

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Скарга-Бандурова І.С.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

Аналіз та розробка програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень  
щодо управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях

Освітньо-кваліфікаційний рівень “Магістр”  
Спеціальність 123 – “Комп’ютерна інженерія”

Науковий керівник роботи:

\_\_\_\_\_

Л.О. Шумова

(ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_

Я.О. Критська

(ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_

В.І. Поспелова

(ініціали, прізвище)

СП-16дм

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
123 – “Комп'ютерна інженерія”  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

І.С. Скарга-Бандурова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Поспеловій Вероніці Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз та розробка програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях.

керівник проекту (роботи) ктн Шумова Л.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " " \_\_\_\_\_ 2017 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи 12.01.2018 р.

3. Вихідні дані до роботи Технологічний регламент, матеріали науково-дослідної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Визначення структурних елементів і етапів створення СППР щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Розроблення програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Критська Яна Олександрівна		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 18.10.2017 р.

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях	18.10.17 – 4.11.17	
2	Аналіз моделей представлення знань у СППР щодо управління небезпечними об'єктами	5.11.17 – 11.11.17	
3	Визначення етапів створення СППР	12.11.17 – 16.11.17	
4	Аналіз сучасних структур СППР та визначення основних структурних компонентів СППР	17.11.17 – 2.12.17	
5	Аналіз інструментальних засобів розробки СППР	3.12.17 – 4.12.17	
6	Створення структури СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях	5.12.17 – 16.12.17	
7	Розробка та реалізація алгоритму прийняття рішень щодо запобігання аварійної ситуації	17.12.17 – 25.12.17	
8	Розгляд питань охорони праці та основних напрямків їх дотримання	26.12.17 – 29.12.17	
9	Оформлення пояснювальної записки	30.12.17 – 8.01.18	
10	Оформлення графічної частини пояснювальної записки	9.01.18 – 11.01.18	

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Поспелова В. І. Аналіз та розробка програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях.

Проведено аналіз сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Визначено структурні елементи та етапи створення системи підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Розроблено програмний засіб інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

**Ключові слова:** система підтримки прийняття рішень, небезпечні об'єкти, оператор-технолог, програмне забезпечення, база знань, продукційна модель, програмування на С#.

## АННОТАЦИЯ

Поспелова В. И. Анализ и разработка программных средств информационной поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях.

Проведен анализ современных технологий поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях. Определены структурные элементы и этапы создания системы поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях. Разработано программное средство информационной поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях.

**Ключевые слова:** система поддержки принятия решений, опасные объекты, оператор-технолог, программное обеспечение, база знаний, производственная модель, программирование на С#.

## ABSTRACT

Pospelova V.I. Analysis and development of software for informational support of decision-making on the management of hazardous objects in critical situations.

The analysis of modern technologies of decision-making support for hazardous objects management in critical situations is carried out. The structural elements and stages of the decision-making support system for the management of hazardous objects in critical situations are determined. A software tool for informative support of decision making on the management of hazardous objects in critical situations was developed.

**Keywords:** decision-support system, dangerous objects, operator-technician, software, knowledge base, production model, programming in C#.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ.....	10
1.1    Небезпечні виробничі об'єкти .....	10
1.2    Критичні ситуації.....	10
1.3    Процес прийняття рішення .....	11
1.4    Огляд сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях .....	12
1.4.1    Задачі прийняття управлінських рішень на прикладі регіональної газорозподільної організації.....	13
1.4.2    Геоінформаційна система підтримки прийняття рішень при прогнозі і ліквідації аварійних розливів нафти на магістральних нафтопроводах .....	14
1.4.3    Автоматизовані системи підвищення безпеки функціонування екологічно небезпечних хімічних виробництв .....	15
1.4.4    Аналіз підходів до забезпечення безпеки хімічних виробництв .....	16
1.5    Огляд моделей представлення знань у СППР щодо управління небезпечними об'єктами.....	18
1.5.1    Продукційна модель.....	18
1.5.2    Семантичні мережі .....	19
1.5.3    Фрейми .....	20
1.5.4    Логічна модель знань .....	21
1.5.5    Комбінаторна модель знань.....	22
1.5.6    Алгебраїчна модель знань .....	22
1.6    Висновки до першого розділу .....	22
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ СППР.....	24
2.1    Особливості процесів обробки інформації у СППР .....	24
2.2    Етапи створення СППР .....	26
2.3    Основні структурні компоненти СППР .....	27
2.4    Визначення моделі представлення знань у СППР.....	30
2.5    Аналіз інструментальних засобів розробки СППР.....	31
2.6    Висновки до другого розділу.....	32

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ У КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЯХ .....	34
3.1 Основні задачі оператора технологічної установки при виникненні некоректних станів системи .....	34
3.2 Визначення необхідних даних і знань для попередження аварійних ситуацій .....	35
3.3 Створення стратегії прийняття рішень .....	37
3.4 Визначення логічної моделі БД параметрів технологічного процесу .....	38
3.4.1 Структура і зв'язки БД .....	38
3.4.2 Сутності предметної області .....	39
3.5 Створення структури СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях .....	41
3.6 Розробка і реалізація алгоритму прийняття рішення щодо запобігання аварійної ситуації .....	45
3.6.1 Аналіз причинно-наслідкових зв'язків блокування технологічного процесу .....	46
3.6.2 Критичні значення параметрів технологічного процесу .....	49
3.6.3 Неприйнятні умови навколишнього середовища .....	50
3.6.4 Формалізація технологічного регламенту блокування .....	52
3.6.5 Створення продукційної моделі .....	53
3.6.6 Алгоритм логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях .....	57
3.6.7 Розробка програмного засобу логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях .....	63
3.7 Отримання знань системою від експерта .....	66
3.8 Тестування СППР небезпечного хімічного об'єкту .....	67
3.9 Висновки до третього розділу .....	67
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ .....	68
4.1 Загальні питання з охорони праці .....	68
4.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці .....	69
4.3 Аналіз стану умов праці .....	69
4.3.1 Вимоги до приміщень .....	70
4.3.2 Вимоги до організації місця праці .....	70
4.3.3 Навантаження та напруженість процесу праці .....	71
4.4 Виробнича санітарія .....	72

4.4.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) вибору	72
4.4.2	Пожежна безпека .....	73
4.4.3	Електробезпека .....	74
4.5	Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища.....	74
4.5.1	Мікроклімат .....	74
4.5.2	Освітлення.....	75
4.6	Вентилювання .....	76
4.7	Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій.....	76
4.8	Охорона навколишнього природного середовища.....	78
4.8.1	Загальні дані охорони навколишнього середовища.....	78
4.8.2	Визначення впливу та заходів щодо поводження з відходами ІТ галузі .....	79
4.9	Висновки до четвертого розділу .....	80
	ВИСНОВКИ.....	81
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	82
	ДОДАТОК А. Лістинг програми.....	89
	ДОДАТОК Б. Комп'ютерна презентація .....	97

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

СППР – система підтримки прийняття рішень

ОПР – особа, яка приймає рішення

БЗ – база знань

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічними процесами

БД – база даних



## ВСТУП

*Обґрунтування вибору теми дослідження.* Важливим завданням управління небезпечним об'єктом є здатність виявлення негативних тенденцій у динаміці контрольованих процесів і запобігання аварійної ситуації.

Підвищення ефективності управління небезпечними промисловими об'єктами, як правило, досягається завдяки автоматизації управління на етапах спостереження, збору, обробки інформації засобами пакетів математичного аналізу даних, впровадження АСУТП. Проте, автоматизації збору, зберігання і аналізу даних недостатньо для того, щоб оперативний персонал зміг приймати ефективні рішення щодо запобігання аварійної ситуації. Своєчасне прийняття рішення оперативним персоналом в критичних ситуаціях ускладнене нестачею інформації, великою кількістю контрольованих параметрів і складними взаємозв'язками між ними [1]. Для цього необхідні додаткові програмно-технічні засоби інформаційної підтримки оперативного персоналу, що працюють в контурі АСУ ТП в режимі реального часу. Таким інструментом сучасних інформаційних технологій є СППР.

Тому, у зв'язку з безперервним зростанням вимог до надійності небезпечних промислових об'єктів, складності технологічних процесів, що їх супроводжують, дослідження, спрямовані на підвищення оперативності прийняття рішень з управління цими об'єктами в критичних ситуаціях, досить актуальні.

*Об'єкт дослідження* – процеси створення та експлуатації програмно-технічних комплексів для управління небезпечними об'єктами.

*Предмет дослідження* – програмне забезпечення систем управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях.

*Мета і завдання дослідження.* Метою дослідження є підвищення оперативності прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі *завдання*:

- аналіз сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях;
- визначення структурних елементів і етапів створення СППР щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях;
- розроблення програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

*Методи дослідження.* Проведені у роботі дослідження та розробка ґрунтуються на принципах системного аналізу. При вирішенні поставлених завдань використовувалися методи прийняття рішень, моделі представлення знань, а саме, продукції.

*Наукова новизна отриманих результатів.* Набуло подальшого розвитку інформаційна технологія підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

*Практичне значення одержаних результатів.* Запропоновано програмний засіб логічного виводу СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуація. Програмний засіб отримує якісні оцінки ТП, аналізує на можливість критичної ситуації та виводить повідомлення та рекомендації для попередження критичних ситуацій, якщо такі наближаються.

*Апробація результатів дисертації.* Основні результати магістерської роботи викладались на міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Технологія - 2016» [2] та на форумі «ІТ-ідея - 2016» [3].

*Публікації.* За темою магістерської роботи викладено 2 тези.

*Структура та обсяг магістерської роботи.* Робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, викладених на 103 сторінках, списку літератури та 2 додатків.

## РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

### 1.1 Небезпечні виробничі об'єкти

Небезпечний виробничий об'єкт - це підприємство або його цехи, дільниці, майданчики та інші виробничі об'єкти, на яких:

- використовується обладнання, що працює під тиском більше 0,07МПа або при температурі нагрівання води понад 115°C;
- використовуються стаціонарно встановлені вантажопідйомні механізми, ескалатори, канатні дороги;
- виходять розплави чорних і кольорових металів і сплави на основі цих розплавів;
- ведуться гірничі роботи, роботи зі збагачення корисних копалин, а також роботи у підземних умовах;
- утворюються, використовуються, переробляються, зберігаються, транспортуються, знищуються небезпечні речовини [4].

Небезпечні виробничі об'єкти підрозділяються на чотири класи небезпеки відповідно до наступних критеріїв:

- накопичений потенціал небезпеки;
- механізм заподіяння шкоди;
- вид небезпеки;
- характер можливих надзвичайних ситуацій тощо.

### 1.2 Критичні ситуації

Критична ситуація – це поєднання умов і обставин, що створюють загрозу виникнення аварій та інших подій, які можуть призвести до вибуху, пожежі, отруєння, загибелі або травмування (захворювання) людей, тварин, втрат матеріальних цінностей. Аварійні ситуації можуть бути викликані природними катаклізмами (землетрус, повінь, тайфун, виверження вулкана, атмосферну електрику тощо), та техногенними причинами (відмова, поломка, ушкодження технічних систем і (або) транспорту).

Велику частку в виникненні техногенних аварійних ситуацій займає антропогенний (людський) фактор: помилкові дії персоналу промислових підприємств,

водіїв транспортних засобів, населення, несанкціоновані та терористичні дії людей [5].

### 1.3 Процес прийняття рішення

Прийняття рішення є складовою центральною частиною діяльності людини оператора у системі управління. Процедура прийняття рішення включає формування послідовності дій для досягнення мети на основі перетворення деякої вихідної інформації.

До основних об'єктивних і суб'єктивних умов, що визначає реалізацію процесів рішення у діяльності оператора, відносять:

- наявність дефіциту інформації і часу, що стимулюють "боротьбу" гіпотез;
- наявність певної "невизначеної ситуації", що визначає боротьбу мотивів у суб'єкта, що приймає рішення;
- здійснення вольового акту, що забезпечує подолання невизначеності, вибір гіпотези, прийняття на себе певної відповідальності.

Умови прийняття рішення багато у чому залежать від ступені невизначеності інформації. Процедура прийняття рішення у різних ситуаціях невизначеності матиме різний характер. Процес прийняття рішень включає ряд стадій, що визначають зміст основних компонентів процесу - інформаційної підготовки рішення та процедур прийняття рішення. Інформаційна підготовка рішення на першій стадії являє собою сукупність дій і операцій з приймання та обробки інформації про зовнішнє середовище, стан системи управління, під час керованого процесу. Друга стадія включає дії з аналізу та оцінки ситуації за допомогою деякої системи оціночних критеріїв і стандартів, які визначають характер і спрямованість необхідних перетворень ситуації. Основне завдання на цьому етапі полягає у адекватному перетворенні концептуальної моделі у модель проблемної ситуації, що підлягає вирішенню. Третя стадія протікає у вигляді цілеспрямованих дій над вихідними і перетвореними даними. У результаті такого оперування формується більш повне уявлення про предметний зміст ситуації, можливих напрямках її розвитку. Четверта стадія - це процедура вироблення і прийняття рішення. На п'ятій стадії здійснюється реалізація прийнятого рішення шляхом виконання певних дій або віддачі відповідних рекомендацій [6].

#### **1.4 Огляд сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях**

Дослідження сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях активно проводяться у різних галузях: хімічній, нафтогазовій, залізничній, теплової електростанції тощо.

У області підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях великий внесок внесли роботи Топольского Н. Г. та Вязілова А. В. [7], Топольского Н. Г. та Клімцова В. М. [8], Соколова С. В. [9], Артамонова В. С. [10], Геловані В. А. та Башликова А. А., та Бріткова В. Б., та Вязілова Е.Д. [11], Ямалова І. У. [12], Вішнякова В. А. [13], Сімапкова В.С. та Лушнікова Ю.К., та Морозова В.А. [14], Арсен'єва Ю.И. та Шелобаєва С.И., та Давидової Т.Ю. [15].

У статті Гриб О. Г. [16] вирішується питання підвищення ефективності оперативного управління енергетичними системами в умовах невизначеності. Розглядається задача реєстрації штатних і нештатних подій у системі з можливістю візуалізації для користувачів, оперативної оцінки значущості окремих складових виниклої ситуації, генерації можливих рішень, оцінки наслідків і ефективності цих рішень (кількісні та якісні характеристики), вибору найоптимальнішого з рішень (виходячи з отриманих характеристик).

У статті Тарасової Н. П., Єгорова А. Ф., Савицької Т. В., Сметанникова Ю. В., Дударова С. П. та Варнавського Є. В. [17] розглянені механізми функціонування СППР у інтегрованих автоматизованих системах управління безпекою хімічних підприємств при виникненні і розвитку аварійних ситуацій. Розроблені алгоритми аналізу, оперативної оцінки та видачі рекомендацій ОПР у випадку критичних ситуацій на хімічних підприємствах з використанням СППР.

У статті Міронової Н. А. та Скрипник А. А. [18] запропонована архітектура групової СППР. Проведен аналіз існуючих СППР на предмет підтримки групової роботи і реалізації компонента формування методу прийняття групових рішень. Розроблена система відрізняється від існуючих наявністю підсистеми синтезу методу прийняття групових рішень і розширеної бази методів аналізу ієрархій.

Більш детально нижче розглянуті результати деяких досліджень технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

### 1.4.1 Задачі прийняття управлінських рішень на прикладі регіональної газорозподільної організації

Управління складними об'єктами газової галузі пов'язано з оперативним вирішенням різноманітних відповідальних завдань. Ці завдання характеризуються високими вимогами до забезпечення пожежовибухобезпеки, об'єктивної відповідальності за неправильні дії, унікальністю, наявністю факторів невизначеності, необхідністю обліку безлічі обмежень і використання обширного довідкового і регламентного матеріалу.

Своєчасне і ефективне вирішення завдань керівником з виникаючих проблем і конфліктних ситуацій багато у чому визначає успіх ефективної діяльності та розвитку підприємства. Прийняті рішення повинні відповідати місії та цілям, як самого підприємства, так і відповідного регіону. При цьому повинні враховуватися допустимі для реалізації рішення ресурси.

У прийнятті рішення і відповідальності за його наслідки беруть участь не тільки особи, що приймають рішення, тобто керівники або менеджери, а ще й інженери по знанням, експерти та інші фахівці. Для допомоги керівнику у прийнятті рішень використовуються інтерактивні комп'ютерні СППР.

Для забезпечення вимог до управлінських рішень, що приймаються на підприємствах газової галузі, необхідно використовувати сильні методи, які «працюють» у всіх проблемних ситуаціях, у тому числі і тих, коли рішення строгими аналітичними методами не існує.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває рішення слабо формалізованого завдання ідентифікації проблемної ситуації, на основі якої проводиться вибір відповідного методу вироблення рішення.

У своїй розробці Блохін А. Н [23] використовував методи системного аналізу, математичного моделювання, теорії масового обслуговування; теорії прийняття рішень та управління ризиками, штучного інтелекту.

Результати досліджень:

1) запропоновано класифікацію проблем, характерних для функціонування регіональної МРВ;

2) розроблено оригінальний алгоритм ідентифікації проблемних ситуацій і класу задач прийняття управлінських рішень;

3) побудовано моделі процесів прийняття рішень, що враховують специфіку однієї проблемної ситуації, групи проблемних ситуацій і інтенсивного потоку проблем;

4) розроблено алгоритм прийняття управлінських рішень керівником МРВ з урахуванням надходження розподіленої у часі інформації.

#### **1.4.2 Геоінформаційна система підтримки прийняття рішень при прогнозі і ліквідації аварійних розливів нафти на магістральних нафтопроводах**

Магістральні нафтопроводи є комплексами вибухопожежонебезпечних об'єктів, окремі ділянки яких прокладені в зонах дії небезпечних природних і техногенних явищ, які загрожують екологічній безпеці районів їх прокладки і схильні до підвищеного ризику пошкодження і розгерметизації, а прилегла територія - ризику забруднення нафтою.

Одним з основних шляхів зниження наслідків від аварійних ситуацій на об'єктах трубопровідного транспорту є планування і виконання заходів щодо попередження та ретельну підготовку до локалізації та ліквідації виниклих аварійних ситуацій. Для цього необхідно завчасно оцінювати можливі наслідки аварій і їх вплив на населення та прилеглу територію.

Тому розробка автоматизованої системи ліквідації наслідків аварійних розливів нафти набула особливої актуальності, яка дозволила б автоматизувати процес прийому і обробки інформації про аварійні ситуації, забезпечувати геоінформаційне моделювання аварійних розливів нафти, з урахуванням характеристик місцевості, погодних умов і масштабів аварії, а також представляти результати особі, яка приймає подальше вирішення по ліквідації аварії.

У своїй розробці Сайфутдінова Г.М. [24] використовувала методи системного аналізу, автоматизованого проектування інформаційних систем, методи математичного та геоінформаційного моделювання, організації баз геоданих, технології сховищ даних.

Результати досліджень:

1) розроблено метод геоінформаційного опису магістрального нафтопроводу і його об'єктів, заснований на теоретико-множинних відносинах, а також використанні цифрової моделі місцевості і цифрового поздовжнього профілю у вигляді спеціалізованих шарів, просторових даних: відміток висот, ізоліній, гідрографії, об'єктів магістрального нафтопроводу і інших об'єктів;

2) запропоновано метод розбиття лінійної частини трубопроводу для геоінформаційного моделювання аварійних розливів нафти на основі знаходження екстремальних характеристик (висотних позначок лінійної частини магістральних нафтопроводів) по геоінформаційному опису магістрального нафтопроводу і його околиць;

3) модернізований існуючий алгоритм стікання нафти по суші на основі цифрової моделі місцевості з урахуванням рельєфу, ухилу, нафтоємкості ґрунту і гідрографії. Показано, що побудова моделі стікання нафти по суші з використанням геоінформаційних технологій, дозволяє розрахувати маршрут і площу розповсюдження нафтової плями для лінійних і майданних об'єктів магістрального нафтопроводу.

### **1.4.3 Автоматизовані системи підвищення безпеки функціонування екологічно небезпечних хімічних виробництв**

Однією з актуальних завдань, що стоять перед суспільством на сучасному етапі, є вдосконалення управління в умовах критичних ситуацій і підвищення ефективності та оперативності заходів, спрямованих на забезпечення безпеки населення і навколишнього природного середовища.

Промислове виробництво, сконцентрувавши у собі колосальні запаси різних видів енергії, шкідливих речовин і матеріалів, стало постійним джерелом серйозної техногенної небезпеки і виникнення аварій, що супроводжуються критичними ситуаціями. Впровадження у виробництво нових технологій не знижує рівень цієї небезпеки. Природне постійне прагнення суспільства до найбільш повного задоволення своїх матеріальних і духовних потреб тягне за собою збільшення масштабів виробництва, а, отже, і рівня техногенної небезпеки. Ситуація ускладнюється високою концентрацією промислових об'єктів на території проживання населення.

Аналіз змісту завдань управління у критичних ситуаціях, а також досвіду вітчизняних і зарубіжних розробок, дозволяють відзначити особливу важливість використання результатів математичного моделювання процесів розповсюдження забруднюючих речовин. Спрогнозовані дані про концентрації забруднюючих речовин у об'єктах природного середовища із заданими просторово-часовою точністю і дискретністю надають істотну допомогу і є невід'ємною частиною інформаційного забезпечення при прийнятті рішень щодо подолання негативних наслідків критичних ситуацій, пов'язаних з промисловими викидами.

У своїй розробці Прохнич А.Н. [25] використовував методи системного аналізу, математичного моделювання, математичної фізики, самоорганізації прогнозуючих моделей, звичайно-різницевої методи, методи побудови бази знань за допомогою правил продукції.

Результати досліджень:



- 1) розроблена модель СППР у критичних ситуаціях, пов'язаних з викидами промислових підприємств на основі використання системного підходу;
- 2) розроблена методика і алгоритм вироблення і прийняття управлінських рішень у критичних ситуаціях і ліквідації їх наслідків на основі використання сценарного підходу і технології баз знань;
- 3) запропонована методика і алгоритм прогнозування поширення забруднюючих речовин в атмосфері на основі розподілених адаптивних моделей.

