекси ефективності стратегічних сценаріїв

Сценарій	Значення індексу ефективності
Сценарій 1	2,5164
Сценарій 2	2,5515
Сценарій 3	2,5666

Параметри виробництва ТК цукрового заводу, що характеризують різні складові діяльності підприємства, призводять до зміни кожного з показників ефективності та змінюють ефективність підприємства в цілому та впливають на стратегічні рішення. Однак зміни цих параметрів позначаються на фінансових показниках через певний проміжок часу, що не дозволяє оперативно реагувати на зміну ситуації на підприємстві. Тому запропонований індекс ефективності забезпечує зв'язок між поточним станом ТК цукрового заводу та розробленими стратегіями. Це дає можливість для прийняття необхідних управлінських рішень у режимі “реального часу”, що дозволяє скоротити можливі витрати.

Таблиця 5.18. Оцінювання впливу ризиків на показники ефективності

Ризики	Показники ефективності					
	Кількість виробленої продукції, т ( $p_1$ )		Коефіцієнт виробництва ( $p_2$ )		Тривалість виробництва, діб ( $p_3$ )	
	Грн.	%		Грн.	%	
Низька якість сировини	-0,024	-0,008	-0,116	-0,129	0,211	0,004
Підвищення цін на паливо	-0,011	-0,211	-0,121	-0,160	0,140	0,243
Підвищення вартості сировини	-0,045	-0,029	-0,115	-0,146	-0,680	-0,242
Підвищення цін на електроенергію	-0,025	-0,504	-0,043	-0,055	2,010	0,702
Збільшення витрат у виробництві	-0,048	-0,333	-0,404	-0,019	0,752	0,796

Збір оперативних даних здійснюємо за декаду та від початку виробництва (табл.5.19).



Таблиця 5.19

## Оперативні дані по виробництву цукру з буряку за сезон

Період діяльності, декада	Перероблено буряку, т		Продуктивність, т					Вироблено цукру		ЦК буряка		ЦК стружки, %	Втрати при зберіганні та трансп.	Вихід цукру, %		Втрати цукру у вві, %		Вміст цк в меласі, %		Втрати умовного палива, % факт
	від початку п/г	за декаду	план	від початку п/г	%	за декаду	%	від початку п/г	за декаду	% при прийманні	% при передачі			факт від початку	за декаду	факт від початку	за декаду	факт від початку	за декаду	
<b>Всього</b>	<b>534782</b>							<b>81469,1</b>		<b>16,54</b>	<b>16,47</b>	<b>16,32</b>	<b>0,22</b>	<b>13,81</b>	<b>13,80</b>	<b>0,60</b>	<b>0,56</b>	<b>1,92</b>	<b>1,93</b>	<b>3,76</b>
1	62933	62933	6300	6358	100,92	6358	100,92	9060	9060	16,51	16,46	16,40	0,11	14,02	14,03	0,50	0,62	1,88	1,98	3,23
2	125689	62756	6300	6388	101,39	6388	101,39	18115,43	9055,43	16,22	16,20	16,09	0,13	13,43	12,92	0,55	0,47	2,11	2,25	4,60
3	188004	62315	6300	6395	101,50	6395	101,50	27172,51	9057,08	16,74	16,65	16,41	0,33	13,65	13,24	0,75	0,46	2,01	1,93	4,90
4	251024	63020	6300	6385	101,34	6385	101,34	36329,19	9156,68	16,53	16,48	16,27	0,26	13,60	13,61	0,77	0,84	1,90	1,96	4,44
5	314209	63185	6300	6336	100,57	6336	100,57	45444,1	9114,91	17,10	17,05	16,92	0,18	14,23	14,60	0,57	0,35	2,12	2,10	4,61
6	376400	62191	6300	6241	99,06	6241	99,063	54551,95	9107,85	15,94	15,92	15,74	0,20	12,94	12,52	0,75	0,59	2,05	1,79	4,28
7	437446	61046	6300	6283	99,73	6283	99,73	63563,87	9011,92	16,34	16,33	16,23	0,11	14,07	14,28	0,46	0,47	1,70	1,73	3,24
8	497462	60016	6300	6328	100,44	6328	100,44	72519,42	8955,55	16,26	16,24	16,15	0,11	13,63	13,22	0,69	0,76	1,83	2,01	3,79
9	557982	60520	6300	6246	99,142	6246	99,1428	81469,1	8959,68	16,77	16,74	16,61	0,16	14,13	14,36	0,60	0,56	1,88	1,85	3,42

Таблиця 5.20

## Виробничі показники ТК цукрового заводу за рік

Період діяльності	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Всього за рік	Всього за сезон
Цукрове виробництво														
Простої*														
Ремонти*														
Переробка цукру-сирцю, кількість (тн)						12000	12400	12400					36800	36800
Виробництво цукру, т						11580	11966	11966					35512	35512
Виробництво меляси, т						180	186	186					552	552
2.Заготівля буряку, всього														
Буряк до переробки, т									191004	189864	188894		569762	569762
Втрати буряку, %									0,11	0,22	0,23		0,21	0,21
Перероблено буряку, т									181004	179196	174582		534782	534782
Вихід цукру (%)									14,2	13,9	13,6		13,81	13,81
Вихід патоки (%)									3,85	3,85	3,85		3,85	3,85
Вираблено продукції, всього, т														
цукру-піску, т									27287	27027	26898		81469,1	81469,1
Меляси, т									720,0	2029,0	1832,6		6610	7970
Жому, т									14960,0	42160,0	38080,0		137360	165617

Оперативне управління ТК неперервного типу має забезпечити вибір рішення в кожний поточний момент, для того щоб досягнути поставленої мети в майбутньому, на основі оцінювання поточних показників ефективності, що характеризують окремі сторони виробництва. Однак в умовах різко зростаючого фактору невизначеності та ризиків необхідно здійснювати поточний контроль відповідних параметрів з врахуванням можливих ризиків.

#### **5.4.2. Інформаційна технологія управління ризиками оперативної діяльності ТК цукрового заводу**

В новій концепції управління питання відношення до невизначеності і ризику заслуговує особливої уваги. При традиційній логіці управління невизначеність розглядається як неминуче лихо, яке повинно бути передбачено або приховано. Керівник проекту намагається боротися з невизначеністю і ризиком за допомогою детального планування, регулювання і точного виконання плану. При новому проектному підході до управління ТК цукрового заводу невизначеність відкрито визнається як частина реального світу і розглядається як найбільш важлива частина управління і планування.

Інноваційна діяльність у сучасних умовах тісно зв'язана з умінням розробити ефективну стратегію розвитку підприємства та інвестиційний план, а потім забезпечити визначені ними обмеження по ресурсах і реалізувати заданий рівень якості продукції підприємства. Це особливо актуально в даний момент для підприємств цукрової промисловості. Однак в умовах складності та невизначеності як внутрішнього стану підприємства, так і зовнішнього оточення питання дослідження ризиків та управління ними постає особливо гостро. Тому метою даних досліджень є побудова математичних моделей ідентифікації ризиків технологічного комплексу цукрового підприємства та розробка на їх основі когнітивної моделі управління ризиками стратегічної та оперативної діяльності цукрового підприємства.

Запропоновано наступну математичну модель ідентифікації ризиків технологічного процесу виробництва цукру.

Як зазначено в п.3.6, ступінь (міра) ризику визначається як добуток імовірності невдачі (небажаних наслідків) та величин цих наслідків, які мають місце в цьому випадку:

$$Risk_i^n = P_i^n \cdot V_i^n, \quad (5.17)$$

$P_i^n$  – імовірність ризикованої події  $n$ -го виду при виконанні  $i$  –ї операції технологічного процесу,  $n = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків,  $k$  – загальна кількість операцій технологічного процесу ;

$V_i^n$  - величина втрат від ризикової події  $n$  – го виду при виконанні  $i$  –ї операції технологічного процесу, грн.  $n = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків,  $k$  – загальна кількість операцій технологічного процесу [215].

Згідно формул (5.1) – (5.11) прибуток багатостадійного виробництва цукру з буряку визначається сумою економічних ефективностей функціонування окремих стадій, тобто сумою втрат і витрат по стадіях виробництва, кількістю випущеної продукції, цінами на сировину, допоміжні матеріали, паливо і цільовий продукт.

Ризик перевищення показника втрат цукру у виробництві буде визначатися наступною формулою:

$$Risk^{\Pi} = \sum_{i=1}^k P_i^{\Pi} \cdot V_i^{\Pi} \quad (5.18)$$

де  $i$  – номер стадії технологічного процесу,  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – загальна кількість стадій технологічного процесу;

$P_i^{\Pi}$  - імовірність збільшення показника втрат цукру у виробництві;

$V_i^{\Pi}$  - вартість витрат, пов'язаних зі збільшенням значення показника втрат цукру у виробництві.

Ризик перевитрати теплової енергії буде визначатися наступною формулою:

$$Risk^{V_3} = \sum_{i=1}^k (P_i^{Gr} \cdot V_i^{V_3} + P_i^{N_{V.T.}} \cdot V_i^{V_3}) \quad (5.19)$$

де  $i$  – номер стадії технологічного процесу,  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – загальна кількість стадій технологічного процесу;

$P_i^{Gr}$  – імовірність збільшення показника витрат на теплову енергію для  $i$  – ї стадії технологічного процесу;

$P_i^{N_{y.t.}}$  - імовірність збільшення показника витрати умовного палива на відпущені т.ккал. теплової енергії для  $i$  – ї стадії технологічного процесу;

$V_i^{V_3}$  - вартість витрат, пов'язаних зі збільшенням значення показника витрат на теплову енергію.

Ризик перевитрати допоміжних матеріалів буде визначатися наступною формулою:

$$Risk^{V_2} = \sum_{i=1}^k P_i^{V_2} \cdot V_i^{V_2} \quad (5.20)$$

де  $i$  – номер стадії технологічного процесу,  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – загальна кількість стадій технологічного процесу;

$P_i^{V_2}$  - імовірність збільшення показника витрат допоміжних матеріалів для  $i$  – ї стадії технологічного процесу;

$V_i^{V_2}$  - вартість витрат, пов'язаних зі збільшенням значення показника витрат допоміжних матеріалів.

Ризик перевитрати електроенергії буде визначатися наступною формулою:

$$Risk^{V_4} = \sum_{i=1}^k P_i^{V_4} \cdot V_i^{V_4} \quad (5.21)$$

де  $i$  – номер стадії технологічного процесу,  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – загальна кількість стадій технологічного процесу;

$P_i^{V_4}$  – імовірність збільшення показника витрат електроенергії для  $i$  – ї стадії технологічного процесу;

$V_i^{V_4}$  - вартість витрат, пов'язаних зі збільшенням значення показника витрат електроенергії.

Загальний ризик на всіх стадіях технологічного процесу виробництва цукру можемо представити у вигляді:

$$Risk = \sum_{n=1}^m Risk^n \quad (5.22)$$

де  $Risk^n$  – міра ризику від ризикованої події  $n$  – го виду всіх стадіях технологічного процесу виробництва цукру, грн.  $n = \overline{1, m}$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $m$  – кількість видів ризикових подій,  $m = 4$ ;  $k$  – загальна кількість операцій технологічного процесу цукрового виробництва.

$$Risk \rightarrow \min, \quad (5.23)$$

$$Risk = \sum_{n=1}^m Risk^n \rightarrow \min$$

$$n = \overline{1, m}$$

де  $n$  - номер ризику,  $n = \overline{1, m}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків.

Таким чином, маємо наступну цільову функцію математичної моделі ризиків технологічного процесу виробництва цукру:

$$\sum_{n=1}^m (\sum_{i=1}^k P_i^{\Pi} \cdot V_i^{\Pi} + \sum_{i=1}^k (P_i^{Gr} \cdot V_i^{V_3} + P_i^{N_{y.t.}} \cdot V_i^{V_3}) + \sum_{i=1}^k P_i^{V_2} \cdot V_i^{V_2} + \sum_{i=1}^k P_i^{V_4} \cdot V_i^{V_4}) \rightarrow \min \quad (5.24)$$

$$0 < P_i^{\Pi} < 1,$$

$$0 < P_i^{Gr} < 1,$$

$$0 < P_i^{N_{y.t.}} < 1,$$

$$0 < P_i^{V_2} < 1,$$

$$0 < P_i^{V_4} < 1.$$

Функція величини втрат має обмеження:

$$V_i^n \geq 0, \quad i = \overline{1, k}, \quad n = \overline{1, m},$$

де  $i$  – номер стадії технологічного процесу  $i = \overline{1, k}$ ,  $k$  – загальна кількість стадій технологічного процесу;

$n$  - номер ризику,  $n = \overline{1, m}$ ,  $m$  – загальна кількість ризиків [231].

Отже, визначені ризики безпосередньо впливають на технологічну складову прибутку. Тому, зменшення вказаних ризиків призведе до збільшення значення прибутку цукрового підприємства, тобто відобразиться на показниках ефективності підприємства.

Управління ризиками технологічного комплексу цукрового підприємства будемо здійснювати на основі нечіткої когнітивної карти.

Вершини когнітивної карти відповідають *факторам (концептам)*, що визначають (рис.5.16) :

- джерела виникнення ризикових ситуацій при функціонуванні технологічного комплексу цукрового підприємства, тобто фактори внутрішнього середовища  $(B\Phi_1, \dots, B\Phi_m)$ ;
- ризики, викликані визначеними факторами що впливають на реалізацію певного стратегічного рішення  $(Risk_i^{V_2}, Risk_i^{V_4})$ ;
- показники наслідку виникнення ризикових ситуацій для технологічного комплексу цукрового підприємства;
- заходи, що необхідні для запобігання або зниження рівня різних видів ризиків  $(M_{P_{3\Phi_1}}, M_{P_{B\Phi_1}}, \dots, M_{P_{3\Phi_m}}, M_{P_{B\Phi_m}})$ ;
- показники ефективності функціонування цукрового підприємства ( $P_1$  – кількість виробленої продукції).

Розроблена модель застосовується в наступних випадках:

- для визначення ефективних профілактичних заходів, які можуть знизити рівень ризику і негативних наслідків реалізації ризикових ситуацій для цукрових заводів;
- при організації моніторингу ризиків з метою своєчасної реалізації заходів, що входять в основний і резервний сценарії.

Для визначення ефективних профілактичних заходів проводиться послідовне включення в модель відповідних їм концептів  $(M_{P_{B\Phi_1}} - M_{P_{B\Phi_4}})$ . В результаті на основі нечітких когнітивних карт (рис. 5.15) та виразів ( 5.18 – 5.24 ) визначається ступінь комплексного (у тому числі опосередкованого ) впливу на індикатори ризику і вибираються ті з них, які з найменшими витратами забезпечують найбільший вплив на рівень ризику і його можливі наслідки.

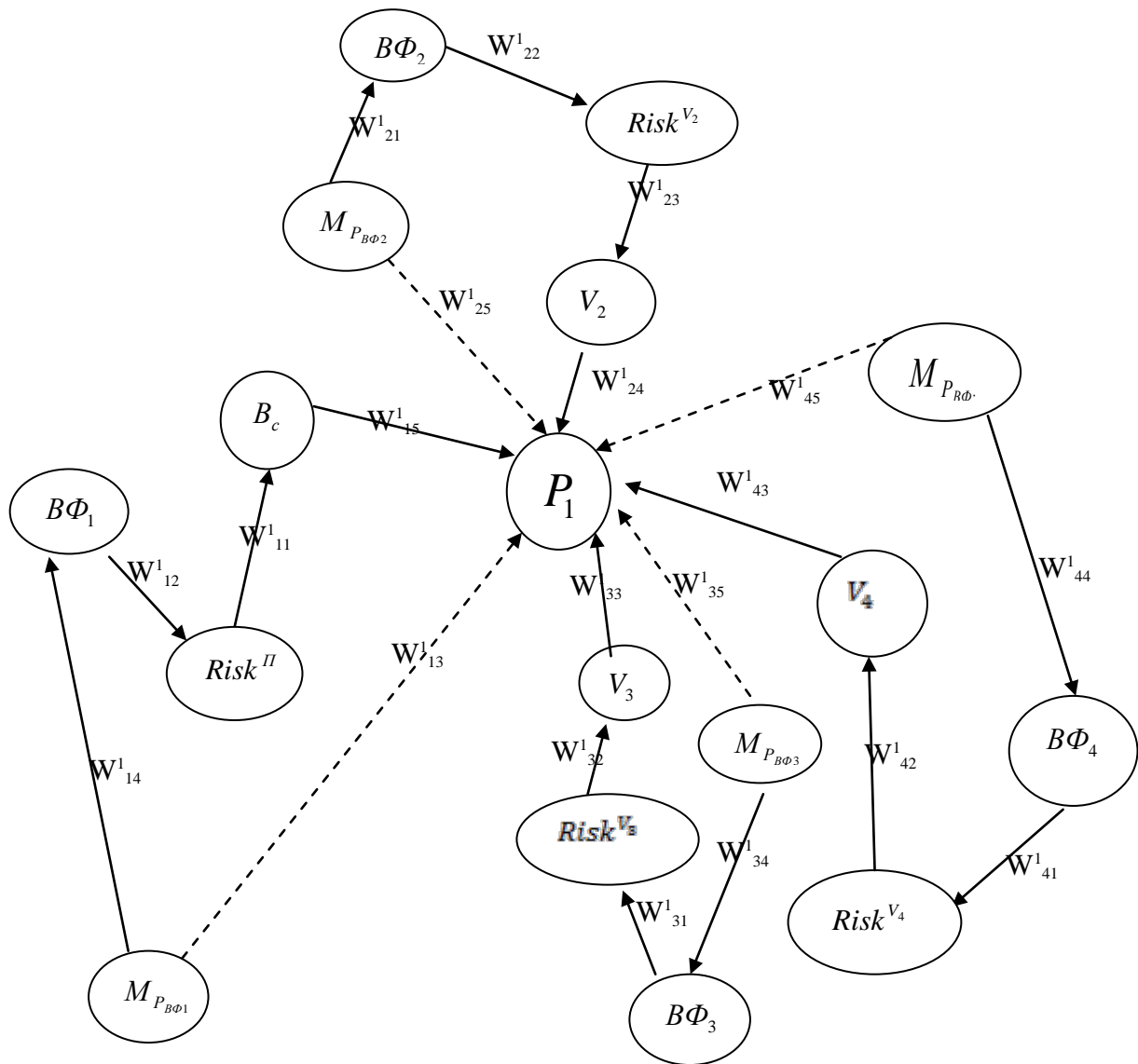


Рисунок 5.15 - Нечітка когнітивна карта управління ризиками технологічного комплексу цукрового заводу

На етапі моніторингу ризиків здійснюється оцінювання стану індикаторів ризику і обчислюється агреговане значення ризику як поєднання можливості  $i$  –ї небезпечної події і величини збитку від цієї події згідно формул (5.17 – 5.24). Для кожного інтервалу значень ризику, які можуть, наприклад, відповідати допустимому, прийнятному і неприйнятному рівню ризику, вибираються ефективні заходи основного і резервного плану, які мають найбільший вплив на рівень ризику.

Запропонована методика практичної реалізації експертно-когнітивного методу управління ризиками включає етапи:

- визначення джерел інформації про фактори ризику;



- оцінка їх можливого впливу на цільові показники ефективності функціонування ТК;
- побудови нечіткої когнітивної карти зовнішнього і внутрішнього ТК цукрового заводу;
- застосування ітераційної процедури для виявлення найбільш значущих чинників ризику і набору заходів, які мінімізують їх негативний вплив на показники ефективності ТК;
- на основі використання експертної інформації побудова процедури нечітко-логічного висновку для модифікованого «дерева рішень»;
- визначення критеріїв вибору рішень і побудова модифікованого «дерева рішень»;
- визначення оптимальних за різними критеріями рішень з розвитку аналізованого ТК цукрового заводу;
- вибір найменш ризикового варіанту рішення.

Побудовані математичні моделі ідентифікації ризиків технологічного комплексу цукрового підприємства та розроблена когнітивна модель управління ризиками стратегічної та оперативної діяльності ТК цукрового заводу дають можливість виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищі підприємства, ступеню їх впливу на показники ефективності підприємства, а також визначення заходів уникнення ризиків.

## ВИСНОВКИ ДО 5 – ГО РОЗДІЛУ

1. Проведений аналіз предметної області цукрового виробництва показав, що особливістю даної галузі є складність процесу виробництва, що характеризується хіміко – технологічними (масовість; потоковість; загальна безперервність при переривчастості окремих операцій; сталість структури; взаємозв'язок між окремими операціями, виробничими ділянками, технологічною і тепловою схемами виробництва; зберігаючи синхронність;

регламентованість структурних операцій), економічними та організаційними процесами. Управління виробництвом вимагає обробки інформації, що визначає фінансово – економічний стан підприємства, та оцінки ряду технологічних показників, що характеризують роботу ТК цукрового заводу. Тому на сучасному етапі ринкової економіки для стабілізації процесу виробництва, підвищенню конкурентноздатності продукції, збереження та збільшення ємкості внутрішнього ринку, зміцнення експортного потенціалу необхідні нові підходи до процесу управління з використанням сучасних програмно-інформаційних засобів.

2. Розроблено метод управління ризиками для ТК неперервного типу в галузі харчової промисловості на основі комбінованого використання методів когнітивного аналізу та математичного моделювання, що відрізняється від відомих виявленням джерел ризикових подій в зовнішньому та внутрішньому середовищах, ступеню їх впливу на показники ефективності функціонування об'єкту управління, а також визначенням заходів уникнення ризиків та дає можливість підвищення ефективності функціонування ТК цукрового заводу шляхом уникнення зайвих витрат;
3. Запропоновано застосувати розроблений комплексний метод управління ТК в умовах невизначеності та ризиків для ТК цукрових заводів, що дало можливість оперативного і стратегічного управління ТК цукрового заводу та групою заводів з врахуванням ризиків, а також забезпечило реалізацію чіткої, постійної та довгострокової стратегії розвитку цукрового виробництва в умовах невизначеності та ризиків, отримання адекватних прогностичних даних, оцінки ефективності ТК цукрового заводу, що дає можливість уникнення зайвої витрати ресурсів, а також підвищення ефективності використання наявних ресурсів.
4. Результати досліджень опубліковані в [125], [220], [228], [229], [230], [231], [232], [233], [234], [235], [236].

## РОЗДІЛ 6

### ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **6.1. Структура комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу.**

Ефективне управління складним в організаційно-технологічному відношенні ТК цукрового заводу у ринкових умовах вимагає впровадження нових інформаційних технологій і кардинального поліпшення інформаційного забезпечення управлінської діяльності. Основними способами підвищення ефективності функціонування ТК цукрових заводів є не тільки оптимізація і модернізація виробництва, зниження виробничих втрат та технологічної витрати енергоносіїв, але й ефективній інноваційній діяльності, збільшення вірогідності і швидкості одержання інформації, необхідної для прийняття стратегічних та оперативних управлінських рішень в умовах невизначеності та ризиків.

Підвищення рівня управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків досягається внаслідок:

- оперативного надходження повної і достовірної інформації про виробничі процеси основного виробництва; скорочення часу прийняття виробничих рішень;
- ефективного інформаційного зв'язку між системами управління виробничими процесами і господарсько-адміністративною діяльністю;
- наявності ефективних методів та інструментів підтримки прийняття рішень на всіх рівнях функціонування ТК;
- створення таких інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, які забезпечили б менеджера сучасними способами аналізу інформації, генерації варіантів рішень, їх оцінками й вибором найкращого варіанта;
- розробки таких програмних інструментальних засобів управління ТК цукрового заводу, які б забезпечували визначення найбільш раціональних стратегій розвитку ТК в короткостроковій, середньостроковій та далеко строковій перспективі

з врахуванням ризиків, а також невизначеностей зовнішнього оточення та внутрішнього стану;

- наявності ефективних методів оцінки можливостей виникнення ризикових ситуацій та виявлення найбільш значущих факторів ризиків при виборі заходів мінімізації можливих відхилень контрольованих показників ефективності функціонування ТК від запланованих в умовах невизначеності та ризиків.

Ефективність функціонування ТК цукрових заводів в умовах невизначеності та ризиків збільшується за рахунок:

- скорочення витрат і втрат у виробничих процесах;
- підвищення ефективності прийняття оптимальних стратегічних та оперативних рішень;
- постійному моніторингу зовнішньої та внутрішньої ситуацій;
- попередження та уникнення ризикових подій.

Розробка комплексу програмно-інформаційних засобів реалізації запропонованих інформаційних технологій для ТК в галузі цукрового виробництва дає можливість вирішення динамічних проблем підприємств, корпорацій в реальному масштабі часу, інтегрувати, поєднувати в собі точні моделі й методи пошуку рішень з логіко-лінгвістичними моделями і методами, що базуються на знаннях спеціалістів-експертів, моделях людських міркувань, неklasичних логіках і нагромадженому досвіді.

Основою запропонованого підходу до розробки програмно-інформаційних засобів є комплексна модель управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків, що дозволяє описати усі організаційні та технологічні процеси, які в ньому відбуваються, реалізуються і розвиваються у часі під впливом внутрішніх і зовнішніх змін. При цьому процеси реалізуються у взаємозв'язку з навколишнім ринковим середовищем, виконуючи основні цілі господарської діяльності, згідно зі стратегічними планами підприємства [237]. Розроблена структура комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу представлена на рис. 6.1.



Рисунок 6.1 – Структура комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу

У даній структурі згідно системної концепції можна виділити такі головні взаємодіючі між собою системи:

1) традиційні для інтелектуальних систем модулі: бази даних і знань, механізму висновків, нагромадження й придбання знань, модулі пояснення та організації взаємодії із користувачем – інтерфейсів (текстового, табличного, у вигляді різних графіків і діаграм) з ОПР;

2) проблемні підсистеми: комп'ютерної підтримки оцінювання ефективності виробництва, модуль підтримки стратегічного управління, підтримки планування

виробництва та оперативного управління; аналізатор проблемної ситуації, моделювання (імітації) проблемної ситуації, прогнозування, діагностики і своєчасного попередження;

3) підсистема інтелектуальних технологій, яка дозволяє створювати інтелектуальні системи і містить такі модулі: інформаційна система стратегічного управління, що базується на нечіткій логіці, інформаційна система оперативного управління та підсистема управління ризиками;

4) підсистема пошуку рішень, що містить як теоретико-аналітичні методи, так і евристичні методи розв'язання задач, які показали свою ефективність на практиці.

Інформаційна система оперативного управління включає наступні блоки: координатор, класифікатор, база знань, розв'язувальний аналізатор. Функціональна структура інтелектуальної інформаційної системи управління складного організаційно-технологічного об'єкту в даному випадку ТК неперервного типу, що здійснює генерацію управлінських рішень на основі переробки даних та знань та характеризує функціонування організаційно-технологічного об'єкта, представлена кортежем [238]:

$$Y = \langle Z, M, D, R, S, L, E \rangle \quad (6.1)$$

де  $Z$  – база знань,  $M$  – блок математичного моделювання,  $D$  – база даних,  $R$  – блок виводу управлінських рішень,  $S$  – блок оцінювання ефективності,  $L$  – лінгвістичний процесор,  $E$  – блок пояснень.

При виникненні нештатної ситуації вона порівнюється з еталонною і через координатор формується дія управління у вигляді зміни технологічного режиму та (або) матеріальних потоків між підсистемами. Якщо у базі подібної еталонної ситуації не має, то координатор на основі алгоритму прогнозування взаємодій прогнозує дію управління на кілька кроків вперед, і при вдалому прогнозі рішення заноситься до бази даних.

Підсистема управління ризиками інформаційної системи оперативного управління базується на застосуванні принципу генерації управлінських рішень на основі переробки даних та знань. Модель циклу прийняття рішень управління в

ризикових ситуаціях (нештатних, критичних, аварійних) задається у вигляді просторової багатомірної структури знань:

$$S' = \{S, MR, A, K, R, G, C\} \quad (6.2)$$

де  $S'$  - ситуація, що виникла в результаті рішення;  $S$  – початкова ризикова ситуація (PC);  $MR$  – множина моделей розвитку PC;  $A$  – множина альтернатив розвитку PC;  $K$  – множина критеріїв оцінки ефективності рішень;  $R$  – множина рішень;  $G$  – множина станів об'єкту;  $C$  – ціль управління об'єктом.

Реалізація системної концепції побудови ІТ управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків схематично представлено в Додатку Д.

Комплекс програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу має ієрархічну структуру. На рівні оперативного управління в інформаційній системі розраховується множина економічних показників, що аналізуються ОПР для вироблення раціональних управлінських рішень. При використанні інтелектуальних блоків, ці показники надходять на їхній вхід. На виході виробляється вектор показників, що визначає оцінку стану економічного об'єкту в теперішній момент часу, що можуть бути символічними і кількісними. При аналізі результатів діагностики ОПР буде виникати необхідність у їхньому коректуванні для установлення відповідності з постійно розвиваючим досвідом і зовнішніми економічними умовами. Для цього розроблена технологія зміни інтелектуальних компонентів системи. Такі ж процеси відбуваються на вищих рівнях управління. Крім розрахованих економічних показників, на вхід інтелектуальних блоків надходять з нижніх рівнів значення вихідних показників, що визначають рішення ОПР нижнього рівня. Аналогічні блоки працюють на верхніх рівнях управління.

Для вибору необхідної моделі представлення знань в системі автоматизованого управління при аналізі експертної та експериментальної інформації слід наголосити на таких аспектах [239, 240]:

1. повинен бути забезпеченим швидкий пошук рішень в процесі роботи інтелектуальної підсистеми;

2. необхідною є зручність в процесі доповнення новими знаннями інтелектуальної системи.

Для подальшої роботи необхідно визначитися із способом представлення знань. Вибір конкретного представлення знань визначається на основі декількох факторів. При цьому адекватність цього вибору можна оцінити після розробки прототипу інтелектуальної підсистеми. Вибір інструментального засобу повинен здійснюватися після вибору моделі представлення знань.

База даних про показники та критерії функціонування підприємства забезпечує можливість для представлення як структурованих, так і неструктурованих даних по виробництву. Блок формування критеріїв оцінки ефективності на основі введеної інформації, а також інформації, що зберігається в базах даних утворює систему критеріїв оцінки ефективності шляхом вироблення організованих структур (асоціативних кортежів) критеріїв ефективності, встановленням їх ієрархії, важливості, згортки.

Аналіз предметної області цукрового виробництва і існуючих методів представлення даних показує, що найбільш доцільною моделлю є фреймова модель, що будується на основі каузальних сценаріїв, які в свою чергу при програмній реалізації зводяться до продукційної моделі представлення знань. База знань про виробничі ситуації та рішення представлена у вигляді продукційних правил ЯКЩО – ТО. Блок формування варіантів вибору рішень генерує варіанти виробничих рішень, використовуючи систему критеріїв ефективності, а також інформацію із баз даних та баз знань. Згенеровані варіанти досліджуються в блоці моделювання та прогнозування. Результати досліджень використовуються блоком вибору та прийняття рішень для вибору варіанта рішення з відповідною “консультацією” з ОПР (особа, що приймає рішення).

На сучасному цукровому заводі інтеграція інтелектуальної системи в процес автоматизованого управління виробництвом дозволить підвищити ефективність і надійність управління, зменшити час пошуку неполадок, забезпечити незалежність пошуку стратегії поведінки від суб'єктивної думки оператора у конкретній виробничій ситуації.



Особливості, характерні для сучасних інтелектуальних підсистем управління, дозволяють розробляти прикладні алгоритми для рішення наступних типів задач [241]: прийняття рішень та управління в умовах невизначеності; прогнозування; контроль; оцінювання ефективності.

Комплекс програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу інтегрується в Інтернет з метою рішення задач економічного планування, маркетингу, реклами, правового забезпечення, комунікації. Залежно від технології обробки та представлення інформації застосовано чотири типи управляючих інформаційних систем: інформаційно-довідкова система (ІДС); експертна система (ЕС); система підтримки прийняття рішень (СППР); автоматична інформаційна система (АІС). Організаційні рівні управління визначають типи потрібних інформаційних систем: вища категорія інформаційної системи відповідає нижчому рівню управління. Так, АІС не підходять для керівників вищого рівня і більш придатні на оперативному рівні. Для керівників тактичного рівня управління, яким потрібно вибирати альтернативу, необхідні інформаційні системи, які могли б відповісти на запитання «що — якщо» і «що найкраще». Керівники вищого рівня потребують загальної агрегованої інформації для встановлення цілей функціонування всього підприємства, їм потрібні інформаційні системи для відповідей на питання типу «що» і «що — якщо». Тому для них розроблена достатньо інформаційно-порадницька система із зручним інтерфейсом користувача.

Проектування архітектури взаємодії компонентів комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу є важливий етапом розробки. В архітектуру клієнт — сервер у корпоративній мережі включений MySQL-сервер. Наявність мови MySQL дозволяє перекласти на сервер не тільки задачу збереження даних, але і їхню обробку, залишивши на частку клієнта додатка, безпосередньо взаємодіючі з користувачем, візуалізацію даних у зручному вигляді і керування запуском процедур обробки. Для цукрового підприємства доцільний MySQL.

При побудові інформаційних систем за технологією клієнт — сервер необхідно визначено основні блоки системи і процес ухвалення рішення. Основними принципово важливими блоками є:

- програмне забезпечення баз даних;
- апаратна платформа сервера з ОС і її програмним оточенням;
- корпоративна мережа, що ефективно поєднує перші дві компоненти й органічно з ними сполучається.

Використання даних технологій та програмних засобів дозволить знизити загальну вартість розробки даного комплексу програмно-інформаційних засобів в рамках єдиної інформаційної системи та зменшити складність впровадження. Схема використання інформаційних технологій управління ТК цукрового заводу представлена в Додатку Д.

## **6.2. Технічна структура ІС оперативного управління ТК цукрового заводу**

Розробка комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу має в першу чергу забезпечити виконання функцій автоматизації календарно-ресурсного планування, обліку виробництва, управління документами, управління персоналом і т.д., а головне можливість спільного використання інструментальних засобів, особливих форм та технологій управління, що дозволяють поєднати стратегічну та оперативну діяльність у загальний контекст діяльності підприємства чи корпорації з врахуванням ризиків.