#### **1.4.4 Аналіз підходів до забезпечення безпеки хімічних виробництв**

Згідно Савицькій Т. В. [26] для забезпечення безпеки хімічних виробництв у даний час використовуються три підходи:

- традиційний;
- технологічний;
- інформаційно-керуючий.

Найбільше поширення у вітчизняній практиці отримало комбінування традиційного підходу, що базується на вимогах виробничої безпеки, технологічних регламентах і нормативних документах, та інформаційно-керуючого підходу, запропонованого академіком Кафаровим В. В. [27] та розвинутого у роботах його учнів Мешалкіна В. П. [28, 29], Палюха Б. В. [30], Єгорова А. Ф., Савицької Т. В. [31] тощо. Суть інформаційно-керуючого підходу полягає в аналізі відмов, діагностиці несправностей і підвищенні експлуатаційної надійності обладнання та систем управління.

У дисертаційній роботі Рязанцева О. І. [19] представлені результати теоретичних, експериментальних і промислових досліджень, присвячених розробці та обґрунтуванню методології, аналітичного базису і організаційної структури комплексної регіональної інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу. Розроблені моделі та методи підтримки прийняття рішень при оцінці рівня екологічної безпеки регіону; моделі формування оперативних рекомендацій операторам технологічних установок промислових об'єктів підвищеної небезпеки при виникненні некоректних станів системи і підвищення ризику виникнення аварійних ситуацій при наявності і відсутності зовнішніх впливів.

У працях Скарги-Бандурової І. С. [20, 21] розроблені підходи та алгоритми, які увійшли в основу автоматизованої системи підвищення безпеки виробництва формаліну. Представлена структура інформаційно-аналітичного комплексу, основними завданнями якого є своєчасне забезпечення персоналу інформацією в обсязі достатньому для

прийняття рішення по невідповідності, виявлення та локалізації при управлінні виробничою системою у режимах відмінних від номінальних.

Робота Шумової Л. О. [22] присвячена розробці методів прогнозування можливих порушень технологічного процесу і створенню додаткових засобів інформаційної підтримки оперативного персоналу, що працюють у контурі АСУ ТП у режимі реального часу.

Наявність людини оператора-апаратника у контурі управління і ведення процесу координації у реальній виробничій системі на природній мові, приводить до необхідності обліку труднощів представлення знань оператора у вигляді алгоритмів і узгодженості отриманого ЕОМ рішення з його оцінкою [32, 33]:

- ненадійність вихідної інформації, одержуваної від диспетчера у режимі прийняття рішення, неточність оцінок, недовизначеність понять і термінів, невпевненість диспетчерів у своїх висновках;
- нечіткість (неоднозначність) мови представлення правил у системах експертного типу;
- процедура прийняття рішення базується на неповній інформації, тобто нечітких посилках.

Необхідність роботи у цих умовах ускладнює використання стандартних систем автоматики і АСУ ТП. Особливо складним є опис областей допустимих режимів роботи устаткування у таких умовах, тому що завдання жорстких (чітких) обмежень для АСУ ТП і систем автоматики призводять у даний час до відключення цих систем диспетчером. Тому вкрай важливою представляється можливість використання для опису і формалізації областей допустимих режимів роботи обладнання теорії нечіткої логіки.

У результаті аналізу актуальних проблем запобігання аварійних зупинок хімічного агрегату можна зробити висновок, що для забезпечення безаварійності технологічного процесу, зниження собівартості кінцевого продукту, скорочення шкідливих викидів і відходів, необхідно оснащення діючої АСУ ТП інформаційно-аналітичними засобами підтримки прийняття рішень операторів у критичних ситуаціях. Головною проблемою попередження аварійної зупинки є можливість побудови якісного прогнозу виникнення аварійної ситуації [34].

## 1.5 Огляд моделей представлення знань у СППР щодо управління небезпечними об'єктами

Ключовим компонентом СППР є БЗ, яка служить основою представлення знань про процеси небезпечних об'єктів. Апарат моделей представлення знань є найбільш універсальним і гнучким у порівнянні з апаратами моделей представлення даних і системного моделювання. Зазначені переваги апарату моделей представлення знань пояснюються тим, що даний апарат допускає наявність як інформаційних і обчислювальних структур, так і інтелектуальних структур, які в сукупності можуть характеризувати декларативні і процедурні знання про процес функціонування небезпечних об'єктів.

У загальному вигляді можна виділити кілька механізмів представлення знань. Типи моделей представлення знань класифікують на емпіричні та теоретичні (рис. 1.1). У основі побудови емпіричних моделей лежить вивчення принципів організації людської пам'яті і моделювання механізмів вирішення завдань людиною. До групи теоретичних моделей відносяться механізми представлення знань, які досить строго описують об'єкти і ситуації та однозначно гарантують чіткість процесу прийняття рішень, однак вимагають значних витрат ресурсів і часу [35].

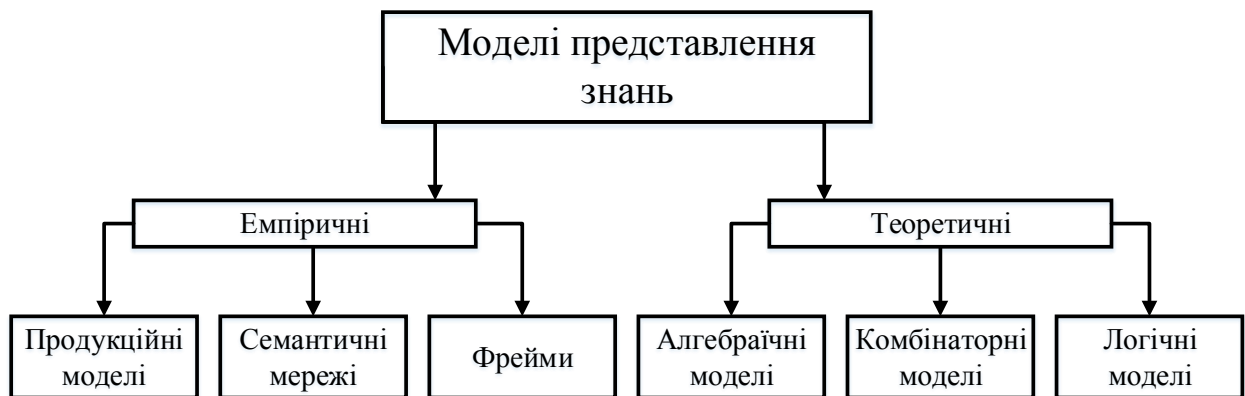


Рисунок 1.1 – Основні типи моделей представлення знань

### 1.5.1 Продукційна модель

Продукційна модель, або модель, заснована на правилах, дозволяє уявити знання у вигляді пропозицій типу: Якщо (умова), то (дія).

Під умовою розуміється деякий зразок, за яким здійснюється пошук у базі знань, а під дією - дії, що виконуються при успішному результаті пошуку (вони можуть бути

проміжними, які виступають далі як умови, і термінальними або цільовими, які завершують роботу системи).

Продукційні системи ділять на два типи - з прямими і зворотними висновками. При прямому виведенні міркування ведеться від даних до пошуку мети, а при зворотньому проводиться пошук доведення або спростування деякої мети до даних. Часто використовуються комбінації прямого і зворотного ланцюга міркувань. Дані - це вихідні факти, на підставі яких запускається машина виведення - програма, яка перебирає правила з бази.

Продукції вигідні для вираження знань, які можуть приймати форму переходу між станами: ситуація-дія; посилка-висновок; причина-наслідок.

Продукції у порівнянні з іншими формами представлення знань мають наступні переваги:

- модульність;
- наочність;
- однаковість структури (основні компоненти виробничої системи можуть застосовуватися для побудови інтелектуальних систем з різною проблемної орієнтацією);
- природність (висновок укладення в продукційній системі багато в чому аналогічний процесу міркувань експерта);
- легкість внесення доповнень і простота механізму логічного висновку;
- гнучкість ієрархії понять, яка підтримується тільки як зв'язка між правилами (зміна правила тягне за собою зміну в ієрархії).

Недоліки:

- процес виведення менш ефективний, ніж в інших системах, оскільки велика частина часу при виведенні витрачається на непродуктивну перевірку застосовності правил;
- цей процес важко піддається управлінню;
- складно уявити ієрархію понять [36].

### **1.5.2 Семантичні мережі**

Однозначне визначення семантичної мережі (мережевої моделі знань) сьогодні відсутнє. В інженерії знань під нею мається на увазі граф, що відображає зміст цілісного образу. Вузли графа відповідають поняттям і об'єктам, а дуги - відносинам між об'єктами.

Семантична мережа як модель найбільш часто використовується для представлення декларативних знань. За допомогою цієї моделі реалізуються такі властивості системи

знань, як інтерпретируемість і зв'язність. За рахунок цих властивостей семантична мережа дозволяє знизити обсяг збережених даних, забезпечує висновок по асоціативним зв'язкам.

Однією з перших відомих моделей, заснованих на семантичній мережі, є TLC-модель (Teachaple Languge Comprehender - доступний механізм розуміння мови), розроблений у 1968 році. Модель використовувалася для подання семантичних відносин між концептами (словами) з метою опису структури довготривалої пам'яті людини у психології.

Як правило, розрізняють екстенціональні і інтенціональні семантичні мережі. Екстенціональна семантична мережа описує конкретні відносини даної ситуації. Іntenціональна - імена класів об'єктів, а не індивідуальні імена об'єктів. Зв'язки в інтенціональній мережі відображають ті відносини, які завжди притаманні об'єктам даного класу.

Переваги моделі:

- відповідність сучасним уявленням про організацію довготривалої пам'яті людини;
- наочне уявлення.

Недолік - складність пошуку виведення, складність коригування таких моделей (додавання, видалення знань) [37].

### 1.5.3 Фрейми

Фреймова модель являє собою систематизовану психологічну модель пам'яті людини і його свідомості. Фрейм - структура даних для представлення деякого концептуального об'єкта. Інформація, що відноситься до кадру, міститься у складових його слотах. Слот може бути термінальним (листом ієрархії) або являти собою фрейм нижнього рівня.

Основною перевагою фреймів як моделі представлення знань є те, що вона відображає концептуальну основу організації пам'яті людини, а також її гнучкість і наочність. Найбільш яскраво переваги фреймових систем уявлення знань проявляються, якщо родовидові зв'язки змінюються нечасто і предметна область нараховує трохи винятків. У фреймових системах дані про родовидові зв'язки зберігаються явно, як і знання інших типів. Значення слотів представляються у системі в єдиному екземплярі, оскільки включаються тільки в один фрейм. Така властивість систем фреймів забезпечує економне розміщення бази знань у пам'яті комп'ютера. Ще одна перевага фреймів полягає у тому, що значення будь-якого слота може бути обчислено за допомогою відповідних

процедур або знайдено евристичними методами. Тобто фрейми дозволяють маніпулювати як декларативними, так і процедурними знаннями.

До недоліків фреймових систем відносять їх відносно високу складність, що проявляється у зниженні швидкості роботи механізму виводу і збільшення трудомісткості внесення змін до родової ієрархії. Тому при розробці фреймових систем приділяють увагу наочним способам відображення і ефективним засобам редагування фреймових структур [38].

#### **1.5.4 Логічна модель знань**

Основна ідея - вся інформація, необхідна для вирішення прикладних завдань, розглядається як сукупність фактів і тверджень, які представляються як формули в деякій логіці. Знання відображаються сукупністю таких формул, а отримання нових знань зводиться до реалізації процедур логічного висновку.

Основні переваги логічних моделей знань:

- як «фундамент» використовується класичний апарат математичної логіки, методи якої досить добре вивчені і формально обґрунтовані;
- існують досить ефективні процедури виведення, у тому числі реалізовані в мові логічного програмування "Пролог";
- у базах знань можна зберігати лише безліч аксіом, а всі інші знання отримувати з них за правилами виведення.

Недоліком являються складності, які виникають при описі «багатосортних» світів, коли об'єкти не є однорідними.

У логічних моделях знань слова, що описують сутність предметної області, називаються термами (константи, змінні, функції), а слова, що описують відносини сутностей - предикатами. Предикат - логічна пропозиціональна функція, певна для предметної області і приймає значення істинності або хибності. Пропозиціональною називається функція, яка ставить у відповідність об'єктів з області визначення одне зі значень істинності («істина», «брехня»). Предикат приймає значення «істина» або «брехня» в залежності від значень назв термів [39].

### **1.5.5 Комбінаторна модель знань**

Комбінаторні моделі засновані на розгляді дискретних об'єктів, кінцевих множин і заданому на них відношені порядку. У рамках комбінаторики також розглядаються всі можливі зміни, перестановки і поєднання у рамках заданих множин.

Комбінаторні моделі використовуються у задачах топології (наприклад, пошук шляху), завданнях прогнозування поведінки автоматів, при вивченні дерев рішень, частково впорядкованих множин.

Основна проблема - у визначенні цієї моделі: вона оперує тільки дискретними об'єктами і кінцевими множинами, пов'язаними однорідними відносинами [40].

### **1.5.6 Алгебраїчна модель знань**

Алгебраїчна модель представляє знання у вигляді деяких алгебраїчних примітивів, над якими визначено безліч дій. Для набору знань, представленого у такому вигляді, діють правила алгебраїчних множин, такі як аксіоматизація, визначення підсистем і відносин еквівалентності. Також можлива побудова ланцюгів множин (множини, для яких визначено порядок відносини «бути підсистемою»).

Спочатку передбачалося використовувати подібну модель в якості формалізованої системи побудови аналогій (за рахунок визначення еквівалентності). Однак, на цю формальну модель дуже складно відобразити весь набір знань, тому від цієї ідеї відмовилися [40].

## **1.6 Висновки до першого розділу**

Проведений огляд сучасних технологій підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами виділяє СППР як основний інструмент цієї технології і обумовлює актуальність розробки програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях.

У процесі розгляду відомих моделей представлення знань у СППР виявлено їх основні переваги та недоліки щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

Визначені основні напрямки досліджень дисертаційної роботи, мета якої полягає у підвищенні оперативності прийняття рішень з управління хімічних виробництв в критичних ситуаціях.

Поставлено завдання:

- визначити структурні елементи СППР необхідні для управління небезпечним об'єктом у критичних ситуаціях;
- сформулювати етапи створення СППР для управління небезпечним об'єктом;
- проаналізувати інструментальні засоби розробки компонентів СППР;
- виділити важливий структурний елемент системи і програмно реалізувати його функціонування.



## РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ОСНОВНИХ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ СППР

### 2.1 Особливості процесів обробки інформації у СППР

СППР - це комп'ютерна система, яка шляхом збору та аналізу великої кількості інформації може впливати на процес прийняття рішень організаційного плану.

Процес прийняття рішень в СППР, включає чотири стадії:

- розпізнавання або осмислення - складається з ідентифікації і розуміння проблем, що зустрічаються в організації: чому проблеми виникають, де і з яким результатом. Традиційні керуючі інформаційні системи, які постачають широке різноманіття детальної інформації, можуть допомагати пізнавати проблеми, особливо якщо системи повідомляють про винятки;

- проект або міркування - протягом прийняття рішень ОПР продумує можливі варіанти вирішення проблем. Малі системи СППР ідеальні в цій стадії прийняття рішень, тому що вони оперують на простих моделях, можуть бути швидко розвинені і працювати з обмеженими даними;

- вибір - полягає в підборі рішень серед альтернатив. Тут виробник рішень міг би потребувати великої системи СППР, щоб використовувати більш великі дані щодо ряду альтернатив і комплексні аналітичні моделі, щоб пояснити всі витрати, слідства і можливості;

- реалізація - протягом виконання рішення менеджери можуть використовувати систему повідомлення, яка поставляє звичайні доповіді щодо прогресу певного рішення. Системи підтримки виконання можуть бути від повномасштабної керуючої інформаційної системи до менших систем, таких, як програмне забезпечення планування проекту, що використовує мікрокомп'ютери [41].

Успіхи СППР обумовлені рядом чинників:

- чіткий поділ фактів і висновків;
- накопичення і використання знань експертів;
- рішення неформалізованих або слабо формалізованих задач прийняття рішень, без складання алгоритму, який будується самою системою у процесі аналізу наявних даних;

- наявність підсистеми пояснень, за допомогою якої рішення можуть бути пояснені системою на якісному рівні, що робить їх рекомендації зрозумілими і переконливими.

Основною відмінністю СППР від інших програмних засобів обробки інформації є використанням спочатку знань експертів і тільки потім використання методів обробки даних.

Для СППР відсутня єдина класифікація. Різні автори пропонують різні класифікації.

На рівні користувача Р. Haettenschwiler [42] підрозділяє СППР на три типи:

- пасивні;
- активні;
- кооперативні;

Пасивної СППР називається система, що допомагає процесу прийняття рішення, але не може винести пропозицію, яке рішення прийняти. Активна СППР навпаки має можливість робити пропозицію про те, який з доступних рішень слід вибрати. Кооперативна СППР дозволяє користувачеві змінювати, поповнювати або поліпшувати рішення, пропоновані системою, посилаючи потім ці зміни в систему для перевірки. У відповідь, СППР також доповнює та покращує рішення і знову посилає їх користувачеві. Цей процес триває у циклі до моменту отримання погодженого вирішення.

На концептуальному рівні D. J. Power [43] відрізняє СППР, по керованими нею об'єктами:

- керовані повідомленнями (Communication-Driven DSS);
- керовані даними (Data-Driven DSS);
- керовані документами (Document-Driven DSS);
- керовані знаннями (Knowledge-Driven DSS);
- керовані моделями (Model-Driven DSS).

Керована повідомленнями СППР підтримує групу користувачів, що працюють над виконанням загального завдання.

Динамічна СППР орієнтується в основному на доступ і маніпуляцію з якимись даними.

Керована документами СППР здійснює управління, пошук і маніпулювання неструктурованою інформацією, заданої в різних форматах.

Керована знаннями СППР забезпечує рішення завдань у формі фактів, правил, процедур.

На технічному рівні D. J. Power [43] розрізняє СППР усього підприємства і настільну СППР. СППР усього підприємства підключена до великих сховищ даних і

обслуговує багатьох працівників підприємства. Настільна СППР — це мала система, що обслуговує лише один комп'ютер користувача.

Також системи підтримки прийняття рішень можуть бути класифіковані на основі тих даних, з якими вони працюють. За даним критерієм СППР умовно можна розділити на оперативні та стратегічні. Оперативні системи – системи, спроектовані для негайного реагування на зміни, що відбулися за будь-яких умов у ситуації на даний момент часу при управлінні процесами підприємства. Стратегічні СППР – системи, орієнтовані на аналіз значних обсягів різномірної інформації, що збираються з різних джерел [44].

Проаналізувавши класифікації СППР було прийнято рішення, що СППР щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях відноситися по класифікаціях:

- на рівні користувача, як кооперативна, так як і СППР, і користувач системою повинні доповнювати і покращувати рішення;
- на концептуальному рівні як СППР, керуюча даними та знаннями, тобто СППР буде забезпечувати рішення завдань у формі фактів, правил, процедур;
- на технологічному рівні як СППР усього підприємства, тобто СППР повинна обслуговувати не один комп'ютер, а увесь небезпечний об'єкт;
- на основі тих даних, з якими СППР працюють, СППР повинна бути і оперативною, і стратегічною, так як необхідно аналізувати значні обсяги різномірної інформації, що збираються з різних джерел, та миттєво реагують на зміни, щоб запобігти критичних ситуації на небезпечному об'єкті.

Переваги СППР перед експертами:

- робота СППР у режимі рішення задач не залежить від фізичного і психологічного стану людини;
- за допомогою СППР можна легко передавати знання іншим користувачам, наприклад, навчати нових фахівців;
- низька вартість системи у порівнянні з групою експертів, тобто після набуття знань системою одна людина може працювати з СППР, так як усі необхідні знання вже є у системі.

## **2.2 Етапи створення СППР**

Після визначення мети створення СППР необхідно визначити етапи створення СППР, які необхідно буде послідовно виконувати. При аналізі літератури [45, 46, 47, 48] було визначено етапи створення СППР:

- визначення необхідних даних і знань для розглянутої предметної області;

- визначення відносин між отриманими знаннями і створення стратегії прийняття рішень;
- визначення моделі представлення знань;
- створення структури СППР;
- програмування і зв'язування компонент СППР;
- отримання системою знань від експерта;
- тестування СППР.

### 2.3 Основні структурні компоненти СППР

Для виділення основних компонентів структури СППР щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях було проведено аналіз вже створених структур СППР.

У структурі СППР управління народним господарством [49] було виділено 4 основні компоненти системи: інтерфейс користувача, БД, БЗ, база моделей. Інтерфейс користувача дозволяє ОПР спілкуватися з системою за допомогою програм введення і технологій виведення, наприклад, експерту виводиться попередження про можливий град та рекомендація про необхідність встановлення навісу над теплицями необхідних номерів секторів. БД і система управління базами даних дозволяють зберігати, управляти, здійснювати відбір, показувати і аналізувати дані, наприклад, дати висадки необхідних квітів. База моделей і система управління базами моделей включає набір моделей для забезпечення запитів користувачів, вирішення аналітичних та інших завдань. Використання БЗ різних фахівців разом з математичним моделюванням біологічних, економічних та інших процесів підносить вгору рівень виробництва і дієвість управління. Наприклад, саме у БЗ вирішується які поради видавати експерту при різних погодних умовах.

У структурі СППР машиніста дизель-поїзда [50] було виділено 5 основних компонентів системи: інтерфейс користувача, БД, підсистема придбання знань, підсистема автоматичного управління, підсистема виявлення нестандартних режимів і БЗ. БД дозволяє зберігати додаткову інформацію про об'єкт управління, параметри та маршрути руху, розклад і т. д. БЗ здійснює компактне зберігання інформації про програмну траєкторію руху поїзда та електронні маршрутні карти руху рухомого складу, які розраховані заздалегідь для всіх перегонів маршруту з урахуванням розкладу, можливих погодних умов, а також можливих обмежень по швидкості і часу. Підсистема придбання знань будує БЗ на основі знань досвідчених машиністів дизель-поїзда. Інтерфейс

користувача дозволяє вводити інформацію, наприклад, завантаження составу, технічні характеристики, і візуально представляти дані, наприклад, рекомендації з управління поїздом з мінімальною витратою паливно-енергетичних ресурсів у реальному часі. Підсистема автоматичного управління для конкретної ділянки маршруту та розкладу проходження составу реалізує оптимальний, з точки зору витрати енергії, алгоритм управління рухомим складом на підставі знань, що зберігаються у БЗ та інформації з БД. Підсистема виявлення нестандартних режимів необхідна для виявлення і захисту від буксування.

У структурі СППР щодо управління обласними цільовими програмами [51] було виділено 6 основних компонентів системи: інтерфейс користувача, підсистема придбання знань, БД, БЗ, підсистема логічного виводу, підсистема пояснень. Інтерфейс користувача зрозумілий для експлуатації співробітниками профільних департаментів міністерств, провідних цільову програму і призначений для підтримки користувача у випадках, коли виникає необхідність додаткових комунікацій з системою: наприклад, коли опції, надані системою, незрозумілі користувачеві, або висновки сумнівні, або користувач хоче дізнатися правила, на основі яких було прийнято рішення. Підсистема придбання знань проводиться спільно з фахівцями відповідних державних органів управління. У результаті виконання цього етапу аналізу СППР формує набір можливих проектних, технічних і технологічних схем реалізації об'єкта програми, які слід оцінювати за заданими критеріями. БД зберігає дані інформаційних систем Електронного Уряду області. БЗ формує набір можливих проектних, технічних і технологічних схем реалізації об'єкта програми, які слід оцінювати за заданими критеріями. Підсистема логічного виводу направляє пошук по БЗ, метою якого є отримання якого-небудь факту, рішення або вибору наступної дії. Підсистема пояснень пояснює хід міркувань системи.

У структурі СППР для корекції процесів вирощування монокристалів [52] було виділено 5 основних компонентів системи: інтерфейс користувача, БД, БЗ, база моделей, модель логічного виводу. Інтерфейс користувача виводить майстру-технологу поради для виходу з критичних ситуацій. БД містить вихідні дані для теплових розрахунків, первинні дані, отримані від фізичних датчиків, масиви значень температури у заданих точках розплаву і злитка, дані у вигляді формулювань рад для майстра-технолога, виданих протягом процесу і т. д. Модель БЗ крім відносин проблемної області містить метазнання, необхідні для швидкого перемикавання необхідного фрагмента основної БЗ і генерації рекомендацій для користувача СППР. База моделей містить набір моделей для отримання даних, необхідних для прийняття рішення і набір моделей взаємозв'язку первинних даних (вихідного набору ознак) і критеріїв оцінки ситуації. Модель логічного виводу визначає

допустимі перетворення ситуацій та набір стратегій застосування цих перетворень. Для застосування СППР у режимі «порадника» модель пошуку рішень повинна періодично коригуватися за результатами попередніх процесів вирощування монокристалів.

За допомогою аналізу вже створених структур СППР виділимо основні компоненти структури СППР щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях:

- інтерфейс користувача;
- БД;
- підсистема придбання знань;
- БЗ;
- підсистема логічного виводу;
- підсистема пояснень.

Інтерфейс користувача необхідний для ведення діалогу між системою і користувачем. Інтерфейс повинен бути простим і зрозумілим користувачам, давати можливість вводити інформацію у систему, ставити запитання системі з допомогою діалогових вікон та отримувати необхідну інформацію у вигляді, зрозумілому користувачеві.

БД необхідна для отримання, зберігання і структурування інформації розв'язуваної задачі. Витягування даних з БД необхідно для передачі інформації підсистемам для подальшої обробки, а також для її виведення необхідної інформації користувачеві на екран, на принтер і т. п.

Підсистема придбання знань вводить нові знання у БЗ у діалоговому режимі. Для введення знань експерт (носій знань у розглянутій предметній області, формулює знання для введення їх в БЗ) і інженер по знаннях (допомагає експерту вводити знання у БЗ) повинні працювати спільно.

БЗ містить правила і висновки, які використовуються у прийнятті рішень. Правило визначає, що варто робити у конкретній ситуації, і складається з двох частин: умова, яка може виконуватися або ні, і висновок, який слід зробити, якщо виконується умова.

Підсистема логічного виводу обробляє знання БЗ, яка знаходиться всередині підсистеми логічного виводу, і вхідні дані для виведення рекомендацій користувачеві у відповідності з певною стратегією вибору правил.

Підсистема пояснення виводить пояснення розв'язання задачі, якщо рішення не зрозуміло користувачеві, і використані для цього знання, що полегшує експерту тестування системи та підвищує довіру користувача до отриманого результату [53, 54, 55].

## 2.4 Визначення моделі представлення знань у СППР

Проаналізувавши основні моделі представлення знань у підрозділі 1.5, визначено їх найзначніші, для небезпечного об'єкту, переваги і недоліки, які розглянуті нижче.

Логічні моделі використовуються для представлення знань, виражених у вигляді тверджень, аксіом, які характеризуються точністю визначення сенсу виразу, можливістю побудови на їх основі баз знань модульного типу, компактністю запису виразів. Однак при застосуванні моделей зазначеного типу внаслідок різного роду перетворень можлива втрата важливої інформації, при цьому логічний висновок, як правило, має експонентну складність.

Перевагами семантичних мереж як способу представлення знань є модульність, притаманна логічним моделям, а також особлива структура уявлення, за допомогою якої значно спрощуються логічні висновки. До недоліків семантичних мереж слід віднести складності, пов'язані з обробкою вершин і зв'язків довільної структури.

Фреймові моделі найбільш повно задовольняють чотирьом основним вимогам до подання знань: внутрішньої інтерпретується, структуровані, зв'язності і активності. Однак у фреймових моделях досить складно сформулювати процедури логічного висновку.

Комбінаторні і алгебраїчні моделі зручні при розгляді досить вузьких аспектів вирішення конкретного завдання, в силу чого їх використання для багатofункціональних і багаторежимних систем також важко [56].

У продукційних системах відносно легко виражаються і процедурні, і декларативні знання. Продукційні системи відрізняються модульністю і однорідністю організації знань, природністю їх сприйняття. До недоліків продукційних систем відносяться труднощі складання продукційного правила відповідного елемента знання та запису правила, зростання числа правил у БЗ.

Проаналізувавши переваги і недоліки основних моделей представлення знань, прийнято рішення проблемну ситуацію у роботі описати за допомогою системи продукцій, так як саме у ній висновок укладення є аналогічним процесу міркувань експерта. Оператор-технолог може без будь-яких зусиль зрозуміти прийняті рішення і отримані результати, самостійно видаляти старі правила, додавати нові правила до списку існуючих та змінювати їх незалежно від старих правил, якщо умови праці змінилися через зміну обладнання, тощо. Також продукції вигідні для вираження знань, які можуть приймати форму переходу між потрібними нам станами - причина-наслідок.

## 2.5 Аналіз інструментальних засобів розробки СППР

Інструментальні засоби розробки СППР можна розділити на наступні типи:

- системи програмування мовами високого рівня;
- системи програмування на мовах подання знань;
- порожні оболонки систем;
- засоби автоматизованого створення СППР [57, 58, 59].

Системи програмування мовами високого рівня, такі як C++, C#, Паскаль, Фортран, Бейсик, Forth, Refal, SmallTalk, Лісп та ін., не містять засобів, призначених для представлення та обробки знань. Тим не менш, досить велика, але з часом зменшуюча, частка СППР розробляється з допомогою традиційних мов високого рівня. У наведеному переліку можна виділити мови Лісп і SmallTalk, як найбільш зручні та широко використовуються для створення СППР. Зокрема, широке використання мови Лісп пояснюється наявністю розвинених засобів роботи зі списками і підтримкою механізму рекурсії. За допомогою мови Лісп розроблено ряд поширених СППР, таких, як MYCI N, DEN DRAL, PROSPECTOR [60, 61].

Системи програмування на мовах подання знань мають спеціальні засоби, призначені для створення СППР. Вони містять власні засоби подання знань (відповідно з певною моделлю) і підтримки логічного виводу. До числа мов представлення знань можна віднести FRL, KRL, OPS5, LogLisp, Пролог та ін. Розробка СППР за допомогою систем програмування на мовах подання знань заснована на технології звичайного програмування. Від розробника потрібні відповідні навички програмування і кваліфікація. Найбільше поширення з числа названих мов отримали мови логічного програмування Пролог і OPS5 [62, 63].

Засоби автоматизованого створення СППР являють собою гнучкі програмні системи, що допускають використання декількох моделей представлення знань, способів логічного висновку і видів інтерфейсу і містять допоміжні засоби створення СППР. У якості прикладів розглянутого класу засобів можна назвати такі системи: EXSYS, 1st-Class, Personal Consultant Plus, ПИЭС, GURU, Xi Plus, OPS5+ [64, 65, 66]. Побудова СППР за допомогою розглянутих засобів полягає у формалізації вихідних знань, запису їх на вхідній мові представлення знань і описі правил логічного виведення рішень. Далі СППР наповнюється знаннями.

До розглянутого класу систем можна віднести також спеціальний програмний інструментарій. Наприклад, сюди належать бібліотеки та надбудови над мовою Лісп: KEE (Knowledge Engineering Environment - середовище інженерії знань), KRL (Knowledge



Representation Language - мова представлення знань) і ін. Вони підвищують можливості і гнучкість у роботі з заготовками СППР.

Оболонки, або «порожні» системи являють собою готові СППР без БЗ. Прикладами оболонок СППР, які отримали широке застосування, є зарубіжна оболонка EMYCIN (Empty MYCIN - порожній MYCIN) [67] і вітчизняна оболонка Експерт-мікро, орієнтована на створення СППР рішення задач діагностики [68]. Технологія створення і використання оболонок СППР полягає у тому, що з готової СППР видаляються знання з БЗ, потім база заповнюється знаннями, орієнтованими на інші додатки. Перевагою оболонок є простота застосування - фахівцю потрібно тільки заповнити оболонку знаннями, не займаючись створенням програм. Недоліком застосування оболонок є можлива невідповідність конкретної оболонки, яка розробляється з її допомогою СППР.

Проаналізувавши інструментальні засоби розробки СППР прийнято рішення, розробити програмний засіб на мові високого рівня C#, так як C# має статичну типізацію, підтримує поліморфізм, перевантаження операторів (у тому числі операторів явного і неявного приведення типу), делегати, атрибути, події, властивості, узагальнені типи і методи, ітератори, анонімні функції з підтримкою замикань, виключення, коментарі у форматі XML. Переїнявши багато чого від своїх попередників — мов високого рівня C++, Delphi, Smalltalk і Java — C#, спираючись на практику їх використання, виключає деякі моделі, що зарекомендували себе як проблематичні при розробці програмних систем, наприклад, C# на відміну від C++ не підтримує множинне спадкування класів (між тим допускається множинне спадкування інтерфейсів), і саме цьому C# є найбільш легким для розуміння. Також C# може підтримувати роботу з БД, що підходить для розробки СППР.

У своїх розробках СППР мову високого рівня C# використовували Трегубова І. А. [69], Полянська Е. В. [70], Костюкова Н. І, Залєвський А. А., Москвін Н. В. [71], Кравченко Т. К. [72] та інші.

## 2.6 Висновки до другого розділу

У результаті аналізу особливостей процесів обробки інформації в СППР щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях розроблювану систему можна класифікувати таким чином:

- на рівні користувача, як кооперативна, так як і СППР, і користувач системою повинні доповнювати і покращувати рішення;
- на концептуальному рівні як СППР, керуюча даними та знаннями, тобто СППР буде забезпечувати рішення завдань у формі фактів, правил, процедур;

– на технологічному рівні як СППР усього підприємства, тобто СППР повинна обслуговувати не один комп'ютер, а увесь небезпечний об'єкт;

– на основі тих даних, з якими СППР працюють, СППР повинна бути і оперативною, і стратегічною, так як необхідно аналізувати значні обсяги різномірної інформації, що збираються з різних джерел, та миттєво реагують на зміни, щоб запобігти критичних ситуації на небезпечному об'єкті.

Визначено етапи створення СППР щодо управління небезпечним об'єктом у критичних ситуаціях.

Визначені структурні елементи СППР, необхідні для управління небезпечним об'єктом у критичних ситуаціях, а саме: інтерфейс користувача, БД, підсистема придбання знань, БЗ, підсистема логічного виводу і підсистема пояснень.

Проаналізувавши переваги і недоліки основних моделей представлення знань, прийнято рішення проблемну ситуацію у роботі описати за допомогою системи продукцій, так як саме у ній висновок укладення є аналогічним процесу міркувань експерта. Оператор-технолог може без будь-яких зусиль зрозуміти прийняті рішення і отримані результати, самостійно видаляти старі правила, додавати нові правила до списку існуючих та змінювати їх незалежно від старих правил, якщо умови праці змінилися через зміну обладнання, тощо. Також продукції вигідні для вираження знань, які можуть приймати форму переходу між потрібними нам станами - причина-наслідок.

Проаналізувавши інструментальні засоби розробки СППР такі як: системи програмування мовами високого рівня, системи програмування на мовах подання знань, порожні оболонки систем, засоби автоматизованого створення СППР, було прийнято рішення розробити програмний засіб на мові високого рівня C#, тому що з нього виключені зайві компоненти та окремі моделі, які характеризують себе як проблемні при розробці програмних систем. Також C# може підтримувати роботу з БД, що підходить для розробки СППР.

### **РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ НЕБЕЗПЕЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ У КРИТИЧНИХ СИТУАЦІЯХ**

Реалізація програмних засобів СППР у роботі розглядається на прикладі інформаційної підтримки оператора технологічного процесу виробництва аміаку при виникненні некоректних станів системи, що ініціюють блокування процесу.

#### **3.1 Основні задачі оператора технологічної установки при виникненні некоректних станів системи**

Оператор-технолог є безпосередньо включеним у технологічний процес і працює за чіткою інструкцією. При критичних ситуаціях йому необхідно оцінити ситуацію та стабілізувати технологічний процес.

Оператору-технологу небезпечного хімічного об'єкта необхідно вести облік великої кількості чинників, але з кожним роком робота оператора-технолога ще більше ускладнюється. Дослідження небезпечних хімічних об'єктів показали, що з розвитком техніки збільшується кількість параметрів, якими треба керувати і, відповідно, з'являються можливості нових екстремальних ситуацій; збільшується швидкість і складність технологічних процесів, тобто підвищуються вимоги до точності дій операторів, до їхньої швидкості реакцій.

Для того щоб оператор-технолог вчасно попереджав аварійних ситуацій на небезпечному хімічному об'єкті необхідно створити СППР оператора-технолога. Ця система буде містити всю інформацію про небезпечний хімічний об'єкт, своєчасно оброблювати її та видавати рекомендації, щоб оператор-технолог встигав запобігти аварію на небезпечному хімічному об'єкті. СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях буде:

а) вести облік:

- 1) обладнань;
- 2) будь-якої кількості параметрів технологічних процесів;
- 3) критичних ситуацій, які вже відбулися;
- 4) видів блокувань;

б) отримувати сигнали від обладнань і аналізувати отримані значення з точки зору наближення аварійної ситуації;

- в) видавати нагадування оператору-технологу:
- 1) про перевірку стану обладнання;
  - 2) про дату закінчення терміну придатності обладнання;
- г) видавати попередження оператору-технологу про появу критичної ситуації;
- д) пропонувати способи усунення критичних ситуацій;
- е) пояснювати попередження та рекомендації, отримані оператором-технологом, що робить їх зрозумілими і переконливими;
- ж) отримувати інформацію про погодні умови.

Далі розглянуті процеси створення СППР оператора хімічного об'єкту за етапами, що наведені у підрозділі 2.2.

### **3.2 Визначення необхідних даних і знань для попередження аварійних ситуацій**

При проведенні досліджень небезпечних хімічних об'єктів було виділено, що для попередження аварійних ситуацій на небезпечному хімічному об'єкті СППР повинена містити таку інформацію:

- обладнання небезпечного хімічного об'єкта;
- технологічні процеси та їх критичні значення на небезпечному хімічному об'єкті;
- стан обладнання;
- термін придатності обладнання;
- способи запобігання аварійних ситуацій;
- види блокувань, які можуть зупинити технологічний(і) процес(и), щоб не сталася аварія на небезпечному хімічному об'єкті;
- критичні ситуацій, які вже відбулися;
- характеристики навколишнього середовища.

За допомогою оглядів небезпечних хімічних об'єктів і технологічного регламенту [73] було виділено, що обладнаннями небезпечних хімічних об'єктів є, наприклад, компресори повітря 103-J і 101-J, паросбірники LCSA 3, каталізатори метанатора TSA, димососи PS 18A і PS18B і тд.

Технологічними процесами та їх критичними значеннями при аналізі технологічного регламенту були виявлені, наприклад, зниження тиску вторинного масла (РА-407) компресора повітря 101-J  $P_{\min} = 0,18 \text{ МПа}$  ( $1.8 \text{ кгс/см}^2$ ), зупинка одного або двох турбін димососів PS 18A і PS18B, вступу двох імпульсів від одного будь-якого з двох

датчиків температури у другому шарі каталізатора метанатора TSA і від одного будь-якого з двох датчиків температури в третьому шарі каталізатора, що приводить до максимальної температури у шарах каталізатора метанатора ( $TSA\ 502=420^{\circ}C$ ) і тд.

Оператор-технолог повинен вести облік перевірки стану обладнання й попереджати про майбутню перевірку заздалегідь.

Оператор-технолог повинен стежити за термінами придатності обладнання. Наприклад, якщо підходить кінець терміну придатності деталі димососа, тоді оператор-технолог повинен сказати про його заміну на новий, щоб аварійна ситуація не могла статися через непридатність обладнання. Попередження про заміну повинно надійти заздалегідь, враховуючи: терміни прибуття устаткування, наприклад, якщо деталь відсилається з Китаю; можливість наявності деталі, тобто якщо вона виготовляється тільки під замовлення, і тоді потрібно враховувати і час на виготовлення; час на установку деталі на небезпечному хімічному об'єкті; непередбачені ситуації.

Способами запобігання аварійних ситуацій є те, що оператор-технолог повинен зробити, щоб запобігти критичній ситуації, коли вона наближається. При аналізі технологічного регламенту було виявлено способи запобігання аварійних ситуацій: зниження температури у шарах каталізатора метанатора ( $TSA\ 502=420^{\circ}C$ ); запуск турбін димососів PS 18A і PS18B; підвищення тиску вторинного масла (PA-407) компресора повітря 101-J; блокування; і тд.

Блокування на небезпечному хімічному об'єкті можуть переводити виробництво у безпечне положення автоматично, частково або повністю зупиняти виробництво, щоб встановити деякі технологічні процеси у нормальне положення. При цьому часу на відновлення технологічних процесів витратиться менше, ніж при частковому або повному запуску системи після аварії, виключиться викид шкідливих речовин в атмосферу і з економляться гроші на відновлення виробництва.

Оператор-технолог повинен проводити облік критичних ситуацій, які вже відбувалися, щоб n-ну кількість часу у першу чергу стежити саме за технологічними процесами через які відбулася критична ситуація.

Характеристики навколишнього середовища також важливі для попередження аварійних ситуацій на небезпечному хімічному об'єкті, так як, наприклад, через сильний мороз можуть замерзнути труби, які проходять по вулиці.

### 3.3 Створення стратегії прийняття рішень

Для підтримки прийняття рішень небезпечного хімічного об'єкта найбільш значущими знаннями є:

- технологічні процеси та їх критичні значення на небезпечному хімічному об'єкті;
- способи запобігання аварійних ситуацій;
- види блокування, які можуть зупинити технологічний(і) процес(и), щоб не сталася аварія на небезпечному хімічному об'єкті;
- критичні ситуації, які вже відбулися.

Ці знання пов'язані між собою. При наближенні значення технологічного процесу або сукупності значень технологічних процесів до критичної ситуації оператору-технологу необхідно якнайшвидше запобігти критичну ситуацію і саме тут йому стануть у пригоді способи запобігання аварійних ситуацій. Тільки зв'язавши між собою ці знання можливо запобігти критичну ситуацію. Цей зв'язок повинен створити експерт небезпечного хімічного об'єкта, або сама СППР. Якщо ж оператор-технолог не встигає повернути значення технологічних процесів у норму, тоді система повинна знайти зв'язок між критичними значеннями технологічних процесів і видами блокувань. Блокування миттєво зупиняє критичні технологічні процеси і дає людям можливість розібратися у проблемі. Саме через миттєві блокування аварійні ситуації не відбуваються і, відповідно, знання про аварійні ситуації у системі не накопичуються. Але знання о критичних ситуаціях, які відбулися накопичуються, і вони необхідні, щоб стежити за недавніми критичними ситуаціями, які відбулися, у першу чергу.

На рисунку 3.1 представлена схема інформаційних потоків СППР з управління технологічним процесом у критичних ситуаціях.