Для цукрових підприємств, враховуючи неперервний тип виробництва, а також такі особливості як сезонність, залежність від сировини, залежність від енергоносіїв важливим є комплексне забезпечення інформацією оперативного та стратегічного характеру та взаємну інтеграцію відповідних інформаційних систем. Тому окремі підсистеми управління та координуюча система структуруються функціонально, організаційно, програмно, а також у відповідності до засобів технічної реалізації.

Структура комплексу програмних засобів управління ТК цукрового заводу визначається багато рівністю та забезпечує виконання функцій координації на вищому рівні ієрархії та організаційного управління всім підприємством. Тому забезпечено наступні властивості, що враховують особливості функціонування ТК:

- неперервність та виконання технологічного процесу, інформація про який має оброблятися в реальному масштабі часу;
- наявність інформації у формі сигналів зворотного зв'язку, що надходить від датчиків та контролерів технологічного процесу. Що відображають поточну інформацію, а також бази знань прецедентів, що характеризують ситуації, які вже були;
- використання моделей процесів оперативного та стратегічного управління, а також управління ризиками, що реалізовані у вигляді алгоритмів;
- наявність в інформаційних системах, складають комплекс управління ТК цукрового заводу, засобів оновлення моделей згідно інформації, що надходить з врахуванням минулого.

Технічна структура комплексу програмно-інформаційних засобів складається з комплексу технічних засобів обробки інформації на базі персональних комп'ютерів, засобів вводу-виводу інформації, традиційних для інформаційних систем. Обов'язковою вимогою для такого комплексу є наявність засобів зв'язку з глобальними та локальними обчислювальними мережами, які необхідні для отримання інформації про виробничий процес та ефективність функціонування ТК на рівні підприємства та корпоративному рівні. ІС оперативного управління забезпечує ведення обліку виробництва, оперативної оцінки ефективності функціонування підприємства та підтримку прийняття управлінських рішень в оперативному управлінні ТК цукрового заводу.

На рівні оперативного управління процесом система представлена програмованими логічними контролерами (ПЛК) які взаємодіють з технологічними процесами кожного відділення, використовуючи датчики та виконавчі механізми. Підключення локальних засобів автоматизації польового рівня проводиться по

уніфікованим сигналам 0-20 мА, 4-20 мА та 0/24В. Більшість відділень цукрового виробництва керуються одним ПЛК, за винятком:

- ділянки фільтрації сатураційного соку, де кожний фільтр має власну підсистему управління (ПЛК + операторська панель);
- продуктове відділення, де кожен вакуум-апарат та кожна центрифуга має власну підсистему управління (ПЛК + операторська панель)

Ряд ПЛК для зв'язку з об'єктом управління використовують розподілені засоби вводу/виводу. У підсистемі управління очисткою соку, в якості центрального вузла управління використовується ПЛК VIPA SPEED7, центральний процесор якої з'єднується з розподіленою периферією VIPA 200, використовуючи мережу Profibus DP.

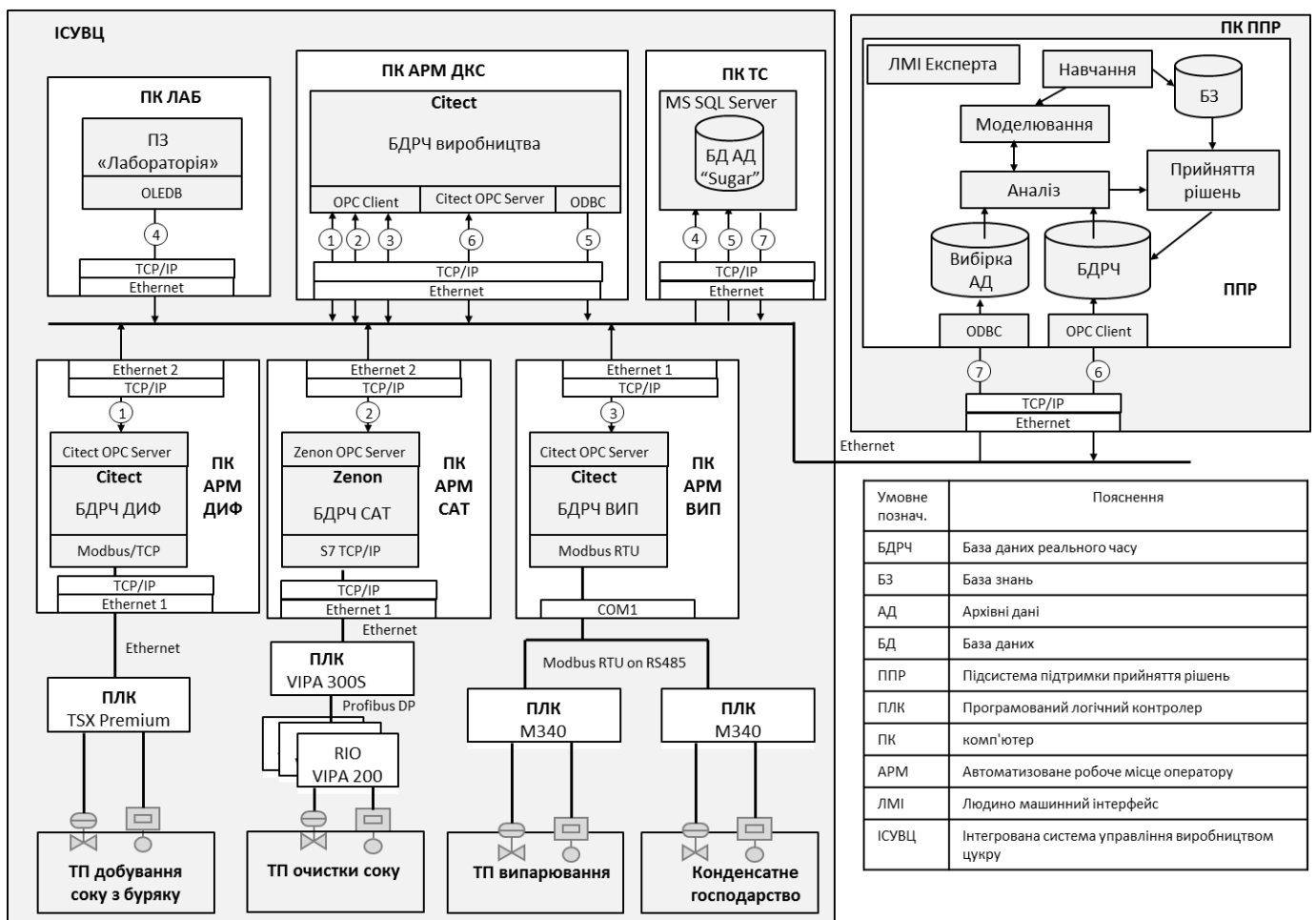


Рисунок 6.2 – Технічна структура ІС оперативного управління ТК цукрового заводу

Верхній рівень управління (управління виробництвом) реалізований АРМ-ами ПК ЛАБ та ПК ДКС (диспетчерсько-координуюча станція), технологічним сервером (ПК ТС), підсистемою підтримки прийняття рішень (ППР). З технічної точки зору ці вузли представляють собою комп'ютери зі встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням (див. інформаційну структуру). Всі вузли верхнього рівня об'єднані в єдину мережу Ethernet.

Типова підсистема контролю і управління (SCADA) в складі автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП) дозволяє автоматично контролювати вихід технологічного параметра за допустимий інтервал значень і формувати текстові, знакові, звукові повідомлення оператору про необхідність керуючого впливу, що в результаті значно знижує значущість людського фактора. У разі контролю сукупності параметрів ТП завдання оператора автоматизованої системи ускладнюється. Типовою є ситуація контролю вектора технологічних параметрів  $P$  [242]:

$$P = \{p_i : i \in I\} \quad (6.3)$$

і формування сукупного керуючого впливу  $C$ :

$$C = \{y_j : j \in J\} \quad (6.4)$$

У випадку простого контролю параметрів  $P$  знаходження значень в багатовимірній сфері припустимих значень:

$$N = \{n_k : k \in K\}, \text{ де } N \subset P \quad (6.5)$$

ускладнює задачу оператора, однак її відмінність лише кількісна — в обсязі оброблюваної інформації.

У типовому випадку принципи обробки залишаються попередніми, оскільки будь-яка SCADA-система допускає груповий контроль  $P$ , а також і автоматизацію керуючих впливів. Розглянутий груповий контроль  $P$  є найпростішим випадком процедури автоматизованого аналізу стану процесу і наступного перетворення технологічного інформаційного потоку в скорочений вигляд, зручний для сприйняття, людиною. Закладена в типову архітектуру SCADA-системи функціональність формування наборів зведених сигналів, являє собою можливість задати правило  $F$  відображення множини  $P$  у якусь множину  $V$ , що характеризується

менш кардинально

$$F:P \rightarrow V=\{v_j : j \in J\} \Rightarrow \sum i > \sum j \quad (6.6)$$

Таким чином, навіть значний обсяг параметрів ТП, що перевершує можливості сприйняття оператора, успішно контролюється в автоматизованому режимі стандартними методами з використанням SCADA-системи.

Для обміну даними реального часу використовується технологія OPC DA (OLE for Process Control). АРМи технологічних циклів побудовані на базі SCADA програми Citect, яка через драйвер OPC-клієнта обмінюється даними з SCADA підсистем АСУТП. Великий обсяг даних реального часу припадає на основні технологічні параметри всього виробництва, які зчитуються з АСУТП цукрового виробництва. Серед даних реального часу окремо виділені змінні, що характеризують технологічну складові прибутку. Ці змінні впливають на показники ефективності цукрового виробництва та формуються підсистемою підтримки прийняття рішень.

Для формування загального архіву основних технологічних параметрів виробництва, проводиться запис даних в базу даних, використовуючи стандартний інтерфейс доступу до архівних даних ODBC.

Підсистема підтримки прийняття рішення включає свою копію бази даних реального часу, яка формується технологічними даними цукрового виробництва. Для обміну використовується технологія OPC, в якому підсистема підтримки прийняття рішення являється OPC-клієнтом. Така структура дає можливість підключити підсистему підтримки прийняття рішення до будь-якої іншої системи, що підтримує OPC. Дані реального часу також включають змінні, що необхідні для прийняття управлінських рішень, які формуються модулем прийняття рішень. Таким чином підсистема підтримки прийняття рішення постійно аналізує стан виробничого процесу.

Інтелектуальна підсистема оперативного управління дає можливість оперативної оцінки виробничого процесу за зміну, декаду, місяць, сезон, отримання узагальнених показників ефективності за процес виробництва, розпізнавати поточну

ситуацію та співставити її з алгоритмом, прогнозувати результат роботи системи управління при виборі певного сценарію управління.

Основними функціями які виконує дана система є: модульна структура; мінімальний цикл системи; відкритий формат драйвера для зв'язку; відкритість для програмування (із застосуванням мови Java); засоби наскрізного програмування ІС верхнього (АРМ) і рівня АСУ ТП; вбудована бібліотека з понад 150 алгоритмів обробки даних і управління в т.ч. фільтрація, PID, PDD, нечітке, адаптивне, позиційне регулювання, управління, статистичні функції і довільні алгоритми; підтримка єдиного мережевого часу; засоби програмування АРМ на основі міжнародного стандарту ІЕС 1131-3; форми графічного відображення інформації в т.ч. тренди, мультиплікація на основі растрових і векторних зображень, ActiveX; перегляд архівної інформації в реальному часі в т.ч. у вигляді трендів і таблиць; мережа на основі Netbios, NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP; обмін з незалежними програмами з використанням OPC client/server, DDE/NetDDE client/server, SQL/ODBC, DCOM; автоматичне резервування архівів і автооновлення після збою; моніторинг і управління через Internet.

Всі данні зберігаються в файлі XML (Extensible Markup Language — Розширена Мова Розмітки). Ця мова зберігання документів була обрана завдяки простоті, наявності необхідних компонентів для роботи з XML в мові Java. Також є можливість записувати в XML- документ інформацію про минулі розрахунки, що може значно підвищити середню швидкість обробки даних на виробництві.

### **6.3. Інформаційна структура системи стратегічного управління ТК цукрового заводу**

Для вирішення стратегічних питань підвищення ефективності виробництва ТК цукрового заводу розроблена інформаційна система стратегічного управління, що входить до складу комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу. Дана система забезпечує виконання наступних функцій:

- формування складу і структури цілей стратегічного управління ТК цукрового заводу;
- забезпечення оцінок зовнішнього середовища (визначення факторів впливу, невизначеності, ризиків);
- визначення альтернативних варіантів сценаріїв досягнення поставлених цілей;
- визначення сценаріїв руху фінансових, інформаційних та матеріальних потоків в стратегічному управлінні ТК цукрового заводу та зовнішнім середовищем.

Стратегічне управління ТК цукрового заводу вимагає розглядання всього процесу в цілому, постійно аналізуючи сукупності параметрів і взаємозв'язків. Оперативне управління є первинним (системою), що реалізує процес, а стратегічне управління розглядається як сукупність послідовних дій і однозначно пов'язує ці дії з окремими технологічними підсистемами. Ефективність стратегічного управління ТК може бути значною мірою підвищена за рахунок використання сценаріїв управління, що являють собою систему моделей, які відображують процеси змінювання в часі фазових координат та умов функціонування ТК, дискретно фіксуючи принципи з позицій управління переходи в новий якісний стан.

Враховуючи багатоцільовий характер стратегічного управління технологічним комплексом цукрового заводу сценаріями, передбачається різноманітність розвитку ситуацій залежно від пріоритетності цілей, типу конфліктів тощо. Основу сценаріїв становлять ситуаційно значимі події, а також зв'язки між ними, які визначаються детальним описом та врахуванням перехідних процесів управління, наприклад, вплив факторів зовнішнього середовища. Рішення з управління за сценаріями приймають на основі динамічного аналізу ситуацій, який проводиться підсистемою управління ризиками. Підсистема управління ризиками дає можливість на основі поточної інформації про стан ТК цукрового заводу, а також факторів зовнішнього середовища проаналізувати кількісні та якісні характеристики ТК цукрового заводу та фактори зовнішнього середовища, а також підготувати необхідні дані для організації стратегій управління та прийняти рішення з управління.



Інформаційне забезпечення системи стратегічного управління ТК цукрового підприємства включає розроблені моделі даних і знань, бази даних, бази знань. Інформація подається виходячи з наявності наступних рівнів управління (рис. 6.3).

На кожному з рівнів ОПР приймаються рішення, для чого оцінюються значні обсяги аналітичних показників. Інформація для прийняття рішень в області управління виробництвом, економічні та техніко – економічні показники, що регламентують процес виробництва, критерії ефективності функціонування ТК цукрового заводу залежать від раціональних методів і технологічних процесів обробки даних. При цьому важливим є об'єднання функцій виробничо-технологічного, логістичного характеру з забезпеченням управління ризиками, а також підтримкою прийняття управлінських рішень при формуванні та виборі стратегії розвитку.

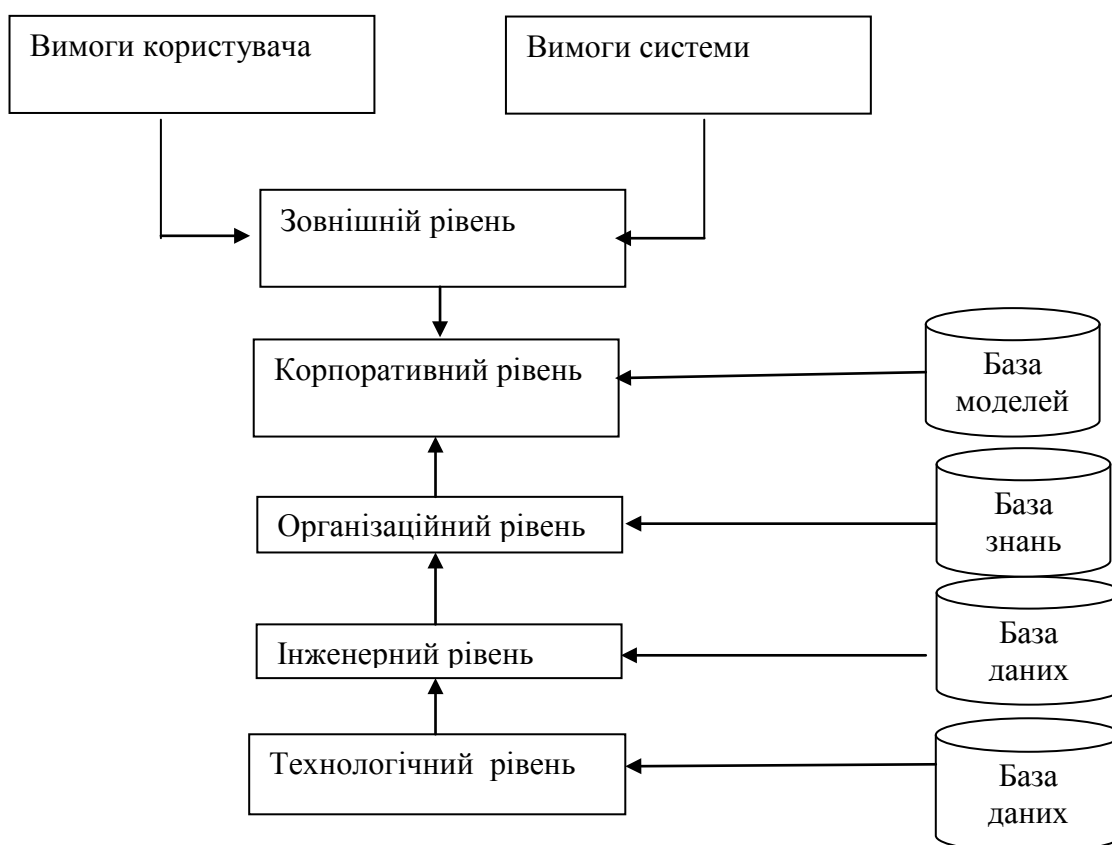


Рисунок 6.3 - Рівні подання даних в ІС стратегічного управління ТК цукрового заводу

Оперативна інформація про технологічний процес надходить відповідно до об'єктного підходу з нижніх рівнів та формує простір вхідних показників, що адекватно відображає виробничий процес. Для обміну даними реального часу використовується технологія OPC DA (OLE for Process Control). На базі SCADA програм будуються автоматизовані робочі місця згідно технологічного процесу (відділення сокодобування, відділення, сокоочистки, дифузійне відділення), які через драйвер OPC-клієнта обмінюються даними з SCADA підсистем АСУТП та надають доступ до своїх даних реального часу через драйвер OPC-сервера. Великий обсяг даних реального часу припадає на основні технологічні параметри всього виробництва, які зчитуються з АСУТП в цукрового виробництва. Серед даних реального часу окремо виділяються змінні, що є основою для прийняття управлінських рішень. Ці змінні можуть змінюватися диспетчером АРМ ДКС (наприклад начальником зміни), або формуватися підсистемою підтримки прийняття рішень.

На організаційному рівні формально представлено елементи даних і знань інформаційного середовища у вигляді економічних та техніко – економічних показників функціонування ТК цукрового заводу та зв'язків між ними. На кожному з рівнів ОПР приймаються рішення, для чого оцінюються значні обсяги аналітичних показників. Відповідно до об'єктного підходу на нижніх рівнях формується простір вхідних показників, що адекватно відображають ефективність ТК цукрового заводу, при русі нагору відбувається перетворення цих просторів за рахунок їхнього занурення в середовище відповідного рівня, що має визначені цільові настанови і правила переваги. При цьому задовольняються вимоги користувачів до представлення інформації в зручному вигляді шляхом розробки відкритих інтерфейсів, що забезпечить необхідний обсяг та своєчасність.

Виходячи зі схеми подання даних (рис.6.3) структуру інформаційної системи стратегічного управління для ТК цукрового заводу можна представити схематично рис.6.4.

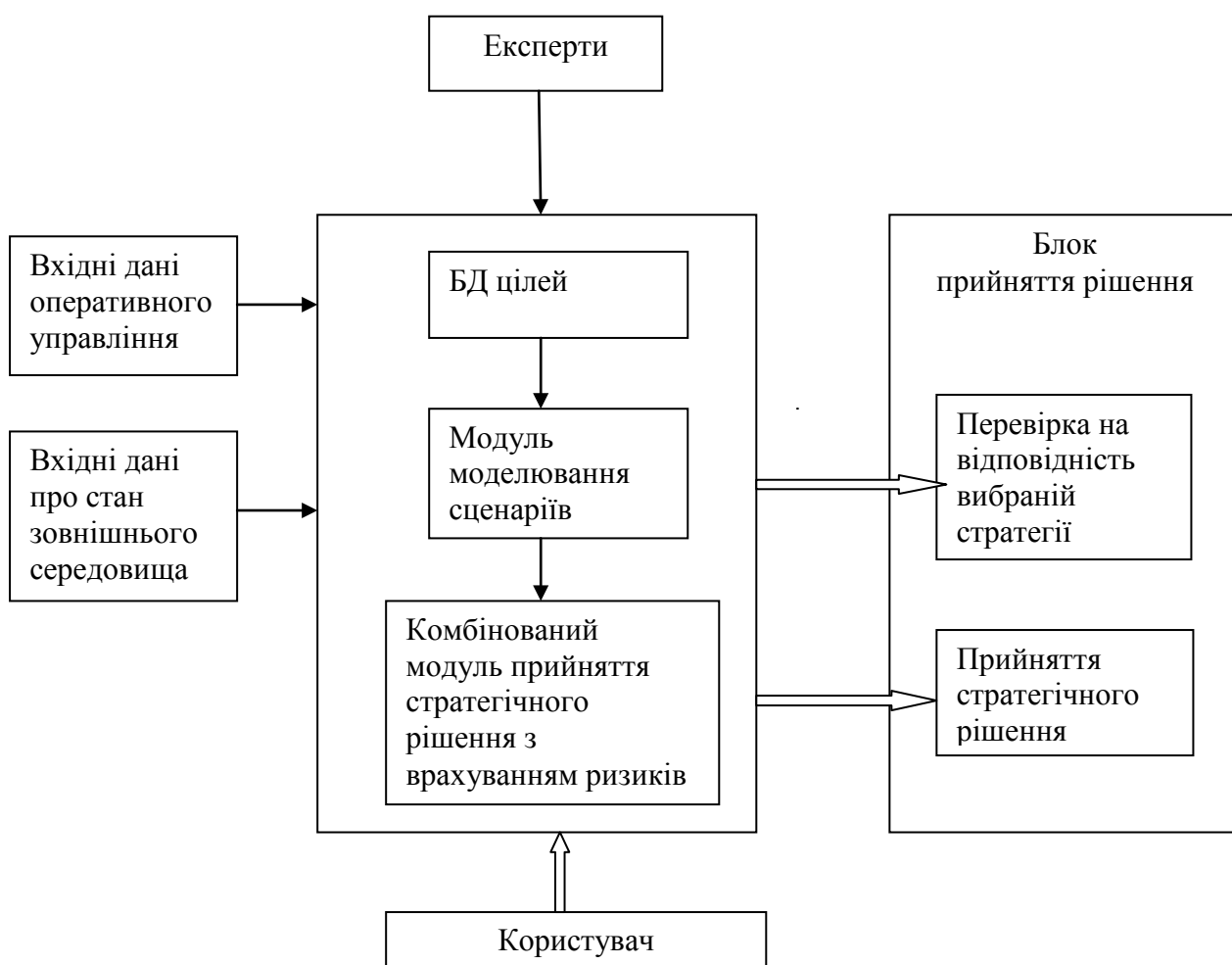


Рисунок 6.4 – Загальна структура інформаційної системи стратегічного управління ТК цукрового заводу

В інформаційній системі забезпечується доступ до баз даних і формування звітів. Вона орієнтована на непрограмуючих користувачів і має графічний інтерфейс створення складних звітів і завдання послідовності обчислювальної обробки, причому не вимагає знання SQL. Простота використання досягається за рахунок об'єктно-орієнтованого підходу до побудови звітів, а також наявності бібліотеки шаблонів стандартних звітів і утиліти Report Wizard, що допомагає користувачу в ході роботи. Звіти можуть бути табличними, графічними і гіпертекстовими (формат HTML). В ІСУТК підтримує роботу з СУБД MS SQL Server, а також забезпечує доступ через ODBC. Звіти можуть використовуватися як джерела даних для інших підсистем, виступаючи при цьому в ролі інформаційних вітрин.

В ІС стратегічного управління використано технологію OLAP-аналізу, що дає можливість роботи з реляційними базами даних та дозволило істотно підвищити ефективність використання в аналітичній роботі. Ключові особливості баз даних OLAP наступні: багатомірне представлення даних у виді гіперкубів, проведення складних обчислень над масивами даних і прив'язка інформації до часу, що забезпечує можливість аналізу динаміки даних. Завдяки простоті отримання інформації з баз даних OLAP користувачі менше залежать від розробників: за допомогою засобів OLAP можна самостійно вирішити багато задач, що раніше вимагали спеціального програмування. Збереження в гіперкубах агрегованої аналітичної інформації дозволяє знижувати число запитів до бази даних і зменшує трафік у мережі.

#### **6.4 Результати експериментальних досліджень. Статистичний аналіз техніко-економічних показників ТК цукрового заводу.**

Чинники, що впливають на якість перебігу технологічних процесів мають, як правило випадковий характер, однак безпосередньо впливають на технологічну складову прибутку. Аналіз такого випадкового впливу має бути врахований при побудові інформаційних технологій управління ТК цукрового заводу. Для оцінки наявних впливів використано інструменти статистичного аналізу.

На сьогодні у міжнародному стандарті ISO 9001 одним з елементів системи якості є елемент «Статистичні методи», а в комплекс міжнародних стандартів QS-9000 входить розділ «Статистичне керування процесами»[243].

Майже всі системи моніторингу чи діагностики якості технологічного процесу чи виробництва в цілому базуються на статистичних методах. Область застосування статистичних методів при виробництві продукції можна декомпонувати наступним чином (рис.6.6).



Рисунок 6.5- Статистичні методи виробництва

Статистичні методи забезпечують можливість розробникам і користувачам оперативно аналізувати та удосконалювати виробничий процес (табл.6.1).

Таблиця 6.1

## Статистичні методи керування якістю на виробництві

Назва	Зміст	Мета
Контрольні листки	Паперовий бланк для первинного збору інформації	Фіксація контрольованих змінних
Діаграми Парето	Графічне подання ступеня важливості причин або факторів, що впливають на досліджувану проблему	Ранжування всіх відхилень за ступенем важливості
Діаграми Ісікави	Діаграма, яка показує відношення між показником якості та факторами, що впливають на нього	Виявлення ланцюжка причин і результатів для розв'язання проблеми керування
Гістограми	Стовпчикова діаграма, що служить для графічного подання наявної кількісної інформації	Для встановлення та висвітлення розподілу числових даних, зібраних у результаті спостереження

## Продовження табл.6.1

Діаграми розсіювання	Графічне подання пари досліджуваних даних у вигляді множини точок на координатній площині	Дає можливість висунути гіпотезу про наявність або відсутність кореляційного зв'язку між двома технологічними змінними
Контрольні карти	Графічне представлення характеристики процесу, що складається із центральної лінії, контрольних меж і конкретних значень наявних статистичних даних	Дозволяє оцінити ступінь статистичної керованості процесу та відповідності виконання технологічного регламенту

Статистичний аналіз є одним з найважливіших інструментів для забезпечення як якості керування технологічним процесом, так і прибутковості та економічності роботи підприємства в цілому. Статистичні методи застосовують на початковому етапі виробництва з метою передбачення реалізації процесу та виявлення небажаних змін чи відхилень до того, як вони вплинуть на якість вихідної продукції чи принесуть матеріальні чи енергетичні збитки. Підприємства цукрової промисловості зацікавлені у використанні статистичних методів практично на всіх стадіях життєвого циклу, як для аналізу та контролю якості виробничих процесів і виробленої продукції, так і для розробок нових технологій та прийняття правильних управлінських рішень.

Кожний метод базується на обробці певних даних, які отримані в процесі функціонування або імітації роботи об'єкта. Набір даних є випадковим процесом, тобто випадковою функцією часу. Це означає, що спостерігач «бачить» тільки одну реалізацію випадкового процесу (вона виділена на рисунку червоним кольором) з множини можливих функцій (сині лінії) [244, 245] (рис.6.6).

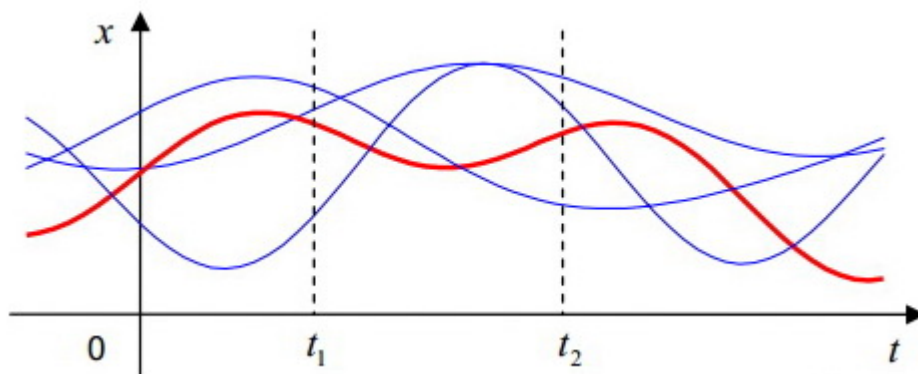


Рисунок 6.6 – Реалізація випадкового процесу

Характеристикою випадкового процесу у кожний фіксований момент часу  $t = t_1$  є щільність розподілу ймовірності  $f(X_1)$  випадкової величини  $X_1 = X(t_1)$ . За цими даними можна знайти середнє значення, математичне очікування, дисперсію, середнє квадратичне відхилення та інші статистичні характеристики випадкового процесу.

Для основних змінних ТК цукрового заводу, що характеризують технологічну складову прибутку (2.28) визначалися статистичні характеристики, такі як:

- математичне сподівання:

$$m_x = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt; \quad (6.7)$$

- дисперсія:

$$D_x = M[(x(t) - m_x)^2] = \frac{1}{T} \int_0^T (x(t) - m_x)^2 dt; \quad (6.8)$$

- оцінка коефіцієнта асиметрії:

$$A_x = \frac{M(x(t) - m_x)^3}{\sigma_x^3} = \frac{1}{T\sigma_x^3} \int_0^T (x(t) - m_x)^3 dt; \quad (6.9)$$

- оцінка коефіцієнта ексцесу:

$$E_x = \frac{M(x(t) - m_x)^4}{\sigma_x^4} - 3 = \frac{1}{T\sigma_x^4} \int_0^T (x(t) - m_x)^4 dt - 3; \quad (6.10)$$

Результати статистичної обробки експериментальних даних техніко-економічних показників функціонування ТК цукрового заводу наведені в табл.6.2.

Таблиця 6.2

Статистичні характеристики техніко-економічних показників функціонування ТК цукрового заводу

Статистичні параметри розподілу	Вироблено цукру, тис. тонн	Перероблено буряків, тис. тонн	Цукристість бурякової стружки, %	Вихід цукру, %	Втрати цукру у виробництві, %	Вміст цукру в меласі, %	Добова продуктивність, %	Витрати вапнякового каміння, %	Витрати палива, %
$X_{max}$	9156,68	63185	16,92	14,23	0,78	2,22	6395	5,1	4,9
$X_{min}$	8955,55	60016	15,74	12,94	0,46	1,7	6241	3,02	2,66
$m_x$	995,8556	6819,78	1,7944	0,934	0,062	0,2151	696,17	0,4593	0,446
$D_x$	8955,55	60016	15,74	12,94	0,46	1,7	6241	3,02	2,66
$\sigma^2$	4694,333	1382386,5	0,11	0,17	0,01	0,02	5929	0,38	0,35
$A_x$	0,15	0,22	0,14	0,3	0,19	0,25	0,43	0,76	0,15
$E_x$	-0,746	2,13	2,36	0,93	0,68	0,42	-0,83	-2,8	3,86

Дескриптивний аналіз дозволяє в автоматичному режимі виявити статичні та динамічні властивості різних процесів, отримати додаткову інформацію про взаємозалежності окремих параметрів, про зміну стану функціональних груп параметрів технологічного процесу [246]. Така інформація дає можливість підвищити якість управління і отримати необхідні відомості для формування оперативних та стратегічних рішень.

Застосування методу статистичного контролю розглядається на прикладі ТК цукрових заводів. Протягом виробничих сезонів в різні роки отримані статистичні дані з цукрових заводів: Новооржицького цукрового заводу Полтавської обл., Гнідавського цукрового заводу Волинської обл. та Чортківського цукрового заводу Тернопільської обл.

Так, наприклад, параметр технологічного процесу «Витрата стружки» впливає на показник «Вихід цукру». Тому в результаті дескриптивного аналізу спостережень за параметром «Витрата стружки», що представлено на рис. 6.7, відслідковуємо зміну показника «Вихід цукру».



<p>ДЕСКРИПТИВНИЙ АНАЛІЗ ПАРАМЕТРА «Витрата стружки»</p> <p>Середнє = 158,89</p> <p>Дисперсія = 1,87</p> <p>СКВ = 1,56</p> <p>Коефіцієнт варіації = 0,0064</p> <p>Асиметрія = 1,84</p> <p>Екссес = 3,45</p> <p>Медіана = 159,12</p> <p>Мода = 159,04</p>
<p>ІНТЕРВАЛЬНА ОЦІНКА ПАРАМЕТРА «Витрата стружки»</p> <p>Довірчий рівень: 0,94</p> <p>Інтервальна оцінка середнього: [120,45 180,42]</p> <p>Інтервальна оцінка скв: [0.97 1.67]</p>
<p>ПЕРЕВІРКА ГІПОТЕЗ О ВЛАСТИВОСТЯХ «Витрата стружки»</p> <p>Довірчий рівень:</p> <p>ГІПОТЕЗА НОРМАЛЬНОСТІ СУПЕРЕЧИТЬ спостереженням</p> <p>ГІПОТЕЗА НЕЗАЛЕЖНОСТІ СУПЕРЕЧИТЬ спостереженням</p>

Рисунок 6.7 - Приклад виведення результату дескриптивного аналізу спостережень за параметром «Витрата стружки»

Дескриптивний аналіз дає можливість визначити оцінки всіх параметрів випадкових сигналів на певних часових відрізках, що пов'язано зі зміною якості сировини (буряків) протягом сезону. За допомогою програми Graph2Digit були отримані цифрові дані з трендів по найбільш важливим технологічним змінним, що впливають на показник «вихід цукру»: витрата стружки, витрата дифузійного соку, витрата дифузійного соку на випарку (рис. 6.8).