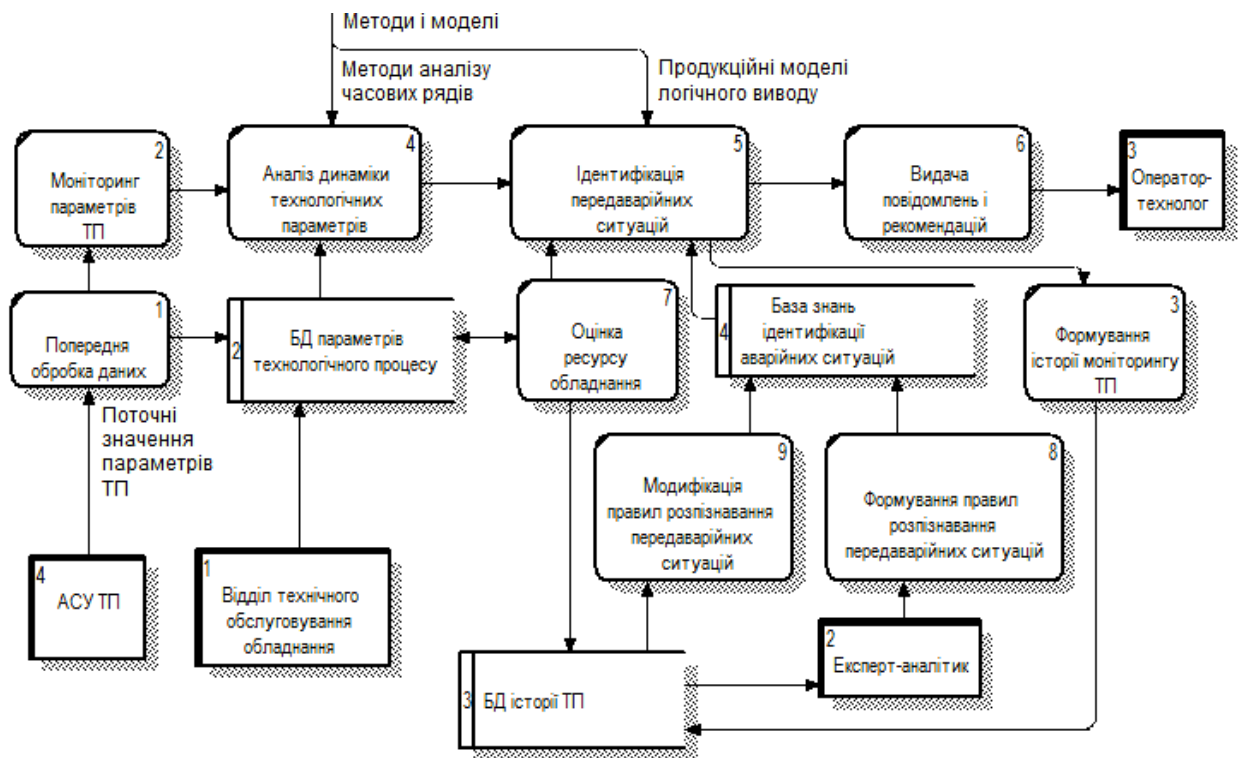


Рисунок 3.1 - Схема інформаційних потоків СППР з управління технологічним процесом у критичних ситуаціях

### 3.4 Визначення логічної моделі БД параметрів технологічного процесу

#### 3.4.1 Структура і зв'язки БД

Важливим завданням практичної реалізації даної СППР є розробка моделі БД параметрів технологічних процесів, що складають хімічне виробництво.

Для розподіленого збору і обробки даних про технологічний процес розроблена структура БД [22], що дозволяє прогнозувати і попереджати аварійні зупинки хімічного виробництва (табл. 3.1 та рис. 3.2).

Таблиця 3.1 – Структура БД

Атрибут	Пояснення	Приклад
ID_	Унікальний ідентифікатор у базі	115428
NAME_OF_SENSOR	Назва датчику	FCSA3
DATE_OF_DATA	Час зняття показань з датчику	10.02.2015 13:17
MEASURE_DATA	Показання контролюваного ТП, зняте з певного датчика у певний момент часу	35000

Продовження таблиці 3.1

Атрибут	Пояснення	Приклад
NAME_OF_TECH	Найменування техпроцесу	1-Б
DESC_OF_TECH	Опис техпроцесу	Технологічний процес виробництва введено у експлуатацію у грудні 1975 року з продуктивністю 1360 тонн на добу.
DESCRIPT_EQUIP	Опис обладнання	Реактор вторичного риформингу.
DATE_LAST_MAINTANC	Дата останнього технічного огляду	15.07.2014
DATE_NEXT_MAINTANC	Дата наступного планового технічного огляду	18.06.2015
TYPE_OF_SENS	Тип датчику	Датчик розходу повітря
LOCATION	Місцезнаходження	Сектор В
UNIT_OF_MEASURE_SENS	Одиниця вимірування параметру датчиком	м <sup>3</sup> /час

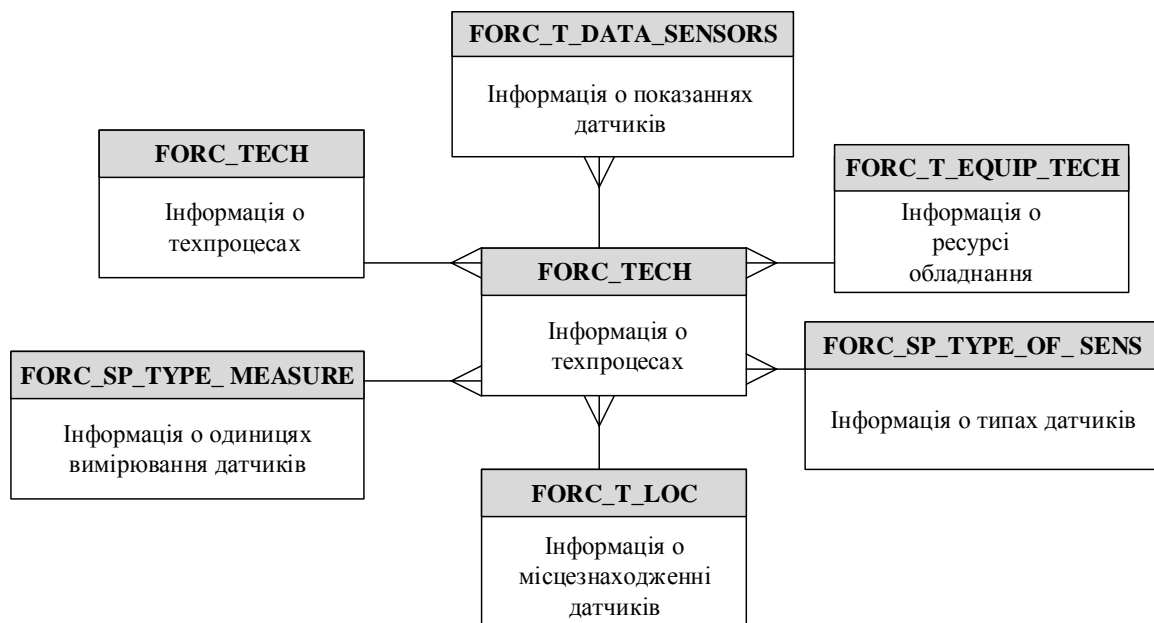


Рисунок 3.2 – Структура БД

### 3.4.2 Сутності предметної області

**FORC\_TECH (тех. процес)** – містить назву та опис техпроцесу.

Атрибути:

*ID\_TECH* (Number) – ідентифікатор техпроцесу;

*NAME\_OF\_TECH* (Varchar2(100)) – назва техпроцесу;



DESC\_OF\_TECH (Varchar2(256)) – опис техпроцесу.

**FORC\_T\_DATA\_SENSORS (показання датчиків)** – містить почасові показання датчиків.

Атрибути:

*ID\_DATA\_SENS* (Number) – код показання датчику;

DATE\_OF\_DATA (Date) – час показання;

MEASURE\_DATA (Number) – показання;

ID\_SENSOR (Number) – ідентифікатор датчику;

IX\_Relionship12 (IX1) – індекс вторинного ключа.

**FORC\_T\_EQUIP\_TECH (обладнання)** – містить інформацію о ресурсах обладнання.

Атрибути:

*ID\_EQUIP* (Number) – ідентифікатор обладнання;

DATE\_LAST\_MAINTANC (Date) – дата останнього технічного огляду

DATE\_NEXT\_MAINTANC (Date) - дата наступного планового огляду;

DESCRIPT\_EQUIP (Varchar2(256)) – опис обладнання.

**FORC\_SP\_TYPE\_OF\_SENS (типи датчиків)** – містить інформацію о типах датчиків.

Атрибути:

*ID\_TYPE\_OF\_SENS* (Number) – ідентифікатор типу датчиків;

TYPE\_OF\_SENS (Varchar2(30)) – тип датчиків.

**FORC\_T\_LOC (місцезнаходження)** – містить інформацію о місцезнаходження.

Атрибути:

*ID\_LOCATION* (Number) – код місцезнаходження;

LOCATION (Varchar2(256)) – місцезнаходження.

**FORC\_SP\_TYPE\_MEASURE (измерение)** – містить інформацію о одиницях вимірювання параметрів.

Атрибути:

*ID\_TYPE\_MEASURE* (Number) – ідентифікатор одиниць вимірювань параметрів;

UNIT\_OF\_MEASURE\_SENS (Varchar2(60)) – одиниці вимірбвання параметрів.

**FORC\_T\_SENSORS (датчики).**

Атрибути:

*ID\_SENSOR* (Number) – код датчику;

NAME\_OF\_SENSOR (Varchar2(55)) – назва датчику;

ID\_TYPE\_MEASURE (Number) – код одиниці вимірювання;

ID\_TECH (Number) – код техпроцесу;

ID\_LOCATION (Number) – код місцезнаходження;

ID\_EQUIP (Number) – код обладнання;  
ID\_TYPE\_OF\_SENS (Number) – код типу датчику;  
IX\_Reltionship11 (IX1) - індекс вторинного ключа;  
IX\_Reltionship13 (IX2) - індекс вторинного ключа;  
IX\_Reltionship14 (IX3) - індекс вторинного ключа;  
IX\_Reltionship16 (IX4) - індекс вторинного ключа;  
IX\_Reltionship17 (IX5) - індекс вторинного ключа.

### **3.5 Створення структури СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях**

Проаналізувавши структури СППР [29, 30, 31, 32], створимо власну структуру СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях.

Структура СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях повинна містити:

- а) модуль оцінки динаміки ТП;
- б) БД;
- в) модуль логічного виводу, у якій знаходиться база знань;
- г) модуль придбання знань;
- д) модуль пояснень;
- е) модуль придатності обладнання;
- ж) модуль стану обладнання;
- з) інтерфейс користувача:
  - 1) блок вводу знань;
  - 2) блок виводу інформації про небезпечний хімічний об'єкт;
  - 3) блок виводу повідомлення о перевірці стану обладнання;
  - 4) блок виводу повідомлення о необхідній зміні обладнання;
  - 5) блок виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу;
  - 6) блок виводу пояснень рішення.

Згідно структури СППР оператора-технолога небезпечного хімічного об'єкту, представленої на рис. 3.3, підтримка прийняття рішення здійснюється у такій послідовності.

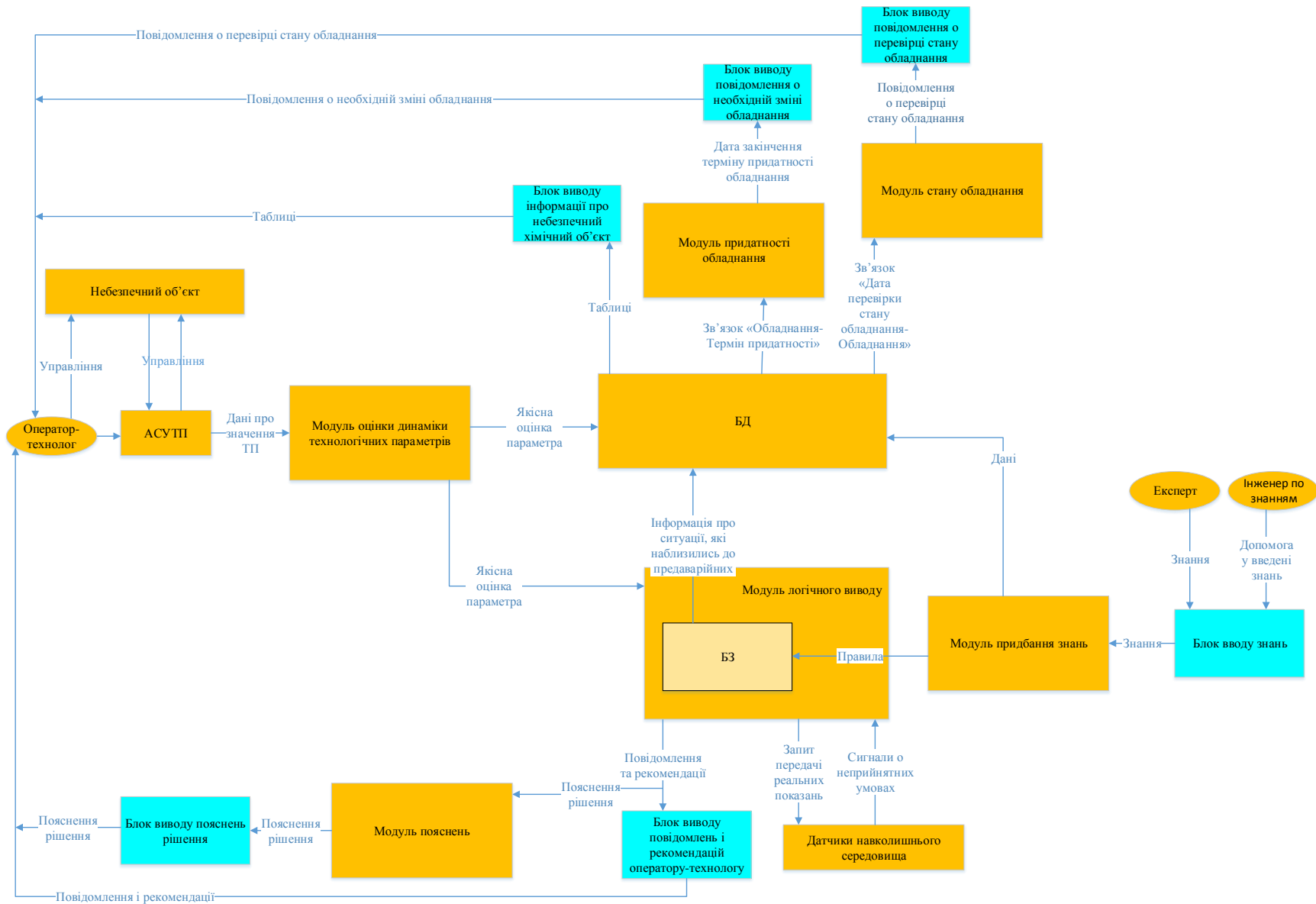


Рисунок 3.3 - Структура СППР оператора-технолога небезпечного хімічного об'єкту

Для отримання знань системою експерт та інженер по знанням разом аналізують необхідну інформацію. Інженер по знанням вибирає найзручнішу форму представлення знань для небезпечного хімічного об'єкту, у нашій ситуації – це продукційна модель. Експерт за допомогою інженеру по знанням вносить знання, які освоїв за роки роботи, у режимі діалогу з комп'ютером, на мові, зрозумілій експерту. Саме Модуль придбання знань дає можливість ввести інформацію, яка буде зберігатися у БД, та створити БЗ у діалоговому режимі.

АСУ ТП здійснює реєстрацію параметрів режиму роботи системи.

Модуль оцінки динаміки технологічних параметрів вирішує проблему виявлення небезпечної тенденції в динаміці параметрів, що ініціюють аварійні ситуації, на основі аналізу часових рядів. Цей модуль, отримавши нормовані значення технологічних параметрів, виконує прогнозування виходу значень контрольованих параметрів за регламентні значення, робить оцінку динаміки за заданий інтервал часу та надсилає ці значення у БД.

БД отримує якісні оцінки параметрів кожні 10 секунд і структурує їх у вигляді таблиці для швидкої подачі у подальші підсистеми обробки. Також БД має інформацію, яка була внесена експертом на етапі отримання знань системою, яку можна доповнювати та змінювати за допомогою Модулю придбання знань, так як з розвитком техніки збільшується кількість параметрів, якими треба керувати, удосконалюються обладнання, тощо.

Початковою інформацією у БД являється:

а) характеристика обладнань з інформацією про:

- 1) стан обладнання;
- 2) термін придатності обладнання;

б) критичні значення технологічних процесів на небезпечному хімічному об'єкті (табл. 3.2);

в) неприйнятні умови навколишнього середовища (табл. 3.4);

г) способи запобігання аварійних ситуацій, які залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища (таблиця 3.5);

д) способи запобігання аварійних ситуацій, які не залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища (табл. 3.6);

е) види блокувань (табл. 3.7).

Так як у БД зберігається інформація про дату перевірки стану обладнання та кінцеву дату терміну придатності обладнання, то саме БД відправляє всі дати Модулю

придатності обладнання та Модулю стану обладнання. Кожен день модулі порівнюють дати з сьогоднішньою датою і, якщо дати співпали у:

- модулі стану обладнання, тоді оператору-технологу, завдяки Блоку виводу повідомлення о перевірці стану обладнання, виводиться повідомлення о перевірці стану обладнання сьогодні з номером майстра, якому треба нагадати про цю перевірку;

- модулі придатності обладнання, то оператору технологу, завдяки Блоку виводу повідомлення о необхідній зміні обладнання, виводиться повідомлення о необхідній зміні обладнання з інформацією про постійного постачальника саме цього обладнання.

Цим модулям БД відправляє дати один раз, але, якщо дати змінюються, або з'являється нове обладнання, тоді тільки ця нова дата відправляється у модуль(-і).

Оператор-технолог може вивести, завдяки Блоку виводу інформації про небезпечний хімічний об'єкт, необхідну інформацію у вигляді таблиці. Це допоможе згадати оператору-технологу необхідну інформацію, або допоможе новачку розібратися з системою небезпечного технологічного об'єкту.

У БЗ сформовані правила (табл. 3.8), за допомогою яких попереджаються аварійні ситуації на небезпечному хімічному об'єкті. За цими правилами Модуль логічного виводу, у якому знаходиться БЗ, аналізує отримані від Модулю оцінки динаміки технологічних параметрів якісні оцінки параметрів та робить висновок щодо безпечності хімічного об'єкту у реальному часі. Якщо ситуація не наближається до аварійної, тоді оператору-технологу не потрібно турбуватися. Якщо ситуація наближається до аварійної, тоді оператору-технологу виводиться повідомлення та рекомендації для попередження аварійної ситуації (табл. 3.6 №: W1-W8, W10-W11, W5), завдяки Блоку виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу. Якщо оператор-технолог не встиг виконати необхідні рекомендації, тоді до того як відбудеться аварійна ситуація, приходить повідомлення про термінове блокування необхідного виду (табл. 3.6 №: W9, W11-W14) з описом наслідків блокування (табл. 3.7), завдяки Блоку виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу. У цей час у БД заноситься інформація про предаварійну ситуацію з зазначенням дати, часу та причин цієї ситуації.

Якщо оператор-технолог не розуміє повідомлення або рекомендацію, тоді за допомогою Модулю пояснень оператор-технолог може подивитись пояснення рішення системи та використані для цього знання, на мові, зрозумілій оператору-технологу.

Якщо система розуміє, що наближається критична ситуація, на яку може вплинути одна або сукупність неприйнятних умов навколишнього середовища (не на всі ситуації можуть вплинути неприйнятні умови навколишнього середовища, так як не всі обладнання та його частини взаємодіють з навколишнім середовищем), тоді вона надсилає

потрібним датчикам запит о передачі реальних показань у Модуль логічного виводу. Модуль логічного виводу, отримавши необхідні показання, вирішує, чи являються ці показання неприйнятними для критичної ситуації, і, якщо вони неприйнятні, тоді оператору-технологу, завдяки Блоку виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу, виводиться рекомендація (табл. 3.5) щодо перевірки обладнання або його частини, на яку впливає неприйнятна умова, і інформація о місці знаходження обладнання або його частини, яку треба перевірити або інформація о можливій некритичності ситуації з рекомендацією слідкувати за цією ситуацією.

### 3.6 Розробка і реалізація алгоритму прийняття рішення щодо запобігання аварійної ситуації

Прийнято рішення розробити Модуль логічного виводу (рис. 3.4), у якому знаходиться БЗ з правилами, за допомогою яких попереджаються аварійні ситуації на небезпечному хімічному об'єкті.



Рисунок 3.4 – Взаємодія модулю логічного виводу з компонентами СППР небезпечного хімічного об'єкту

Правила отримані від Модулю придбання знань, у якому експерт та інженер по знанням сформувавши ці правила у діалоговому режимі. За цими правилами Модуль логічного виводу аналізує отримані від Модулю оцінки динаміки технологічних параметрів якісні оцінки параметрів та робить висновок щодо безпечності хімічного об'єкту у реальному часі. Якщо ситуація не наближається до аварійної, тоді оператору-технологу не потрібно турбуватися. Якщо ситуація наближається до аварійної, тоді

оператору-технологу виводиться повідомлення та рекомендації для попередження аварійної ситуації, завдяки Блоку виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу. Якщо оператор-технолог не встиг виконати необхідні рекомендації, тоді до того як відбудеться аварійна ситуація, приходить повідомлення про термінове блокування необхідного виду з описом наслідків блокування, теж завдяки Блоку виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу.

Модуль логічного виводу взаємопов'язаний і з датчиками навколишнього середовища. Якщо система розуміє, що наближається критична ситуація, на яку може вплинути одна або сукупність неприйнятних умов навколишнього середовища (не на всі ситуації можуть вплинути неприйнятні умови навколишнього середовища, так як не всі обладнання та його частини взаємодіють з навколишнім середовищем), тоді вона надсилає потрібним датчикам запит о передачі реальних показань у Модуль логічного виводу. Модуль логічного виводу, отримавши необхідні показання, вирішує, чи являються ці показання неприйнятними для критичної ситуації, і, якщо вони неприйнятні, тоді оператору-технологу, завдяки Блоку виводу повідомлень і рекомендацій оператору-технологу, виводиться рекомендація щодо перевірки обладнання або його частини, на яку впливає неприйнятна умова, і інформація о місці знаходження обладнання або його частини, яку треба перевірити, або виводиться повідомлення о можливості некритичності технологічної ситуації, за якою оператору-технологу необхідно слідкувати у найближчому часі.

Особливістю модулю логічного виводу буде його швидкий аналіз та надіслання повідомлень та рекомендацій оператору-технологу. Правила будуть розподілені на групи за технологічними процесами, завдяки чому системі не потрібно буде витрачати час на перевірку всіх правил БЗ, а пройтись лише по необхідним групам. Це допоможе у майбутньому швидко перевіряти всі правила, коли їх буде декілька сотень і більше.

### **3.6.1 Аналіз причинно-наслідкових зв'язків блокування технологічного процесу**

Для формування моделі прогнозування аварійної ситуації в технологічному процесі проведемо аналіз причинно-наслідкових зв'язків блокування технологічного процесу виробництва аміаку. Ці зв'язки наочно відображені на схемі у вигляді дерева (рис. 3.5).

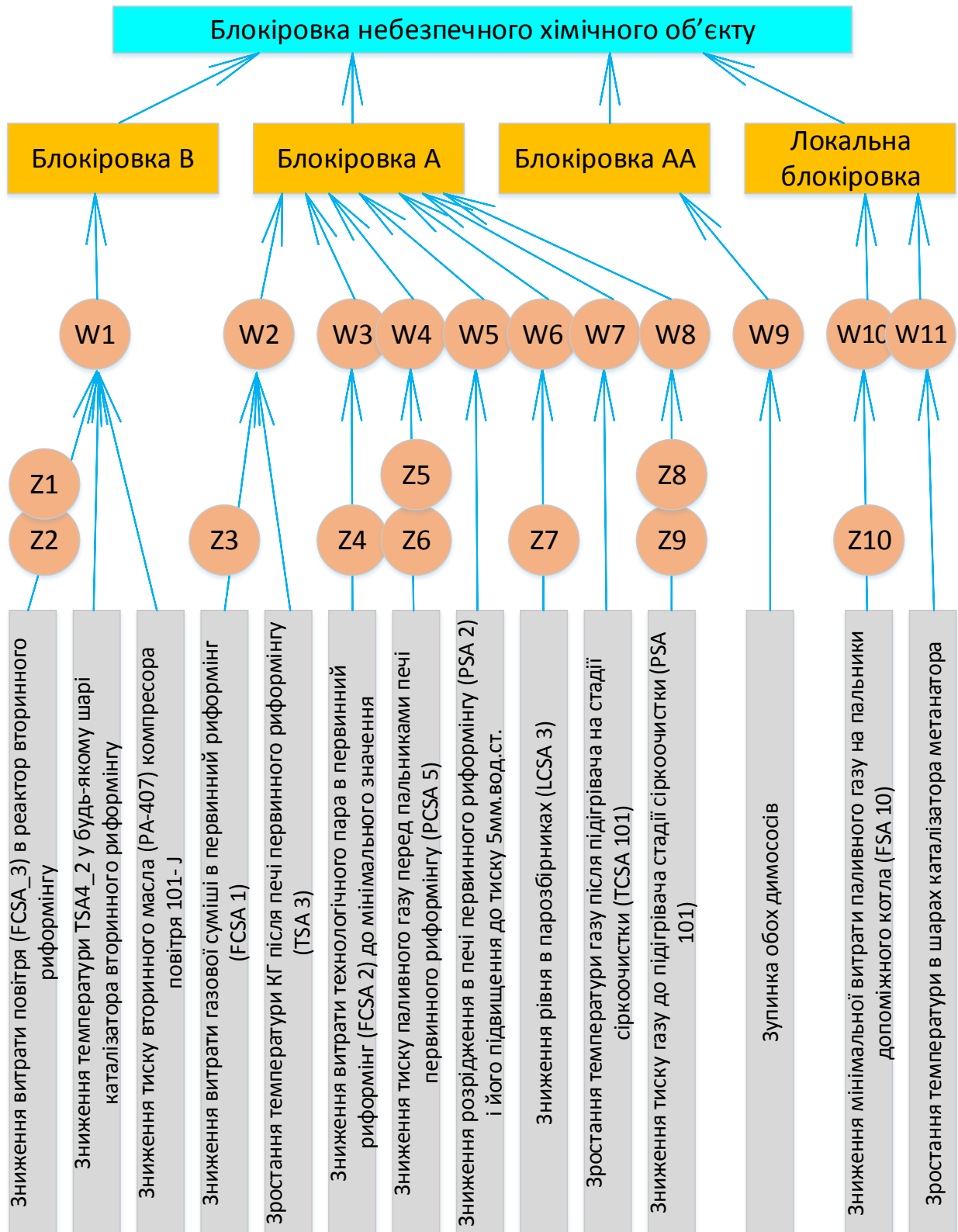


Рисунок 3.5 – Дерево причинно-наслідкових зв'язків блокування технологічного процесу виробництва аміаку

Розглянемо один приклад з дерева, при умові що  $W_n$  є повідомленням та рекомендацією оператора-технолога для попередження аварійної ситуації, а  $Z_n$  –



рекомендація о перевірці обладнання або його частини, на яку впливає неприйнятна умова, і інформація о місці знаходження обладнання або його частини, яку треба перевірити.

Якщо надходять оцінка витрати повітря FCSA-3 у вторинний риформинг, оцінка температури TSA-2 у лобовому шарі каталізатора вторинного риформінгу та оцінка тиску вторинного масла (PA-407) компресора повітря 101- J і всі вони виявляються неприпустимо низькими, тоді система діє у такій послідовності:

- так як на зниження витрати повітря FCSA-3 у вторинному риформінгу можуть вплинути неприйнятні умови навколишнього середовища, а саме, температура повітря на вулиці більше 42<sup>0</sup>С та швидкість вітру більше 29м/с, яка здатна повалити дерева найближчої місцевості та пошкодити труби, тоді спочатку система відправить запити датчику температури та анімометру о передачі реальних показань. Якщо температура повітря виявиться більше прийнятної, тоді система виведе повідомлення Z1 (табл. 3.6) о можливості некритичності технологічної ситуації, за якою оператору-технологу необхідно слідкувати у найближчому часі. Якщо швидкість вітру виявиться більше 29м/с, тоді система виведе повідомлення Z2 (табл. 3.6) о терміновій перевірці стану труб;

- якщо умови навколишнього середовища прийнятні, тоді оператору-технологу надходить повідомлення W1 (табл. 3.6) про можливе блокування групи «В» з рекомендаціями для попередження аварійних ситуацій;

- якщо оператор-технолог не встиг виконати усі рекомендації для попередження аварійних ситуацій, тоді система виводить важливе повідомлення (табл. 3.6, табл. 3.7) про необхідність термінового блокування необхідного виду та його наслідки при спрацюванні на небезпечному хімічному об'єкті.

Метою системи є попередження аварійних ситуацій за допомогою рекомендацій і попереджень для оператора-технолога. За допомогою технологічного регламенту визначимо вхідні та вихідні дані. Значення оцінок динаміки параметрів у діапазоні від 0 до 1 будуть поступати з текстового документу, у який кожний заданий інтервал часу будуть додаватися нові оцінки динаміки параметрів з Модулю оцінки динаміки технологічних параметрів. Вважається, що продукційні правила були складені експертом та інженером по знанням. Ми їх склали за допомогою технологічного регламенту та прийняли до уваги, що значення або сукупність значень (де необхідна саме сукупність критичних значень) оцінок тренду більших за 0,5 і менших за 0,75 будуть говорити про те, що ситуація близька до критичної і виведуться потрібні рекомендації для попередження аварійної ситуації, а значення більші за 0,75 будуть виводити важливі повідомлення про термінову блокіровку.

Для швидкого аналізу всі правила будуть розподілені на групи за технологічними процесами, наприклад, якщо оцінка динаміки параметрів  $T_{kr2}$  більша 0,5 і менша за 0,75, тоді перевіряються тільки правила з групи де всі правила мають  $T_{kr2}$  більшу 0,5 і меншу за 0,75, а якщо оцінка динаміки параметрів  $T_{kr2}$  більша 0,75, тоді перевіряються тільки правила з групи де всі правила мають  $T_{kr2}$  більшу 0,75.

За допомогою продукційних правил будуть виводитися повідомлення та рекомендації, які є аналогічними процесу міркувань оператора-технолога та розраховуватися вірогідність критичної ситуації. Завдяки розрахунку вірогідності критичної ситуації експерт швидко зможе вирішити, яку критичну ситуацію йому потрібно швидше попередити.

### 3.6.2 Критичні значення параметрів технологічного процесу

Розглянемо критичні значення технологічних процесів на небезпечному хімічному об'єкті (табл. 3.2), які вносяться експертом за допомогою Модулю придбання знань у режимі діалогу експерта з комп'ютером на мові, наближеній до природної, і залишаються для подальшої допомоги у складанні правил для БЗ. Копія отриманих критичних значень технологічних процесів на небезпечному хімічному об'єкті відправляється у БД, щоб оператор-технолог міг подивитись ці значення у будь-який час, якщо йому буде потрібно.

Таблиця 3.2 - Критичні значення технологічних процесів на небезпечному хімічному об'єкті

№	Критичні значення процесів
$T_{kr1}$	Зниження витрати повітря (FCSA 3) в реактор вторинного риформінгу.
$T_{kr2}$	Зниження температури TSA4_2 в будь-якому шарі каталізатора вторинного риформінгу.
$T_{kr3}$	Зниження тиску вторинного масла (PA-407) компресора повітря 101- J.
$T_{kr4}$	Зниження витрати технологічного пара в первинний риформінг (FCSA 2) до мінімального значення.
$T_{kr5}$	Зниження витрати газової суміші в первинний риформінг (FCSA 1).
$T_{kr6}$	Зниження розрідження в печі первинного риформінгу (PSA 2) і його підвищення до тиску 5мм.вод.ст.
$T_{kr7}$	Зниження рівня в парозбірниках (LCSA 3).
$T_{kr8}$	Зростання температури КГ після печі первинного риформінгу (TSA 3).
$T_{kr9}$	Зниження тиску паливного газу перед пальниками печі первинного риформінгу (PCSA 5).
$T_{kr10}$	Зниження тиску первинного масла димососів (PS 18 A / B).
$T_{kr11}$	Зростання температури газу після підігрівача на стадії сіркоочистки (TCSA 101).
$T_{kr12}$	Зниження тиску газу до підігрівача стадії сіркоочистки (PSA 101).

## Продовження таблиці 3.2

№	Критичні значення процесів
T <sub>кр13</sub>	Зниження мінімальної витрати паливного газу на пальники допоміжного котла (FSA 10).
T <sub>кр14</sub>	Зростання температури в шарах каталізатора метанатора.
T <sub>кр15</sub>	Зупинка обох димососів.

**3.6.3 Неприйнятні умови навколишнього середовища**

Розглянемо умови навколишнього середовища, які можуть вплинути на технологічні процеси (табл. 3.3) та неприйнятні умови навколишнього середовища (табл. 3.4), які вносяться експертом за допомогою Модулю придбання знань у режимі діалогу експерта з комп'ютером на мові, наближеній до природної, і залишаються для подальшої допомоги у складанні правил для БЗ.

Таблиця 3.3 - Умови навколишнього середовища, які можуть вплинути на технологічні процеси

№	Умови навколишнього середовища
S1	Температура повітря на вулиці.
S2	Швидкість вітру.

Таблиця 3.4 - Неприйнятні умови навколишнього середовища

№	Неприйнятні умови навколишнього середовища
Ns1	Температура повітря на вулиці більше 42 <sup>0</sup> С.
Ns2	Швидкість вітру більше 29м/с.
Ns3	Температура повітря на вулиці більше 45 <sup>0</sup> С.
Ns4	Температура повітря на вулиці більше 48 <sup>0</sup> С.
Ns5	Температура повітря на вулиці більше 52 <sup>0</sup> С.
Ns6	Температура повітря на вулиці більше 50 <sup>0</sup> С.

Розглянемо способи запобігання аварійних ситуацій, які залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища (табл. 3.5), які вносяться експертом за допомогою Модулю придбання знань у режимі діалогу експерта з комп'ютером на мові, наближеній до природної, і залишаються для подальшої допомоги у складанні правил для БЗ. Копія отриманих способів запобігання аварійних ситуацій, які залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища, відправляється у БД, щоб оператор-технолог міг подивитись цю інформацію у будь-який час, якщо йому буде потрібно.

Таблиця 3.5 - Способи запобігання аварійних ситуацій, які залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища

№	Способи запобігання аварійних ситуацій
Z1	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб FCSF_3. Слідкуйте за критичністю ситуації.
Z2	Занадто висока швидкість вітру на вулиці. Можливе пошкодження труб FCSF_3. Перевірте стан труб FCSF_3 у відділенні Б.
Z3	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб FCSF 1. Слідкуйте за критичністю ситуації.
Z4	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб FCSF 2. Слідкуйте за критичністю ситуації.
Z5	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб PCSA 5. Слідкуйте за критичністю ситуації.
Z6	Занадто висока швидкість вітру на вулиці. Можливе пошкодження труб PCSA 5. Перевірте стан труб FCSF_3 у відділенні А.3.
Z7	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб LCSA 3. Слідкуйте за критичністю ситуації.
Z8	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб PSA 101. Слідкуйте за критичністю ситуації.
Z9	Занадто висока швидкість вітру на вулиці. Можливе пошкодження труб PCSA 5. Перевірте стан труб PSA 101 у відділенні Г.
Z10	Занадто висока температура на вулиці. Можливі перегрів або пошкодження труб FSA 10. Слідкуйте за критичністю ситуації.

Розглянемо способи запобігання аварійних ситуацій на небезпечному хімічному об'єкті, які не залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища (табл. 3.6), які вносяться експертом за допомогою Модулю придбання знань у режимі діалогу експерта з комп'ютером на мові, наближеній до природної, і залишаються для подальшої допомоги у складанні правил для БЗ. Копія отриманих способів запобігання аварійних ситуацій на небезпечному хімічному об'єкті відправляється у БД, щоб оператор-технолог міг подивитись цю інформацію у будь-який час, якщо йому буде потрібно.

Таблиця 3.6 - Способи запобігання аварійних ситуацій, які не залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища

№	Способи запобігання аварійних ситуацій, які не залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища
W1	Можливе блокування групи В. Підвищить витрати повітря (FCSA_3) в реактор вторинного риформінгу вище 35000 м <sup>3</sup> /год. Підвищить температуру TSA4_2 у будь-якому шарі каталізатора вторинного риформінгу вище 870 <sup>0</sup> С. Підвищить тиск вторинного масла (РА-407) компресора повітря 101-І вище 0,18 МПа.
W2	Можливе блокування групи А. Підвищить витрати газової суміші в первинний риформінг (FCSA 1) вище 25000 м <sup>3</sup> /год. Знизьте температуру КГ після печі первинного риформінгу (TSA 3) нижче 860 <sup>0</sup> С.
W3	Можливе блокування групи А. Підвищить витрати технологічного пара в первинний риформінг (FCSA 2).

## Продовження таблиці 3.6

№	Способи запобігання аварійних ситуацій, які не залежать від неприйнятних умов навколишнього середовища
W4	Можливе блокування групи А. Підвищить тиск паливного газу перед пальниками печі первинного риформінгу (PCSA 5) вище 0.1 МПа.
W5	Можливе блокування групи А. Підвищить розрідження в печі первинного риформінгу (PSA 2) і знизьте його нижче тиску 5мм.вод.ст.. Підвищить тиск первинного масла димососів (PS 18 A/B) вище 0.08 МПа.
W6	Можливе блокування групи А. Підвищить рівень в парозбірниках (LCSA 3) вище 10% шкали вимірювання (за схемою "два з трьох" під час вступу імпульсу від будь-яких двох датчиків рівня).
W7	Можливе блокування групи А. Знизьте температуру газу після підігрівача на стадії сіркоочистки (TCSA 101) нижче 420 <sup>0</sup> С.
W8	Можливе блокування групи А. Підвищить тиск газу до підігрівача стадії сіркоочистки (PSA 101) вище 0.012 МПа.
W9	Необхідне термінове блокування групи "АА"!
W10	Можливе локальне блокування. Підвищить витрату паливного газу на пальники допоміжного котла (FSA 10) вище $F_{\min} = 2000 \text{ м}^3/\text{год}$ (за схемою "два з трьох" під час вступу імпульсу від будь-яких двох датчиків витрати FSA 10).
W11	Можливе локальне блокування. Знизьте температуру в шарах каталізатора метанатора до 420 <sup>0</sup> С.
W12	Необхідне термінове блокування групи "В"!
W13	Необхідне термінове блокування групи "А"!
W14	Необхідне термінове локальне блокування!

**3.6.4 Формалізація технологічного регламенту блокування**

Розглянемо види блокувань та їх наслідки при спрацюванні на небезпечному хімічному об'єкті (табл. 3.7). Завдяки Блоку зміни значень у БД можна додати нові або замінити на нові блокування, які вносяться експертом за допомогою Модулю придбання знань у режимі діалогу експерта з комп'ютером на мові, наближеній до природної, і залишаються для подальшої допомоги у складанні правил для БЗ. Копія отриманих видів блокувань відправляється у БД, щоб оператор-технолог міг подивитись цю інформацію у будь-який час, якщо йому буде потрібно.

Таблиця 3.7 - Види блокувань та їх наслідки

№	Вид блокування	Наслідки блокування
ВІ_А	Блокування групи «А»	Автоматична зупинка виробництва по винятком допоміжного котла, системи паротворення, компресор 101-І не працює чи працює на свічку. Час простою - до 100 годин (якщо зупинка НЕ супроводжувалася істотними поломками). Пускові витрати значні.
ВІ_В	Блокування групи «В»	Припиняється подача повітря в реактор вторинного риформінгу, зупиняється компресор 103-І, компресор 101-І не працює чи працює на свічку (в залежності від першопричини спрацьовування групи). Час простою - до 10 годин (якщо зупинка не супроводжувалася істотними поломками). Пускові витрати на запуск компресорів незначні, при цьому втрати виражаються перевитратою ПГ за час простою, недовиробітком аміаку, шкідливими викидами. При виробленні аміаку - 56 т/год, втрати ПГ за годину становлять близько 31 тонни (73 м <sup>3</sup> ).
ВІ_АА	Блокування групи «АА»	Повна зупинка виробництва за винятком пускового котлу. Час простою - понад 100 годин. Запуск агрегату - 7 діб, перевитрата газу досягає при цьому 7-8 млн. \$.
ВІ_Лос	Локальне блокування	Часткове зупинення виробництва - технологічний газ скидається на свічку.

### 3.6.5 Створення продукційної моделі

За допомогою знань, отриманих від експерта, з допомогою інженера по знанням у Модулі придбання знань формуються продукційні правила (табл. 3.8), які допоможуть попереджувати аварійну ситуацію Ми їх склали за допомогою технологічного регламенту та прийняли до уваги, що значення або сукупність значень (де необхідна саме сукупність критичних значень) оцінок тренду більших за 0,5 і менших за 0,75 будуть говорити про те, що ситуація близька до критичної і виведуться потрібні рекомендації для попередження аварійної ситуації, а значення більші за 0,75 будуть виводити важливі повідомлення про термінову блокіровку.

За допомогою продукційних правил будуть виводитися повідомлення та рекомендації, які є аналогічними процесу міркувань оператора-технолога та розраховуватися вірогідність критичної ситуації. Завдяки розрахунку вірогідності критичної ситуації експерт швидко зможе вирішити, яку критичну ситуацію йому потрібно швидше попередити.

Таблиця 3.8 - Продукційні правила

№	Продукційні правила
Y1	<pre> If (T<sub>kr1</sub>&gt;0.5) and (T<sub>kr2</sub>&gt;0.5) and (T<sub>kr3</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr1</sub>&gt;0.75) and (T<sub>kr2</sub>&gt;0.75) and (T<sub>kr3</sub>&gt;0.75) then     W12 and Bl_B   Else     If Ns1 then       {         Z1         If Ns2 then           {             Z2             Goto Метка           }         }     Else       If Ns2 then         Z2       Else         Метка: W1 </pre>
Y2	<pre> If (T<sub>kr5</sub>&gt;0.5) and (T<sub>kr8</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr5</sub>&gt;0.75) and (T<sub>kr8</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else     If Ns3 then       {         Z3         Goto Метка       }     Else       Метка: W2 </pre>
Y3	<pre> If (T<sub>kr4</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr4</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else     If Ns4 then       {         Z4         Return       }     Else W3 </pre>

Продовження таблиці 3.8

№	Продукційні правила
Y4	<pre> If (T<sub>kr9</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr9</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else     If Ns1 then       {         Z5         If Ns2 then           {             Z6             Return           }         }     Else       If Ns2 then         Z6       Else W4 </pre>
Y5	<pre> If (T<sub>kr10</sub>&gt;0.5) and (T<sub>kr6</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr10</sub>&gt;0.75) and (T<sub>kr6</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else W5 </pre>
Y6	<pre> If (T<sub>kr7</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr7</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else     If Ns5 then       {         Z7         Return       }     Else W6 </pre>
Y7	<pre> If (T<sub>kr11</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr11</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else W7 </pre>



Продовження таблиці 3.8

№	Продукційні правила
Y8	<pre> If (T<sub>kr12</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr12</sub>&gt;0.75) then     W13 and Bl_A   Else     If Ns4 then       {         Z8         If Ns2 then           {             Z9             Return           }       }     Else       If Ns2 then         Z9       Else W8 </pre>
Y9	<pre> If (T<sub>kr15</sub>==1.00) then W9 and Bl_AA </pre>
Y10	<pre> If (T<sub>kr13</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr13</sub>&gt;0.75) then     W14 and Bl_Loc   Else     If Ns6 then       {         Z10         Return       }     Else W10 </pre>
Y11	<pre> If (T<sub>kr14</sub>&gt;0.5) then   If (T<sub>kr14</sub>&gt;0.75) then     W14 and Bl_Loc   Else W11 </pre>

Наприклад, якщо надійшли значення тренду, у якому зазначено, що в один і той же час такі параметри, як зниження витрат повітря (FCSA\_3) в реактор вторинного риформінгу (T<sub>kr1</sub>), зниження температури TSA4\_2 у будь-якому шарі каталізатора вторинного риформінгу (T<sub>kr2</sub>), зниження тиску вторинного масла (PA-407) компресора повітря 101-J (T<sub>kr3</sub>) більше 0.5, тоді відбувається перевірка про те, чи впливають на ситуацію несприятливі умови навколишнього середовища, так як на зниження витрати повітря FCSA-3 у вторинному риформінгу можуть вплинути неприйнятні умови навколишнього середовища, а саме, температура повітря на вулиці більше 42<sup>0</sup>C та швидкість вітру більше 29м/с, яка здатна повалити дерева найближчої місцевості та пошкодити труби. Якщо температура повітря виявиться більше прийнятної, тоді система виведе повідомлення Z1 о можливості некритичності технологічної ситуації, за якою

оператору-технологу необхідно слідкувати у найближчому часі. Якщо швидкість вітру виявиться більше 29м/с, тоді система виведе повідомлення Z2 о перевірці стану труб та о місці знаходження цих труб. Якщо умови навколишнього середовища прийнятні, тоді необхідно вивести коментар оператору-технологу, що можливе блокування групи А (W1). Але якщо ці з параметри разом мають значення тренду більше 0.75, тоді необхідно вивести коментар про термінове блокування групи "А" та наслідки цього блокування. Якщо ж один з цих параметрів не дійшов критичного, або наближеного до критичної ситуації значення, тоді ніякий коментар оператор технолог не отримує. Оператор-технолог також може отримати декілька коментарів, у залежності від ситуації.