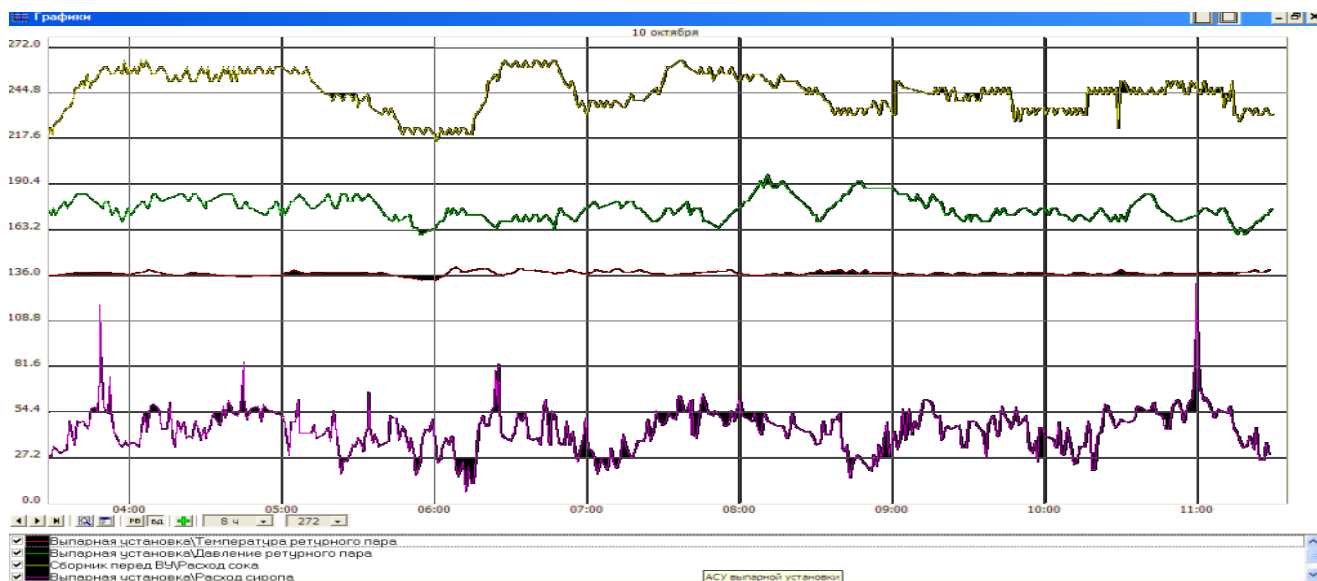


Рисунок 6.8 - Тренд витрата дифузійного соку на випарку

Метод кореляційного аналізу найбільш розповсюджений при дослідженні взаємозв'язку виробничих факторів з економічними показниками. Кореляційний аналіз дозволяє кількісно оцінити взаємозв'язок між величинами при впливі багатьох факторів, з яких є ряд невідомих. Кореляційний аналіз дає можливість встановити, як в середньому змінюється випадкова величина при зміні однієї або інших випадкових або не випадкових величин при фіксованому значенні неврахованих факторів.

Статистичний контроль при керуванні технологічним процесом застосовується для своєчасного введення коригуючих дій. Найчастіше в багатопараметричному процесі існує декілька якісних показників, які необхідно контролювати і регулювати. Знаходження їх в заданих межах свідчить про правильний перебіг технологічного процесу, роботу ТК в штатному режимі, а також про знаходження процесу під контролем, тобто що протягом всього перебігу процесу керована змінна буде відповідати одному і тому ж закону розподілу. Відхилення показників якості бувають двох видів: такі, що зумовлені випадковими факторами, і не випадкові, причиною яких є так звані особливі впливи, такі як невідповідність сировини номінальним значенням, зміна закупівельних цін сировини та ін. В останньому випадку доцільно використовувати контрольні карти. Контрольні карти можуть застосовуватись для різних оцінок діагностування складних систем, в тому числі тоді, коли моделі ТП чи об'єктів невідомі або є наближеними. Ідентифікація ризиків є однією з найскладніших задач. За допомогою контрольних карт [247] і методів статистичного керування процесами [248] можна виявити не випадкові відхилення. Ціль застосування контрольних карт полягає в забезпеченні візуального спостереження вимірюваної змінної і виявлення не випадкових відхилень на ранніх стадіях.

Аналіз контрольних карт може бути інтерпретовано:

- як сигнал про те, що в процесі відбулися деякі зміни;
- в якості оцінки величини зміни, для усунення якої необхідна коригувальна дія;
- для визначення оцінок числа подібних випадків в минулому і визначення на їх основі причин, що викликали ці зміни;

- як міра якості продукції для класифікації по періодам.

Встановлені на контрольних картах межі не співпадають з межами, які передбачені технічними умовами, а встановлюються за допомогою простих статистичних розрахунків на основі спостережень на виході процесу. За допомогою контрольних меж можна отримати інформацію, яка допоможе уникнути:

- регулювання контрольованих витрат ресурсів, втрат цільового продукту, перевитрати фінансових ресурсів та ін., коли воно не потрібне;
- запобігання ризиків або їх врахування, коли воно потрібне.

Для кожного якісного показника окремо доцільно використовувати контрольні карти Шухарта (Стандарт ДСТУ ISO 8258-2001 Контрольні карти Шухарта (ISO 8258:1991, IDT)) [249] – один з графічних засобів застосування статистичних методів, за допомогою яких можна встановити: статистично керований процес чи ні, а також причини можливої варіабельності [250], необхідність введення коригуючих впливів, невідповідності відхилення і, відповідно, дію на технологічний процес особливих причин.

Контрольні карти Шухарта використовуються для аналізу і подальшого моніторингу налагодженого процесу окремих незалежних параметрів (змінних) вибірок з нормальним законом розподілу. Відхилення реального розподілу від нормального може привести до суттєвих помилок при керуванні процесом. Також слід враховувати, що час, який витрачається на нанесення відповідної точки на контрольну карту, аналіз і прийняття рішень про стан технологічного процесу, повинен бути значно менший, ніж час за який технологічний процес може суттєво змінитися через збурюючі фактори [251,252].

При аналізі якісних показників ТП на одному листі будуються контрольна карта Шухарта для середнього  $\bar{X}$ , призначена для керування за кількісною ознакою (ГОСТ Р 50.1.018-98, ГОСТ Р 50779.42-99 (ISO 8258-91)), і карта стандартних відхилень  $R$  (ГОСТ Р 50779.42-99) [251-253].

В контрольних картах по горизонтальній вісі відкладається час, по вертикальній в  $\bar{X}$ -карті - відкладається значення якісних змінних, що досліджуються, а в  $R$ -карті – відхилення вибірок, яка показує мінливість процесу –

чим більша мінливість, тим більше відхилення від стандарту. Центральна лінія на карті для середнього  $\bar{X}$  відповідає номінальному значенню змінної, яка аналізується, а на  $R$ -карті – прийнятний розмах для змінної, що аналізується. Розмах являється грубою мірою швидкості зміни змінної, за якою ведуть спостереження. Точка, яка знаходиться поза контролем на  $R$ -карті, коли середнє  $\bar{X}$  на  $\bar{X}$ -карті знаходиться ще в контрольних межах, дає сигнал тривоги набагато раніше, ніж якщо аналізувати лише  $\bar{X}$ -карту. Крім центральної лінії на карті встановлюють дві додаткові лінії – нижньої і верхньої контрольних меж (НКМ та ВКМ відповідно). Контрольні межі (межі дій) на контрольних картах Шухарта знаходяться на відстані  $3\sigma$  від центральної лінії, де  $\sigma$  – стандартне відхилення (дисперсія) і для даного типу карти оцінюється середнім арифметичним ковзних розмахів, використовуючи спеціальні формули, виведені статистично і описані в [254,255]:

$$\mu = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (6.13)$$

де  $\mu$  - загальне вибіркоче середнє;  $X_i$  -  $i$ -те вимірне вибіркоче значення;  $\bar{X}$  - середнє арифметичне всіх значень;  $n$  - об'єм вибірки.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}, \quad (6.14)$$

$$НКМ = \mu - 3\sigma, \quad (6.15)$$

$$ВКМ = \mu + 3\sigma, \quad (6.16)$$

$$R_i = |X_i - X_{i-1}|, \quad (6.17)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (6.18)$$

де НКМ – нижня контрольна межа; ВКМ - верхня контрольна межа;  $R_i$  – значення ковзного розмаху;  $\bar{R}$  – середнє арифметичне ковзних розмахів.

При нормальному законі розподілу в межах між НКМ і ВКМ розташовується 99,73% можливих значень  $X_i$ . Процес вважається статистично керованим, якщо 99,97% значень потрапляють в межі  $3\sigma$ . Значення, що виходить за контрольні межі,

є сигналом для введення коригувальних впливів, оскільки ймовірність, що це є випадковою подією, а не реальним сигналом про невідповідність дуже мала. Для підвищення ефективності керування ТП виділяють додатково контрольні межі (попереджувальні межі) на відстані  $2\sigma$  від центральної лінії  $\mu$ . Значення, що потрапляють за ці межі, можуть попереджати про можливість виходу ТП із стану статистичної керованості. У випадках, коли процес стає статистично некерованим, необхідно знайти невідповідні причини і ввести коригувальні дії.

Для аналізу контрольних карт Шухарта для ТП в стандарті [251] передбачено 8 критеріїв особливих причин. Якщо хоча б один з них виявлено, то необхідно вводити коригуючі дії в процес виробництва. З досвіду роботи з контрольними картами Шухарта вважають, що перші три критерії свідчать про критичну невідповідність, а решта - сигнал про введення запобіжної дії. Крім того в [256] розглядаються підходи по виділенню особливих структур точок на діаграмі, що можуть свідчити про виникнення особливих причин.

Оцінка придатності процесу проводиться за індексами придатності, які показують співвідношення можливих відхилень до  $3\sigma$  межах. До індексів придатності відносяться:

Потенційна придатність  $C_p$  визначається як відношення розмаху допуску до розмаху процесу, але цей індекс може дати спотворені результати про процес, якщо середнє процесу відрізняється від номінального:

$$C_p = \frac{ВКМ - НКМ}{6\sigma}, \quad (6.19)$$

Нижня/верхня потенційна придатності розраховуються для того, щоб зробити поправку на нецентрованість (зсув) процесу. При цьому розраховують нижній  $C_{pl}$  і верхній  $C_{pu}$  показники придатності, які відображають відхилення середнього процесу від НКМ і ВКМ:

$$C_{pl} = \frac{Середнє - НКМ}{3\sigma}, \quad (6.20)$$

$$C_{pu} = \frac{ВКМ - Середнє}{3\sigma} \quad (6.21)$$

Підтверджена якість  $C_{pk}$  дозволяє внести поправки на нецентрованість процесу шляхом розрахунків. Якщо процес ідеально центрований, то  $C_{pk} = C_p$ , якщо процес зміщується від номінального значення, то  $C_{pk} < C_p$ , якщо ціль досягається при мінімальному відхиленні від середнього, то  $C_{pk} > C_p$ :

$$C_{pk} = \text{Min}\{C_{pu}; C_{pl}\}. \quad (6.22)$$

Основні техніко-економічні показники, що впливають на економічну складову прибутку, визначають собівартість цукру та характеризують ефективність функціонування ТК цукрового заводу. Для цукрового виробництва важливим є збір даних за добу, декаду та від початку виробництва. Параметри виробництва ТК цукрового заводу, що характеризують різні складові діяльності підприємства, призводять до зміни кожного з показників ефективності та змінюють ефективність підприємства в цілому та впливають на стратегічні рішення.

Таблиця 6.3

## Техніко-економічні показники виробництва

Декада	Перероблено буряків, т	Вироблено цукру, т	Вихід цукру, %	Втрати цукру у виробництві, %	$\mu - 2\sigma$	$\mu$	$\mu + 2\sigma$	$\mu + 3\sigma$
1	62933	9060	14,02	0,62	0,26	0,57	0,88	1,03
2	62756	9055,43	13,43	0,47	0,26	0,57	0,88	1,03
3	62315	9057,08	13,65	0,46	0,26	0,57	0,88	1,03
4	63020	9156,68	13,60	0,84	0,26	0,57	0,88	1,03
5	63185	9114,91	14,23	0,35	0,26	0,57	0,88	1,03
6	62191	9107,85	12,94	0,59	0,26	0,57	0,88	1,03
7	61046	9011,92	14,07	0,47	0,26	0,57	0,88	1,03
8	60016	8955,55	13,63	0,76	0,26	0,57	0,88	1,03
9	60520	8949,68	14,13	0,56	0,26	0,57	0,88	1,03

За допомогою контрольних карт Шухарта представлено тенденцію зміни середнього значення показника втрат цукру у виробництві (рис. 6.9).

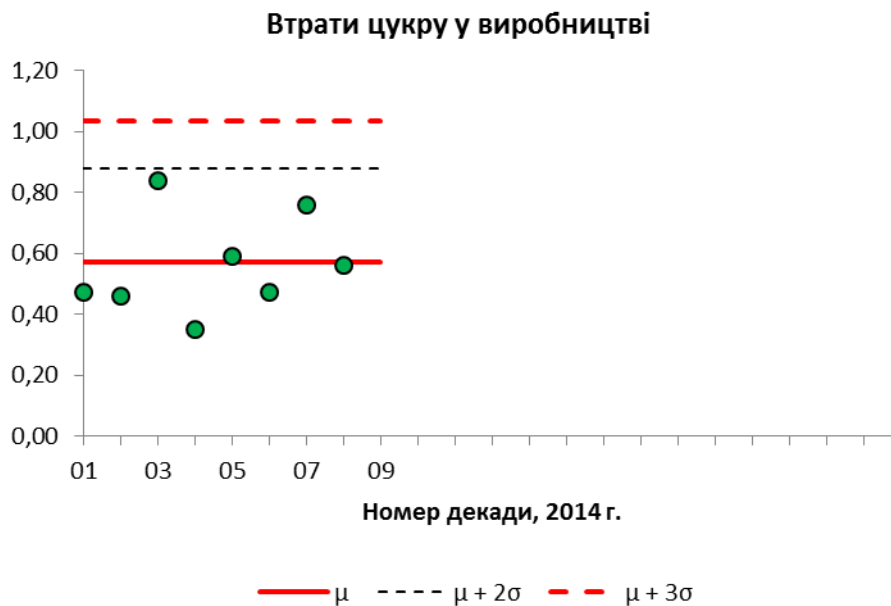


Рисунок 6.9 – Контрольна карта втрат цукру у виробництві.

Показник втрат цукру у виробництві залежить від параметрів витрати дифузійного соку та подачі стружки. Контрольна карта витрат дифузійного соку (т/год) при  $\text{Sigma}=3$  має такий вигляд (рис. 6.10):

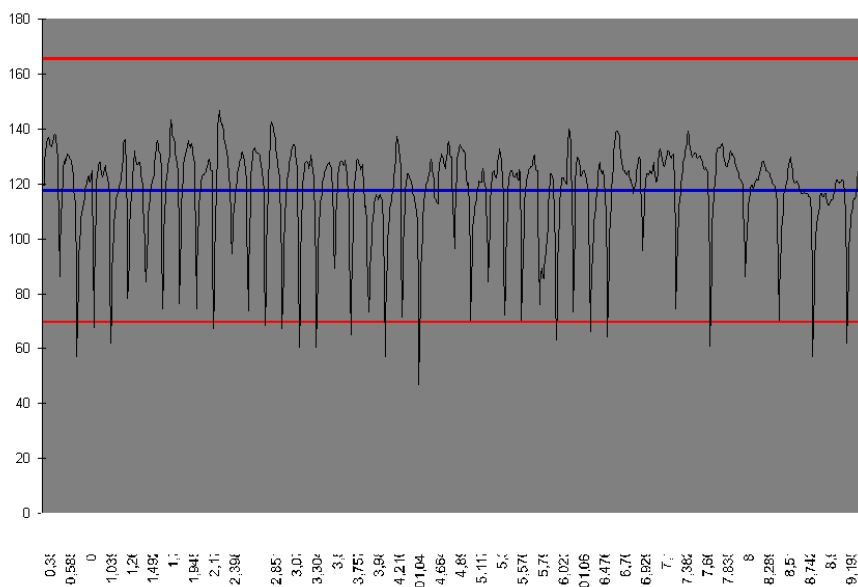


Рисунок 6.10- Контрольна карта витрат дифузійного соку (т/год)

Графік перетинає нижню контрольну межу, що означає, що процес є некерованим потрібно перевірити стан бурякорізки та попередніх станцій заводу.

За допомогою контрольних карт Шухарта також представлено тенденцію зміни середнього значення та якості процесу (рис. 6.11).

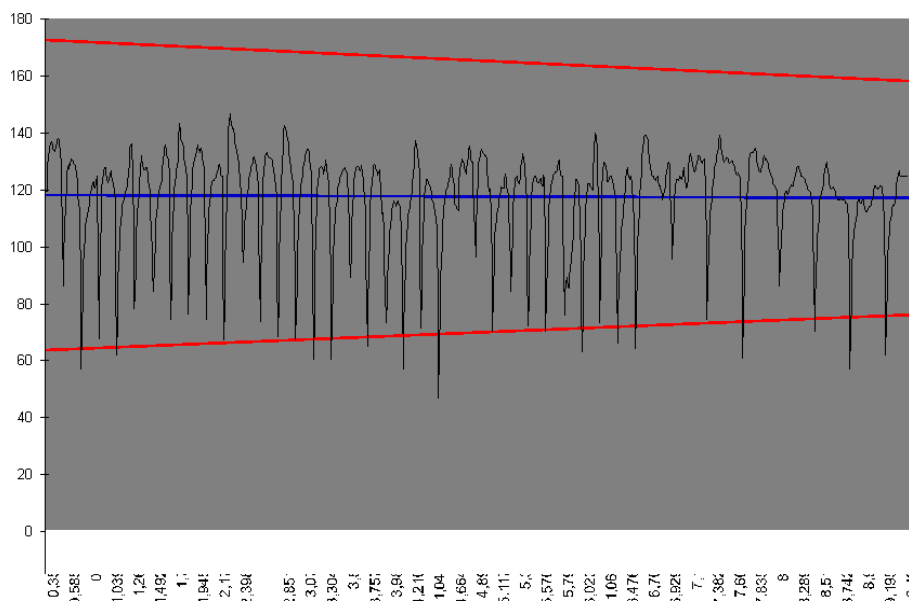


Рисунок 6.11- Контрольна карта витрат дифузійного соку (т/год) (прогноз)

Як видно на рис. 6.11 прогнозний тренд вказує на зменшення середнього значення та звуження контрольних меж, що свідчить про покращення процесу.

Контрольна карта процесу подачі стружки (т/год) при  $\text{Sigma}=3$  (рис. 6.12) вказує, що процес знаходився в статистично керованому стані до моменту виникнення нештатної ситуації та суттєвого зменшення подачі стружки.

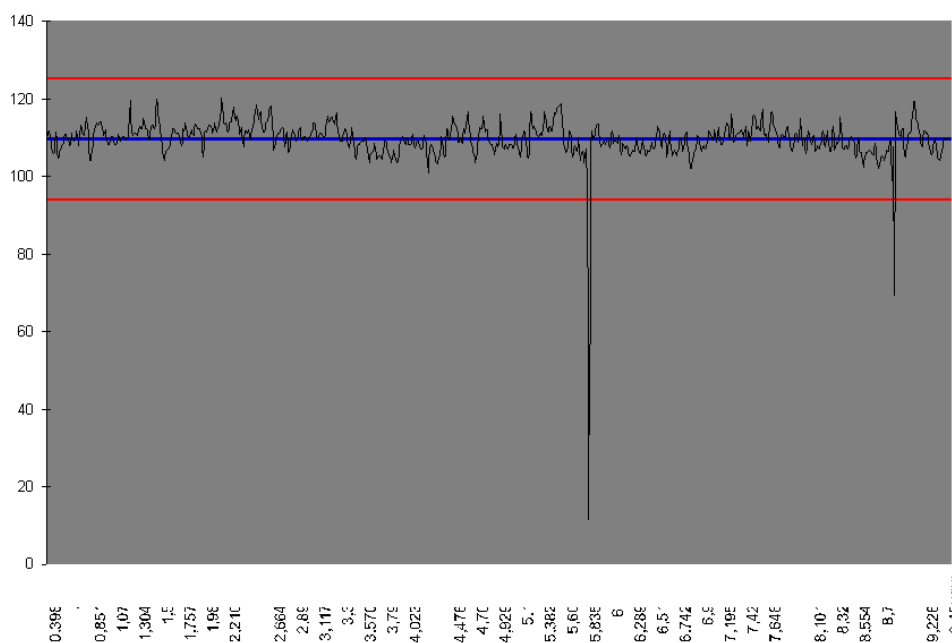


Рисунок 6.12 - Контрольна карта подачі стружки (т/год)

На рис. 6.13 показана відповідність нормальному закону розподілу подачі стружки в ДУ.



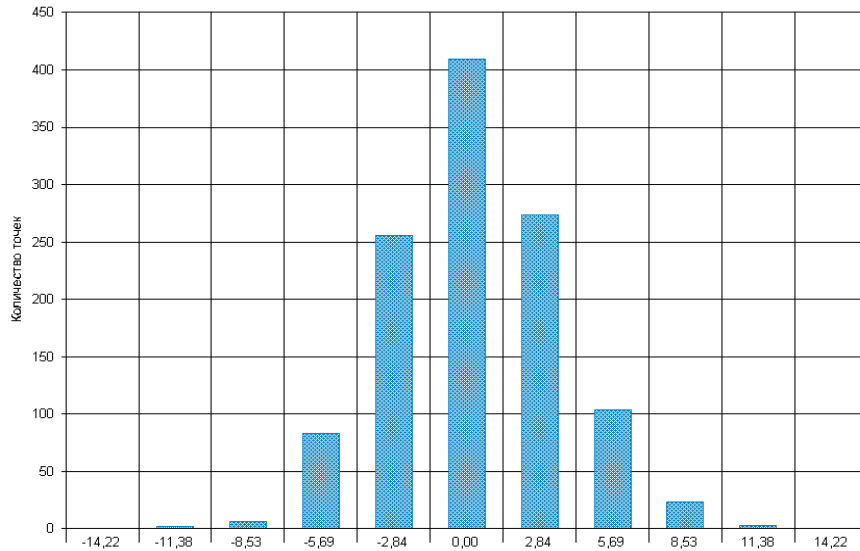


Рисунок 6.13 - Перевірка на відповідність нормальному закону розподілу подачі стружки

Отримані техніко-економічні показники функціонування ТК цукрового заводу дають можливість для визначення критеріїв оцінки виробничої ситуації в ході оперативного управління, що в подальшому визначає стратегію майбутнього на основі інтерпретації наявних даних. Витрати ТК впливають на отримання відповідно прибутку, тому досліджено отримання прибутку впродовж виробничого сезону за декадами за допомогою побудови контрольних карт Шухарта (рис.6.14).

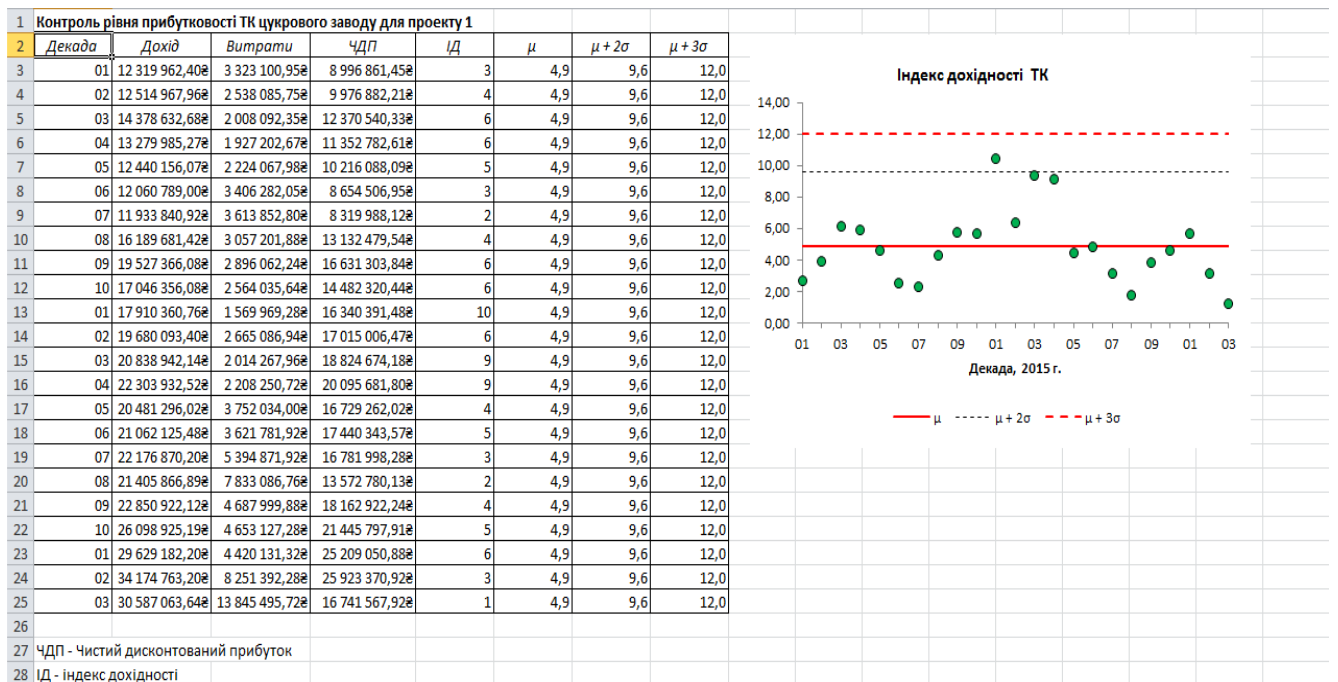


Рисунок 6.14 – Контрольні карти Шухарта дослідження прибутковості ТК цукрового заводу

В ході проведених експериментальних досліджень в умовах реального виробництва отримано значний обсяг експериментальних даних: показників технологічних процесів цукрового виробництва, характеристик сировини і одержуваних кінцевих продуктів, а також стратегічних показників ефективності підприємства, які відповідають різним сценаріям стратегічного розвитку підприємства. При цьому виконано дослідження на адекватність запропонованих моделей та методів експериментальним даним із застосуванням критерію Фішера (F-критерію) [257].

Статистика проведеного дослідження зводиться до відношення вибірових дисперсій. Отримані експериментальні дані мають нормальний розподіл, чисельник і знаменник є незалежними випадковими величинами і відповідні суми квадратів мають  $\chi^2$ -розподіл, тому маємо розподіл Фішера. Крім того, передбачається, що дисперсія випадкових величин, квадрати яких підсумовуються, однакова.

Перевірка моделей на адекватність за  $F$  – критерієм Фішера виконано згідно наступної процедури:

1. Задамо дві вибірки  $x^n = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $x_i \in R$ , що відповідає фактичному значенню показнику ефективності «Вироблено цукру» за період виробничого сезону, та  $y^m = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ ,  $y_i \in R$ , що відповідає запланованому показнику виробництва.

2. Нехай  $\sigma_1^2$  - дисперсія вибірки  $x^n$  і  $\sigma_2^2$  - дисперсія вибірки  $y^m$ ;  $s_1^2$  — вибірова оцінка дисперсії  $\sigma_1^2$  і  $s_2^2$  - вибірова оцінка дисперсії  $\sigma_2^2$ .

Розрахуємо для техніко-економічних показників ТК цукрового заводу значення:

$$s_1^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 4939,328, \quad s_2^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2 = 1094,5 \quad \text{де} \quad (6.23)$$

$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 9052,122$ ,  $\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i = 9062,222$ — вибірові середні вибірок  $x^n$  і  $y^m$ .

3. Додаткове припущення: вибірки  $x^n$  і  $y^m$  є нормальними. Критерій Фішера чутливий до порушення припущення про нормальність.

Нульова гіпотеза  $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

4. Статистика критерію Фішера:  $F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = 4,51$  (6.24)

5. Задаємо рівень значимості  $\alpha = 0,05$ . Тобто, ми вважаємо, що можлива помилка для нас становить 0,05, це означає, що ми можемо помилитися не більш, ніж у 5% випадків, а в 95% випадків наші висновки будуть правильними.

6. За статистичними таблицями  $F$  – розподілу Фішера з  $(k - 1, n - k)$  ступенями вільності та рівнем значимості  $100(1 - \alpha)\%$  знаходимо критичне значення. Якщо  $F_{кр} < F_{факт}$ , то зі ймовірністю 0,95 ми стверджуємо, що побудована нами модель є адекватною. Або навпаки, якщо  $F_{кр} > F_{факт}$ , модель не є адекватною.

Таблиця 6.4

Статистична таблиця  $F$  – розподілу Фішера

$f_2$	$f_1$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161,45	199,5	215,71	224,58	230,16	233,99	236,77	238,88	240,54	241,88	245,95
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,43
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94
7	5,99	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51
8	5,23	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,72
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,62
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,53
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,46
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,35
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,31
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,27
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,23
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20

Тест проводиться шляхом порівняння значення статистики з критичним значенням відповідного розподілу Фішера при заданому рівні значимості. Відомо, що якщо  $F \sim F(m, n)$ , то  $\frac{1}{F} \sim F(n, m)$ . Крім того, квантилі розподілу Фішера мають властивість  $F_{1-\alpha} = \frac{1}{F_\alpha}$ . Тому в чисельнику взято потенційно велику величину, а в знаменнику — менша і порівняння здійснено з «правою» Квантиллю розподілу

Розрахована величина, згідно (6.24),  $F_{\text{факт}} = 4,51$ . Зіставляємо з теоретичним значенням  $F_{kr}$ , згідно табл.6.4, що рівне 3,18. Зіставляючи теоретичне і експериментальне значення критерію Фішера  $3,18 < 4,51$ , переконуємося в адекватності теоретичного рішення (запропонованих моделей та методів).

В результаті проведених експериментальних досліджень застосування розроблених інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків для розв'язання складних слабкоструктурованих і неструктурованих задач стратегічного та оперативного управління оцінено ефективність практичного застосування розробленої інтелектуальної інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу, що функціонує в умовах ринкової економіки. За допомогою ПСУТК розв'язується ряд задач стратегічного управління, таких, як: стратегічний аналіз ринку та оцінки становища підприємства на ньому, вибір стратегічних рішень щодо впровадження нових технологій і вдосконаленню організації виробництва і управління, ефективності використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, прогнозування попиту покупців на різних ринках збуту, тощо. Задачу управління ТК з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх факторів розглянуто в класі ОТС, що дає можливість застосування методів штучного інтелекту в поєднанні з традиційними формалізованими методами. Розроблені теоретичні та методологічні основи створення нових інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, запропоновані евристичні методики, що дають можливість автоматизувати процес прийняття стратегічного рішення в умовах невизначеності та ризиків, залишивши

керівникові тільки компромісний вибір з можливих варіантів, являються основою для створеної інтелектуальної інформаційної системи управління ТК цукрового заводу.

Ефективність впровадження розроблених методів та алгоритмів для ТК цукрового заводу визначається за рахунок розширення функціональних можливостей та підвищення ефективності функціонування ТК цукрового заводу, а також уникнення витрат, пов'язаних з ризиковими подіями.

Усі експериментальні дослідження і практичне застосування розроблених методів та алгоритмів виконано для технологічного комплексу цукрового заводу ТОВ «Новооржицький цукровий завод» та для технологічного комплексу підприємства хімічної промисловості ООО НПП «Лаборатория водной химии». Застосування розроблених методів та алгоритмів для ТК цукрового заводу дозволило скоротити використання матеріальних та енергетичних ресурсів на 5,1 %, фінансових ресурсів на 2,8 - 3,2 %, знизити втрати у виробництві цінного продукту на 3,2 %, що дало можливість підвищити ефективність ТК цукрового заводу на 5 - 8 %.

Результати впроваджені на підприємстві ДП «Цукроавтомат - ІНЖ», ТОВ «Новооржицький цукровий завод», Міжгалузева науково-виробнича асоціація «Фільтрувальна асоціація України» в галузі харчової промисловості та на підприємстві ООО НПП «Лаборатория водной химии» в галузі хімічної промисловості, що підтверджено відповідними актами впровадження результатів дисертаційної роботи.

Запропонована ІСУТК вирішує наступні задачі:

1. стратегічного управління:

- планування і управління виробництвом;
- планування та управління матеріальними потоками;
- забезпечення підтримки в прийнятті управлінських рішень при виборі стратегії розвитку з врахуванням ризиків.

2. оперативного управління:

- поточний збір та обробки інформації, єдиний облік виробництва;

- оперативне оцінювання ефективності функціонування та діагностика стану ТК;
- прийняття оперативних рішень з врахуванням ризиків.

### 3. управління ризиками:

- визначення факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, що призводять до ризику;
- отримання даних про можливі втрати;
- визначення заходів уникнення можливих ризиків;
- врахування при прийнятті стратегічних та оперативних рішень витрати, пов'язані з попередньою оцінкою та управлінням ризиком.

Фрагменти інтерфейсу та лістингів комплексу програм для інтелектуальної інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу наведено в додатках.

Таблиця 6.5

#### Порівняльний аналіз розробленої ІС управління ТК

Задачі Системи	Визначення стратегічних цілей	Визначенн я сценарію	Єдиний облік виробництва	Управління ризиками (оцінка, боротьба)	Оцінка ефективності виробництва
ПСУТК	+	+	+	+/-	+
Open Plan	-	-	-	+	-
Risk Track	-	-	-	+	-
Trekker	-	-	-	+	-
BPwin	+	+	-	-	-
Універсал 7: ERP	+	+	-	-	-
MES -11	-	-	+	-	-
SAP R3	+	+	-	-	+

Інтелектуальна інформаційна система управління ТК цукрового заводу дає можливість розрахунку виробничих показників діяльності ТК цукрових заводів корпорації, ведення обліку виробництва та забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень по виробничому процесу за кожну добу виробництва та отримання необхідної декадної інформації. Декадна інформація подається в

двомірному розрізі – за декаду та від початку виробництва. Управління ризиками забезпечується розробкою бази знань на основі продукційних моделей, які використовують експертну інформацію та розроблені попередньо нечіткі когнітивні карти. В результаті маємо ідентифіковані ризики стратегічного та оперативного управління та заходи уникнення даних ризиків.