Для швидкого аналізу всі правила будуть розподілені на групи за технологічними процесами, наприклад, якщо оцінка динаміки параметрів  $T_{кр2}$  більша 0,5 і менша за 0,75, тоді перевіряються тільки правила з групи де всі правила мають  $T_{кр2}$  більшу 0,5 і меншу за 0,75, а якщо оцінка динаміки параметрів  $T_{кр2}$  більша 0,75, тоді перевіряються тільки правила з групи де всі правила мають  $T_{кр2}$  більшу 0,75.

### **3.6.6 Алгоритм логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях**

На основі продукційних правил розроблено алгоритм логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Значення оцінок динаміки параметрів у діапазоні від 0 до 1 будуть порядково (по одному рядку, починаючи з другого, так як перший рядок займають назви параметрів) зчитуватися з текстового файлу "1.txt" і заноситися в масив mas2 типу string. Так само буде і з показниками датчиків навколишнього середовища. З текстового файлу "2.txt", при необхідності, буде зчитуватись останнє(і) значення і заноситися в масив masP2 типу string. Зчитування відбувається за допомогою функції File.ReadAllLines. Використовуючи продукційні правила (табл. 3.8), кожен елемент масиву конвертуємо у тип даних Double за допомогою функції Convert.ToDouble. Складаємо продукційні правила за допомогою оператора вибору if else:

```
if (/*умова*/)
    { /*тіло оператору вибору 1*/ };
else { /* тіло оператору вибору 2*/};
```

Будемо вважати, що значення оцінок тренду більших за 0,5 будуть говорити про те, що ситуація близька до критичної і виведуться потрібні рекомендації, а значення більші за 0,75 будуть виводити важливі повідомлення про термінову блокіровку.

Всі правила будуть розподілені на групи за технологічними процесами, наприклад, якщо оцінка динаміки параметрів  $T_{kr2}$  більша 0,5 і менша за 0,75, тоді, переходячи на мітку потрібної групи за допомогою оператора goto, перевіряються тільки правила з групи де всі правила мають  $T_{kr2}$  більшу 0,5 і меншу за 0,75, а якщо оцінка динаміки параметрів  $T_{kr2}$  більша 0,75, тоді перевіряються тільки правила з групи де всі правила мають  $T_{kr2}$  більшу 0,75.

На рис. 3.6 показано алгоритм обробки даних текстового файлу "1.txt".

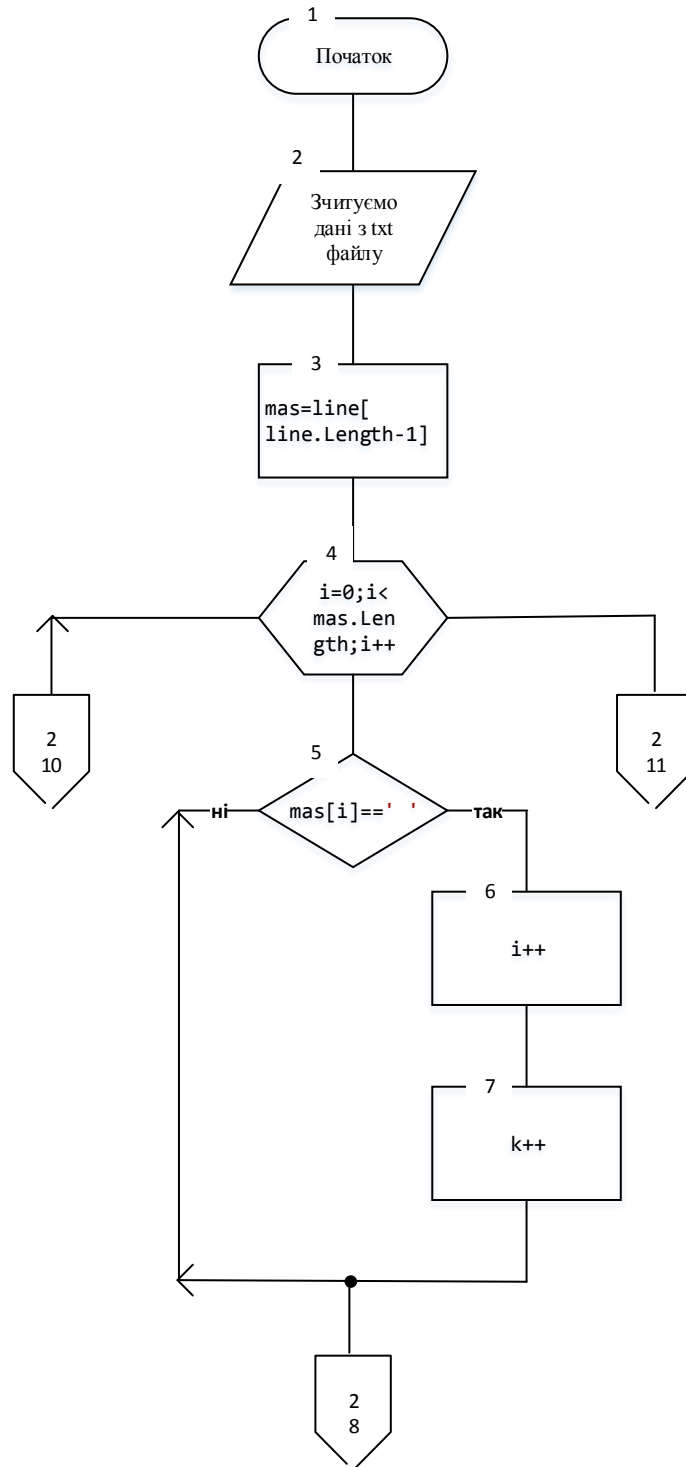


Рисунок 3.6.арк.1 – Алгоритм зчитування даних з текстового файлу "1.txt" та їх обробка

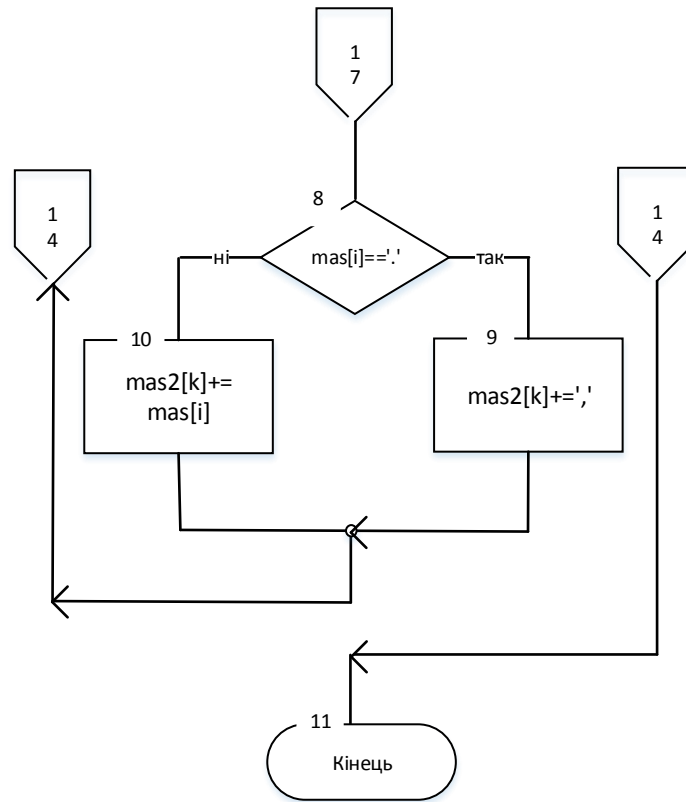


Рисунок 3.6.арк.2

Аналогічним чином оброблюються дані текстового файлу "2.txt".

На рис. 3.7 показано алгоритми перевірки можливості критичних ситуацій за допомогою продукційних правил на прикладі трьох ситуацій. Аналогічним чином перевіряються можливості всіх критичних ситуацій за допомогою продукційних правил.

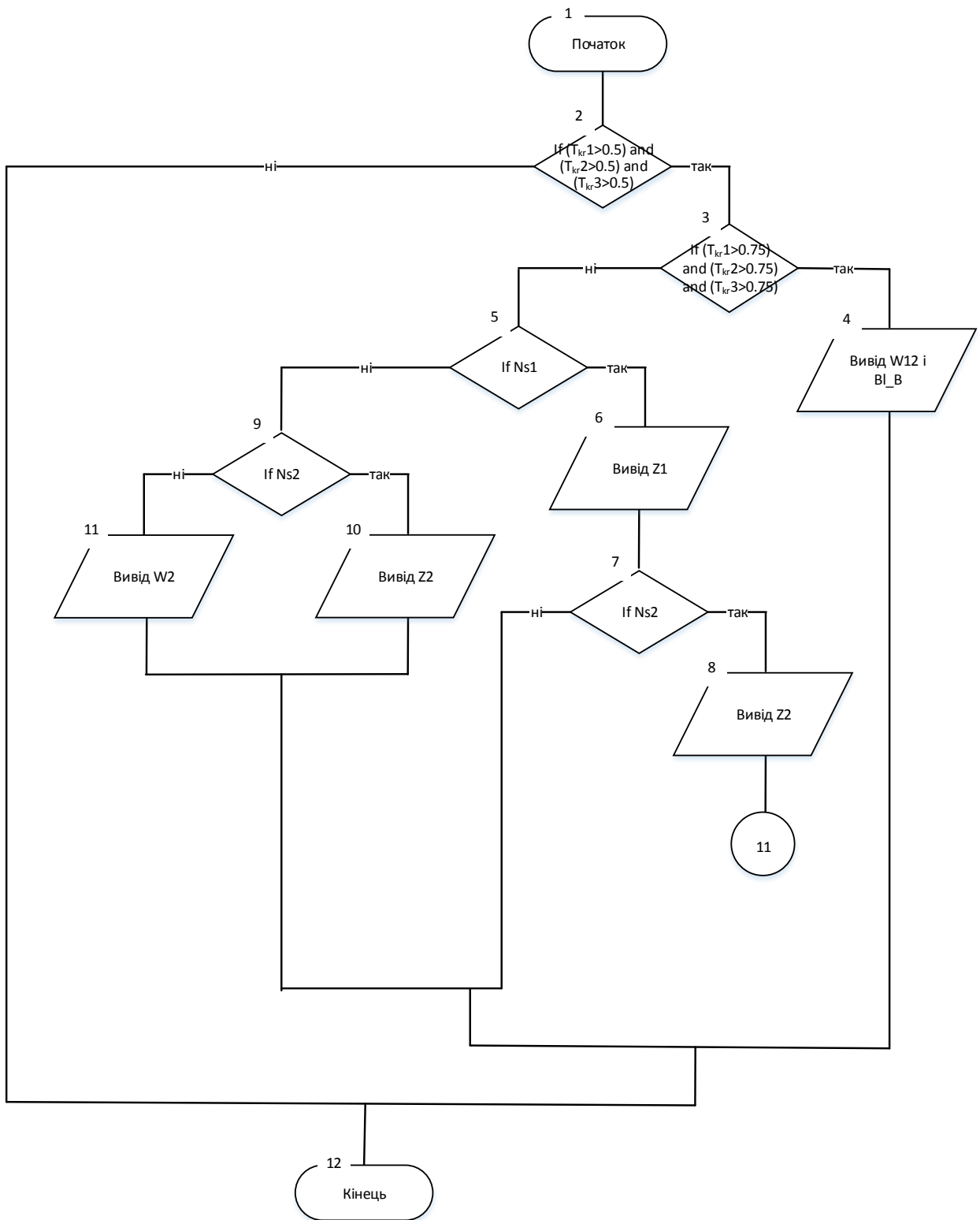


Рисунок 3.7.арк.1 – Алгоритм перевірки можливості критичних ситуацій за допомогою продукційних правил

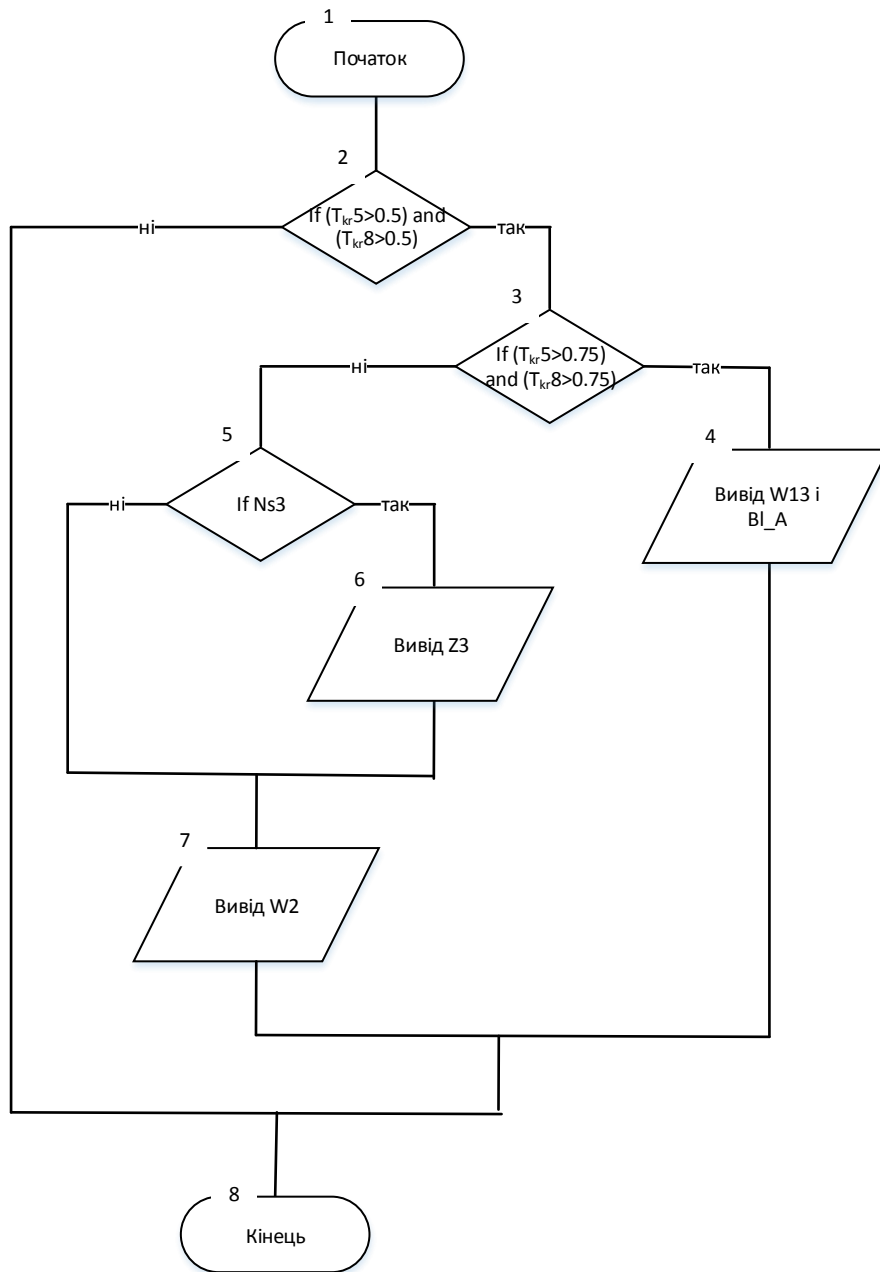


Рисунок 3.7.арк.2

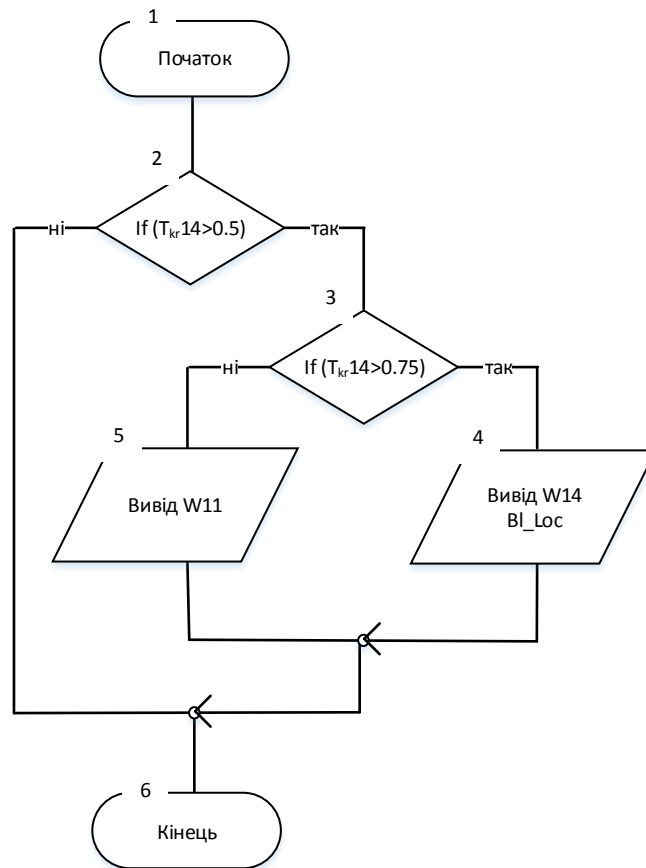


Рисунок 3.7.арк.3

### 3.6.7 Розробка програмного засобу логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях

На основі розробленого алгоритму було розроблено програмний засіб логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях на мові C#. Саме на C# можна розробити форму, за допомогою якої буде легше орієнтуватися оператору-технологу.

Лістинг програми, розроблений на мові програмування високого рівня C# з використанням компілятора Microsoft Visual Studio 2017, представлено у додатку А.

Початковий вид форми зображений на рис. 3.8.



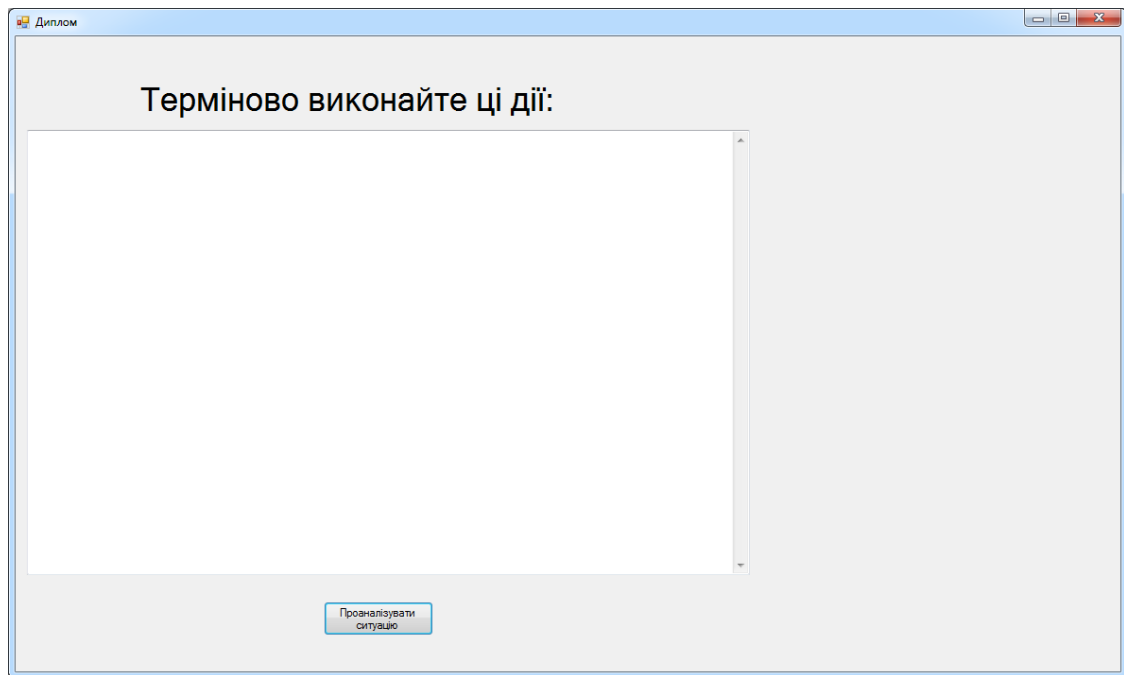


Рисунок 3.8 – Початковий вид форми

Спочатку форма складається з кнопки «Проаналізувати ситуацію» (Button1) та текстового поля TextBox1. Натиснувши кнопку «Проаналізувати ситуацію», оцінки динаміки параметрів зчитуються з текстового файлу "1.txt" та проаналізуються за допомогою продукційних правил. У разі виявлення критичних ситуацій, якщо на якийсь технологічний процес можуть впливати несприятливі умови навколишнього середовища, тоді з текстового файлу "2.txt" зчитуються реальні показники потрібних датчиків навколишнього середовища і проаналізуються. Якщо умова навколишнього середовища виявилась несприятливою, тоді стає видимим текстове поле TextBox3 (яке до цього існувало на формі, проте не було видиме) і у ньому виводиться рекомендація оператору-технологу щодо перевірки стану обладнання або його частин, на які можуть впливати умови навколишнього середовища, або повідомлення о можливості не критичності технологічної ситуації, за якою оператору-технологу необхідно слідкувати у найближчому часі.