До інформаційної системи виробничих показників та критеріїв оцінки ефективності додається підсистема визначення найефективніших та не досить ефективних заходів боротьби та уникнення ризиків, визначає ті цукрові підприємства корпорації які мають так звані „приховані” проблеми діяльності, а також оперативної оцінки ефективності виробництва. За бажанням користувач може продивитися виробничу ситуацію для ТК заводів корпорації з врахуванням ризиків та отримати рекомендації щодо її поліпшення та перспектив розвитку.

Використання статистичних методів в дослідженнях надало можливості при побудові ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків чітко відслідкувати параметри виробництва та значення техніко-економічних показників за періодами виробництва для різних сценаріїв стратегічного розвитку, на прикладі ТК цукрового заводу.

### ВИСНОВКИ ДО 6 – ГО РОЗДІЛУ

1. На основі аналізу комп'ютерно – інтегрованих систем управління цукровим виробництвом розроблено структуру комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу.
2. Розроблено технічну структуру інтелектуальної інформаційної системи оперативного управління ТК цукрового заводу на основі сучасних мереж (Internet – технології) з використанням інструментальних програмних засобів, а також інформаційну структуру системи стратегічного управління ТК цукрового заводу.
3. Розроблено пакет прикладних програм реалізації інтелектуальної інформаційної системи управління ТК цукрового заводу. З використанням розробленої ПСУТК розв'язано практичні задачі стратегічного

- управління, оперативного управління та управління ризиком ТК цукрового заводу, що функціонує в умовах кризового стану економіки.
4. Проведено експериментальні дослідження в умовах виробництва на підприємствах ТОВ «Новооржицький цукровий завод», ДП «Цукроавтомат - ІНЖ», Міжгалузева науково-виробнича асоціація «Фільтрувальна асоціація України» в галузі харчової промисловості та на підприємстві ООО НПП «Лаборатория водной химии» в галузі хімічної промисловості. Використання статистичних методів в дослідженнях надало можливості при побудові ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків чітко відслідкувати параметри виробництва та значення техніко-економічних показників за періодами виробництва для різних сценаріїв стратегічного розвитку, на прикладі ТК цукрового заводу.
  5. Результати досліджень опубліковані в [125], [237], [258], [259].



## ВИСНОВКИ

Сукупність отриманих в дисертації результатів вирішує актуальну науково-прикладну проблему підвищення ефективності функціонування підприємств, корпорацій в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.) за рахунок розробки нових інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків.

Головні висновки, теоретично і практично значущі результати роботи полягають у наступному.

1. В результаті аналізу об'єктів управління та існуючих інформаційних технологій управління організаційно-технологічними об'єктами запропоновано системну концепцію: ОТО – ІТ - комплексний метод, що є основою розробки теоретичних і методологічних основ створення нових інформаційних технологій управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків та забезпечує підвищення ефективності функціонування технологічних комплексів неперервного типу в різних галузях промисловості (харчовій, хімічній та ін.).
2. Розроблено ефективну інформаційну технологію управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, на основі синтезу інтелектуальних інформаційних систем управління організаційно-технічними процесами, що базуються на застосуванні як формалізованих методів, так і евристичних способів, а також забезпечує ефективне функціонування ТК неперервного типу та формування управлінських рішень в різних галузях промисловості (харчової, хімічної та ін.).
3. Розроблено метод комплексного управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням ризиків, що базується на синтезі стратегічного та оперативного управління складними організаційно-технологічними об'єктами та процесами з врахуванням сезонності виробництва, умов невизначеності та ризиків та дає можливість підвищити ефективність функціонування ТК

неперервного типу на 5 – 8% (на прикладі ТК цукрового заводу) за рахунок зниження витрат та втрат цінного продукту у виробництві.

4. Розроблено метод управління ризиками на основі комплексного використання нечітких когнітивних карт, експертних методів та математичних моделей, що дає можливість вибору найбільш оптимального альтернативного сценарію досягнення стратегічних цілей згідно врахованих ризиків та зменшення втрат у виробництві на 2,8 - 3,2 % та перевитрати ресурсів (енергетичних та матеріальних) на 5,1 % в процесі оперативного управління.
5. Запропоновано класифікацію невизначеностей за різними ознаками, що є адаптованою для організаційно-технологічних об'єктів та дає можливість визначення та класифікації ризиків в процесі прийняття управлінського рішення в системах управління складними організаційно-технологічними об'єктами в різних галузях промисловості, таких як харчова, хімічна та ін.
6. Розроблено метод прийняття стратегічних рішень для організаційно-технологічних об'єктів на основі мультиагентного підходу, що забезпечить можливість прийняття ефективних стратегічних рішень в умовах невизначеності та ризиків за рахунок прогнозу динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни показників ефективності функціонування об'єктів в умовах невизначеності зовнішнього середовища та зменшує перевитрати фінансових ресурсів на 2,3 – 2,9 %.
7. Дістали подальшого розвитку методи оперативного управління організаційно-технологічними об'єктами, зокрема ТК неперервного типу, що забезпечують можливість на основі оцінювання поточної ефективності функціонування ТК неперервного типу та його підсистем визначити відповідність вибраній стратегії з врахуванням впливу факторів ризику, що дозволить підвищити ефективність управління та економію матеріальних та енергетичних ресурсів на 4,5 – 5,1%.
8. Розроблено комплексну модель стратегічного управління в умовах невизначеності, що дає можливість формування цільових функцій, множини допустимих стратегій, оцінки ефективності функціонування організаційно-

технологічних об'єктів, згідно визначених критеріїв, факторів впливу зовнішнього середовища, прогнозів та оцінки ймовірностей ризиків, параметрів функцій витрат та енергоресурсів, прецедентів минулого. На основі методу аналізу ієрархій, якісних методів прийняття рішень, методів теорії нечітких множин розроблено метод статичного визначення цілей стратегічного управління організаційно-технічними системами, який доповнено динамічним методом.

9. Досліджено динаміку матеріальних, фінансових, інформаційних потоків при побудові інформаційної технології управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків, що визначає рух інформаційних потоків при міжагентних взаємодіях системи з середовищем, зовнішню динаміку мультиагентної системи, а також рух інформаційних потоків всередині агента, тобто внутрішню динаміку системи.
10. Розроблена інформаційна технологія прийняття рішень з врахуванням невизначеності та ризиків для технологічних комплексів неперервного типу із застосуванням мультиагентного підходу. Дана технологія дає можливість оцінки внутрішнього стану системи та зовнішнього середовища та на підставі цього прийняття оптимального стратегічного рішення.
11. Розроблена інформаційна технологія управління ризиками технологічного комплексу неперервного типу, що дозволяє дослідити динаміку змін показників ефективності функціонування технологічного комплексу неперервного типу в залежності від обраного альтернативного сценарію стратегічного розвитку та можливих ризиків, а також вибирати необхідні заходи щодо мінімізації негативного впливу ризиків на відповідні показники ефективності.
12. Побудовано математичні моделі ідентифікації ризиків технологічного комплексу цукрового заводу та розроблена когнітивна модель управління ризиками стратегічної та оперативної діяльності ТК цукрового заводу, що дають можливості виявлення джерел ризикових подій в зовнішньому та

внутрішньому середовищі ТК, ступеню їх впливу на показники ефективності ТК, а також визначення заходів уникнення ризиків.

13. Розроблена інформаційна технологія управління ТК цукрового заводу з врахуванням ризиків, що дає можливість визначення цілей стратегічного управління цукровим заводом, формування стратегії розвитку ТК цукрового заводу, отримання адекватних прогнозних даних, оцінки ефективності ТК цукрового заводу, уникнення зайвої витрати ресурсів, а також підвищення ефективності функціонування ТК цукрового заводу.
14. Розроблено структуру комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу, а також інтелектуальну інформаційну систему управління цукровим заводом. Використання статистичних методів в дослідженнях надало можливість при побудові ІТ управління організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків чітко відслідкувати параметри виробництва та значення техніко-економічних показників за періодами виробництва для різних сценаріїв стратегічного розвитку, на прикладі ТК цукрового заводу в умовах кризового стану економіки.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Большаков А. А. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами [Текст] / под. ред. А. А. Большакова. - М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 160 с.
2. Хубка В. Теория технических систем / В. Хубка. - М.: Изд. Мир, 1987. – 208с. Пер. с нем., 2-е издание.
3. Аверин Г.В. Системодинамика: монография / Г.В. Аверин. – Донецк: Донбасс, 2014. – 403 с.
4. Александров Л. В. Системный анализ при создании и освоении объектов техники / Л. В. Александров, Н. П. Шепелев. — М.: НПО «Поиск», 1992. — 88 с.
5. Малин А.С. Исследование систем управления/ А.С.Малин, В.И. Мухин. - М.: Издательский дом ГУ ВШЭ, 2004. – 400 с.
6. Mesarovic M. D. Theory of hierarchical multilevel systems/ M. D. Mesarovic, D. Mucko, and Y. Takabara. - Academic Press, New York, 1970 - 1 294 pp.
7. Hutter M. Universal Artificial Intelligence. Sequential Decisions Based on Algorithmic Probability : научное издание / M. Hutter. [Berlin] - Springer, 2005. - 278 p
8. Neapolitan R. Contemporary Artificial Intelligence / R. Neapolitan, X. Jiang. – Chapman & Hall/CRC, 2012. – 515 p.
9. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем = Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving / Дж. Ф. Люгер / Под ред. Н. Н. Куссуль. — 4-е изд. — М.: Вильямс, 2005. — 864 с
- 10.Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика/ В.В. Круглов, В.В. Борисов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.
- 11.Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6. / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
- 12.Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение для принятия приближенных решений / Л. Заде.- М: Мир, 1976. - 165 с.

13. Fuzzy Theory Systems. Techniques and Applications / Ed. by C. T. Leondes; Foreword by L. A. Zadeh. - San Diego etc.: Academic Press, 1999 - . Vol. 1. - 481 с.
14. Zadeh L.A. Knowledge representation in fuzzy logic / L.A. Zadeh // IEEE Trans. Knowledge and Data Eng. 1989. - March, №1, P. 89 – 100.
15. Lohani, A.K. Comparative study of neural network, fuzzy logic and linear transfer function techniques in daily rainfall-runoff modelling under different input domains/ A.K. Lohani, N.K. Goel, K.K.S.Bhatia // Hydrological Processes. - 2011.- V. 25 (2). P. 175–193.
16. Cha S. A Genetic Algorithm for Constructing Compact Binary Decision Trees / S. Cha, C. Tappert // Journal of Pattern Recognition Research. – 2009. - 4 (1).- P. 1–13.
17. Сетлак Г. Решение задач многокритериальной оптимизации с использованием генетических алгоритмов / Г. Сетлак // System Research and Information Technologies.– Kiev: IASA National Academy of Sciences and Ministry of Education and Science Ukraine.– 2002.– № 3. – P. 32–42.
18. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами [Текст] / Д.А. Новиков. – М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
19. Бурков В.Н. Как управлять организациями. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. М.: Синтег, 2004. – 400 с.
20. Згуровський, М.З. Основи системного аналізу. [Текст] / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: Видавнична група ВНУ, 2007. — 546 с.
21. Новиков Д. А. Сетевые структуры и организационные системы / Д. А. Новиков. М.: ИПУ РАН, 2003. – 102 с.
22. Мильнер Б.З. Теория организации / Б.З. Мильнер. – М.: ИНФРА-М, 2002.–480 с.
23. Novikov D. Control Methodology / D. Novikov. – New York: Nova Science Publishers, 2013. – 76 p. ISBN 978-1624179624.
24. Новиков Д. А. Современные проблемы теории управления организационными системами. / Д. А. Новиков. // Человеческий фактор в управлении / Под ред.

- Н.А. Абрамовой, К.С.Гинсберга, Д.А. Новикова — М. : КомКнига, 2006. — С. 391–407.
25. Губко М. В. Теория игр в управлении организационными системами. / М. В. Губко, Д. А. Новиков. – М.: Синтег, 2002. – 148 с.
26. Чхартишвили А.Г. Теоретико-игровые модели информационного управления / А.Г. Чхартишвили. - М.: ПМСОФТ, 2004. – 227 с.
27. Бурков В. Н. Теория активных систем: состояние и перспективы / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков. - М.: СИНТЕГ, 1999. – 128 с.
28. Караваев А. П. Модели и методы управления составом активных систем / А. П. Караваев. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 151 с.
29. Бурков В.Н. Модели и методы управления организационными системами / В.Н. Бурков, В.А. Ириков. – М.: Наука, 1994. – 270 с.
30. Novikov D. Macroeconomic Analysis and Parametric Control of a National Economy / D. Novikov, A. Ashimov, B. Sultanov, Z. Adilov, Y. Borovski, R. Alshanov, A. Ashimov. – New York: Springer, 2013. – 288 p.
31. Каплан Р.С. Организация, ориентированная на стратегию / Р.С.Каплан, Д.П. Нортон. – М.: Олимп-Бизнес, 2004. – 416 с.
32. Greasley A. Enabling a simulation capability in the organization / A. Greasley. - L.: Springer. - 2008.- 152 p.
33. Бурков В.Н. Механизмы управления эколого-экономическими системами. / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, А.В.Щепкин. - М.: Физматлит, 2008. — 244 с.
34. Новиков Д. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы / Д. А. Новиков, А.А.Иващенко. – М.: КомКнига, 2006. – 332 с.
35. Оптимизация структур больших систем / В.И. Борщ, В.А. Донец, В.В. Коваль, А.Я. Лейбзон, И.П. Лесовой. – К.: Наукова думка, 2000. – 188 с.
36. Гейда А.С. Оценивание эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации / А.С. Гейда // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 11. С. 63-80.
37. Юдицкий С.А. Моделирование динамики развития конфигураций

- организационных систем на основе сетей Петри и графов приращений / С.А. Юдицкий, И.А. Мурадян, Л.В. Желтова. // Проблемы управления. 2007, №6, С. 26-34.
38. Luis, J. Requirements Engineering for Sociotechnical Systems/ J. L. Mate, A. Silva. – Information Science Publishing. – 2005. – 313 p.
39. Данеев А.В. Исследование динамики поведения сложных организационно-технических систем в условиях воздействия неблагоприятных факторов / А.В. Данеев, А.А. Воробьев, Д.М. Лебедев // Вестник Воронежского института МВД России. — Воронеж.: ВИМВД, 2010. — №2. — С. 163–171.
40. Борисов В.В. Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем / В.В. Борисов, И.А. Бычков, А.В. Дементьев. – Горячая линия – Телеком. - 2002. – 154 с.
41. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа / В.Н. Спицнадель. – СПб.: Изд.дом «Бизнес-пресса», 2000. – 200 с.
42. Заико А.И. Теория систем. Стохастические модели / А. И. Заико. - М.: МАИ, 2005. – 195 с.
43. Росс Эшби У. Введение в кибернетику / Росс Эшби У. – Издательство иностранной литературы. М.: ИЛ, 1959. — 432 с.
44. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
45. Большаков А.А. Синтез интеллектуальных организационно-технических систем управления. / А.А. Большаков // Вестник Тамбов. Гос. Техн.. ун-та. 2004. – Т. 10 №4а. - С. 954 – 959.
46. Юдицкий С.А. Модель и принципы реализации стратегического управления сложными организационными системами / С.А. Юдицкий, Ю.С. Затуливетер, И.И. Ижов // Приборы и системы управления. – 1999. - № 7. – с.59 – 66.
47. Юдицкий С.А. Моделирование циклов в процессах развития организационных систем / С.А. Юдицкий // Приборы и Системы. Управление, контроль, диагностика, 2011, №2, С.17-20.



48. Юдицкий, С.А. Моделирование динамики многоагентных триадных сетей / С.А. Юдицкий. – М.: СИНТЕГ, 2012. – 112 с.
49. Трахтенгерц, Э. А. Компьютерная поддержка формирования целей и стратегий [Текст] / Э. А. Трахтенгерц. – М.: СИНТЕГ, 2005. – 224 с.
50. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка переговоров при согласовании управленческих решений / Э.А. Трахтенгерц. М.: Синтег, 2003. – 284 с.
51. Лега Ю.Г. Інформаційна технологія стратегічного управління організаційно-технічними системами / Ю.Г. Лега, Т.О. Прокопенко // Вісник ЧДТУ. – 2013. - №1. - С.11 -14.
52. Прокопенко Т.О. Інтелектуальна інформаційна система оцінки ефективності підприємств цукрової промисловості: дис. 05.13.06 канд. техн. наук. / Прокопенко Т.О. – Черкаси, 2004. – 152 с.
53. Ладанюк А.П. Управление технологическими комплексами в компьютерно-интегрированных системах / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, В.Д. Кишенько // Проблемы управления и информатики. – 2000. - №2. – С.72 – 79.
54. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. V. Shcherbatiuk – K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014. – 240 p.
55. Ладанюк, А.П. Ситуационное координирование подсистем технологических комплексов непрерывного типа [Текст] / А.П. Ладанюк, Д.А. Шумигай, Р.О. Бойко // Проблемы управления и информатики. – 2013. - №4. – С. 117 – 122.
56. Прокопенко Т.О. Методологічні основи управління технологічними комплексами в умовах невизначеності / Т.О. Прокопенко // Технологический аудит и резервы производства, 2013. - №6/4 (14). – С.27 – 29.
57. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps / B. Kosko // International Journal Man-Machine Studies. 1986. - Vol.11. - P.65-67.
58. Chen S. M. Cognitive-map-based decision analysis based on NPN logics / S. M. Chen // Fuzzy Sets and Systems 71.-1995.- P. 155–163.

- 59.Юдицкий С.А. Анализ слабоструктурированных проблемных ситуаций в организационных системах с применением нечетких когнитивных карт/ С.А. Юдицкий, И.А. Мурадян, Л.В. Желтова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008, № 3, С. 54-62.
- 60.Поспелов, Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика [Текст] / Д.А. Поспелов – М.: Наука.- Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.
- 61.Максимов В.И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций / В.И. Максимов // Проблемы управления, 2005, №3, С. 30-38.
- 62.Кунцевич, В.М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации [Текст] / В.М. Кунцевич . – К.: Наук. думка, 2006. – 264 с.
- 63.Uncertainty and intelligent information systems / World Scientific Publishing. 2008. – 536 p.
- 64.Трахтенгерц Э. А. Неопределенность в математических моделях компьютерной оценке решений / Э. А. Трахтенгерц. / М. ИПУ. 1998. – 69 с.
- 65.Kasprzyk J. Uncertainty approaches for spatial data modeling and processing/ J. Kasprzyk, F.E. Petry, A. Yazid/ Springer, 2010. – 225 p.
- 66.Ладанюк А.П. Управління автоматизованими технологічними комплексами харчових виробництва на основі сценарного підходу / А.П. Ладанюк, А.І. Українець, В.Д. Кишенько // Автоматика. Автоматизация. Электротехгические комплексы и системы. - 2008. - №2. – С. 187 – 196.
- 67.Ладанюк А.П. Інформаційне забезпечення задачі оцінки стану складного технологічного об'єкта / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, Р.О.Бойко // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України, вип. 117 – Харків: ХНТУСГ, 2011. С.73-74.
68. Сетлак Г. Интеллектуальні системи підтримки прийняття рішень у нечітких умовах. Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Г. Сетлак; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". — К., 2005. — 36 с.

- 69.Прокопенко Т.О.Системний аналіз задач управління цукровим виробництвом в класі організаційно-технічних систем / Т.О. Прокопенко, А.П. Ладанюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. - №5/3(59). – С.41-44.
- 70.Мусаев А.А. Интеграция автоматизированных систем управления крупных промышленных предприятий: принципы, проблемы, решения. / А.А. Мусаев, Ю.М. Шерстюк // Автоматизация в промышленности. 2003. №10, - С. 40 – 45.
- 71.Ладанюк А.П. Технологічні об'єкти в структурі оперативної оптимізації виробництва / А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, С.О. Голованов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – №2/4 (44). – 2010. – С.41 – 43.
- 72.Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: Навч. посіб. / О. М. Пупена, І. В. Ельперін, Н. М. Луцька, А. П. Ладанюк. — К. : ТОВ "Ліра-К", 2011. — 552 с. — ISBN 978-966-2174-13-7.
- 73.Ладанюк, А.П. Розробка ефективних систем автоматизації технологічних комплексів з використанням методів сучасної теорії керування / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко // Науково-практичний журнал, XIII «Інтегровані технології та енергозбереження». - 2013. - №3, с. 14-19.
- 74.O'Brien, James. Management Information Systems(MIS) / James O'Brien // New York: McGraw-Hill, Irwin. - 2011.- 324 p.
- 75.Ладанюк А.П. Автоматизовані технологічні комплекси – основа комп'ютерно-інтегрованого виробництва / А.П. Ладанюк // Автоматика/ Automatics – 2012. XIX Міжнародна конференція з автоматичного управління, 26 – 28 вересня 2012 року: матеріали конференції / Відп. за вип.. А.П.Ладанюк. – К: НУХТ, 2012. – С.27 – 28.
- 76.Интегрированное управление производством: организационные и технологические аспекты менеджмента предприятиями / В.И. Архангельский, И.В. Богаенко, Г.Г. Грабовский, Н.А. Рюмшин. – К.: «Техніка», 2005. – 328 с.
- 77.Ладанюк А.П. Основи системного аналізу / А.П. Ладанюк Навчальний посібник. Вінниця. Нова книга, 2004. – 176 с.

78. Shaul, L. HIERARCHICAL EXAMINATION OF SUCCESS FACTORS ACROSS ERP LIFE-CYCLE / Levi Shaul, and Doron Tauber // MCIS 2010 Proceedings. -2010. - 79 p. <http://aisel.aisnet.org/mcis2010/79>
79. Kalpakjian, S. Manufacturing engineering and technology (5th ed.) / S. Kalpakjian, S. Schmid. Prentice Hall. - 2006 - p. 1192, ISBN 978-7-302-12535-8.
80. Лега Ю.Г. Управління проектом в класі організаційно-технічних систем. / Ю.Г. Лега, Т.О. Прокопенко, Ю.І. Урецька // Вісник ЧДТУ. – 2014. - №1. – С 46 - 50.
81. Mark J. Barrenechea, Tom Jenkins, "Enterprise Information Management: The Next Generation of Enterprise Software", OpenText, Waterloo (Canada), 2013, [http://www.project-consult.de/files/OpenText\\_EIM\\_The-Next-Generation-of-Enterprise-Software.pdf](http://www.project-consult.de/files/OpenText_EIM_The-Next-Generation-of-Enterprise-Software.pdf)
82. Gill, R. The rise of two-tier ERP / R. Gill // Strategic Finance - 2011. - 93(5), pp. 35-40.
83. Leon, A. Enterprise Resource Planning / Alexis Leon // 2nd. — New Dehli: McGraw-Hill. — 2008.- pp. 224. — 500.
84. <http://www.parus.ua/ua/133/772/>
85. Feldman R. Manufacturing Systems Modeling and Analysis. / Feldman R., Curry G. Guy. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2010.- 356 p.
86. [http://1c.abbyy.ua/images/press/press\\_about\\_us/erp1.pdf](http://1c.abbyy.ua/images/press/press_about_us/erp1.pdf)
87. Filipe J. Enterprise Information Systems / J. Filipe, J. Cordeiro/ Springer Science & Business Media. 2009. – 361 p.
88. Dorfman, Mark S. Introduction to Risk Management and Insurance (9 ed.) / Mark S. Dorfman. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. - 2007.
89. David Cooper Leadership Risk: A Guide for Private Equity and Strategic Investors / Cooper David. 2010. ISBN: 978-0-470-03264-0 – 250 p
90. Moorad Choudhry, Ketul Tanna (Foreword by) An Introduction to Value-at-Risk/ Moorad Choudhry, Ketul Tanna// 4th Edition.- 2007. ISBN: 978-0-470-03377-7 192 p
91. Geoff Trickey Risk Types/ Geoff Trickey //OP Matters No 14 February 2012 The British Psychological Society

92. Fischer, M. D. Resisting hybridisation between modes of clinical risk management: Contradiction, contest, and the production of intractable conflict / Michael Daniel Fischer, Ewan Ferlie // *Accounting, Organizations and Society*. - 2013. - 38 (1) p. 30–49.
93. <http://lifehacker.ru/2011/11/03/asana/>
94. Морозов, А. «Project Expert: «Универсальный решатель проблем» // *Business online-2000* г. - №12/-  
[http://www.expert-systems.com/pressroom/articles/articles\\_detail.php ID=1111](http://www.expert-systems.com/pressroom/articles/articles_detail.php ID=1111)
95. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с BPwin 4.0. / Маклаков С.В. – М.: Диалог-МИФИ. – 2002. – 224 с.
96. SHAUL, L. Critical Success Factors in Enterprise Resource Planning Systems: Review of the Last Decade / L. SHAUL, D. TAUBER. *ACM Computing Surveys*, 2013. - 45(4). - 35 pages.
97. Joshi, G. *Management Information Systems* / Girdhar Joshi // New Delhi: Oxford University Press. 2013. - p. 328.
98. Botti V. ANEMONA: A multi-agent methodology for Holonic Manufacturing / V. Botti and A. Giret. – London: Springer, 2008, 214 p.
99. Wooldridge M. *An Introduction to MultiAgent Systems* / M. Wooldridge. - 2nd ed., Glasgow: John Wiley & Sons. - 2009 - 484 p.
100. Трахтенгерц Э.А. Взаимодействие агентов в многоагентных системах (обзор) / Э.А. Трахтенгерц // *Автоматика и телемеханика*. – 1998, №8, С. 3 – 52.
101. Shoham, Y. *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations* / Y. Shoham, K. Leyton-Brown. – Cambridge University Press. - 2008. - 532 p.
102. Joe Taik Kim. *Management contingency* / Пер. Соколова М. *Ситуационный подход к управлению // Государственное управление. Словарь-справочник (по материалам "International Encyclopedia of Public Politic and Administration")*. ООО "Изд-во "Петрополис", 2000.
103. Bradfield, R. M. *Cognitive Barriers in the Scenario Development Process* / R. M. Bradfield // *In: Advances in Developing Human Resources*. - 2008. - 10. – p.198-215.

104. Schwenker B., Wulf T. (Eds.) Scenario-based Strategic Planning: Developing Strategies in an Uncertain World / Schwenker B., Wulf T. // Springer, 2013. — 240 p. — ISBN: 3658028742
105. Лега Ю.Г. Інформаційні технології в проектно-орієнтованій діяльності підприємств в класі організаційно-технічних систем./ Ю.Г. Лега, Т.О. Прокопенко // Вісник ЧДТУ. – 2012. - №4. - С.60 -64.
106. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Ткахара. — М., Мир, 1973. —344 с.
107. Zadeh L. A. Fuzzy Sets. / L. A. Zadeh // Information and Control, 1965, Vol. 8, № 3, pp. 338–353.
108. Глушков В.М. Введение в АСУ/ В.М. Глушков. - К.: Техніка,1974, 320 с.
109. Дубовой В. М. Прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами: [монографія] / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас. — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 223 с.
110. Тесля, Ю. Н. Несиловое взаимодействие / Ю. Н. Тесля . – Київ : Кондор, 2005 . – 193 с. : ил. - Библиогр.: с.188-193 (84 назв.) . – На рус. яз. - ISBN 966-351-009-9.
111. Томашевський В.М. Моделювання систем / В.М. Томашевський. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с.
112. Павленко П. М. Проблеми інтеграції сучасних автоматизованих систем виробничого призначення / П.М. Павленко, В.В. Трейтяк, Т.М. Захарчук // Електроніка та системи управління. – 2012. – №4. – С. 77-80.
113. Alter, S. Work System Theory: Overview of Core Concepts, Extensions, and Challenges for the Future / S. Alter // Journal of the Association for Information Systems. 2013. - 14(2). - pp. 72-121.
114. Юдицкий С. А. Основы предпроектного анализа организационных систем / С. А. Юдицкий, П. Н. Владиславлев. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 144 с.
115. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений В 2-х томах. Том второй. Реализация

- решений. / Э.А. Трахтенгерц. – М.: Синтег, 2009, 224 с. (Серия «Системы и проблемы управления»).
116. Novikov D., Ashimov A., Sultanov B., Adilov Z., Borovskiy Y., Nizhegorodtsev R., Ashimov A. Macroeconomic Analysis and Economic Policy Based on Parametric Control. – New York: Springer, 2012. – 256 p.
117. Kvint, V. The Global Emerging Market: Strategic Management and Economics / Vladimir Kvint. – Routedledge. - 2009. - 488 p. ISBN: 0415988403
118. Mulcaster, W.R. Three Strategic Frameworks/ W.R. Mulcaster // Business Strategy Series. -2009. - Vol 10, No1, pp. 68 – 75.
119. Згуровський, М.З. Основи системного аналізу. [Текст] / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. — 546 с.
120. 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.
121. Городецкий А.Е. Управление в условиях неопределенности / под ред. проф. А.Е. Городецкого. - СПб.: Изд-во СПб ГТУ, 2002. - 398 с.
122. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях [Текст] / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
123. Gilboa, I. Theory of Decision under Uncertainty / I. Gilboa // Cambridge: Cambridge University Press.- 2009. – 230 p.
124. Прокопенко Т.О. Аналіз методів оцінки ефективності проектів і програм / Т.О. Прокопенко // Вісник ЧДТУ. – 2012. - №1. - С.67 – 71.
125. Прокопенко Т.О. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [текст] монографія / Т.О. Прокопенко, А.П. Ладанюк. – Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. – 224 с. ISBN 978-966-2783-63-6
126. Мескон М.Х. Основы менеджмента: Пер. с англ. / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – М.: Дело, 1998. – 800 с.

127. Зуб, А. Т. Стратегический менеджмент. Системный подход / А. Т. Зуб, М. В. Локтионов. – Генезис - 2011, 848 с.
128. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М: Высшая школа, 2002. - 479 с.
129. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1980-208 с.
130. Гребенник И.В. Моделирование влияния внешней среды на эффективность плана выполнения работ / И.В. Гребенник, А.Ю. Хабаров // Системы обработки информации, 2003, №4(26).
131. Овезгельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / А.О. Овезгельдыев, Э.Г. Петров, К.Э. Петров. – К: Наукова думка, 2002. - 164 с.
132. Лега Ю.Г. Експертні процедури та методи прийняття рішень в інвестиційних проектах. / Ю.Г. Лега, Т.О. Прокопенко, Данченко О.Б.// Вісник ЧДТУ. – 2010. - №2. - С.69 – 73
133. Прокопенко Т.О. Методи та засоби експертизи та аудиту проектів : навчальний посібник для студентів спеціальності 8.1801013 «Управління проектами» всіх форм навчання / Авт.: Т.О. Прокопенко, О.Б. Данченко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2013. – 141 с.
134. Tolman E. C. Cognitive maps in rats and men/ E. C. Tolman // Psychological Review. - 1948. - V. 55. P. 189–208.
135. Taber W. R. Fuzzy Cognitive Maps Model Social Systems/ W. R. Taber // Artificial Intelligence Expert. 1994. - 9. - 18-23.
136. Кузнецов А.П. Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт / А.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, А.В. Марковский // Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С.Гинсберга, Д.А. Новикова — М. : КомКнига, 2006. — С. 313–344.
137. Zhang W.R. A Cognitive-Map-Based approach to the coordination of distributed cooperative agents / W.R. Zhang, S. S. Chen, W. Wang and R. S. King. " IEEE



- Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1992. - 22-1, 103-114.
138. Руководство по управлению инновационными проектами и программами: т 1, версия 1.2 / пер.на рус. Язык под ред. С.Д. Бушуева. – К. : Наук. світ, 2009. – 173 с.
139. Прокопенко Т.О. Деякі аспекти фінансово-економічної оцінки ефективності проектів та програм./ Т.О. Прокопенко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. - №1/12(55). – С.28 -30.
140. Пересада А.А. Проектное финансирование. Под ред. А.А. Пересады./ А.А. Пересада, Т.В. Майорова. – К.: КНЕУ, 2007. – 767 с.
141. Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
142. Прокопенко Т.О. Формування системи показників оцінки ефективності інвестиційних проектів і програм. / Т.О. Прокопенко/ Вісник ЧДТУ. – 2012. - №2. - С. 58 – 62.
143. Прокопенко Т.О. Модель стратегічного управління проектом в сфері малого бізнесу / Т.О. Прокопенко, Т.Ю. Олейнікова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. - №1/6(49). – С.26 -28.
144. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Берштейн, С.Я. Коровин. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
145. Прикладные нечеткие системы/ Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
146. Клыков Ю.И. Семиотические основы ситуационного управления / Ю.И. Клыков. – М. Энергия, 1974. - 171 с.
147. McCarthy J. Hayes P. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In B. Meltzer and D. Michie, editors. Machine Intelligence, Edinburgh University Press. 1969.- Vol 4, pp. 463–502.
148. Еремеев А.П. Методы представления временных зависимостей в интеллектуальных системах поддержки принятия решений / А.П. Еремеев, В.В. Троицкий. // Изв. РАН. ТИСУ, 2003, № 5. – С. 75–88.
149. Силов Б.В. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке / Б.В.

Силов. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.

150. Sawaragi T. An integration of qualitative causal knowledge for user-oriented decision support / T. Sawaragi, S. Iwai, O.Katai // Control Theory and Advanced Technology. 1986. - V. 2, P. 451–482.
151. Малиницкий Г. Г. Сценарии, стратегические риски, информационные технологии / Г. Г. Малиницкий // Информационные технологии и вычислительные системы. 2002. № 4. С. 83–108.
152. Борисов В.В. Реализация ситуационного подхода на основе нечеткой иерархической ситуационно-событийной сети / В.В. Борисов, М.М. Зернов. // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2009. – №1. – С. 17 – 30.
153. Кирюшкин, В. Е. Основы риск менеджмента. [Текст] / В. Е. Кирюшкин, И. В. Ларионов. — Москва.: «Анкил», 2009. — 130 с.
154. Бурков В.Н. Управление риском: механизмы взаимного и смешанного страхования / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков // Автоматика и Телемеханика. 2001. № 10. С. 125 – 131.
155. Трахтенгерц, Э. А. Субъективность в стратегическом управлении. / Э. А. Трахтенгерц // Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова — М. : КомКнига, 2006. – С. 408 – 438.
156. Цыпкин, Я.З. Частотные критерии робастной модальности линейных дискретных систем / Я.З. Цыпкин, Б.Т. Поляк // Автоматика.-1990. - № 5. - С.4-11.
157. Мирошник, И.В. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами / И.В. Мирошник, В.О. Никифоров, А.Л. Фрадков - СПб.: Наука, 2000.-549 с.
158. Цыпкин, Я.З. Робастная устойчивость нелинейных дискретных систем при параметрической неопределенности / Я.З. Цыпкин // Автоматика.-1992.- № 4.- С.3-9.
159. Левин, В. И. Интервальная математика и изучение неопределенных систем / Левин В. И. // Информационные технологии. – 1998. – № 6. – С. 27–33.

160. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений В 2-х томах. Том первый. Методы и средства / Э.А. Трахтенгерц. – М.: Синтег, 2009. - 172 с.
161. Прокопенко Т.О. Класифікація невизначеностей в управлінні організаційно-технологічними об'єктами / Т.О. Прокопенко // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. - №6/4 (20). – С.23 – 25.
162. Прокопенко Т.О. Парадигма управління технологічними комплексами неперервного типу в умовах невизначеності / Т.О. Прокопенко // Автоматика – 2014: Матеріали 21-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління. – К.: Вид-во НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2014. – с.242 – 243.
163. Васильев С.Н. Интеллектуальное управление динамическими системами / С.Н. Васильев, А.К. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федунев. – М., Физматлит. 2002. – 352 с.
164. Прокопенко Т.О. Системна концепція розробки інформаційної технології управління проектами в умовах невизначеності. Тези доповідей XI міжнародної конференції „Управління проектами у розвитку суспільства”. Тема: Управління програмами та проектами в умовах глобалізації світової економіки.// Відповідальний за випуск С.Д. Бушуев, - К.: КНУБА, 2014.- С. 168 - 169.
165. Системные закономерности и системная оптимизация / РАН; Институт проблем управления им. В.А. Тратпезникова. / И.В. Прангишвили, В.Н. Бурков, И.А. Горгидзе, Г.С. Джавахадзе, Р.А. Хуродзе. – М.: СИНТУГ, 2004. – 204 с.
166. Юдицкий, С.А. Сценарно-целевой подход к системному анализу/ С.А. Юдицкий // Автоматика и телемеханика. – 2001. - №4. – С.163 – 175.
167. Юдицкий, С.А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем / С.А. Юдицкий. М.: Синтег, 2001. – 108 с.
168. Zhang, W.R.A Cognitive MapBased Approach to the Coordination of distributed cooperative agents / W.R. Zhang, S.S. Chen, W. Wang and R. S. King // IEEE Trans. Systems Man Cybernet. 1992. – 22. - p. 103-114.
169. Айзерман М. А. Динамический подход к анализу структур, описываемых графами (основы графодинамики) / М. А. Айзерман, Л. А. Гусев, С. В. Петров,

- И. Н. Смирнова // I: Автоматика и телемеханика. – 1977. – №7. – С. 135–151. II: Автоматика и телемеханика. – 1977. – №9. – С. 123–136.
170. Юдицкий С.А. Графодинамическая триадная модель системы с дискретным управлением / С.А. Юдицкий, Л.В. Желтова, П.Н. Владиславлев // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, №10, 2010, С. 12-18.
171. Юдицкий С.А. Графодинамическое имитационное моделирование развития сетевых структур / С.А. Юдицкий // Управление большими системами, 2011, вып. 33, С. 21-34.
172. Юдицкий С.А. Графодинамическая автоматная модель разрешения конфликтов в организационных системах / С.А. Юдицкий // Управление большими системами, 2008, вып.23, С. 126-136.
173. Прокопенко Т.О. Комплексна модель стратегічного управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності/ Т.О. Прокопенко // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2013. - №7. - С.55 -60.
174. Юдицкий С.А. Технология выбора целей при проектировании бизнес - систем / С.А. Юдицкий, П.Н. Владиславлев // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2002. - №12. – с.60 –64.
175. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 150 с.
176. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
177. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – К.: Наука, 1996. - 106 с.
178. Борисов А.Н., Алексеев А.В. Меркурьев Г.В. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьев. - М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
179. Zadeh L.A. Uncertainty in Knowledge Base / L.A. Zadeh, R.R.Yager // Berlin: Springer-Verlag. 1991. - 39-75 p.

180. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. / Под. ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 203 с.
181. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М.: Патент, 1996. – 271 с.
182. Владиславлев П.Н. Взаимодействие целевой и операционной динамических моделей сложных процессов / П.Н.Владиславлев, И.А. Мурадян, С.А. Юдицкий // Автоматика и телемеханика. – 2005. - №11. – С.126 – 134.
183. Carvalho J. P. Rule Based Fuzzy Cognitive Maps, A Comparison with fuzzy Cognitive Maps / J. P. Carvalho and J. A. B.Tome. Proceedings of the NAFIPS99, NY, USA. 1999.
184. Кульба В.В. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем / В.В. Кульба, Д.А. Кононов, С.С. Ковалевский, С.А. Косяченко, Р.М. Нижегородцев, И.В. Чернов / Институт управления им. В.А. Трапезникова РАН. – М., 2002. – 220 с.
185. Харари Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М.: Мир, 1973. – 231 с.
186. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. - 264 с.
187. Gorban A. N. Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction, Series: Lecture Notes in Computational Science and Engineering 58/ Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Y. (Eds.). Springer, Berlin — Heidelberg — New York, 2007, XXIV, 340 p. 82 illus. ISBN 978-3-540-73749-0
188. Радченко С. Г. Методология регрессионного анализа: Монография / С. Г. Радченко. – К.: «Корнийчук», 2011. — С. 376. — ISBN 978-966-7599-72-0.
189. Кендалл М. Многомерный статистический анализ и временные ряды. / М. Кендалл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1976. — 736 с.
190. Прокопенко Т.О. Моделювання оцінювання впливів факторів на показники ефективності організаційно-технологічних об'єктів з врахуванням сезонності виробництва/ Т.О. Прокопенко, В.І.Куліш // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. - №6/6 (26). – С.15 – 17.

191. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Кроумберг, И. П. Федоров. – Рига: Зинатве, 1990. – 184 с.
192. Никонов В. Управление рисками: Как больше зарабатывать и меньше терять / В. Никонов. – Альпина Паблишер, 2009 г. - 285с.
193. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент. Принципы и методики / А. Дамодаран. – Вильямс, 2010. - 496 с.
194. Энциклопедия финансового риск-менеджмента. 2-е изд., испр. и доп. Под ред. А.А. Лобанова, А.В. Чугунова. – Москва : «Альпина Бизнес Букс», 2005.-878с.
195. Prokopenko T.A. The impact analysis of uncertain factors on risk management / Т.А. Прокопенко, Lb. S. Chernova // Управління проектами: стан та перспективи: Матеріали 9 Міжнародної науково-практичної конференції. - Миколаїв: НУК, 2013. - - С.404-407.
196. Ladaniuk A. The model of strategic management of organizational and technical systems, taking into account risk-based cognitive approach / A. Ladaniuk, T. Prokopenko, V. Reshetiuk // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). – 2014. – № 63. – P.97 – 104.
197. Прокопенко Т.О. Модель стратегічного управління програмою. Тези доповідей ІХ міжнародної конференції „Управління проектами у розвитку суспільства ”. Тема: Управління програмами та проектами в умовах глобальної фінансової кризи.// Відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв, - К.: КНУБА, 2012.- С.178 -179.
198. Прокопенко Т.О. Модель стратегічного управління в проектно-орієнтованій діяльності цукрового підприємства. Автоматика/ Automatics – 2012. ХІХ Міжнародна конференція з автоматичного управління, 26 – 28 вересня 2012 року: матеріали конференції / Відп. за вип.. А.П.Ладанюк. – К: НУХТ, 2012. – С.121.
199. Прокопенко Т.О. Особливості стратегічного управління проектами в класі організаційно-технічних систем. Тези доповідей Х міжнародної конференції „Управління проектами у розвитку суспільства ”. Тема: Управління програмами

та проектами в умовах глобалізації світової економіки.// Відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв, - К.: КНУБА, 2013.- С.203 -204.

200. Семко І.Б. Аналіз ризиків портфеля проектів енергетичної галузі./ І.Б. Семко, Т.О. Прокопенко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. - №1/10(61). – С.125 -127.
201. Прокопенко Т.О. Застосування методу аналізу сценаріїв в експертизі проектів. Тези доповідей VIII міжнародної конференції „Управління проектами у розвитку суспільства ”. Тема: Управління програмами приватно-державного партнерства з метою стабілізації розвитку України.// Відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв, - К.: КНУБА, 2011.- С.175.
202. Прокопенко Т.О. Технологія вибору цілей інвестиційного проекту. Тези доповідей VII міжнародної конференції „Управління проектами у розвитку суспільства”. Тема: Управління цінністю проектів та програм розвитку організацій.// Відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв, - К.: КНУБА, 2010.- С.164.
203. Лега Ю.Г. Багатоагентний підхід до побудови імітаційної моделі стратегічного управління організаційно-технічними системами в умовах невизначеності / Ю.Г. Лега, Т.О. Прокопенко // Вісник ЧДТУ. – 2013. - №2. – С 7 - 12.
204. Юдицкий, С.А. Алгебраическое представление модели многоагентных сетей/ С.А. Юдицкий // Управление большими системами. – 2011. - вып. 34. - С. 30-45.
205. Прокопенко Т.О. Концепція мультиагентної інформаційної системи управління проектом в умовах невизначеності / Т.О. Прокопенко, Ю.І. Урецька // Вісник НТУ «ХПІ» - 2014. - №2 (1045). – С.65 – 69.
206. Salamon T. Design of Agent-Based Models : Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes / Tomas Salamon. Bruckner Publishing. 2011. - 220 p. ISBN 978-80-904661-1-1.
207. Борисов В.В. Мультиагентное моделирование сложных организационно-технических систем в условиях противоборства / В.В. Борисов, В.В. Сысков // Информационные технологии. - 2012. - № 4. - С.7 -14.

208. Fasli, M. Agent-technology for E-commerce / Maria Fasli . John Wiley & Sons. - 2007.- 480 p.
209. Прокопенко Т.А. Информационная модель управления технологическими комплексами непрерывного типа в классе организационно-технических систем / Т.А. Прокопенко, А.П. Ладанюк // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2014. - №5. – С.64 – 70.
210. Letichevsky, J. Basic Protocols, Message Sequence Charts, and the Verification of Requirements Specifications/ J. Letichevsky, A. Kapitonova, Jr. Letichevsky, V. Volkov, S. Baranov, V.Kotlyarov, T. Weigert. // Computer Networks. 2005. - 47.- P. 662-675.
211. Ван дер Варден Б.Л. Алгебра / Под редакцией Мерзлякова Ю. И. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. - 623 с.
212. Затуливетер Ю. С. Многоагентная модель управления сложными организационными системами./ Ю. С. Затуливетер, И. И. Ижов, С. А. Юдицкий // Автоматика и телемеханика, - 2001. - № 3, - С. 129 – 142.
213. Прокопенко Т.О. Комплексний метод управління організаційно-технологічними об'єктами з врахуванням сезонності виробництва та ризиків / Т.О. Прокопенко // Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 25 листопада 2015 р. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2015 р. – С.207 – 208. Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>.
214. Юдицкий С.А. Алгебра потоковособытий и сети Петри – язык потокового моделирования многоагентных иерархических систем / С.А. Юдицкий, Е.Г. Радченко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2004, №9, С. 61 – 66.
215. Гильберт Д. Основы теоретической логики / Д. Гильберт, В. Аккерман. – М.: Изд. группа URSS. 2010. – 304 с.
216. Грей П. Логика, алгебра и базы данных. – М.: Машиностроение, 1989. – с.187.



217. Прокопенко Т.О., Данченко О.Б., Башманова О.О. Бази та банки даних проектного менеджменту: : посібник для студентів спеціальності 8.18010013 – Управління проектами освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» / Авт.: .О. Прокопенко, О.Б. Данченко, Башманова О.О.; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2013, 50 с.
218. Навчально-методичні матеріали до виконання розрахунково-графічної (контрольної) роботи з дисциплін „Інформаційні системи і технології в менеджменті” та „Інформаційні системи і технології в управлінні підприємством” для студентів спеціальностей 7.050107 та 7.050201 / Укл.: Ю.М.Тесля, О.Б.Данченко, Т.О.Прокопенко. – Черкаси, ЧДТУ, 2005. – 59 с.
219. Прокопенко Т.О. Деякі аспекти розробки інформаційної технології обліку в корпоративних системах цукрового виробництва / Т.О. Прокопенко, Ю.О. Ковтун // АСУ и ПА. – 2005. - №133. – С.119 – 124
220. Лега Ю.Г. Концепція програми розвитку галузі цукрової промисловості України. / Ю.Г. Лега, Т.О. Прокопенко, О.Б. Данченко // Вісник ЧДТУ. – 2010. - №4. - С.25 – 31.
221. Заєць О.С. Ринок цукру в Україні. Проблеми створення, функціонування та розвитку / О.С. Заєць. [2-ге вид.]. – К.: Наук. думка, 2003. – 385 с.
222. Сапронов А.Р. Общая технология сахара и сахаристых веществ / А.Р. Сапронов, А.И. Жушман, В.А. Лосева. – М.: Агропромиздат, 1990. – 397 с.
223. Домарецький В.А. Технологія харчових продуктів/ В.А. Домарецький, М.В. Остапчук, А.І. Українець. – К.: НУХТ, - 2003. – 569 с.
224. Гулый И.С. Физико – химические процессы сахарного производства / И.С. Гулый, В.М. Лысянский, Л.П. Рева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 264 с.
225. Борщевський П.П. Соціально-економічні системи продуктивних сил регіонів України / С.І. Дорогунцов, Л.Г. Чернюк, П.П. Борщевський. – К.: Нічлава, 2002. – 690 с.
226. Імас Є.В. Формування та розвиток цукробурякового підкомплексу в Україні: [монографія] / Є.В. Імас. – К.: ІАЕ УААН, 1999. – 352 с.

227. Коденська М.Ю. Тенденції розвитку і напрями активізації інвестування цукробурякового виробництва / М.Ю. Коденська // Економіка АПК. – 2010. – № 2. – С.74–78.
228. Прокопенко Т.О. Математична модель оперативної оцінки ефективності функціонування цукрового підприємства. / Т.О. Прокопенко, Ю.Г. Лега, Ю.О. Ковтун // Вісник ЧДТУ. – 2006. - №1. - С.55 – 59
229. Прокопенко Т.О. Оцінка фінансового стану цукрового підприємства. / Т.О. Прокопенко, В.А. Ковтун // Збірник наукових праць ЧДТУ. Серія: Економічні науки – 2007. - Випуск 18, Частина III. – С.199 – 202.
230. Прокопенко Т.О. Управление рисками технологического комплекса сахарного завода / Т.О. Прокопенко, Ю.Г. Лега, Ю.И. Молотилин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2014. - № 2-3. - С. 110 – 112.
231. Прокопенко Т.О. Аналіз методів оцінки ефективності інвестиційних проектів / Т.О. Прокопенко, В.М. Купець, А.А. Лисенко // Управління проектами: стан та перспективи: Матеріали 8-ї науково практичної конференції. – Миколаїв : НУК, 2012. – С.163 -164.
232. Прокопенко Т.О., Ковтун Ю.О. Особливості застосування багатокритеріального методу оптимізації за Парето для цукрових підприємств в складі корпорації Зб.пр. 5-ї Всеукраїнської конференції “Інформаційні технології в науці, освіті і техніці” (ІТОНТ – 2006).- Черкаси. –2006. – С. 41
233. Данченко Е.Б., Прокопенко Т.А. Подходы к управлению отклонениями в проекте. Управління проектами: стан та перспективи: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв: НУК, 2010. – С.93 – 96.
234. Прокопенко Т.О. Розробка математичної моделі управління цукровими підприємствами в складі корпоративної інформаційної системи. / Т.О. Прокопенко, Ю.Г. Лега, Ю.О. Ковтун // Вісник ЧДТУ. – 2005. - №2. - С.41-43
235. Лега Ю.Г. Розробка математичної моделі оптимізації управління цукровими підприємствами в складі корпоративної інформаційної системи / Ю.Г.Лега, Т.О. Прокопенко, Ю.О.Ковтун // Вісник ЧДТУ. – 2006. - №2.- С.36 – 40.

236. Прокопенко Т.О. Закупівлі і контракти в проектах : посібник для студентів спеціальності 8.18010013 – Управління проектами освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» / Авт.: .О. Прокопенко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2013, 63 с.
237. Прокопенко Т.О. Концептуальний підхід до розробки інтелектуальної інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу / Т.О. Прокопенко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», 27 листопада 2014. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2014 р. – С.148 – 149.
238. Ладанюк А.П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [текст] монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д.Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
239. Зігунов, О.М. Аналітичні задачі підсистеми технологічного моніторингу дифузійного відділення цукрового заводу / О.М. Зігунов, В.Д. Кишенько // Цукор України. – 2012. - №6 -7(78-79). – С.32 – 37.
240. Давнис, В.В. Прогнозные модели экспертных предпочтений: Монография / В.В. Давнис, В.И. Тинякова. – Воронеж: Изд-во Воронеж, гос. ун-та, 2005. – 248 с.
241. Зігунов, О.М. Технологічний моніторинг при сценарному керуванні виробничими процесами/ О.М. Зігунов, В.Д. Кишенько // Вісник НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП». – 2012. - №44. – С.25 – 36.
242. Погодаев, А.К. Адаптация и оптимизация в системах оптимизации и управления : Монография / А.К Погодаев, С.Л. Блюмин. – Липецк: ЛЭГИ, 2003. – 128 с.
243. Законодавство України про стандартизацію, метрологію і сертифікацію: закони і законодавчі акти/ Редкол.: В.С. Ковальський (гол.), В.Г. Гончаренко та ін.. - К.: Юрінком Інтер, 2003. - 446 с.

244. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии Уч. пособие. — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. — 304 с.
245. Барабанова О.А. Семь инструментов контроля качества. — М.: ИЦ «МАТИ» - РГТУ им. Циолковского, 2001. — С. 88.
246. Шумигай Д.А. Алгоритми координації підсистем технологічних комплексів з використанням еталонних моделей / Д.А. Шумигай, А.П. Ладанюк // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. - №6/3(48). – С. 24 – 26.
247. Уилер Дональд, Чамберс Дэвид. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта = Understanding Statistical Process Control. — М.: «Альпина Паблицер», 2009. — С. 310. — ISBN 978-5-9614-0832-4.
248. Лapidус В.А. Система Шухарта - Н.Новгород: ООО СМЦ "Приоритет", 2004. - 65 с. - ISBN 5-98366-010-1
249. Шухарт У.А. Экономический контроль качества произведенного продукта / Вэн Ноустренд К., Нью-Йорк, - 1931. - 50 с.
250. ГОСТ Р 50779.40-96 Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение
251. ГОСТ Р 50779.41-96 Статистические методы. Контрольные карты средних арифметических с предупреждающими границами
252. ИСО 7966-93\* Приемочные контрольные карты
253. Нельсон Л.С. Контрольные карты Шухарта - Тесты на особые случаи/Журнал «Технологии качества», 16, № 4, октябрь 1984, - с. 237 - 239
254. Нельсон Л.С. Интерпретация контрольных карт Шухарта. Журнал «Технологии качества», 17, № 2, апрель 1985, - с. 114 - 116
255. Дарелл Хафф. Как лгать при помощи статистики = How to Lie with Statistics. — М.: Альпина Паблицер, 2015. — 163 с. — ISBN 978-5-9614-5212-9.
256. Загальна теорія статистики: Статистична методологія до вивчення комерційної діяльності /Під ред.О.Э.Башиной, А.А.Спирина. - М.: Фінанси і статистика, 2008. - 298 з.

257. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика / А. И. Кобзарь — М.: Физматлит, 2006. — 816 с.
258. Анзимов, Л.В. SCADA Trace Mode – Новые технологии для современных АСУ ТП. – Автоматизация в промышленности. – 2007. - №4. – С.53- 54.
259. Прокопенко Т.О. Комп'ютерно-інформаційна система управління ризиками складних технологічних об'єктів / Т.О. Прокопенко, В.І. Куліш // Управління проектами: стан та перспективи: Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. - Миколаїв: НУК, 2014. – С.229 - 231.
260. Прокопенко Т.О. Концептуальна блочно – модульна модель корпоративної інформаційної системи підприємств цукрової промисловості / Т.О. Прокопенко, Ю.О. Ковтун //Зб. пр.15 – ї наукової сесії наукового товариства ім. Шевченка у Черкасах. – Черкаси. – 2005. –С.77-76.
261. Прокопенко Т.О. Використання методів ситуаційного аналізу в управлінні проектами з врахуванням сезонності виробництва/ Т.О. Прокопенко, О.В. Коломицева // Вісник НТУ «ХПІ» - 2016. - №2 (1174). – С.41 – 44.
262. Прокопенко Т.О. Інформаційна технологія статичного визначення цілей з врахуванням сезонності виробництва / Т.О. Прокопенко, В.І. Куліш // ICASIT-2015: матеріали 3-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління та інформаційних технологій, м. Київ., 11- 13 грудні 2015 р. – К., 2015. – С.152 -155.
263. Beynon-Davies P. Business Information Systems / P. Beynon-Davies. Palgrave Macmillan. - 2009.- 512 p.
264. Кузьмин И.В. Основы теории информации и кодирования / И.В. Кузьмин, В.А.Кедрус. – 2-е изд., перераб и доп. – К.: Вища шк., 1986. – 283 с.
265. Функционально-стоимостный анализ в управлении проектами наукоемких предприятий : Монография / Е.Б. Данченко, Л.С. Чернова, Д.И. Бедрий, Е.В. Погорелова, А.И.Мазуркевич. – Днепропетровск: “ІМА-Press”, 2011. – 237 с.
266. Боровська Т. М. Моделювання і оптимізація процесів розвитку виробничих систем з урахуванням використання зовнішніх ресурсів та ефектів освоєння: монографія / [Т. М. Боровська, С. П. Бадьора, В. А. Северілов, П. В. Северілов]; за заг. ред. Т. М. Боровської. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 255 с.

267. Ярошенко Ф.А. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний P2M / Ф.А. Ярошенко, С.Д. Бушуев, Х. Танака. - К.: 2011. – 268 с.
268. Бушуев С.Д. Креативные технологии управления проектами и программами: Монография / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев, В.Б. Яковенко, Е.В. Гриша, С.В. Дзюба, А.С. Войтенко. – К.: «Саммит-Книга», 2010. – 768 с.
269. Саукап Рои. Основы Microsoft SQL Server 6.5/ Р. Саукап // М.: Издательский отдел -Русская редакция» ТОО «Channel Trading Ltd». — 1999.
270. Ильин В.В. Реинжиниринг бизнес-процессов с использованием ARIS / В.В. Ильин. - М. и др.: Вильямс, 2008. - 249 с.
271. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
272. Ларичев О. И. Наука и искусство принятия решений / О. И. Ларичев. – М.: Наука, 1979.
273. Воробьев С. Н. Управленческие решения / С. Н. Воробьев, В. Б. Уткин, К. В. Балдин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 496 с.
274. Багаутдинов З.З. Моделирование и оценивание эффективности комплекса мероприятий на основе алгебры нечетких чисел/ З.З. Багаутдинов, А.С. Гейда, И.В. Лысенко // Известия вузов. Приборостроение.- 2008.- №. 1.- С. 12–23.
275. Малишевский А.В. Качественные модели в теории сложных систем / А.В. Малишевский. – М.: Наука, 1998. – 528 с.
276. Колесов Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы./ Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 224 с.
277. Саати, Т. Аналитическое планирование. / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
278. Ансоф И. Стратегическое управление / И. Ансоф. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
279. Кононов Д.А. Формализованные сценарии и структурная устойчивость сложных систем (синергетика и аттрактивное поведение) / Д.А. Кононов, С.А. Косяченко, В.В. Кульба. – М.: ИПУ РАН, 1998. – 288с.

280. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами. Теория системного синтеза / А.А. Колесников. – М.: Едиториал УРСС: КомКнига, 2006. - 240 с.
281. Трахтенгерц Э.А. Представление знаний в экспертных системах / Э.А. Трахтенгерц // Информатика за рубежом. – Август 1989. – с. 1 – 25.
282. Вагин В.Н. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 704 с.
283. Дюбуа Д. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний и информатике: Пер. с фр / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
284. Тесля, Ю. Н. Введение в информатику природы [Текст] : монография / Ю. Н. Тесля. — К. : Маклаут, 2010. — 255 с.
285. Порев Г. В. Методи та засоби побудови інформаційних технологій на основі територіально розосереджених сервіс-орієнтованих однорангових мереж.- Дисертація д-ра техн. наук: 05.13.06, Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця, 2013.- 398 с.
286. Павленко В.Д. Методи та інструментальні засоби інформаційної технології діагностування на основі моделей Вольтерра. - Дисертація д-ра техн. наук: 05.13.06, Одеськ. нац. техн. ун-т. - Одеса, 2012.- 427 с.
287. Beaufils B.Reputation games and the dynamics of exchange network/ B. Beaufils, O. Branouy. Lille: University of Science and Technology, 2004. – 22 p.
288. Byars L.L. Human resource management / L.L. Byars, W.R. Leslie. Boston: Homewood, 1991. – 545 p.
289. Campbell D.E. Incentives, motivation and economic information / D.E. Campbell. Cambridge University Press, 1995. – 355 p.
290. Chappels R. Financially Focused Project Management. / R. Chappels, M.Thomas . J. Ross Publishing, 2004. – 312 p.
291. Phillips J.J The project management scorecards / J.J. Phillips, T.W. Bothell, G.L. Snead. Amsterdam: Elseiver, 2003. – 353 p.

292. Hiam A. Motivating and rewarding employees/ A. Hiam. Massachusetts: Adams Media Corporation, 2001. – 320 p.
293. Posner R.A. Social norms: an economic approach / R.A. Posner. American Economic Review. 1997. Vol. 87. № 2. P. 365 – 369.
294. Rampersad K.H. Total performance scorecard / K.H. Rampersad . Amsterdam: Elsevier, 2003. – 330 p.
295. Rumizen M.C. Knowledge management / M.C. Rumizen. N.Y.: Alpha, 2002. – 315 p.
296. Steen E.V. On the origin of shared beliefs (and corporate culture) / E.V. Steen. MTI Working paper, 2003. – 25 p.
297. Sun R. Cognition and Multi-Agent Interaction: From Cognitive Modeling to Social Simulation / R. Sun. Cambridge University Press, 2005 — 448 p. ISBN 0-521-83964-5.
298. Flyvbjerg B. "Why Your IT Project May Be Riskier Than You Think" / Bent Flyvbjerg , Alexander Budzier // Harvard Business Review, 2011. - vol. 89, no. 9. - pp. 601-603
299. Leondes Expert systems: the technology of knowledge management and decision making for the 21st century / Leondes, T. Cornelius // 2002. - pp. 1–22
300. Kendal, S.L. An introduction to knowledge engineering / S.L. Kendal, M. Creen. London: Springer. – 2007.- 300 p.
301. Ларман, Крэг. Применение UML и шаблонов проектирования. 2-е издание. : Пер. с англ. Крэг Ларман / М. : Издательский дом "Вильямс", 2004. — 624 с.
302. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений / Э.А. Трахтенгерц. М.: Синтег, 1998. – 376 с.
303. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language (2nd Edition) / Martin Fowler, Kendall Scott. Addison-Wesley Pub Co. – 1999.- 185 p.
304. Allemang D. Semantic web for the working ontologist: modeling in RDF, RDFS and OWL / D.Allemang . Amsterdam; Boston: Morgan Kaufmann Publishers / Elsevier. -2008.- 352 p.



305. Smith B. Beyond Concepts: Ontology as Reality Representation / B. Smith // Proc. of Intern. Conf. on Formal Ontology and Information Systems, Turin, -2004.- 4–6 November.- P. 73–84.
306. Chappell D. Professional ebXML foundations / D. Chappell. Berkeley Calif.: Apress.-2004.- 697 p.
307. Fishwick P. Handbook of dynamic system modeling / P. Fishwick . Boca Raton: Chapman & Hall/CRC. 2007.- 1024 p.
308. Greasley A. Enabling a simulation capability in the organization / A. Greasley. L.: Springer. - 2008. - 152 p.
309. Gronback R. Eclipse modeling project: a domain-specific language toolkit / R. Gronback. Upper Saddle River NJ: Addison-Wesley.- 2009. - 736 p.
310. Hebel J. Semantic Web programming / J. Hebel. Indianapolis IN: Wiley. - 2009.- 648 p.
311. Hruby P. Model-driven design using business patterns / P. Hruby. Berlin, N. Y.: Springer-Verlag. - 2006.- 388 p
312. Kallrath J. Modeling languages in mathematical optimization / J. Kallrath. Boston: Kluwer Academic Publishers. - 2004. - 440 p.
313. Kelly S. Domain-specific modeling: enabling full code generation / S.Kelly. Hoboken N.J.: Wiley-Interscience; IEEE Computer Society. - 2008. - 427 p.
314. Marmanis H. Algorithms of the intelligent Web / H. Marmanis. Greenwich CT: Manning. - 2009. -368 p.
315. Nilsson J. Applying domain-driven design and patterns: with examples in C# and .NET / J. Nilsson. Upper Saddle River NJ: Addison-Wesley. - 2006. - 528 p.
316. Watson M. Scripting intelligence: Web 3.0 information gathering and processing / M. Watson. Berkeley CA; New York: Apress; Distributed to the book trade worldwide by Springer-Verlag New York. - 2009. - 392 p.
317. Zack M.H. Knowledge and strategy / M.H. Zack. Boston: Butterworth Hendemann. -1999.- 312 p.
318. Efraim T. Decision Support Systems and Intelligent Systems / Efraim Turban, Jay E. Aronson, Ting-Peng Liang. 2008. - p. 574.