Незалежно від того чи можуть, чи не можуть на ситуацію впливати умови навколишнього середовища у TextBox1 виводяться повідомлення про можливі блокування, пропозиції обходження блокувань та вірогідність критичної ситуації.

Якщо, проаналізувавши продукційні правила, система вирішує, що необхідне термінове блокування, тоді стає видимим текстове поле TextBox2 і у ньому виводяться рекомендації, щодо термінового блокування необхідної групи з вірогідністю критичної ситуації. Текстове поле TextBox2, при цьому, зафарбовується червоним кольором, для більшої помітності повідомлення о терміновому блокуванні

Якщо ж оцінки тренду не призводять до критичної ситуації, тоді ніяких повідомлень оператор-технолог не отримує і TextBox2 та TextBox3 залишаються невидімі оператору-технологу.

Перевірка роботи програми зображена на рис. 3.9-3.11.

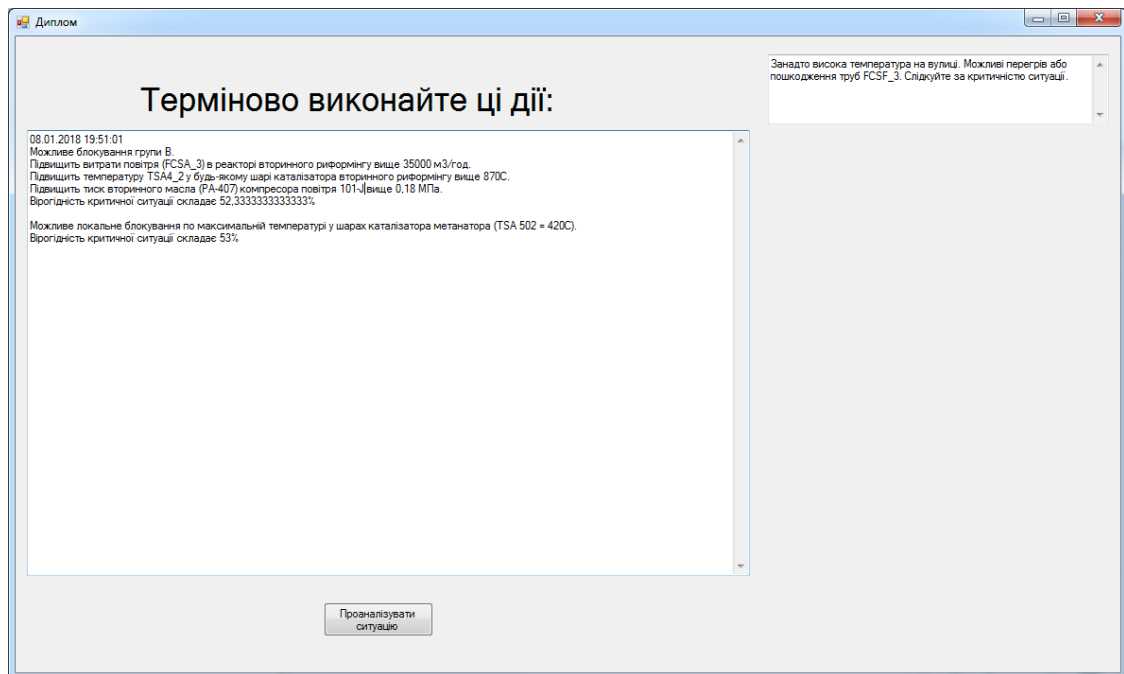


Рисунок 3.9 – Результат роботи програми

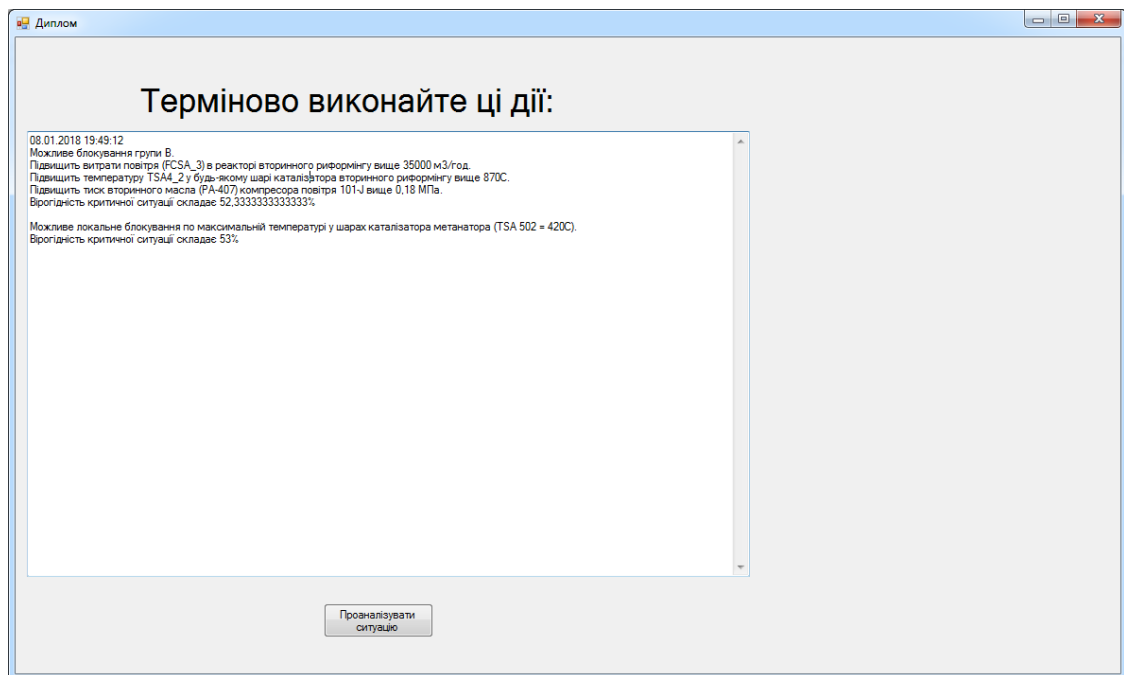


Рисунок 3.10 – Результат роботи програми

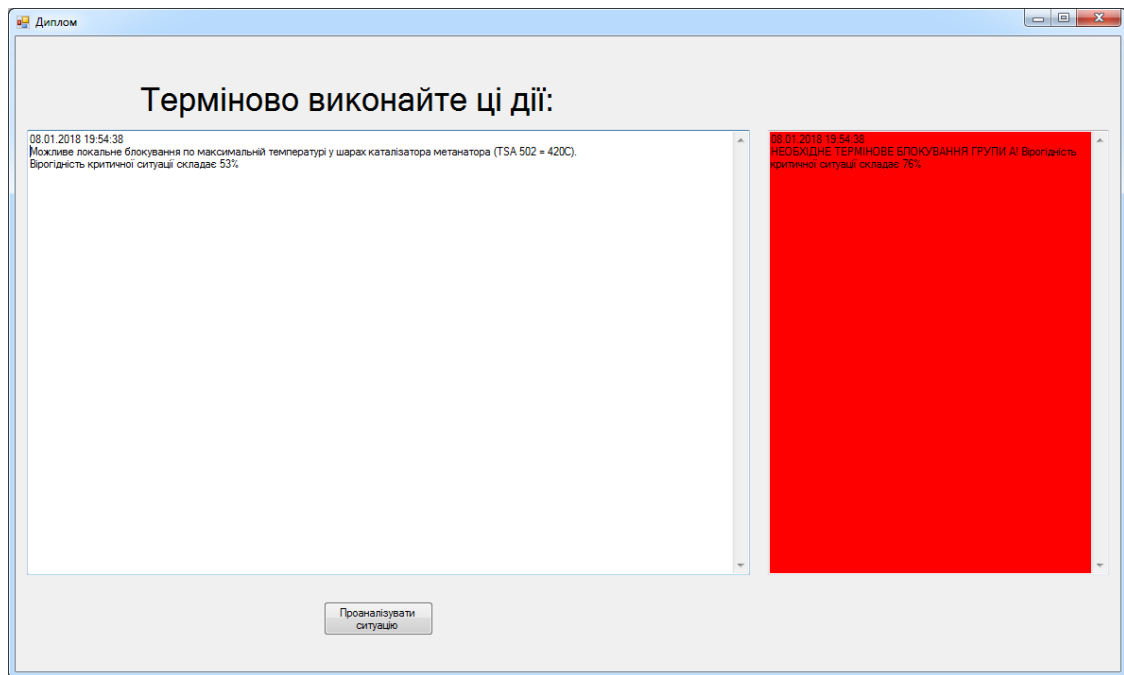


Рисунок 3.11 – Результат роботи програми

На рис. 3.9 відображена ситуація, коли оператор-технолог отримує два повідомлення від системи о можливих блокуваннях з рекомендаціями, як ці аварійні ситуації попередити. На один з технологічних процесів впливає несприятлива умова навколишнього середовища, тому також отримується повідомлення про цю умову з рекомендацією слідкувати за цією критичною ситуацією оператору-технологу самостійно.

На рис. 3.10 відображена ситуація, коли оператор-технолог отримує два повідомлення від системи о можливих блокуваннях з рекомендаціями, як ці аварійні ситуації попередити. Умови навколишнього середовища на цей раз не впливають на технологічні процеси.

На рис. 3.11 відображена ситуація, коли оператор-технолог отримує окрім рекомендації, як попередити аварійну ситуацію, ще й повідомлення про термінове блокування групи А. Оператор-технолог спочатку виконає рекомендацію о терміновості блокування, а потім стабілізує ситуацію з TextBox1.

### 3.7 Отримання знань системою від експерта

Для отримання знань системою у спілкуванні з СППР бере участь експерт, який за допомогою інженера по знанням наповнює систему знаннями, що дозволяють автоматизувати видачу рекомендацій в критичній ситуації. Режим придбання знань може здійснюватися шляхом діалогу експерта з комп'ютером на мові, наближеній до природної. Діалог проходить у формі чергування запитань і відповідей після чого вся інформація заноситься у БД, а правила

йдуть у БЗ, яка знаходиться у Модулі логічного виводу. Правила формуються з використанням інформації про критичні значення технологічних процесів на небезпечному хімічному об'єкті, інформації про способи запобігання аварійної ситуації та знання експерта про те, як ця інформація пов'язана між собою.

### **3.8 Тестування СППР небезпечного хімічного об'єкту**

За допомогою тестування СППР оцінюється і перевіряється робота СППР з метою приведення її у відповідність з реальними запитами експерта та оператора-технолога. Перевіряються наступні позиції:

- зручність і адекватність інтерфейсу користувача (характер питань у діалозі, зв'язність виведеного тексту результату та інше);
- ефективність стратегії управління небезпечним хімічним об'єктом (правильність виводу рекомендацій оператору-технологу);
- коректність БЗ (повнота і несуперечність правил).

### **3.9 Висновки до третього розділу**

Виділені основні задачі оператора технологічної установки при виникненні некоректних станів системи.

Визначено необхідні дані і знання для попередження аварійних ситуацій на небезпечного хімічному об'єкті та відносини між ними.

Проведено аналіз інформаційного забезпечення СППР з управління технологічним процесом у критичних ситуаціях, у результаті чого визначено структуру БД параметрів технологічних процесів, що складають хімічне виробництво.

Створено структуру СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях.

Розроблено алгоритм та програмний засіб логічного виводу підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Результатом роботи програмного засобу є вивід повідомлень та рекомендацій на екран оператора-технологу при виявленні критичних ситуацій, або ситуацій, близьких до критичних.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

### ЕКОЛОГІЯ

У даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної магістерської роботи було аналіз та розробка програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях, і як результат було створено програмний засіб логічного виводу інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. За цим програмним засобом у подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях. Так як в процесі проектування використовувалося програмне забезпечення, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера.

#### 4.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. У законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу.

## 4.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

У організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [74].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій.

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

а) не слід допускати до роботи осіб, що в установленому порядку не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки та цих Правил.

б) ознайомлення з правилами безпеки праці, одержання відповідних інструктажів засвідчується у журналі інструктажів.

в) перед допуском до самостійної роботи кожен працівник проходить навчання з питань охорони праці:

1) *вступного*, який проводять працівники служби охорони праці об'єкта господарювання з усіма працівниками, яких приймають на роботу незалежно від їхньої освіти та стажу роботи за програмою, в якій подають загальні питання охорони праці із врахуванням її особливостей на об'єкті господарювання;

2) *первинного*, який проводять керівники структурних підрозділів на місці праці з кожним працівником до початку їхньої роботи на цьому робочому місці.

г) обов'язкові організаційні заходи перед початком, під час і після завершення роботи повинні включати перевірку (візуально) наявності і справності електрообладнання та його заземлення, а під час виконання роботи вимогу «не залишати без нагляду обладнання, яке працює». Після закінчення роботи - вимагається прибирання робочого місця, відключення всіх електроприладів від електромережі.

## 4.3 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням програмного засобу логічного виводу інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях буде проходити у приміщенні дев'ятиповерхового будинку на 1-ому поверсі. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

### 4.3.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	4
Ширина, м	4
Висота, м	3
Площа, м <sup>2</sup>	16
Об'єм, м <sup>3</sup>	48

Згідно з [76] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 м<sup>2</sup>, а об'єм — не менше 20 м<sup>3</sup>. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками у кімнаті є диван, стільці та стіл. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами для чого приміщення облаштоване шафою. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення. Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі.

### 4.3.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця (табл. 4.2) нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [77] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	740	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	690	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	660	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	420	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	410	не менше 400
Глибина сидіння, мм	500	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	750	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 750 мм, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення знаходиться на першому поверсі дев'ятиповерхової будівлі і має об'єм 48 м<sup>3</sup>, площу – 16 м<sup>2</sup>. У цьому кабінеті обладнане одне місце праці, укомплектоване ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 20–22°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум у приміщенні знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У приміщенні є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК може бути джерелом електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В.

У приміщенні робиться вологе прибирання та провітрювання.

### **4.3.3 Навантаження та напруженість процесу праці**

Під час виконання магістерської роботи: за фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Під час виконання робіт використовується ПК, що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору,



м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи наведені в [77].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни встановлено регламентовану перерву тривалістю 10 хв через кожну годину роботи.

#### **4.4 Виробнича санітарія**

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

##### **4.4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) вибору**

Робота, пов'язана з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконується із забезпеченням виконання [78], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП.

Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є наступні:

- робоча напруга  $U = +220V \pm 5\%$ ;
- робочий струм  $I = 2A$ ;
- споживана потужність  $P = 350 \text{ Вт}$ .

Робочі місця відповідають вимогам Державних санітарних правил і нормам роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [77].

За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
<b>фізичні</b>			
підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ	2	[76]
підвищена або знижена вологість повітря	-	2	[76]
підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-	4	[79], [80]
підвищена напруженість електричного поля	-	2	[81]
недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	[82]
недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	[82]
підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці- налагодження моніторів)	1	[83]
понижена контрастність	-	1	[83]
<b>психофізіологічні</b>			
нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	[78], [83]
фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці- сидіння користувача, ) та організації робочого часу - безперервна робота)	2	[78], [83]

#### 4.4.2 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ та вентиляції. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів - із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Надійна робота окремих елементів і мікросхем в цілому забезпечується тільки в певних інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від

розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень ВЦ.

#### 4.4.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника.

### 4.5 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

#### 4.5.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. У даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, тому для нього відповідає категорія робіт Іа. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [84] і наведені в табл. 4.4:

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С <sup>0</sup>	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-І а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-І а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення та припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [76]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [76]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви у

роботі співробітників, з метою його провітрювання.

#### 4.5.2 Освітлення

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато у чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м). Для забарвлення стіни панелей віддана перевага світлим фарбам.

Основний потік природного світла - зліва.

У проекті, що розробляється, використовувалося суміщене освітлення. У світлий час доби використовувалося природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовувалося штучне освітлення. Штучне освітлення створюється енергозберігаючими лампами.

Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно проводиться контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для приміщення у світлий час доби достатньо природного освітлення.

*Розрахунок освітлення.*

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b \quad (4.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів, м<sup>2</sup>;

$S_n$  – площа підлоги, м<sup>2</sup>.

$$S_n = a \cdot b = 16 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 25 = 28,8 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 вікна площею  $S=3 \text{ м}^2$  кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями у рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення у темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 4 м, ширина 4 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожні.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості

при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників  $n$  виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

де  $E$  – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

$S$  – освітлювана площа, м<sup>2</sup>;  $S = 16$  м<sup>2</sup>;

$Z$  – поправочний коефіцієнт світильника ( $Z = 1,15$  для ламп розжарювання та ДРЛ;  $Z = 1,1$  для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

$U$  – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575;

$M$  – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

$F$  – світловий потік лампи – 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо  $n=1,2$ .

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з одного світильника, який складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

#### **4.6 Вентилювання**

Обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

#### **4.7 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій**

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

*Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера передбачають:*

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- експлуатацію сертифікованого обладнання;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;

- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);
- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-втяжну вентиляцію або кондиціонування повітря (об'єм приміщення 16 м<sup>3</sup>, тому потрібно подати не менш як 30 м<sup>3</sup>/год повітря).

*Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).*

Загальний опір захисного заземлення визначається за формулою:

$$R_{ззп} = \frac{R_з \cdot R_n}{R_n \cdot n \cdot \eta_з + R_з \cdot \eta_n}, \quad (4.3)$$

де  $R_з$  - опір заземлення, якими когут бать труби, опори, кути і т.п., Ом;

$R_n$  - опір опори, яке з'єднує заземлювачі, Ом;

$n$  - кількість заземлювачів;

$\eta_з$  - коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах 0,2 ÷ 0,9;  $\eta_з = 0,7$ ;

$\eta_n$  - коефіцієнт екранування сполучної стійки; приймається в межах 0,1 ÷ 0,7;  $\eta_n = 0,5$ .

Опір заземлення визначається за формулою:

$$R_з = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.4)$$

де  $\rho$  - питомий опір ґрунту, залежить від типу ґрунту, Ом·м;

для піску - 400 ÷ 700 Ом·м; приймаємо  $\rho = 400$  Ом·м;

$l$  - довжина заземлювача, м; для труб - 2-3 м;  $l = 3$  м;

$d$  - діаметр заземлювача, м; для труб - 0,03-0,05 м;  $d = 0,05$  м;

$t$  - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м;  $t = 2$  м.

Тоді опір заземлення дорівнює 110 Ом.

Опір смуги, що з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

$$R_{ш} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t^1}, \quad (4.5)$$

де  $L$  - довжина смуги, що з'єднує заземлювачі (м) і приблизно дорівнює периметру будівлі:  $P_{б\text{уд.}} = 42 \cdot 2 + 38 \cdot 2 = 160$  м;  $L = 160$  м;

$b$  - ширина смуги, м;  $b = 0,03$  м;

$t_1$  - глибина заземлення від рівня землі, м;  $t_1 = 0,5$  м.

Тоді опір смуги, що з'єднує заземлювачі дорівнює 5,99 Ом

Кількість заземлювачів захисного заземлення визначається за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot R_3}{4 \cdot \eta_3}, \quad (4.6)$$

де 4 - допустимий загальний опір, Ом;

2 - коефіцієнт сезонності.

Тоді кількість заземлювачів захисного заземлення дорівнює 79.

Визначаємо, що загальний опір захисного заземлення дорівнює 1,7 Ом

Висновок: дане захисне заземлення забезпечує електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{ззп} < 4$  Ом.

У приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

## **4.8 Охорона навколишнього природного середовища**

### **4.8.1 Загальні дані охорони навколишнього середовища**

Діяльність за темою магістерської роботи, а саме: «Аналіз та розробка програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях» в процесі її виконання впливає на навколишнє природне середовище і регламентується нормами діючого законодавства: Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Законом України «Про відходи», Законом України «Про охорону атмосферного повітря», Законом України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», Водний кодекс України.

Основним екологічним аспектом у процесі діяльності за даними спеціальностями є процеси впливу на атмосферне повітря та процеси поводження з відходами, які утворюються, збираються, розміщуються, передаються на знешкодження, утилізацію, тощо в ІТ галузі.

Вплив на атмосферне повітря при нормальних умовах праці не оказує, бо не має в приміщенні сканерів, принтерів та інших джерел викиду забруднюючих речовин в повітря робочої зони.

У процесі діяльності виникають процеси поводження з відходами ІТ галузі. Нижче надано перелік відходів, що утворюються в процесі роботи:

- батарейки та акумулятори (малі) - III клас небезпеки;
- макулатура - IV клас небезпеки;
- побутові відходи - IV клас небезпеки;
- відпрацьовані люмінесцентні лампи - I клас небезпеки.