319. Burstein, F. Handbook on Decision Support Systems / F. Burstein, C. W. Holsapple.  
Berlin: Springer Verlag. - 2008.- 856 p.
320. <http://www.intuit.ru/studies/courses/13833/1230/lecture/24081>

***ДОДАТКИ***

## Показники виробництва продукції на ПАТ «Азот» за 2015 рік

Назва продукції	Од. виміру	План	Факт	% виконання плану	План	Факт	% виконання плану	План	Факт	% виконання плану	План	Факт	% виконання плану	План	Факт	% виконання плану
		1 квартал			2 квартал			3 квартал			4 квартал			Всього за рік		
Аміак	тис.т.	109,35	109,85	100,46	110,25	111,3	100,95	102,85	103,9	101,02	111,78	112,6	100,73	434,23	437,65	100,79
Аміачна вода	тис.т.	19,88	19,98	100,5	20,2	20,23	100,15	20,3	20,5	100,99	7,2	7,5	104,17	67,58	68,21	100,93
Слабка азотна кислота	тис.т.	220,86	221,29	100,19	212,43	215,45	101,42	210,4	212,5	101	221,06	223,2	100,97	864,75	872,44	100,89
Амселітра	тис.т.	230,66	232,33	100,72	232,4	235,3	101,25	221,5	226,7	102,35	262,45	265,45	101,01	947,35	959,78	101,31

### Основні показники роботи при переробці цукрових буряків урожаю 2013 року

Облформування, області	Заготівля буряків, т.т	Цукр.бу- ряків при прийм., %	Переробл. буряків т.т	Цукрист. стружки %	Втрати сир.при збер. %	Виробле- но цукру, т.т.
Поділляцукор	2331,234	15,91	2777,607	15,52	2,30	296,633
Волинська обл.	437,142	17,11	431,237	16,69	1,35	58,569
Житомирська обл.	307,580	16,49	305,867	16,32	0,56	42,601
Київська обл.	683,384	16,19	666,003	15,70	2,54	88,865
Кіровоградська	273,997	15,56	266,895	14,76	2,59	31,297
Львівська обл.	929,755	17,68	929,755	17,56	-	134,278
Миколаївська обл.	133,436	15,63	132,837	15,54	0,45	17,178
Полтавська обл.	1324,326	16,47	1311,796	16,32	0,95	182,835
Тернопільська обл.	999,837	15,67	976,543	15,54	2,33	129,107
Харківська обл.	300,164	15,87	294,779	15,59	1,79	37,826
Хмельницька обл.	914,043	16,32	896,365	15,97	1,93	120,158
Черкаська обл.	372,690	15,79	367,161	15,38	1,48	46,372
Чернігівська обл.	210,822	15,87	204,446	15,51	3,02	26,415
<b>Укрцукор</b>	<b>9218,411</b>	<b>16,26</b>	<b>9061,292</b>	<b>15,96</b>	<b>1,70</b>	<b>1212,135</b>

Таблиця А.3

Динаміка зміни сумарної виробничої потужності працюючих цукрових заводів

Рік	Задіяна потужність, тис. тонн
2000	404,4
2001	413,4
2002	364,1
2003	338,1
2004	340,8
2005	328,6
2006	330,3
2007	312,0
2008	218,5
2009	180,5
2010	224,6
2011	240,2
2012	212,9
2013	137,4

## Інтегровані компанії, на яких вироблено 83,7% цукру в 2013 році

Назва цукровиробника	Кіль-ть цукро-заводів, штук	Переробл. цукрових буряків, тис. тонн	Вироб-ництво цукру, тис.тонн	% до вироб-ництва цукру
ТОВ «Фірма Астарта-Київ»	7	2186,8	305,336	25,20
ТзОВ «Радехівський цукор»	2	1281,4	182,542	15,06
ТОВ «Група Агропродінвест»	2	1193,6	160,181	13,21
Група компаній «Мрія»	3	625,0	80,844	6,67
Агрофірма «Світанок»	2	529,9	75,069	6,19
ТОВ "Подільські цукроварні"	3	393,7	47,687	3,93
ПАТ «Гнідавський ц/з»	1	331,2	45,448	3,75
ТОВ«Панда»	1	333,3	42,300	3,48
ТОВ «Галс-ЛТД»	2	317,8	40,940	3,38
ПАТ "Теофіпольський ц/з"	1	275,4	34,560	2,85
Всього інтегровані компанії	24	7468,1	1014,907	83,7
Заводи не інтегровані в компанії	14	1593,2	197,228	16,3
<b>Разом по Україні</b>	<b>38</b>	<b>9061,3</b>	<b>1212,135</b>	<b>100,0</b>

## Коефіцієнт заводу в розрізі областей

Області	2013 р.	2012 р.
Вінницька	83,73	83,66
Волинська	80,85	79,71
Житомирська	85,23	84,84
Київська	84,82	83,54
Кіровоградська	79,62	80,89
Львівська	82,20	76,06
Миколаївська	83,01	-
Полтавська	85,24	84,84
Тернопільська	84,82	81,55
Харківська	82,48	82,35
Хмельницька	83,74	83,41
Черкаська	81,87	82,79
Чернігівська	83,30	81,83
<b>Україна</b>	<b>83,64</b>	<b>82,75</b>



## Найбільші світові виробники цукру у 2012/2013 МР

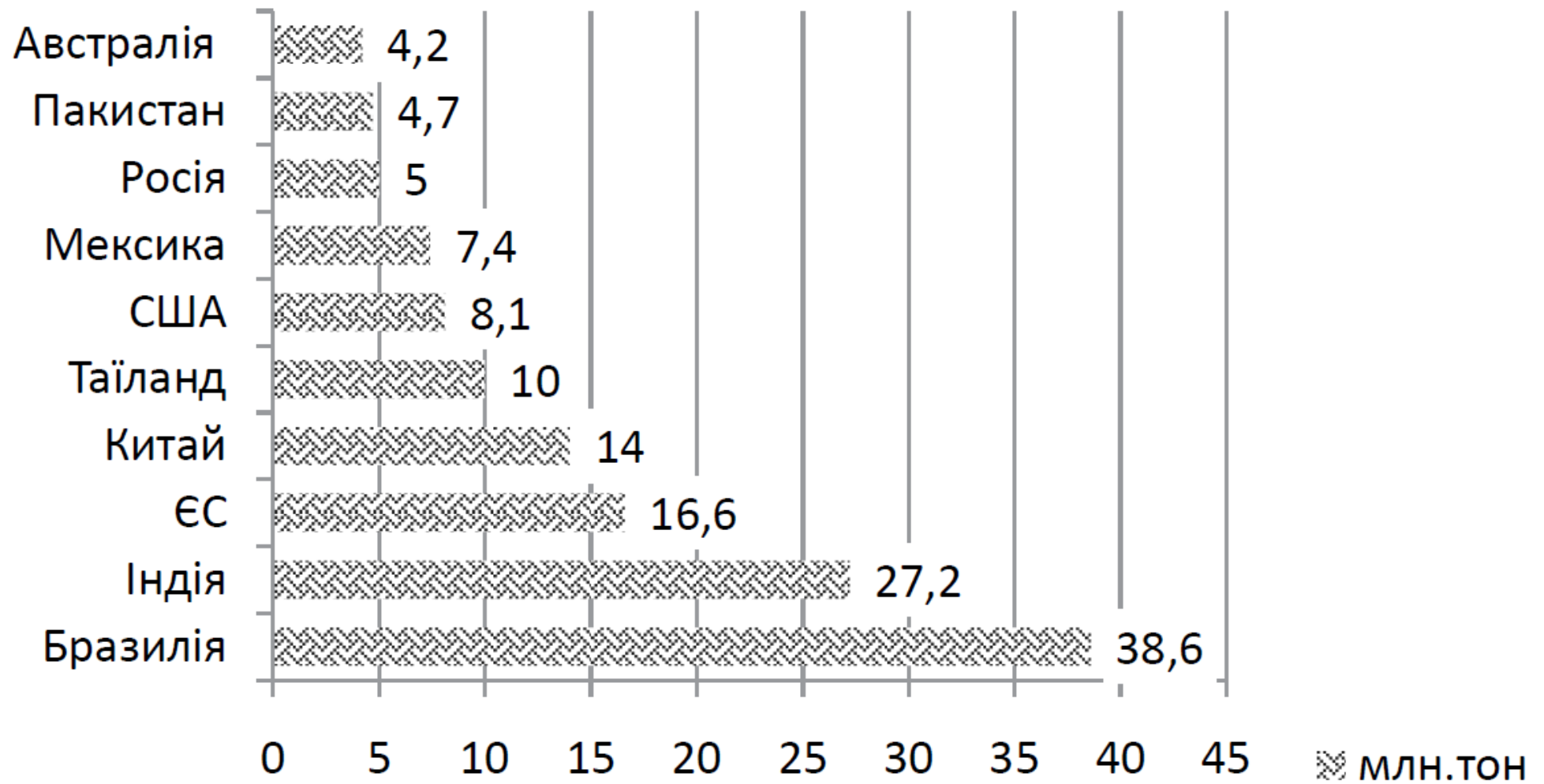


Рисунок А.1

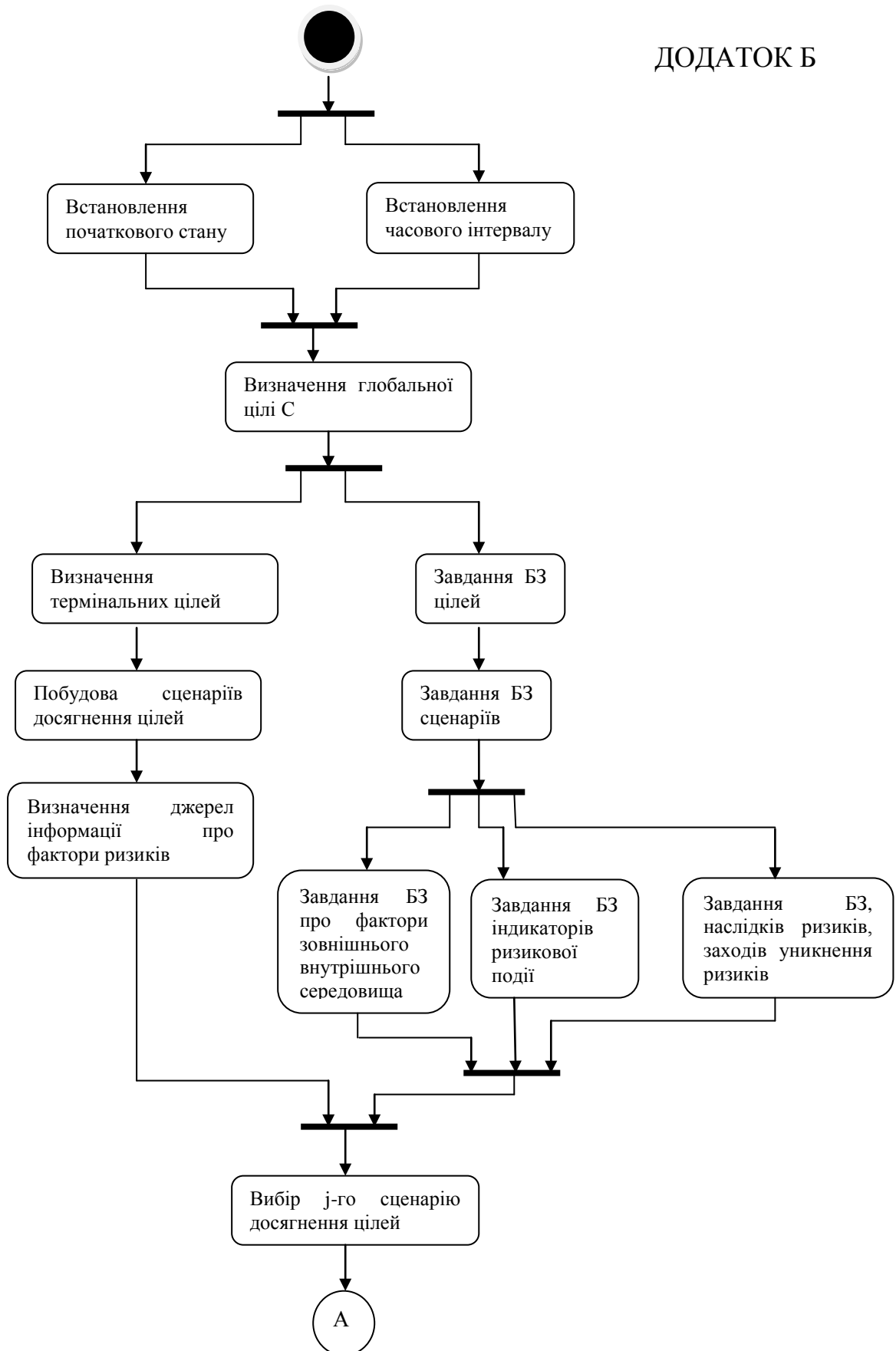
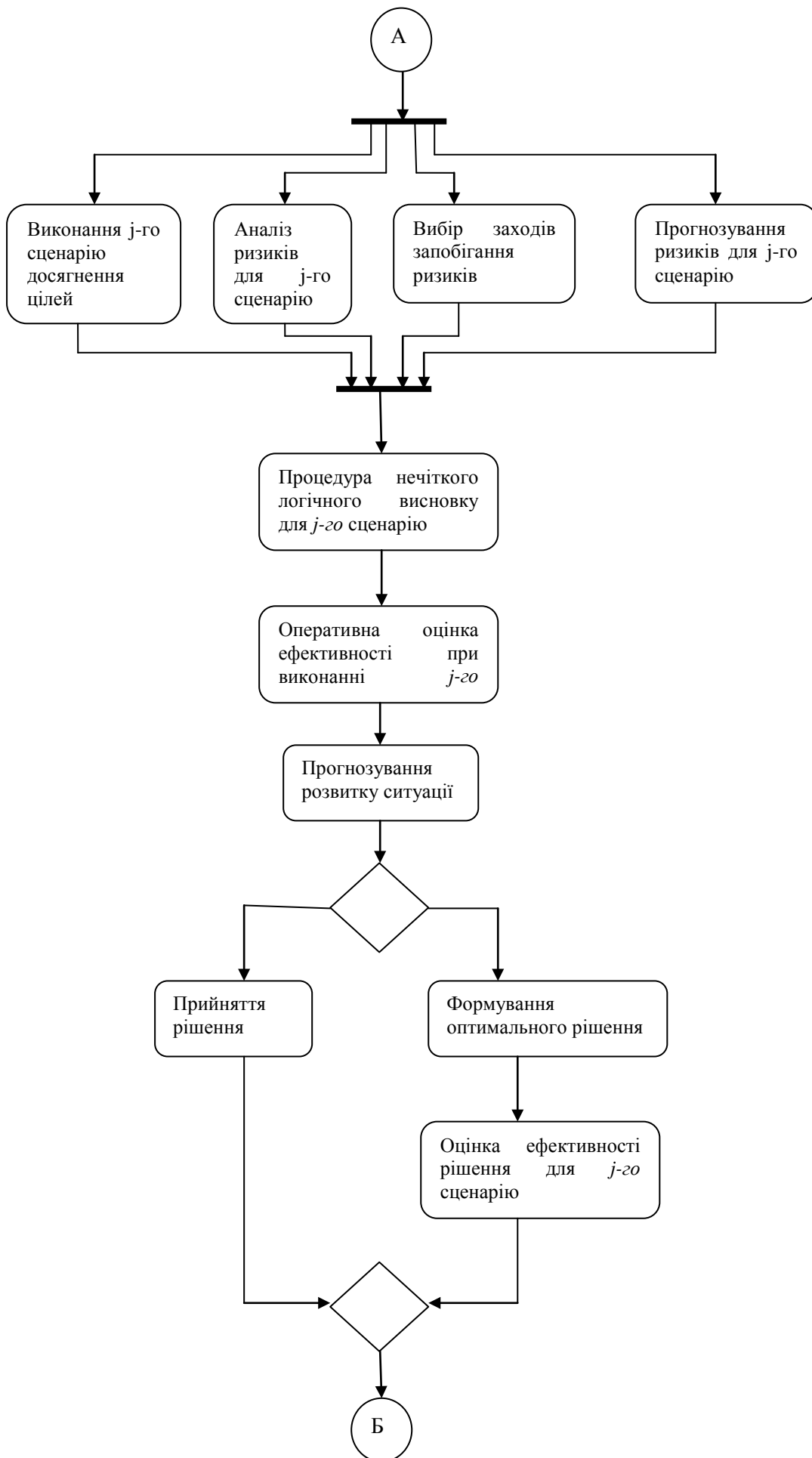
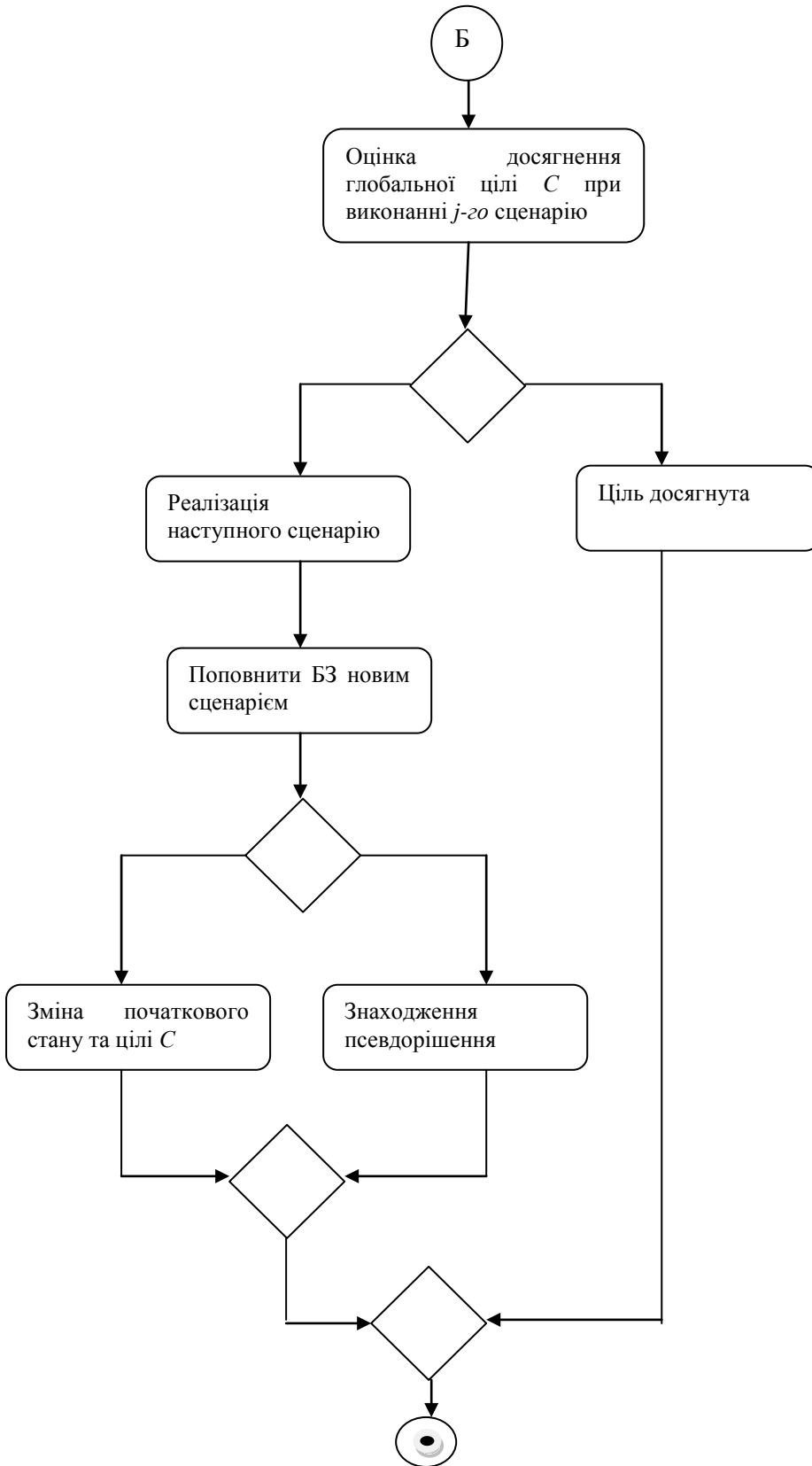


Рисунок Б.1. UML діаграма комбінованого методу управління складними організаційно-технологічними об'єктами в умовах невизначеності та ризиків





## Можливі стратегічні рішення для ТК цукрового заводу

Позначення рішення	Опис рішення
$R_1$	Екстенсивний процес виробництва та збереження тенденції, що склалася.
$R_2$	Мобілізація “внутрішніх” резервів підприємства та дослідження технологічних відхилень у виробництві. Знизити високі втрати цукру на різних стадіях виробничого процесу шляхом уникнення аномалій технологічного процесу. При зберіганні буряків за рахунок природного та штучного вентилявання і проведення обробки сировини хімічними препаратами. високі втрати цукру при подачі буряків. При подачі буряків високі втрати цукру в транспортно-мийній воді обумовлені досить великим ушкодженням поверхні корнеплодів, в результаті чого відбувається вимивання цукру з ушкоджених тканин. Знизити високі втрати цукру на стадії дифузії за рахунок величини відбору соку, якості стружки, температури, часу знецукрення.
$R_3$	Досягти інтенсифікації виробництва та нарощення виробничої потужності, поліпшити якість продукції, досягти економії матеріальних ресурсів та інвестицій, витрат праці і підвищення її продуктивності шляхом реконструкції заводу. Включає наступні етапи: повну автоматизацію виробничого процесу, реконструкція станції дефекосатурації і фільтрації соків, реконструкція заводської схеми тепловикористання із застосуванням енергозберігаючих технологій.

Продовження табл. 1

$R_4$	Збільшити обсяг заготівлі цукрових буряків. Проаналізувати умови зберігання та транспортування сировини. Підвищити якість організації приймання та зберігання сировини, детально дотримуватись інструкцій по прийманні, зберіганні та переробці буряків. Удосконалити техніку та організацію приймання, зберігання та переробки буряків.
$R_5$	Збереження тенденції, що склалася, відносно якості сировини та умов її транспортування, організації приймання, зберігання та переробки буряків.
$R_6$	Впровадження нових та удосконалення діючих технологічних процесів, більш продуктивних машин та обладнання. Впровадити та застосувати ротаційні каменюпастки, дискові водовіддільники, обладнання для вловлювання та класифікації хвостиків.
$R_7$	Удосконалення автоматизації виробничих процесів та управління виробництвом, за рахунок використання мікропроцесорної системи управління на базі контролерів як на рівні операторських пультів управління, так і на рівні створення автоматизованих робочих місць для головних спеціалістів. Знизити витрати праці за рахунок покращення організації праці та впровадження нових технологій.
$R_8$	Раціональне використання води та зменшення кількості використання стічних вод, за рахунок використання удосконаленої системи оборотних вод першої категорії, що оснащена апаратами повітряного охолодження для конденсації вторинного пару з вакуум – апараті, що дозволяє зменшити їх кількість.

Продовження табл. 1.

$R_9$	Знизити втрати бурякомаси та цукру при прийманні та переробці в результаті тривалості виробництва за рахунок кращого використання виробничої потужності. Скоротити максимальні строки зберігання цукрових буряків, що сприяє зниженню втрат сировини при зберіганні. Врегулювати строки переробки цукрових буряків, що дозволить знизити втрати сировини при транспортуванні
$R_{10}$	Використати енерготехнологічну схему, що забезпечує роботу з мінімально необхідними питомими витратами тепла на переробку буряків. Вона направлена на удосконалення технологічного процесу, раціональне використання вторинного пара, а також ефективне використання низько потенційного тепла вторинних енергоресурсів.
$R_{11}$	Знизити витрати палива, вапнякового каміння та витрат праці на переробку буряків в результаті підвищення коефіцієнта використання потужності. Знизити витрати вапнякового каміння за рахунок контролю якості та кількості вапняку; покращити умови зберігання та підготовки шихти, дотримуватись режиму випалу.

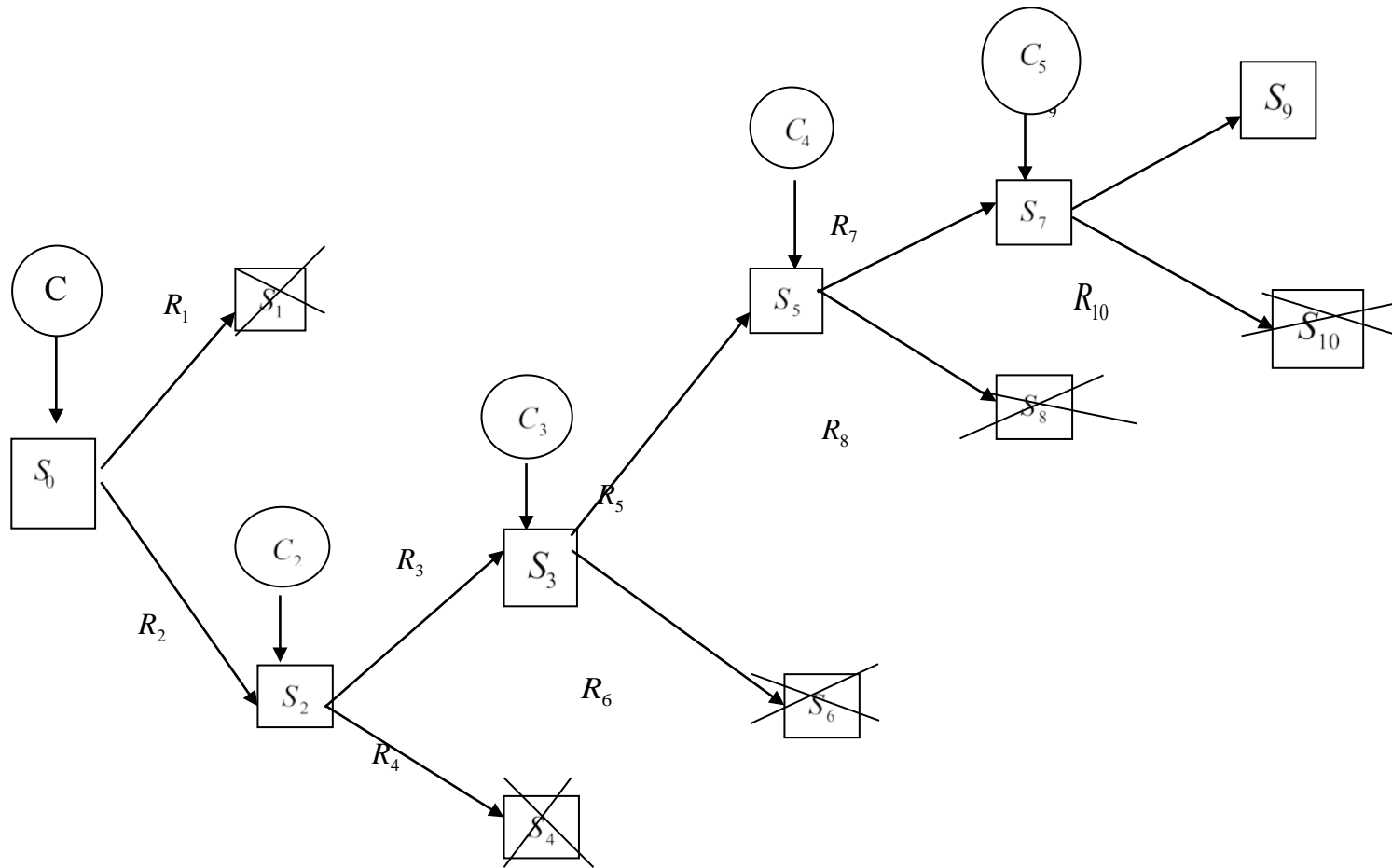


Рисунок В.1 – Діаграма стратегічного управління ТК неперервного типу



Таблиця В.1

## Прогнозні дані для альтернативного сценарію 1

декада	Перероблено буряку, т		Продуктивність, т				Вироблено цукру		ЦК буряка %	ЦК стружки, %	Втрати при зберіганні та трансп.	Вихід цукру, %		Втрати цукру у в-ві, %		Витрати умовного	
	від початку п/г	за декаду	план	від початку	%	за декаду	%	від початку				за декаду	від початку	за декаду	від початку	за декаду	палива, %
				п/г		ду		п/г	ду								
<b>Всього</b>	<b>534782</b>				<b>81212</b>				<b>16,47</b>	<b>16,32</b>	<b>0,22</b>	<b>13,81</b>	<b>13,80</b>	<b>0,60</b>	<b>0,56</b>	<b>3,76</b>	<b>3,98</b>
1	60933	60933	6000	6058	100,966	6058	100,966	7060	16,46	16,40	0,11	14,02	14,03	0,50	0,62	3,23	4,27
2	121689	60756	6000	6088	101,466	6088	101,466	14115,43	16,20	16,09	0,13	13,43	12,92	0,55	0,47	4,60	5,10
3	182004	60315	6000	6095	101,583	6095	101,58	21172,51	16,65	16,41	0,33	13,65	13,24	0,75	0,46	4,90	5,03
4	242024	60020	6000	6085	101,416	6085	101,416	28329,19	16,48	16,27	0,26	13,60	13,61	0,77	0,84	4,44	4,16
5	302209	60185	6000	6036	100,6	6036	100,6	35444,1	17,05	16,92	0,18	14,23	14,60	0,57	0,35	4,61	4,74
6	362400	60191	6000	6041	100,68	6041	100,68	42551,95	15,92	15,74	0,20	12,94	12,52	0,75	0,59	4,28	3,94
7	422446	60046	6000	6083	101,38	6083	101,383	48563,87	16,33	16,23	0,11	14,07	14,28	0,46	0,47	3,24	3,50
8	482462	60016	6000	6028	100,466	6028	100,466	55519,42	16,24	16,15	0,11	13,63	13,22	0,69	0,76	3,79	3,82
9	542982	60520	6000	6046	100,766	6046	100,766	62469,1	16,74	16,61	0,16	14,13	14,36	0,60	0,56	3,42	3,02
10	602983	60001	6000	6045	100,75	6045	100,75	69301,44	15,92	15,74	0,20	12,94	12,52	0,75	0,59	4,28	3,94
11	662985	60002	6000	6001	100,016	6001	100,016	75813,67	16,33	16,23	0,11	14,07	14,28	0,46	0,47	3,24	3,50
12	722987	60002	6000	6039	100,65	6039	100,65	82412,12	16,24	16,15	0,11	13,63	13,22	0,69	0,76	3,79	3,82

Таблиця В.2

## Прогнозні дані для альтернативного сценарію 2

декада	Перероблено буряку, т		Продуктивність, т				Вироблено цукру		ЦК буряка %	ЦК стружки, %	Втрати при зберіганні та трансп.	Вихід цукру, %		Втрати цукру у в-ві, %		Витрати умовного		
	від початку п/г	за декаду	план	від початку	за декаду	за декаду	від початку	за декаду				від початку	за декаду	від початку	за декаду	від початку	за декаду	палива %
				п/г					%	п/г	ду							
<b>Всього</b>	<b>618413</b>						<b>91065,88</b>			<b>16,47</b>	<b>16,32</b>	<b>0,22</b>	<b>13,81</b>	<b>13,80</b>	<b>0,60</b>	<b>0,56</b>	<b>3,76</b>	<b>3,98</b>
1	62933	62933	6300	6358	100,92063	6358	100,92063	9260	9260	16,51	16,40	0,11	14,02	14,03	0,50	0,62	3,23	4,27
2	125689	62756	6300	6388	101,39683	6388	101,39683	18515,43	9255,43	16,22	16,09	0,13	13,43	12,92	0,55	0,47	4,60	5,10
3	188004	62315	6300	6395	101,50794	6395	101,50794	27772,51	9257,08	16,74	16,41	0,33	13,65	13,24	0,75	0,46	4,90	5,03
4	251024	63020	6300	6385	101,34921	6385	101,34921	36929,19	9156,68	16,53	16,27	0,26	13,60	13,61	0,77	0,84	4,44	4,16
5	314209	63185	6300	6336	100,57143	6336	100,57143	46044,1	9114,91	17,10	16,92	0,18	14,23	14,60	0,57	0,35	4,61	4,74
6	376400	62191	6300	6241	99,063492	6241	99,063492	55151,95	9107,85	15,94	15,74	0,20	12,94	12,52	0,75	0,59	4,28	3,94
7	437446	61046	6300	6283	99,730159	6283	99,730159	64163,87	9011,92	16,34	16,23	0,11	14,07	14,28	0,46	0,47	3,24	3,50
8	497462	60016	6300	6328	100,44444	6328	100,44444	73119,42	8955,55	16,26	16,15	0,11	13,63	13,22	0,69	0,76	3,79	3,82
9	557982	60520	6300	6246	99,142857	6246	99,142857	82069,1	8949,68	16,77	16,61	0,16	14,13	14,36	0,60	0,56	3,42	3,02
10	618413	60431	6300	6234	98,952381	6234	98,952381	91065,88	8996,78	16,26	16,15	0,11	13,63	13,22	0,69	0,76	3,79	3,82

Таблиця В.3

## Прогнозні дані для альтернативного сценарію 3

декада	Перероблено буряку, т		Продуктивність, т				Вироблено цукру		ЦК буряка %	ЦК стружки, %	Втрати при зберіганні та трансп.	Вихід цукру, %		Втрати цукру у в-ві, %		Витрати умовного			
	від початку п/г	за декаду	план	від початку	за декаду	%	від початку	за декаду				від	за	від	за	палива, %	каміння, %		
				п/г			%	п/г	ду										
															пачатку	декаду	пачатку	декаду	
<b>Всього</b>	<b>126689</b>				<b>18622,43</b>				<b>16,47</b>	<b>16,49</b>	<b>0,22</b>	<b>14,27</b>	<b>14,27</b>	<b>0,60</b>	<b>0,56</b>	<b>3,47</b>	<b>3,89</b>		
1	62933	63933	6300	6358	100,92063	6358	100,92063	9327	9327	16,51	16,40	0,11	14,02	14,02	0,50	0,62	3,23	4,27	
2	126689	63756	6300	6388	101,39683	6388	101,39683	18622,43	9295,43	16,22	16,09	0,13	14,43	14,43	0,55	0,47	3,60	4,10	
3	190004	63315	6300	6395	101,50794	6395	101,50794	27919,51	9297,08	16,74	16,41	0,33	14,65	14,65	0,75	0,46	3,90	4,03	
4	253024	63020	6300	6385	101,34921	6385	101,34921	37176,19	9256,68	16,53	16,27	0,26	14,60	14,60	0,77	0,84	3,44	4,16	
5	316209	63185	6300	6336	100,57143	6336	100,57143	46421,1	9244,91	17,10	16,92	0,18	14,23	14,23	0,57	0,35	3,61	3,74	
6	379400	63191	6300	6341	100,65079	6341	100,65079	55628,95	9207,85	15,94	15,74	0,20	14,94	14,94	0,75	0,59	3,28	3,94	
7	442446	63046	6300	6383	101,31746	6383	101,31746	64820,87	9191,92	16,34	16,23	0,11	14,07	14,07	0,46	0,47	3,24	3,50	
8	505462	63016	6300	6328	100,44444	6328	100,44444	73976,42	9155,55	16,26	16,15	0,11	13,63	13,63	0,69	0,76	3,79	3,82	
9	568982	63520	6300	6346	100,73016	6346	100,73016	83126,1	9149,68	16,77	16,61	0,16	14,13	14,13	0,60	0,56	3,42	3,02	
10	632110	63128	6300	6339	100,61905	6339	100,61905	92134,88	9008,78	16,51	16,40	0,20	14,02	14,02	0,50	0,62	3,23	4,27	
11	62933	63933	6300	6358	100,92063	6358	100,92063	9327	9327	16,51	<b>16,32</b>	0,11	<b>14,27</b>	<b>14,27</b>	<b>0,60</b>	<b>0,56</b>	<b>3,47</b>	<b>3,89</b>	
12	126689	63756	6300	6388	101,39683	6388	101,39683	18622,43	9295,43	16,22	16,40	0,11	14,02	14,02	0,50	0,62	3,23	4,27	

## SWOT аналіз ТК цукрового заводу

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>- високий рівень контролю якості</li> <li>- Зростання оборотних коштів</li> <li>- Висококваліфікований персонал</li> <li>- формування регулярного ринку цукру</li> <li>- фінансова підтримка через механізм пільгового кредитування</li> <li>- планова заміна технологічного та енергетичного обладнання</li> <li>- підготовка якісної сировини з мінімальною забрудненістю</li> <li>- розробка нормативно-технічної документації адаптованої до світових вимог</li> <li>- енергозбереження в ТЕЦ та на виробництві</li> <li>- оснащення лабораторій необхідними приладами на сучасному рівні конкурентоспроможного виробництва цукру</li> <li>– сучасні цукрові заводи можна обладнати так, що вони зможуть переробляти як цукрові буряки, так і імпортований сирець, що дасть можливість зменшити період, протягом якого завод стоїть без роботи, та зменшити витрати.</li> <li>– поліпшення інвестиційного клімату.</li> <li>– модернізація й освоєння нових технологій</li> <li>– продукція відповідає високим стандартам якості</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- середній рівень цін</li> <li>- низька розвиненість інфраструктури</li> <li>- залежність від виробника</li> <li>- некомпетентність персоналу у питаннях прийняття управлінських рішень</li> <li>- відсутність чітких правил регулювання і контролю</li> <li>- відсутність державного механізму регулювання ринку</li> <li>- непропорційна реалізація цукру</li> <li>- не розроблені стандарти на цукор-сирець, його переробку</li> <li>- не розроблені фітосанітарні стандарти</li> <li>- відсутність системи управління ризиками на підприємствах</li> <li>– економічна криза;</li> <li>– втрата економічної зацікавленості виробників у вирощуванні цукросировини;</li> <li>– порушення цінового паритету;</li> <li>– втрата зовнішніх ринків збуту цукру;</li> <li>– практична відсутність кредитування виробника, що вимушено призвело до переходу на давальницькі схеми переробки сировини і бартерні відносини у галузі;</li> <li>– нерозвиненість ринкових відносин у сфері виробництва, переробки і реалізації цукру;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– впровадження енергозберігаючих технологій.</li> <li>– закон про регулювання ринку цукру</li> <li>– Виведення з експлуатації малопотужні неперспективні і нерентабельні підприємства, наростити потужності діючих, реконструювали</li> <li>– повне перекроювання галузевої і територіальної структур</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– інтервенція на український ринок цукру з тростини, цукромістких продуктів та насіння;</li> <li>– майже повна відсутність інвестицій у галузь, її непривабливість для вітчизняних і зарубіжних стратегічних інвесторів;</li> <li>– відсутність чіткого законодавства щодо організації виробництва та регулювання ринку цукру.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Можливості</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зростання життєвого рівня населення</li> <li>- удосконалення менеджменту</li> <li>- зменшення імперативних норм законодавства</li> <li>- удосконалення якості продукції</li> <li>- співпраця з зарубіжними партнерами</li> <li>- експорт продукції</li> <li>- автоматизація технологічних процесів</li> <li>- ритмічна робота всіх технологічних ланок</li> <li>- впровадження передових енергозберігаючих технологій</li> <li>- побудова сучасної та перспективної системи безпеки і гігієни праці</li> <li>– збільшення урожайності та валових зборів</li> <li>– стабілізація на оптимальному рівні посівні площі</li> <li>– довгострокові кредити на придбання технологічних машин і знарядь, пально-мастильних матеріалів, насіння, мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Загрози</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проблеми з постачанням</li> <li>- Зменшення попиту</li> <li>- Перепад курсу валют</li> <li>- закриття цукрових заводів</li> <li>- Зміни цінової політики</li> <li>- скорочення робочих місць</li> <li>- поглиблення кризи</li> <li>- втрата зацікавленості сільськогосподарських виробників у вирощенні цукрових буряків</li> <li>- зменшення площ посіву</li> <li>- загострення соціальних проблем в сільській місцевості.</li> <li>- втрати робочих місць,</li> <li>- зниження рівня заробітної плати,</li> <li>- ріст заборгованості,</li> <li>- зменшення надходжень до бюджетів усіх рівнів.</li> </ul>

Таблиця Г.2

## PEST аналіз проектів для ТК цукрового заводу

Політика	P	Економіка	E
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибори президента.</li> <li>2. Вибори у Верховну Раду.</li> <li>3. Зміна законодавства.</li> <li>4. Державне галузеве регулювання</li> <li>5. Визнання на всіх рівнях управління пріоритетності галузі</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загальна характеристика (підйом, спад).</li> <li>2. Рівень інфляції.</li> <li>3. Експортна імпортна політика</li> <li>4. Динаміка курсу гривні</li> <li>5. Орієнтації на ефективне виробництво цукру з цукрових буряків</li> </ol>	
Соціум	S	Технологія	T
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зміни в базових цінностях.</li> <li>2. Зміни в рівні і стилі життя.</li> <li>3. Відношення до роботи і відпочинку.</li> <li>4. Демографічні зміни.</li> <li>5. Зміна структури доходів</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Державна технологічна політика.</li> <li>2. Стабілізації посівних площ, підвищення урожайності та цукристості .</li> <li>3. Поглиблення спеціалізації і концентрації бурякоцукрового виробництва .</li> <li>4. Відродження сировинних зон і становлення галузі на економічно вигідні засади .</li> <li>5. Технологічні зміни.</li> </ol>	

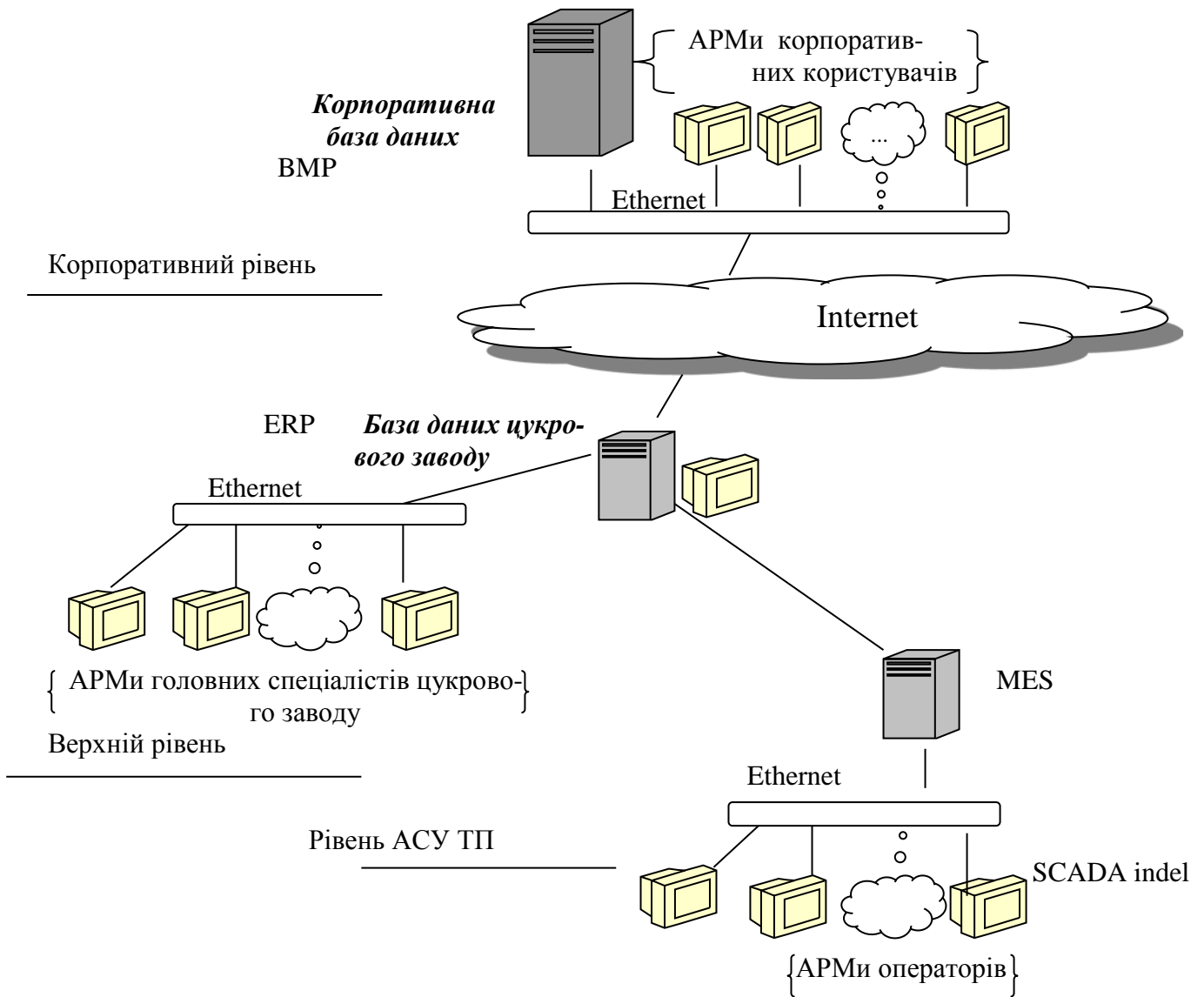


Рисунок Д.1 - Схема комплексу програмно-інформаційних засобів управління ТК цукрового заводу

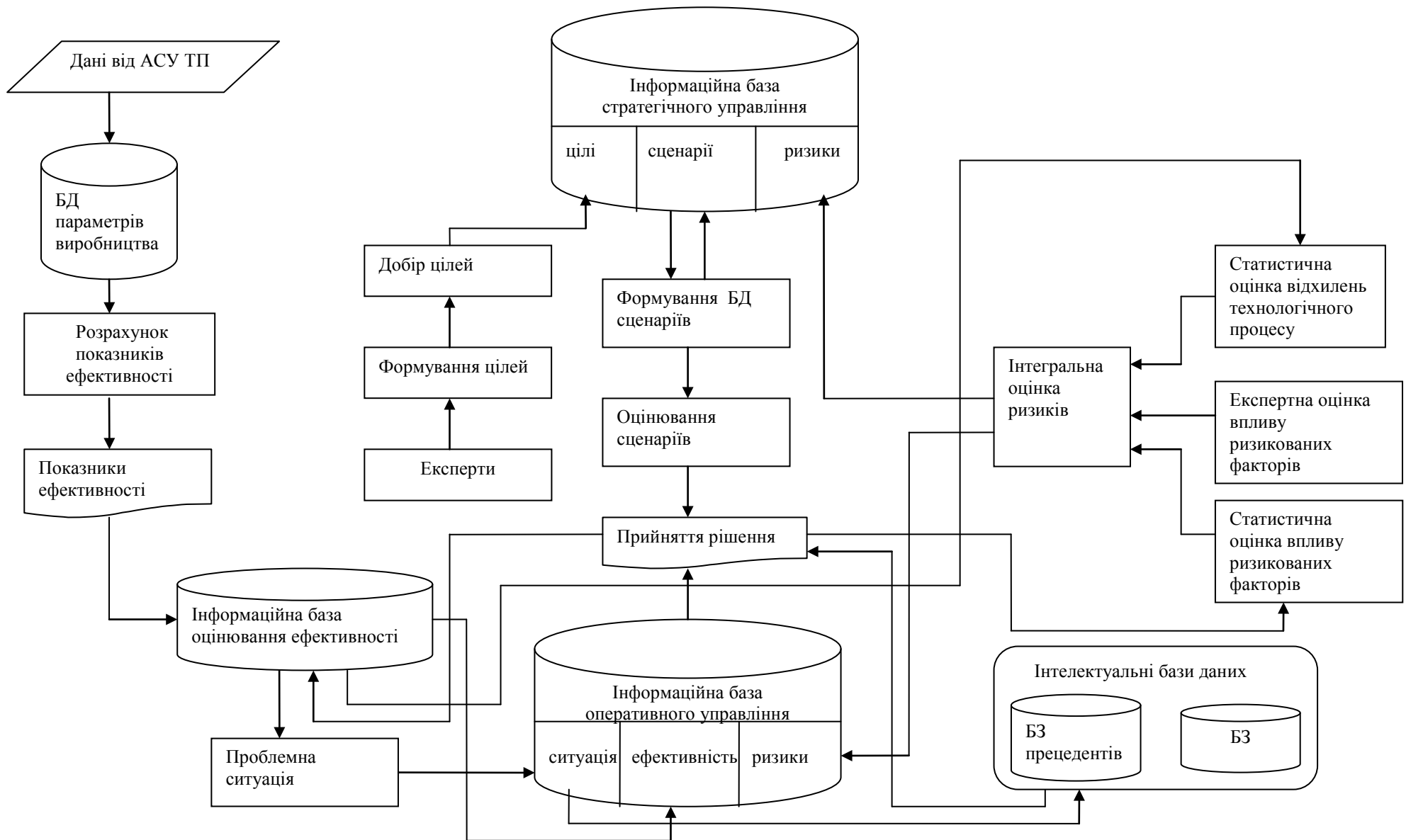


Рисунок Д.2 – Схема реалізації системної концепції управління ТК цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків



Комплекс програм для інтелектуальної інформаційної системи управління ТК  
цукрового заводу

Інтелектуальна інформаційна система управління ТК цукрового заводу – система розрахунку виробничих показників діяльності цукрового заводу, ведення обліку виробництва, оцінювання ефективності за різні періоди та забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень по виробничому процесу та стратегічних рішень з врахуванням ризиків. Система передбачає введення інформації про діяльність цукрового заводу за кожен день виробництва та отримання необхідної декадної інформації. Декадна інформація подається в двомірному розрізі – за декаду та від початку виробництва.

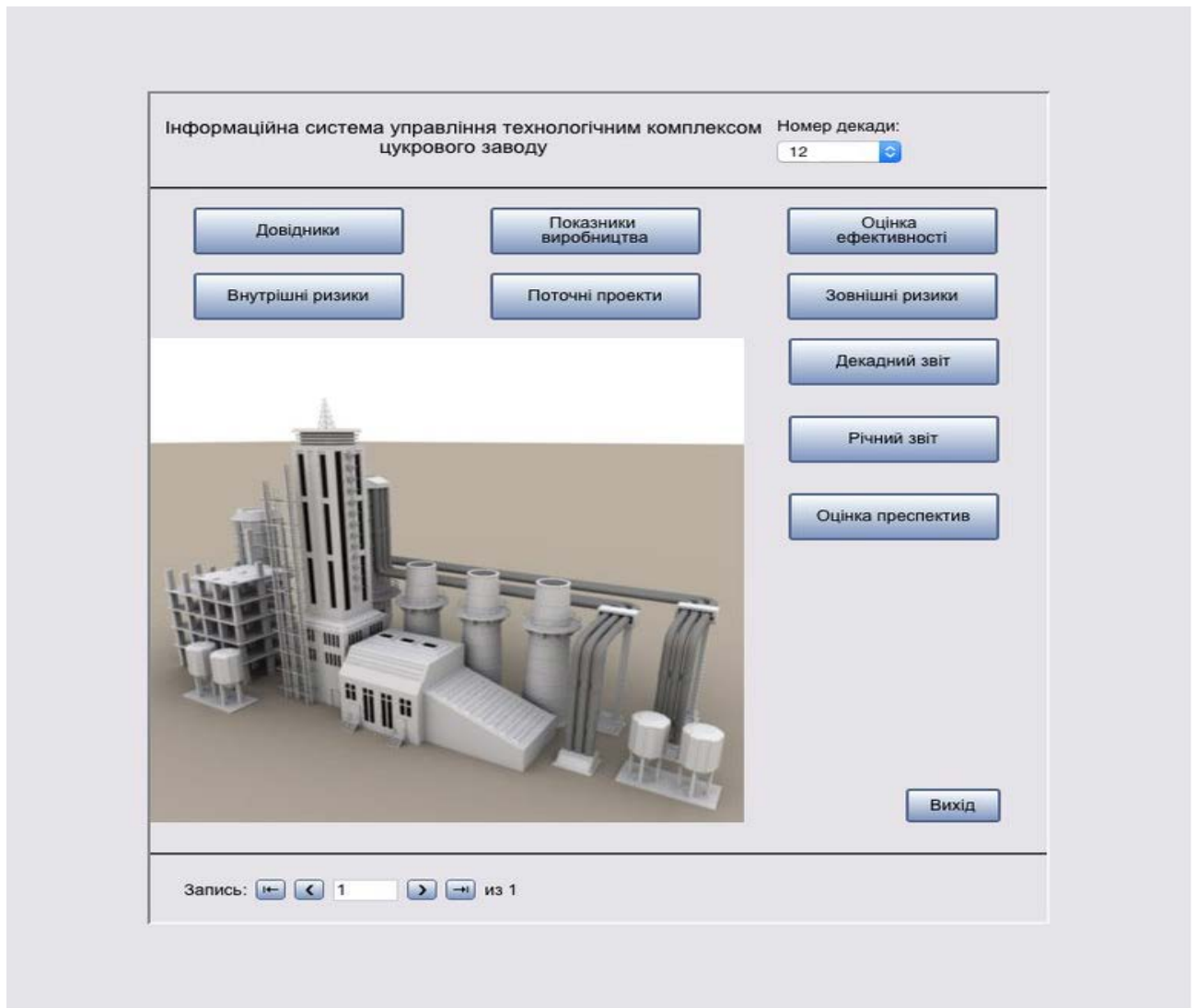


Рисунок Е.1 - Інтерфейс користувача інтелектуальної інформаційної системи оцінки ефективності підприємств цукрової промисловості

Інтерфейс роботи з декадною інформацією призначено для введення показників діяльності цукрового заводу, на основі яких система складе декадну інформацію обліку виробництва в двомірному розрізі: за декаду та від початку. Даний інтерфейс передбачає наступні закладки вводу інформації: приймання та цукристість буряків, переробка буряків та простої, цукристість стружки та виробництво цукру, аналіз цукру, облік меляси, втрати цукру.

Назва показників	Значення показників	
	За декаду	Від початку
Кількість прийнятих буряків, тис.т:	63002.0	63002.0
Кількість буряків до переробки, %:	62988.0	62988.0
Втрати буряків при зберіганні та транспортуванні, %:	0.11	0.11
Цукристість буряків при прийманні, %:	16.51	16.51
Цукристість при прийманні перероблених буряків, %:	16.46	16.46
Втрати цукру при зберіганні та транспортуванні, %:	000000000000071	000000000000071
Втрати цукру у виробництві, %:	0.62	0.62
Вміст цукру в меласі, %:	1.93	1.93
Вихід цукру, %:	14.03	14.03
Коефіцієнт заводу:	87.0	87.0
Значення верстата:	12.1	12.1
Коефіцієнт виробництва:	85.9	85.9

Рисунок Е.2 - Декадна інформація по виробництву

Передбачено наступні режими роботи в даному інтерфейсі: перегляд та редагування, введення. Режим роботи введення забезпечує введення інформації; режим роботи перегляд та редагування, відповідно перегляд інформації та її редагування в разі неправильного вводу (рис 2, рис 3).

**Вибір періода**

Номер декади: 1

Період декади: Дата початку декади: 2015-09-01, Дата кінця декади: 2015-09-10

**Показники по переробці буряків**

Назва показників	Значення показників	
	За декаду	Від початку
Цукристість буряків при прийманні, %:	16.51	16.51
Перероблено буряків, т:	62988.0	62988.0
Тривалість сокодобування, діб:	10.0	
Простої		
Простої всього, діб:	1.0	1.0
в тому числі:		
цехові, діб:	1.0	1.0
позацехові, діб:	0.0	0.0
Добова продуктивність по бурякам, т:	6358.0	
% до нормативної:	0.0	

Початок    Назад    Далі    Кінець    --    Ок    Вихід

Рисунок Е.3 - Режим роботи перегляд та редагування

Декадна інформація розподілена на частини: переробка буряків, вихід цукру, аналіз цукру, втрати цукру. Для отримання декадної інформації необхідно по чергово натискаючи на відповідні кнопки отримати декадну інформацію по всім частинам.

Отримання декадної інформації по переробці буряків здійснюється натисканням на відповідну кнопку. В результаті цього з'являється форма декадної інформації. В цій формі необхідно вибрати номер декади (дата початку та кінця декади змінюється в автоматичному порядку, в залежності до того, як були поділені декади), яку необхідно розрахувати та натиснути на кнопку "ОК" (рис.6).

Дана форма містить кнопки навігації по записам, кнопку знищення поточного запису. За допомогою кнопок навігації можна продивлятися розраховані декади. Розраховувати декади рекомендується в порядку збільшення номера декади, не

пропускаючи декади. Аналогічно розраховуються декади по іншим частинам декадної інформації.

Вибір періода

Номер декади: 1

Період декади

Дата початку декади: 2015-09-01

Дата кінця декади: 2015-09-10

Показники по обліку цукру і меляси: №1

Назва показників

Цукристість бурякової стружки, %:

Вироблено цукру

Вироблено цукру всього, т:

в т.ч. кольоровістю до 0,8 ум.од., т:

від 0,8 до 1,0, т:

від 1,0 до 1,8, т:

Некондиційного, т:

Розрідження на випарній станції:

Розрідження на вакуум-апаратах, %:

Значення показників

За декаду	Від початку
16.40	1.0
9060	14.03
9059.0	1.0
1.0	1.0
1.0	1.0
1.0	1.0
1.0	
1.0	

Початок    Назад    Далі    Кінець    [ ]    Ок    Вихід

Рисунок Е.4 - Отримання інформації по технологічному процесу

Інтелектуальна підсистема оперативного управління дає можливість оперативної оцінки виробничого процесу за зміну, декаду, місяць, сезон, отримання узагальнених показників ефективності за процес виробництва, розпізнавати поточну ситуацію та співставити її з алгоритмом, прогнозувати результат роботи системи управління при виборі певного сценарію управління. Також надаються можливості графічного відображення інформації в т.ч. тренди, мультиплікація на основі растрових і векторних зображень, ActiveX; перегляд архівної інформації в реальному часі в т.ч. у вигляді трендів і таблиць, об'ємна векторна графіка мнемосхем, єдиний мережевий час, унікальна технологія playback — графічного перегляду архівів на робочих місцях керівництва.

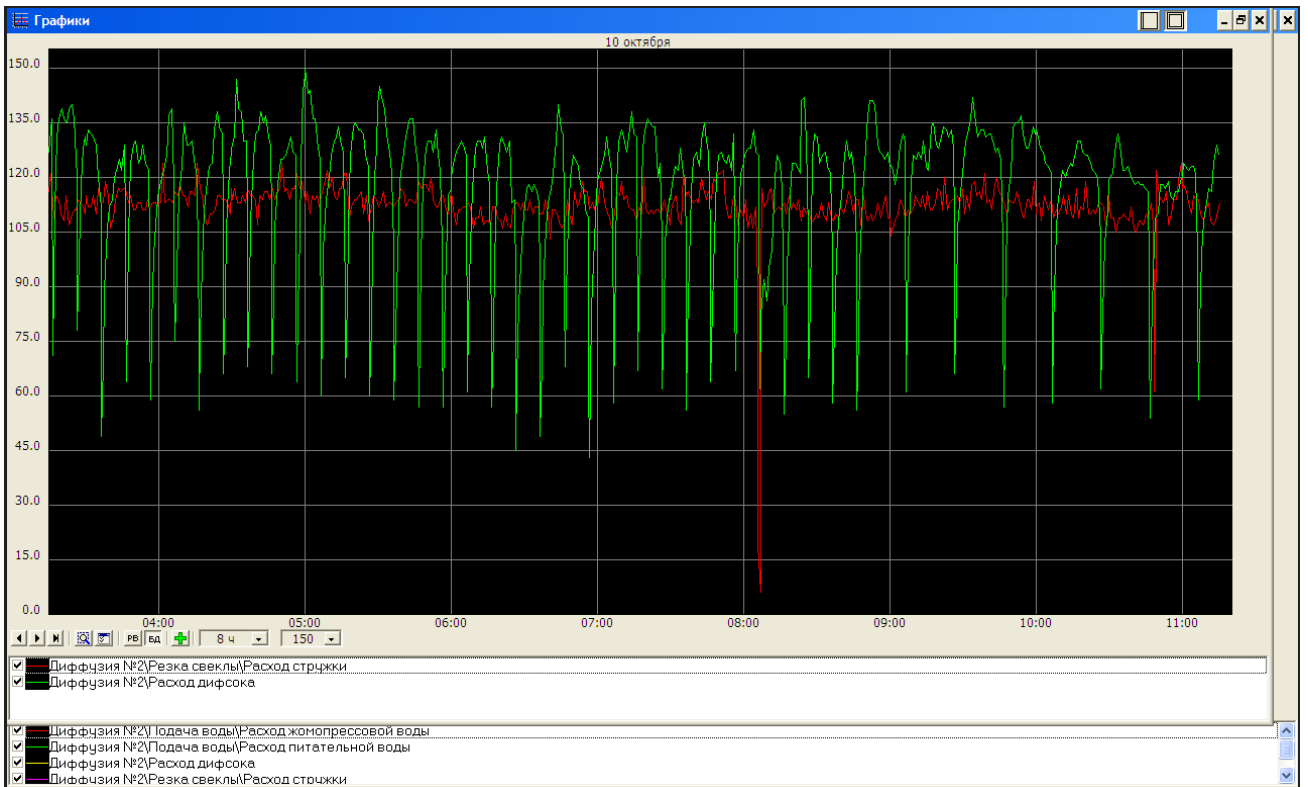


Рисунок Е.5 – Графік розподілу дифузійного соку

Вибір періода

Номер декади: 1

Період декади

Дата початку декади: 2015-09-01

Дата кінця декади: 2015-09-10

Енергетичні показники: №1

Назва показників	Значення показників	
	За декаду	Від початку
Витрати палива		
Загальні витрати умовного палива, %:	3.23	1.0
ТЕЦ, %:	2.82	1.0
Вапняково випарювальна піч, %:	0.0	0.0
Витрати вапнякового каменю, %:	3.27	1.0
Відходи при гасінні вапна, %:	1.0	1.0
Вміст CO2 в сатураційному газі, %:	1.0	1.0
Витрати пари, %:	1.0	1.0

Початок    Назад    Далі    Кінець    --    Ок    Вихід

Рисунок Е.6 - Отримання інформації по витратам

Вибір періода

Номер декади:

Період декади: Дата початку декади  Дата кінця декади

Енергетичні показники: №2

Назва показників

- Витрати електроенергії, Квт.год/т:
- Температура грючої пари на випарну ста...
- Розрідження на випарній станції:
- Розрідження на вакуум-апаратах, %:

Значення показників

За декаду	Від початку
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Початок    Назад    Далі    Кінець    ---    Ок    Вихід

Рисунок Е.7 - Отримання інформації по витратам

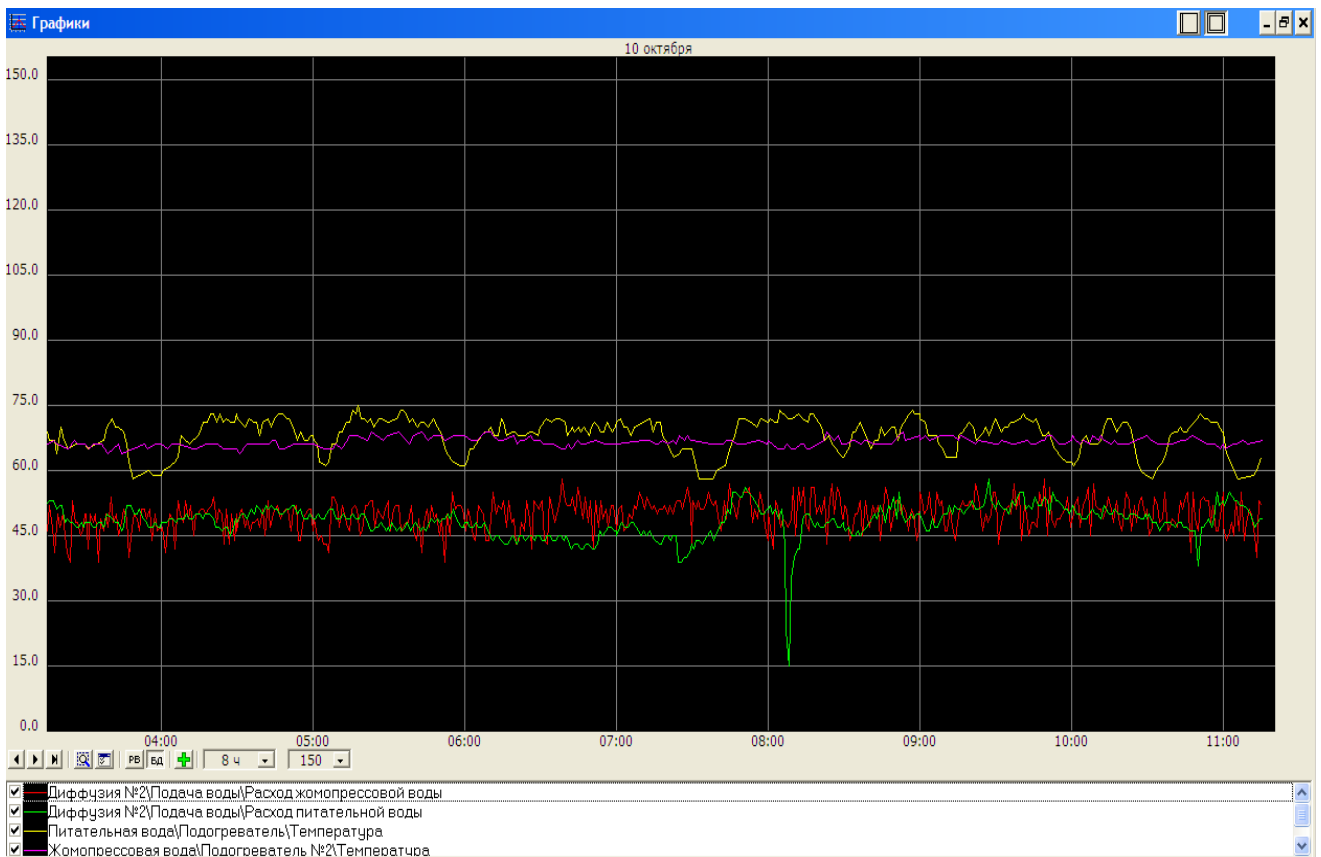


Рисунок Е.8 – Графік витрат жомпрессової води

Звіт обліку виробництва можна отримати в разі розрахунку всіх частин декадної інформації на відповідну декаду. Для отримання звіту необхідно вибрати декаду, на яку необхідно сформувавши звіт, та натиснути кнопку “ОК” (рис. 7).

Вибір періода		
Номер декади		
1		
Період декади		
Дата початку декади	2015-09-01	Дата кінця декади
		2015-09-10
Економічні показники		
Назва показників	Значення показників	
	За декаду	Від початку
Оптова ціна цукру за 1 ц, грн:	950.0	1.0
Оптова ціна меляси за 1 ц, грн:	23.2	1.0
Оптова ціна жому за 1 ц, грн:	100.0	1.0
Закупівельна ціна буряків за 1 ц, грн:	431.2	1.0
Вартість розвантаження 1 ц буряків, грн:	41.0	1.0
Вартість 1 ц умовного палива, грн:	146400.0	1.0
Вартість 1ц вапнякового каменю, грн:	13567.0	1.0
Витрати праці на переробку 1ц буряків, грн:	12345.0	1.0
Вартість люд - днів, грн:	167921.0	1.0

Рисунок Е.9 - Отримання звіту обліку виробництва

Початок та кінець декади змінюється в автоматичному порядку, в залежності від того як були поділені декади.

Отримання інформації про ефективність виробничого процесу здійснюється натисканням на відповідну кнопку (рис. 8). Після чого з'являється форма про результати оцінки ефективності функціонування цукрового підприємства (рис 8).

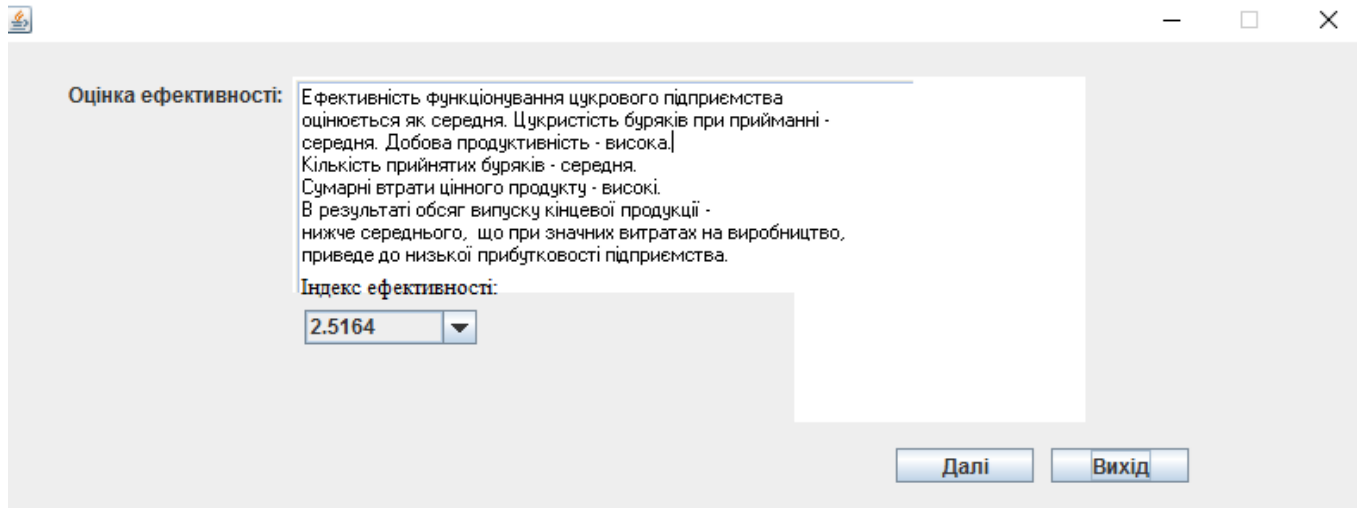


Рисунок Е.10 - Оцінка ефективності ТК цукрового заводу

На наступному етапі система пропонує оптимальний стратегічний сценарій згідно обрахованого індексу ефективності та моделює ситуацію – результат рішень.

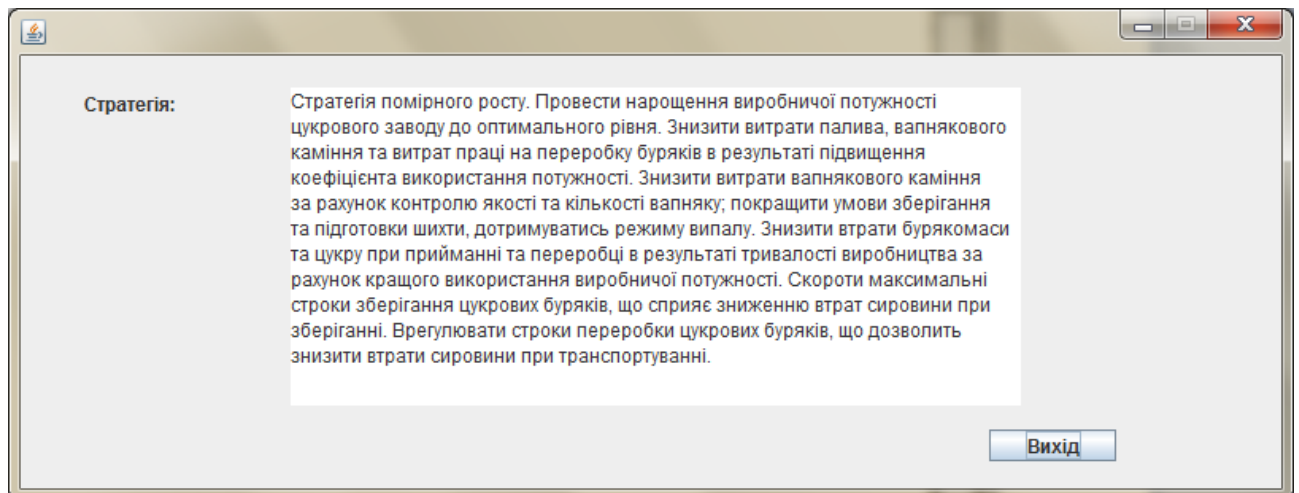


Рисунок Е.11 - Вибір рішення на основі індексу ефективності

Для проведення швидкого початкового аналізу задач, вибір основних факторів і фокусування уваги на ключових параметрах використано режим дослідження. Цей режим дозволяє вигравати в часі за рахунок деякого зниження точності результатів. Оскільки надалі передбачається проведення більш детального аналізу, вимоги до надійності не висуваються. Розмір вибірки не обмежується.

ІС стратегічного управління забезпечують багатомірний перегляд даних зі спадним рівневим аналізом, роботу з різними видами дисплеїв (таблицями, двовимірними і тривимірними графіками, діаграмами). Система дозволяє виявляти і відмічати в звітах виключення, що переглядаються, і особливі випадки, ранжувати



дані і проводити обчислення над масивами даних. Гіперкуби будуються на основі інформації, що надходить з різних джерел (баз даних і звітів), причому можлива обробка більш 10 млн. записів. Забезпечено аналіз у таких областях як фінансова діяльність, формування стратегій, збут продукції, маркетинг, закупівля сировини, енергоносіїв та допоміжних матеріалів, виробництво, аналіз ризиків, аналіз методів та заходів уникнення ризиків. У виробництві застосовано для аналізу причин втрат у виробництві, оцінювання використання ресурсів, а також оцінювання ефективності за певний період часу (доба, декада, місяць, сезон). Агрегування інформації з можливістю аналізу в різних розрізах істотно спрощує роботу аналітика.

ІС стратегічного управління забезпечує виявлення взаємозв'язків даних та знань. Інформація, що аналізується представляється у вигляді таблиць, стовпцям яких відповідають фактори (змінні), що описують предметну область цукрового виробництва, причому один з цих стовпців відзначається користувачем як цільовий показник. Маючи точне представлення про те, у якому ступені окремі фактори (тип сценарію, втрати продукції у виробництві, витрати та ін.) впливають на цільовий показник, менеджери можуть оптимізувати рішення по розподілу ресурсів при реалізації різних сценаріїв для забезпечення максимального прибутку.

Більш точний аналіз може бути проведений у режимі тестування. Використання цього режиму забезпечує дуже високу точність і достатню надійність результатів. Для його проведення потрібно не менш 300 записів у базі даних.

Найкращі по точності і надійності результати можна одержати в режимі верифікації. Цей режим, що вимагає не менш 1000 записів, рекомендується використовувати для перевірки й уточнення результатів, отриманих у ході тестування.

Результати досліджень представлено у вигляді графіків і дерев рішень. Графік дозволяє отримати інформацію про залежність цільового показника від того чи іншого фактора. На графік виводяться описи сегментів даних, отриманих шляхом розбивки значень досліджуваного виробничого фактора за певний період, і обчислюються середні для цільового показника по кожному сегменту. Користувач

може вибирати будь-який фактор для перегляду залежності, групувати чи розгрупувати будь-які фактори, а крім того проводити спадний аналіз для будь-якого сегмента даних.

Дерева рішень розбивають вихідну сукупність даних на групи (сегменти) з погляду значень цільового показника. Дерева рішень генерують ієрархії правил виду "якщо ... то", що дозволяють класифікувати дані відповідно до їхнього впливу на цільовий показник. Взаємозв'язок з інтелектуальною системою оперативного управління дає можливість отримання узагальнених показників ефективності процесу виробництва, а також розпізнавати поточну ситуацію та порівнювати з запланованою, прогнозувати результат роботи системи управління при виборі певного сценарію.

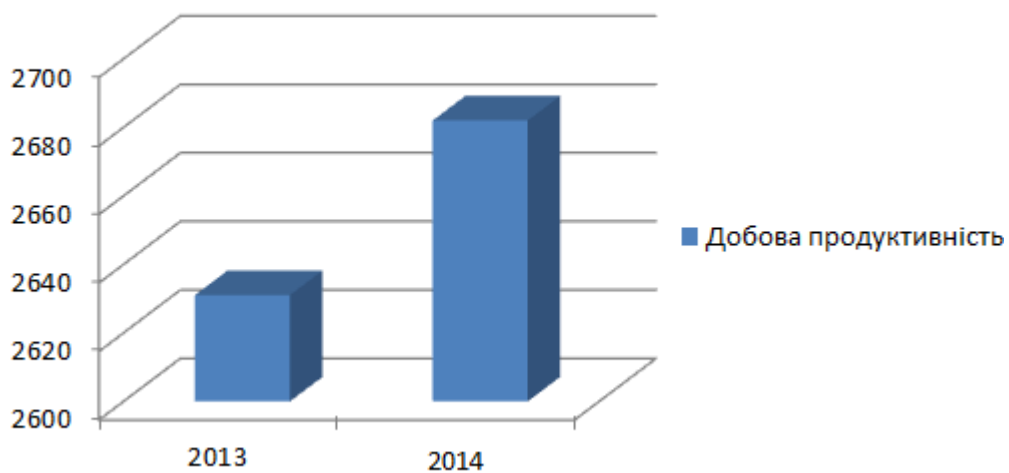


Рисунок Е.12 – Порівняльний аналіз добової продуктивності ТК цукрового заводу

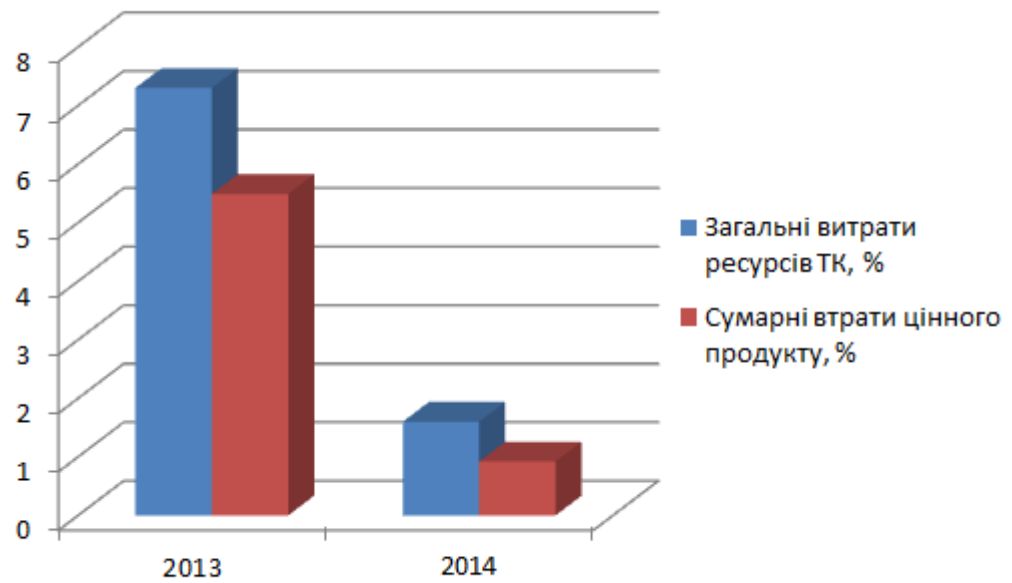


Рисунок Е.13 – Порівняльний аналіз витрат ресурсів та сумарних втрат цінного продукту ТК цукрового заводу

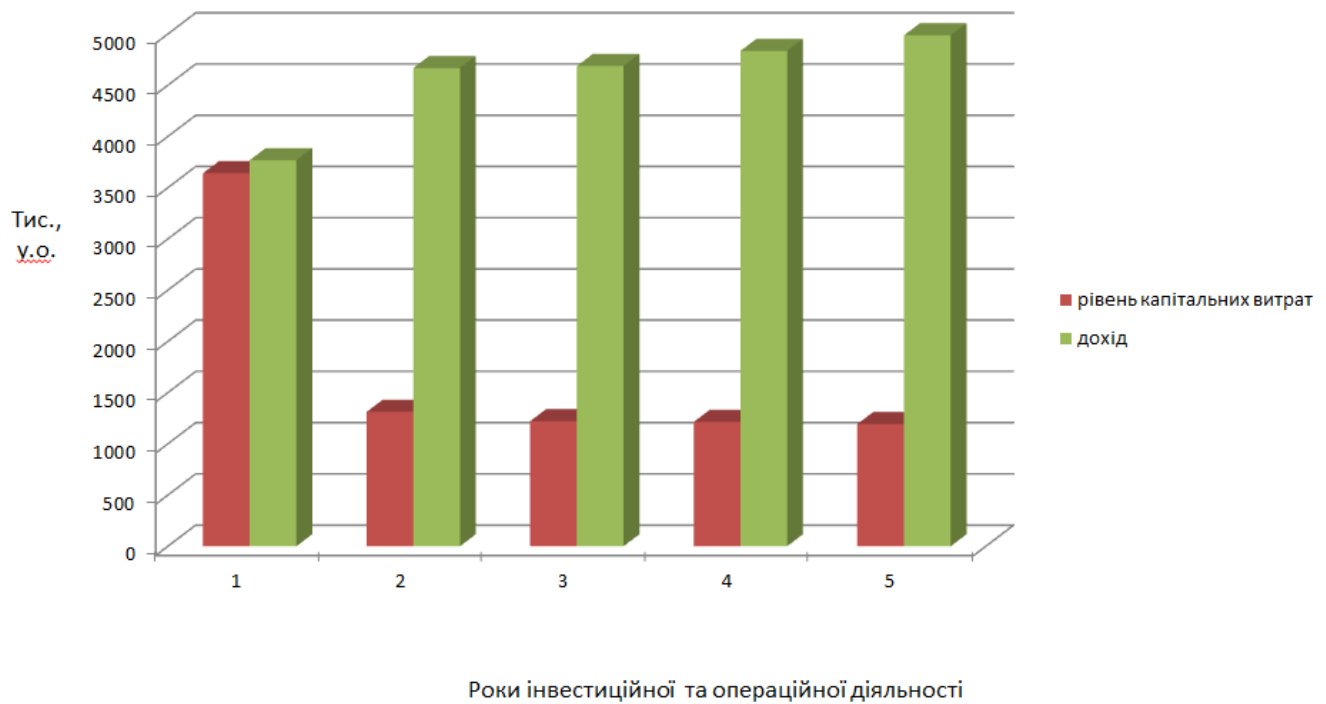


Рисунок Е.14 – Порівняльний аналіз капітальних витрат та доходу цукрового заводу



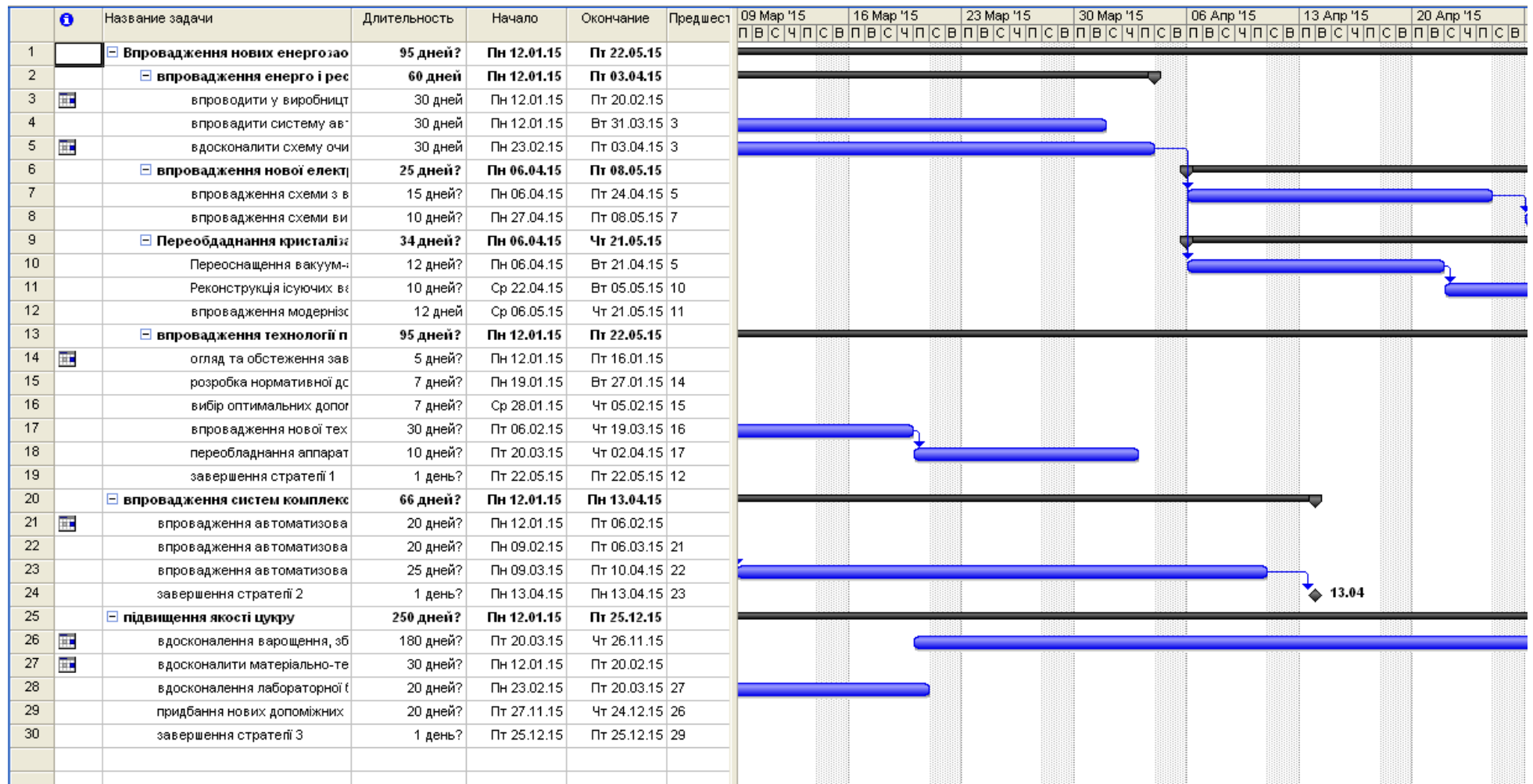


Рисунок Е.14 – Діаграма Ганта

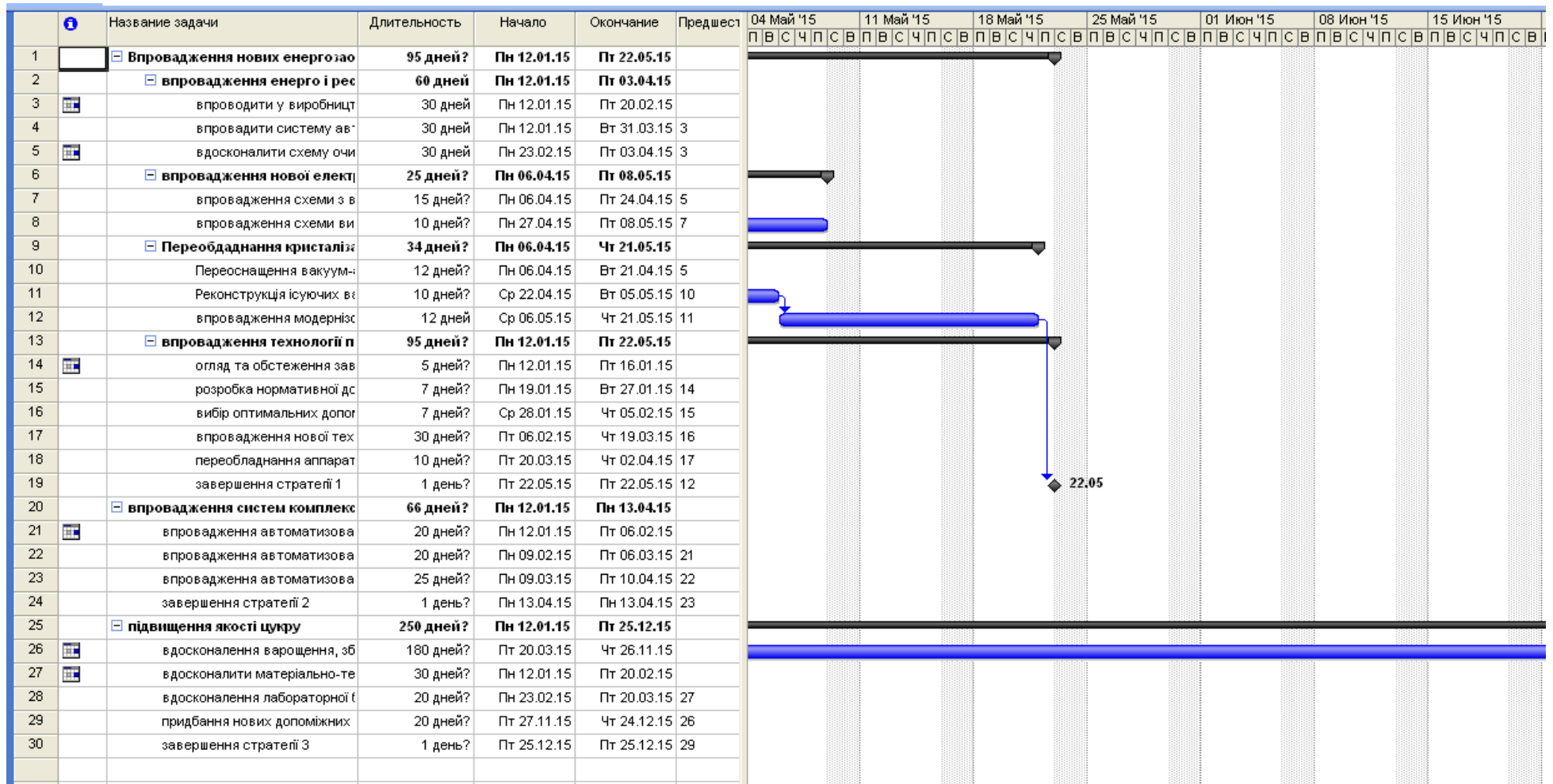


Рисунок Е.15 – Діаграма Ганта

Фрагмент лістингу програмного коду (в режимі тестування)

```
- MySQL dump 10.13 Distrib 5.7.9, for Win64 (x86_64)
--
-- Host: localhost Database: sugarbeet_factory
--
-----
-- Server version 5.7.12-log

/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */; SET
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */; SET
/*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION */; SET
/*!40101 SET NAMES utf8 */;
/*!40103 SET @OLD_TIME_ZONE=@@TIME_ZONE */;
/*!40103 SET TIME_ZONE='+00:00' */;
/*!40014 SET @OLD_UNIQUE_CHECKS=@@UNIQUE_CHECKS, UNIQUE_CHECKS=0 */;
/*!40014 SET @OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS=@@FOREIGN_KEY_CHECKS, FOREIGN_KEY_CHECKS=0 */;
/*!40101 SET @OLD_SQL_MODE=@@SQL_MODE, SQL_MODE='NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO' */;
/*!40111 SET @OLD_SQL_NOTES=@@SQL_NOTES, SQL_NOTES=0 */;

--
-- Table structure for table `beetprocessing`
--

DROP TABLE IF EXISTS `beetprocessing`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!40101 SET character_set_client = utf8 */;
CREATE TABLE `beetprocessing` (
  `id` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `dateStart` date NOT NULL,
  `dateEnd` date NOT NULL,
  `totalSugarBeets` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `beetsToProcessed` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `storageLoss` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `sugarLevel` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `sugarLevelAfterStorage` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `lossSugarInProcessing` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `sugarLevelMolasses` int(10) unsigned DEFAULT '1',
  `totalSugarMass` int(10) unsigned DEFAULT '1',
```

```

`downtime` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`downtimeInShop` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`beetChipsSugarLevel` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`sugarColorBefore08su` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`sugarColorBetwen08_1su` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`sugarColorBetwen1_18su` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`substandartSugar` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`whiteSugarColoreSU` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`massFractionOfAsh` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`massFractionOfSucrose` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`massFractionOfReducingSubs` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`massFractionOfIron` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`molassesSU` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`drySubstancesInMolasses` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`lossSugarInJom` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`lossSugarInFiltr` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`lossSugarUndefined` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`fuelConsume` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`fuelConsumeTEC` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`chalkConsume` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`co2` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`chalkWaste` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`steamConsume` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`energyConsume` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`steamTemperature` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`workforceConsume` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`ff2047` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`ffpp_41` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`ffpp_45` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`ffpp_65` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`lavsan8603` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`antifoam` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`flokulyant` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`par` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`sulfure` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`soda` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`formalin` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`oil` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`sugarPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`molassesPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`jomPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`sugarbeetPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`unloadingPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`fuelPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',
`chalkPrice` int(10) unsigned DEFAULT '1',

```







Затверджую  
Директор ДП «Цукроавтомат - ІНЖ» Довгий В. Л.  
2015



**АКТ**  
**про впровадження результатів дисертаційної роботи**  
**на здобуття вченого ступеню доктора технічних наук**  
**Прокопенко Тетяни Олександрівни**

Динамічний розвиток економіки при високому рівні стратегічної активності вимагає встановлення системи подвійного управління в поточній і стратегічній діяльності. Оперативне управління забезпечує прибуток в теперішній момент, а стратегічне – створення економічного і наукового потенціалу на майбутнє. Нова структура системи управління повинна створювати можливості для чіткого визначення цілей, набору дій та рішень, чіткого розподілу ресурсів, адаптації до зовнішнього середовища та внутрішньої координації. При цьому вирішуються тактичні та, головним чином, стратегічні задачі управління. Тому ефективне функціонування цукрового заводу має адаптувати свою стратегію до стратегій зовнішнього оточення та внутрішньої динаміки, а також знайти шляхи ефективного рішення стратегічних задач для своєчасного досягнення запланованих стратегічних показників.

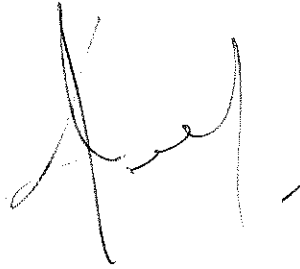
Тому першочерговою задачею цукрового виробництва є забезпечення гнучкості, мобільності, універсальності при досягненні високої продуктивності виробництва, швидкості та адекватності прийняття рішень, що на сьогоднішній день не реалізується цукровими заводами в умовах невизначеності та на тривалих інтервалах часу.

В складі загального комплексу робіт Прокопенко Т.О. запропоновано рішення наступних задач, які мають науково-прикладний характер:

- Розроблена інтелектуальна інформаційна система управління технологічним комплексом цукрового заводу, що дає можливість підтримки прийняття рішень в оперативній та стратегічній діяльності цукрового заводу з врахуванням факторів невизначеності та ризиків.
- Розроблений комплексний метод управління технологічним комплексом цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків, що забезпечив як оперативне, так і стратегічного управління технологічним комплексом цукрового заводу, а також надав можливість реалізації чіткої, постійної та довгострокової стратегії розвитку цукрового виробництва з врахуванням умов невизначеності та ризиків.

Застосування вказаних інформаційних технологій управління технологічним комплексом цукрового заводу в умовах невизначеності та ризиків сприяє підвищенню економічної ефективності цукрового заводу на 5 - 8% за рахунок уникнення зайвих втрат у виробництві, а також підвищення ефективності використання наявних ресурсів.

Главный инженер



Дерев'янку В.О.

Затверджую  
Директор ТОВ «Новооржицький цукровий завод»  
Казноха О.О.  
2014



**АКТ**  
**про впровадження результатів дисертаційної роботи**  
**на здобуття вченого ступеню доктора технічних наук**  
**Прокопенко Тетяни Олександрівни**

Інноваційна діяльність в сучасних умовах тісно пов'язана з умінням розробити ефективну стратегію розвитку підприємства та інвестиційний план, а потім визначити обмеження по ресурсах і реалізувати заданий рівень якості продукції підприємства. Це особливо актуально в даний момент для підприємств цукрової промисловості. Однак в умовах складності і невизначеності як внутрішнього стану підприємства, так і зовнішнього оточення питання дослідження ризиків в управлінні технологічним комплексом цукрового заводу стоять особливо гостро.

Планування стратегічної діяльності цукрового заводу на короткостроковий, середньостроковий та довгостроковий періоди неможливо без врахування ризиків, оцінки ризиків, розробки заходів уникнення ризиків. Для цього насамперед необхідно дослідити можливі ризики в ході технологічного процесу на підприємстві та ризики, які можуть бути викликані впливом факторів зовнішнього середовища.

В складі загального комплексу робіт Прокопенко Т.О. запропоновано рішення наступних задач, які мають науково-прикладний характер:

- Розроблено метод управління ризиками технологічного комплексу цукрового заводу, який дає можливість виявлення джерел ризикових подій у зовнішньому і внутрішньому середовищі технологічного комплексу цукрового заводу, ступеня їх впливу на показники ефективності заводу, а також визначення заходів уникнення ризиків.
- Розроблено алгоритм управління ризиками технологічного комплексу цукрового заводу, застосування якого в інтелектуальній інформаційній системі управління технологічним комплексом цукрового заводу дозволяє ідентифікувати можливі ризики, як зовнішні, так і внутрішні, визначити вірогідність їх настання, а також запропонувати заходи по боротьбі з виникненням можливих ризикових подій.

Для процесу виробництва цукру характерна нестійкість виробничих показників, головним чином у зв'язку із зміною технологічних якостей цукрових буряків, а також високий рівень споживання енергетичних ресурсів. Високі показники питомої витрати сировини, палива і окремих допоміжних

матеріалів визначає підвищену собівартість продукції. Запропоновані методи та алгоритми дають можливість підвищити економічну ефективність цукрового заводу, знизити втрати у виробництві, а також витрати енергетичних і матеріальних ресурсів, стабілізувати процеси виробництва та підвищення конкурентоспроможності продукції.

Головний інженер

Сюкало О.Л.

Головний технолог

Золотаренко Л.І.

Консультант

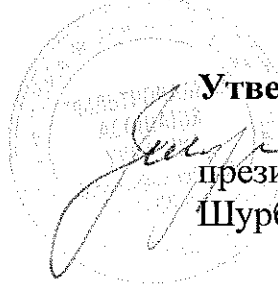
Савісько Ю.П.



« \_\_\_\_ » « \_\_\_\_ » 2014 г.

Утверждаю:

президент ФАУ  
Шурбованый В.Н.



### АКТ

**о внедрении результатов диссертационной работы  
на соискание ученой степени доктора технических наук  
Прокопенко Татьяны Александровны.**

В условиях динамического развития рыночной экономики увеличивающаяся сложность управления заводами, корпорациями, объединениями в отрасли сахарной промышленности вызывает необходимость использования современных методов управления, в том числе интеллектуальных. В этих условиях основным требованием к производству является обеспечение гибкости, мобильности универсализации при обеспечении высокой производительности производства, то есть требование скорости и адекватности принятия решений, а также их реализации в соответствии стратегиям внешнего окружения и внутренней динамики для своевременного достижения запланированных стратегических показателей.

Существующие методы управления сахарными заводами ограничены для использования в условиях неопределенности, к тому же являются недостаточно гибкими в ходе стратегического управления предприятием, при учете неоднородности внешнего окружения, рисков, при определении различных альтернативных вариантов развития завода, а также в ходе описания и реализации задач управления в современных динамических условиях на длительных интервалах времени.

В составе общего комплекса работ соискателем Прокопенко Т.А. предложено решение следующих задач, которые носят научно-прикладной характер.

- разработана информационная модель управления технологическим комплексом сахарного завода в классе организационно-технических систем, которая позволяет обеспечить представление процессов управления с необходимой степенью детализации, осуществлять многокритериальную оценку эффективности завода, в зависимости от целей системы управления классифицировать входную ситуацию, а также способствовать принятию стратегического решения в условиях неопределенности и рисков. Предложенная методика для

условий ТК сахарного завода дала возможность разработать производственные правила для применения в интеллектуальных системах управления технологическими комплексами непрерывного типа, в том числе на предприятиях, корпорациях сахарной промышленности.

- Разработан метод стратегического управления в условиях неопределенности рисков, который позволяет сосредоточить внимание высшего руководства на сложное внешнее окружение с целью соответственной и своевременной реакции на изменения, а также стабилизации процесса производства и повышения конкурентоспособности продукции, сохранение и увеличение емкости внутреннего рынка, укрепление экспортного потенциала. При этом предложены алгоритмы определения целей стратегического управления сахарным заводом, а также формирования стратегии развития ТК сахарного завода, что обеспечило получение адекватных прогнозных данных и оценку эффективности ТК сахарного завода.

Заведующий отделом АСУ ТП  
ФАУ , к.т.н.



Валовой Б.Н.



Затверджую  
Директор ООО НПП «Лаборатория водной химии»

Саламаха С.С.

2014



## АКТ

### про впровадження результатів дисертаційної роботи на здобуття вченого ступеню доктора технічних наук Прокопенко Тетяни Олександрівни

В нинішніх умовах жорсткої конкуренції підприємство має бути динамічним та стійким до змін та впливам зовнішнього та внутрішнього оточення. Середовище характеризується високим ступенем невизначеності і не завжди сприяє діяльності підприємства. Для того щоб вижити та розвиватися в сучасних умовах, підприємство має не тільки пристосовуватись до зовнішнього середовища шляхом адаптації своєї внутрішньої структури та зовнішньої поведінки. Підприємство має навпаки активно формувати зовнішні умови своєї діяльності, постійно виявляючи в зовнішньому середовищі загрози та потенційні можливості, що є особливо важливим в умовах невизначеності та ризиків. Інформаційних технологій, які б давали можливість врахування таких факторів, на підприємствах хімічної промисловості на сьогоднішній день не існує.

Тому першочерговою задачею виробництва в галузі хімічної промисловості є забезпечення гнучкості, мобільності, універсальності при досягненні високої продуктивності виробництва, швидкості та адекватності прийняття рішень.

В складі загального комплексу робіт Прокопенко Т.О. запропоновано рішення наступних задач, які мають науково-прикладний характер:

- Розроблена інтелектуальна інформаційна система управління технологічним комплексом підприємства хімічної промисловості, що дає можливість підтримки прийняття рішень в оперативній та стратегічній діяльності підприємства з врахуванням факторів невизначеності та ризиків.
- Розроблений комплексний метод управління технологічним комплексом підприємства хімічної промисловості в умовах невизначеності та ризиків, що забезпечив як оперативне, так і стратегічного управління технологічним комплексом підприємства хімічної промисловості, а також надав можливість реалізації чіткої, постійної та довгострокової стратегії розвитку хімічного виробництва з врахуванням умов невизначеності та ризиків.

Застосування вказаних інформаційних технологій управління технологічним комплексом підприємства хімічної промисловості в умовах

невизначеності та ризиків сприяє підвищенню економічної ефективності підприємства хімічної промисловості, уникненню зайвих втрат у виробництві, а також підвищенню ефективності використання наявних ресурсів.

Головний спеціаліст

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters, likely representing the name 'Olynyk V.V.'.

Олійник В.В.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. ректора Черкаського державного  
технологічного університету

д-р ек. наук

С.А. Назаренко

« 2015 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

в навчальний процес матеріалів дисертаційної роботи

Прокопенко Тетяни Олександрівни

«Інформаційні технології управління організаційно-технологічними об'єктами  
в умовах невизначеності та ризиків»

У Черкаському державному технологічному університеті на кафедрі економічної кібернетики та маркетингу використовуються такі матеріали дисертаційної роботи Т.О. Прокопенко:

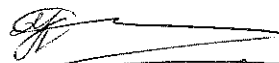


у дисципліні «Методи та засоби експертизи та аудиту в проектах» спеціальності 8.18010013 – Управління проектами:

- у лекційному курсі – аналіз методів проведення експертизи проектів, методів обробки експертної інформації, методів прийняття рішень в проектах, експертних систем;
- у лабораторному практикумі – дослідження методів прийняття рішень по фінансуванню проектів з використанням запропонованих автором методів стратегічного управління, що дають можливість прогнозування динаміки досягнення стратегічних цілей, динаміки споживання ресурсів, динаміки зміни показників ефективності;
- у дипломному проектуванні – в першому розділі дипломної роботи при формуванні концепції проекту та дослідженню передінвестиційної фази проекту;

у дисципліні «Бази і банки даних проектного менеджменту» спеціальності 8.18010013 – Управління проектами:

- у лекційному курсі – структурована мова запитів SQL; огляд існуючих систем управління базами даних;
- у лабораторному практикумі – дослідження проектування бази даних на прикладі бази даних інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу.

Завідувач кафедри економічної  
кібернетики та маркетингу,  
д.е.н., професор  
доцент кафедри ЕК та маркетингу  
доцент кафедри ЕК та маркетингу

  
  
  
О.В. Коломицева  
Т.І. Бурцева  
Т.А. Пальонна

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. ректора Черкаського державного  
технологічного університету  
д-р ек. наук  
С.А. Назаренко

« 2015 р.



## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

в навчальний процес матеріалів дисертаційної роботи

Прокопенко Тетяни Олександрівни

«Інформаційні технології управління організаційно-технологічними об'єктами  
в умовах невизначеності та ризиків»

У Черкаському державному технологічному університеті на кафедрі економічної кібернетики та маркетингу використовуються такі матеріали дисертаційної роботи Т.О. Прокопенко:


у дисципліні «Оцінка бізнесу та управління проектами розвитку виробництва» спеціальності 8.18010013 – Управління проектами:

- у лекційному курсі – аналіз методів стратегічного управління проектом, оперативного управління проектом, показників ефективності проекту, аналіз проекту як організаційно-технологічної системи;
- у лабораторному практикумі – дослідження планування фінансових ресурсів інвестиційної фази проекту, оптимізація плану фінансування інвестиційної фази проекту, прогноз доходів і витрат операційної діяльності, прогноз грошових потоків проекту, оцінка показників ефективності проекту;
- у дипломному проектуванні – в третьому розділі дипломної роботи при дослідженні ефективності проекту;

у дисципліні «Теорія і практика розробки та прийняття управлінських рішень» спеціальності 8.18010013 – Управління проектами:

- у лекційному курсі – аналіз основ методології розробки та прийняття управлінських рішень; основи теорії управління проектом як організаційно-технологічною системою;
- у лабораторному практикумі – дослідження методів прийняття управлінських рішень в стратегічному управлінні підприємствами та проектами;

Завідувач кафедри економічної  
кібернетики та маркетингу,  
д.е.н., професор  
доцент кафедри ЕК та маркетингу  
доцент кафедри ЕК та маркетингу

 О.В. Коломицева  
Т.І. Бурцева  
Т.А. Пальонна