#### 4.8.2 Визначення впливу та заходів щодо поводження з відходами ІТ галузі

З метою визначення та прогнозування впливу відходів на навколишнє середовище, своєчасного виявлення негативних наслідків, їх запобігання відповідно до Закону України «Про відходи» повинен здійснюватися моніторинг місць утворення, зберігання, і видалення відходів. Відомості про місце утворення та місце розташування відходів зазначаються на «План схемі місці розміщення відходів організації / виробництва» та наводяться у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Відомості про місце утворення та місце розташування відходів

№ з/п	Код та найменування відходів за ДК-005-96	Технологічний процес або виробництво, де утворюються відходи/клас небезпеки	Місце розташування відходу, тара та її кількість, місткість, розміри у разі наявності майданчиків розташування відходів необхідно зазначити тип покриття та наявність даху)	№ на схемі (додається масштабна схема місць розміщення відходів)
1	7710.3.1.26 Лампи люмінесцентні	1	буд. 23А, у приміщенні кладової $S=10\text{м}^2$ , в кількість 5 од.	23А01-ТХ
2	7720.3.1.01 Відходи комунальні (міські) змішані, у т.ч. сміття з урн (Побутові відходи)	4	зовнішній майданчик зберігання побутових відходів біля буд. 23А $S=7\text{м}^2$ $V=3,1\text{м}^3$ - 3од.	23А01-ТХ
3	7710.3.1.01 Макулатура паперова та картонна (Макулатура)		буд. 23А 1 поверх кім. 1 $S=5,0\text{ м}^2$	23А01-ТХ
4	Батарейки та акумулятори (малі)	3	буд. 23А, кім. 1 $V=0,0005\text{ м}^3$	23А01-ТХ



#### **4.9 Висновки до четвертого розділу**

У результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом, написаному в дипломній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Було наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері. Визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище та зазначені заходи щодо поводження з ними.

## ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи було підвищення оперативності прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях.

Для досягнення мети було вирішено всі поставлені задачі.

Проведений огляд сучасних технологій підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами виділив СППР як основний інструмент цієї технології і обумовив актуальність розробки програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління хімічних виробництв у критичних ситуаціях.

Визначено етапи створення СППР, які необхідно послідовно виконувати при створенні СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях.

Визначено структурні елементи СППР, необхідні для управління небезпечним об'єктом у критичних ситуаціях, а саме: інтерфейс користувача, БД, підсистема придбання знань, БЗ, підсистема логічного виводу і підсистема пояснень. Створено структуру СППР щодо управління небезпечним хімічним об'єктом у критичних ситуаціях.

Розроблено алгоритм та програмний засіб логічного виводу інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях.

Виконано аналіз потенційних небезпек при роботі із засобами обчислювальної техніки, на підставі якого розроблені заходи щодо техніки безпеки, заходи, що забезпечують виробничу санітарію і гігієну праці, рекомендації по пожежній профілактиці, які підтверджені відповідними розрахунками.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пряжникова, Е. Ю. Психология труда: теория и практика / Е. Ю. Пряжникова. – Юрайт. – Раздел 6 «Основы инженерной психологии»
2. Ляховая М.О., Поспелова В.И., Шумова Л.А. Разработка интеллектуальных средств поддержки принятия решений оператора-технолога в нештатных ситуациях // Технологія-2016 : матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 22-23 квіт. 2016 р., м. Северодонецьк. Ч. II / [укл. : Тарасов В.Ю.]. – Северодонецьк : [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], 2016. – С.51-53.
3. Ляховая М.О., Поспелова В.И. Система підтримки прийняття рішень для аналізу динамічних даних – // IT-Ідея – 2016: збірник науково-практичних праць. – Северодонецьк : Вид-во Східноукр. ун-ту ім. В. Даля, 2016. – С. 11.
4. Ефремов, С.В. Декларирование опасных производств. Учебное пособие / С.В. Ефремов, Н. В. Румянцева. – СПб.: СПбГПУ, 2004. – 238 с.
5. Степанов, И.О. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для студентов вузов / И.О. Степанов, О.В. Мурашов, Г.П. Артюнина, С.А. Игнаткова. - Псков, 2010. – 294 с.
6. Роль систем отображения информации в процессе принятия решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://tarefer.ru/works/55/100005/index.html](http://tarefer.ru/works/55/100005/index.html)
7. Топольский, Н.Г. Создание баз знаний для систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях / Н.Г. Топольский, А.В. Вязилов; Материалы 2 международной конференции «Информатизация систем безопасности» ИСБ-93. - М.: ВИПТШ МВД России, 1993. - 55-60 с.
8. Топольский, Н.Г. Принципы построения автоматизированных систем поддержки принятия решений в Государственной противопожарной службе / Н.Г. Топольский, В.М. Климовцов. - Материалы 8 международного форума «Технологии безопасности». М., 2003. - 285 с.
9. Соколов, С.В. Методологические основы разработки и использования компьютерных имитационных систем для исследования деятельности и проектирования аварийно-спасательных служб в городах. / С.В. Соколов . - Диссертация на соискание учёной степени д.т.н. М., 1999.
10. Артамонов, В.С. Теоретические основы построения систем управления риском / В.С. Артамонов. - Вестник СПбИГПС, № 3, СПб, 2003.

11. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в внештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / В. А. Геловани, А. А. Башлыков, В. Б. Бритков, Е.Д. Вязилов. - М.: Эдиториал УРСС, 2001.
12. Ямалов, И.У. Моделирование сценариев управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах. / И.У. Ямалов; Экология промышленного производства : межотр. науч.-практ. журнал. Вып. № 4., 2006. - 41-48 с.
13. Вишняков, В.А. Аппаратно-программные средства процессоров логического вывода / В.А. Вишняков. — М.: Радио и связь, 1991. — 263 с.
14. Симапков, В. С. Автоматизация процессов принятия решений в системах управления / В. С. Симапков, Ю. К. Лушников, В. А. Морозов. - Аналитический обзор, 1970-1985 гг., № 4087. М.: ЦНИИТЭИ, 1986. - 42 с.
15. Арсеньев, Ю.И. Интегрированные интеллектуальные системы принятия решений / Ю.И. Арсеньев, С.И. Шелобаев, Т.Ю. Давыдова. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 270 с.
16. Гриб, О. Г. Організація підтримки прийняття рішень при аварійних ситуаціях у енергосистемах / О. Г. Гриб. - Харків, 2010. - 5 с.
17. Створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень щодо управління безпекою хімічних підприємств в умовах ризику / Н. П. Тарасова, А. Ф. Егоров, Т. В. Савицькая, Ю. В. Сметанников, С. П. Дударов, Є. В. Варнавск. – Москва, 2003. – 250-253 с.
18. Миронова, Н. А. Архітектура групової системи підтримки прийняття рішень з можливістю синтеза метода прийняття групових рішень / Н. А. Миронова, А. А. Скрипник. - Запорожье, 2012. – 33-39 с.
19. Рязанцев, А.И. Информационные технологии обеспечения экологической и техногенной безопасности промышленного региона (Лисичанск, Рубежное, Северодонецк): дис. докт. тех. наук : 05.13.06 / А. И. Рязанцев; ХНТУ – Херсон, 2012. – 310 с.
20. Скарга-Бандурова, И. С. Автоматизированная система повышения безопасности функционирования экологически опасных химических производств (на примере производства формалина) : дис. канд. тех. наук : 05.13.06 / И. С. Скарга-Бандурова. – Донецк, 2006. – 157 с.
21. Скарга-Бандурова, И. С. Модели, методы и информационные технологии поддержки принятия решений в области природоохранной деятельности промышленных комплексов: дис. д-ра. техн. наук : 05.13.06 / И. С. Скарга-Бандурова; ХНТУ. – Херсон, 2015. – 422 с.

22. Шумова, Л. О. Автоматизована система прогнозування аварійних ситуацій великотоннажного хімічного виробництва : дис. канд. тех. наук : 05.13.06 / Л. О. Шумова; ДНУ. – Вінниця, 2016. – 176 с.
23. Блохин, А. Н. Задачи принятия управленческих решений на примере региональной газораспределительной организации / А. Н. Блохин. – Тамбов, 2005. – 140 с.
24. Сайфутдинова, Г. М. Геоинформационная система поддержки принятия решений при прогнозе и ликвидации аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах / Г. М. Сайфутдинова. – Уфа, 2006. – 168 с.
25. Прохныч, А. Н. Разработка системы компьютерной поддержки принятия решений в нештатных ситуациях, связанных с промышленными выбросами / А. Н. Прохныч– Тверь, 2002. – 198 с.
26. Савицкая, Т. В. Системный анализ и управление безопасностью химических производств с использованием новых информационных технологий : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.13.01 / Т. В. Савицкая. – М., 2004. – 37 с.
27. Кафаров, В. В. Принципы разработки интеллектуальных систем в химической технологии / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин // Доклады АН СССР. – 1989. – Т. 306, № 2. – С. 409-413.
28. Мешалкин, В. П. Химическое предприятие как объект ситуационного управления / В. П. Мешалкин, Л. А. Клименкова // Российское предпринимательство. – 2002. – № 7 (31). – С. 65-69.
29. Мешалкин, В. П. Экспертные системы в химической технологии / В. П. Мешалкин. – М. : Химия, 1995. – 368 с.
30. Палюх, Б. В. Приложение метода разделения состояний для управления технологической безопасностью промышленных процессов на основе нечетко определенных моделей : монография / Б. В. Палюх [и др.]. – Тверь : ТГТУ, 2009. – 368 с.
31. Савицкая, Т. В. Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий / Т. В. Савицкая, А. Ф. Егоров. – М. : Химия, КолосС, 2004. – 416 с.
32. Bonissone, P.P. Editorial: reasoning with uncertainty in expert systems."Int. J. Man-Mach. Stud." / P.P. Bonissone, R.M. Tong, 1985, N3, p.241-250
33. Mamdani, E.H. An Experiment in Linguistic Synthesis with Fuzzy Logic Controller / Mamdani E.H., Assilian S. - Int. J. Man-Machine Studies. - 1975 . Vol. 7. №1. P.1-13
34. Рязанцев, А. И. Система прогнозирования аварийных ситуаций крупнотоннажного химического производства / А. И. Рязанцев, И. С. Скарга-Бандурова,

Л. А. Шумова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2009. – № 2 (132), ч. 2. – С. 55-60.

35. Камынина, М.А. Построение фреймовой модели представления знаний в интеллектуальной системе поддержки принятия решений системы управления сетью тактовой сетевой синхронизации / М.А. Камынина, А.К.Ю. Канаев, Е.В. Опарин,- Текст научной статьи по специальности «Общие и комплексные проблемы технических и прикладных наук и отраслей народного хозяйства», 2012. – 59-69 с.

36. Программный модуль базы знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://ukrbukva.net/page,3,71588-Programmnyi-modul-bazy-znaniiy.html](http://ukrbukva.net/page,3,71588-Programmnyi-modul-bazy-znaniiy.html)

37. Семантические сети или сетевые модели знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://www.aiportal.ru/articles/knowledge-models/semantic-network.html](http://www.aiportal.ru/articles/knowledge-models/semantic-network.html)

38. Вялкова, М. Фреймовая модель представления знаний / М. Вялкова, 2017. - 21 с.

39. Логическая модель знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://www.aiportal.ru/articles/knowledge-models/logical-model.html](http://www.aiportal.ru/articles/knowledge-models/logical-model.html)

40. Сергукова, Ю. М. Представление знаний / Ю. М. Сергукова. - Москва, 2010. – 12 с.

41. Зверьков, П. С. Система підтримки прийняття рішень / П. С. Зверьков, О. Й. Савкова – ДонНТУ, 2012. – 42 с.

42. Haettenschwiler, P. Neues anwenderfreundliches Konzept der Entscheidungsunterstützung. Gutes Entscheiden in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft / P. Haettenschwiler. - Zurich: Hochschulverlag AG, 1999. — 189—208 p.

43. Power, D. J. Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues / D. J. Power - Americas Conference on Information Systems, Long Beach, California, 2000.

44. Субач, Т. В. Информационные системы поддержки принятия решений / Т. В. Субач. – Волгоград, 2015. – 30 с.

45. Структура и этапы создания экспертных систем [Электронный ресурс] / Л. Болотин. – Режим доступа: [www. URL: http://www.myshared.ru/slide/1213023/](http://www.myshared.ru/slide/1213023/) - 2016

46. Структура экспертной системы [Электронный ресурс] / С. Оса. – Режим доступа: [www. URL: http://www.myshared.ru/slide/1347632/](http://www.myshared.ru/slide/1347632/) - 2017

47. Экспертные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://itteach.ru/predstavlenie-znaniy/ekspertnie-sistemi](http://itteach.ru/predstavlenie-znaniy/ekspertnie-sistemi)

48. Инженерия знаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema17](http://www.URL:https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema17)
49. Тесленко, Г.С. Информационные системы в аграрном менеджменте / Тесленко Г.С. - КНЕУ, 1999. - 232 с.
50. Заковоротный, А.Ю. Обработка информации в сложных технических системах / А.Ю. Заковоротный, С.Ю. Леонов, Н.В. Мезенцев. - Системы обработки информации, 2015. - 7 с.
51. Орлов, С.П. Интеллектуальная система поддержки принятия решений при управлении областными целевыми программами / С.П. Орлов, - Самарский государственный технический университет, 2015. - 10 с.
52. Левыкин, В. М. Модель специализированной системы поддержки принятия решений для коррекции процессов выращивания монокристаллов / В. М. Левыкин, И. В. Шевченко, 2013. - 12 с.
53. Структура экспертной системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/structure.html](http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/structure.html)
54. Иванова, И. Д. Информатика. Базы данных. Системы управления базами данных. Microsoft Access: Теоретические основы, примеры и задания, практические работы / И. Д. Иванова, М. М. Корниенко. - Ранок, 2009. - 48 с.
55. Направления работ и инструментальный ИИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http://dssp.petrstu.ru/~IVK/zhirin/inf/inf/chst25.html](http://dssp.petrstu.ru/~IVK/zhirin/inf/inf/chst25.html)
56. Лорьер, Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта / Ж.-Л. Лорьер. — М.: Мир, 1991. - 568 с.
57. Стрелков, Ю.К. Инженерная и профессиональная психология / Ю.К. Стрелков. - М.: Академия, 2001. - 360 с.
58. Зеленков, Ю. А. Введение в базы данных / Ю. А. Зеленков. - Центр Интернет ЯрГУ, 1997. - раздел 8 «Базы знаний»
59. Интеллектуальные информационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: https://zubolom.ru/lectures/iis/18.shtml](https://zubolom.ru/lectures/iis/18.shtml)
60. Лорьер, Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта / Ж.-Л. Лорьер. — М.: Мир, 1991. - 568 с.
61. Могилев, А. В. Информатика / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хённер. - М.: Academia, 2004
62. Клоксин, У. Программирование на языке Пролог / У. Клоксин, К. Меллиш. - М.: Мир, 1987. – 336 с

63. Милан, Д. Поддержка проектирования баз данных / Д. Милан. - Журнал «Программные продукты и системы», 1993
64. Среда EXSYS / Институт Информационных Технологий и Моделирования. – Иркутск, 2003. - 23 с.
65. Каз. Оболочка для построения производственных систем / Каз. - Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2014
66. Тучкан. Инструментальные средства конструирования систем / Тучкан. - Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2014
67. Оболочки систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www. URL: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/shells.html>
68. Афоничкин, А. И. Управленческие решения в экономических системах: Учебник для вузов / А. И. Афоничкин, Д. Г. Михаленко. – СПб.: Питер, 2009. - 480 с.
69. Трегубова, И. А. Разработка системы поддержки принятия решений при формировании оптимальной стратегии компании / И. А. Трегубова. - Финансовый университет. - 5 с.
70. Полянская, Е. В. Система поддержки принятия решений по выбору тура / Е. В. Полянская. - Москва, 2013. - 98 с.
71. Костюкова, Н. И. Разработка системы поддержки принятия решений, Альманах современной науки и образования / Н. И. Костюкова, А. А. Залевский, Н. В. Москвин. – 2010. - 59-60 с.
72. Кравченко, Т. К. Система поддержки принятия решений «ELECTRE» / Т. К. Кравченко. - ЛитРес, 2017
73. Технологический регламент цеха аммиака 1-Б реестр №114 Утвержден 02.12.2000 г.
74. НПАОП 0.00-А.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці
75. НПАОП 0.00-4.15-98 Про розробку інструкцій з охорони праці
76. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
77. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»
78. НПАОП 0.00.-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Електробезпека.
79. ГОСТ 13109-97. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.
80. ГОСТ 12.1.030-81. Захисне заземлення. Занулення.



81. ГОСТ 12.1.006-84. Электромагнитні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю.
82. ДБН В.2.5-28:2015. Природне і штучне освітлення.
83. ДСанПіН 3.3.2-007-98. Державні санітарні правила і норми.
84. НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою.

**ДОДАТОК А. Лістинг програми**

```
1. using System;
2. using System.Collections.Generic;
3. using System.ComponentModel;
4. using System.Data;
5. using System.Drawing;
6. using System.Linq;
7. using System.Text;
8. using System.Threading.Tasks;
9. using System.Windows.Forms;
10. using System.IO;
11. namespace WindowsFormsApp1
12. {
13. public partial class Form1 : Form
14. {
15. public Form1()
16. {
17. InitializeComponent();
18. }
19. private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
20. {
21. int i, k = 0;
22. string mas, temp;
23. string[] mas2 = new string[100];
24. string[] temp2 = new string[100];
25. DateTime now = DateTime.Now;
26. string[] line = File.ReadAllLines(@"1.txt", Encoding.Default);
27. mas = line[line.Length - 1];
28. for (i = 0; i < mas.Length; i++)
29. {
30. if (mas[i] == ' ')
31. {
32. i++;
33. k++;
```

```
34. }
35. if (mas[i] == '.')
36. {
37. mas2[k] += ',';
38. }
39. else
40. {
41. mas2[k] += mas[i];
42. }
43. }
44. string[] line1 = File.ReadAllLines(@"2.txt", Encoding.Default);
45. temp = line1[line1.Length - 1];
46. for (i = 0; i < temp.Length; i++)
47. {
48. if (temp[i] == ' ')
49. {
50. i++;
51. k++;
52. }
53. if (temp[i] == '.')
54. {
55. temp2[k] += ',';
56. }
57. else
58. {
59. temp2[k] += temp[i];
60. }
61. }
62. textBox1.Text += now + "\r\n";
63. textBox2.Text += now + "\r\n";
64. if ((Convert.ToDouble(mas2[0]) > 0.5) && (Convert.ToDouble(mas2[1]) > 0.5) &&
    (Convert.ToDouble(mas2[2]) > 0.5))
65. {
66. if ((Convert.ToDouble(mas2[0]) > 0.75) && (Convert.ToDouble(mas2[1]) > 0.75) &&
    (Convert.ToDouble(mas2[2]) > 0.75))
```

```

67. {
68. textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ В!
    Вірогідність критичної ситуації складає " + ((Convert.ToDouble(mas2[0]) +
    Convert.ToDouble(mas2[1]) + Convert.ToDouble(mas2[2])) / 3 * 100) + "%\r\n\r\n";
69. this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
70. }
71. else
72. {
73. textBox1.Text += "Можливе блокування групи В.\r\nПідвищить витрати повітря
    (FCSA_3) в реакторі вторинного риформінгу вище 35000 м3/год.\r\nПідвищить
    температуру TSA4_2 у будь-якому шарі каталізатора вторинного риформінгу вище
    870С.\r\nПідвищить тиск вторинного масла (РА-407) компресора повітря 101-Ж
    вище 0,18 МПа.\r\nВірогідність критичної ситуації складає " +
    ((Convert.ToDouble(mas2[0]) + Convert.ToDouble(mas2[1]) +
    Convert.ToDouble(mas2[2])) / 3 * 100) + "%\r\n\r\n";
74. }
75. }
76. if ((Convert.ToDouble(mas2[4]) > 0.5) && (Convert.ToDouble(mas2[7]) > 0.5))
77. {
78. if ((Convert.ToDouble(mas2[4]) > 0.75) && (Convert.ToDouble(mas2[7]) > 0.75))
79. {
80. textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
    Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[4]) +
    Convert.ToDouble(mas2[7]) / 2 * 100) + "%\r\n\r\n";
81. this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
82. }
83. else
84. {
85. textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПідвищить витрати газової
    суміші у первинний риформінг (FCSA 1) вище 25000 м3/год.\r\nЗнизьте
    температуру КГ після печі первинного риформінгу (TSA 3) нижче
    860С.\r\nВірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[4]) +
    Convert.ToDouble(mas2[7]) / 2 * 100) + "%\r\n\r\n";
86. }
87. }

```

```

88. if (Convert.ToDouble(mas2[3]) > 0.5)
89. {
90. if (Convert.ToDouble(mas2[3]) > 0.75)
91. {
92. textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
    Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[4]) * 100) +
    "%\r\n\r\n";
93. this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
94. }
95. else
96. {
97. if (Convert.ToDouble(temp2[0]) < -21.0)
98. {
99. textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПеревірте труби FCSA 2 біля
    виходу А5.\r\nПідвищить витрати технологічного пара у первинний риформінг
    (FCSA 2).\r\nВірогідність критичної ситуації складає " +
    (Convert.ToDouble(mas2[3]) * 100) + "%\r\n\r\n";
100.     textBox3.Text += "Занадто низька температура на вулиці. Можливе
    замерзання труб FCSA 2. Перевірте труби FCSA 2 біля виходу А5.\r\n\r\n";
101.     //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
102.     }
103.     else
104.     {
105.     textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПідвищить витрати
    технологічного пара у первинний риформінг (FCSA 2).\r\nВірогідність критичної
    ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[3]) * 100) + "%\r\n\r\n";
106.     }
107.     }
108.     }
109.     if (Convert.ToDouble(mas2[8]) > 0.5)
110.     {
111.     if (Convert.ToDouble(mas2[8]) > 0.75)
112.     {

```

```

113.     textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
        Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[8]) * 100) +
        "%\r\n\r\n";
114.     this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
115.     }
116.     else
117.     {
118.     textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПідвищить тиск
        паливного газу перед пальниками печі первинного риформінгу (PCSA 5) вище 0.1
        МПа.\r\nВірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[8]) *
        100) + "%\r\n\r\n";
119.     //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
120.     }
121.     }
122.     if ((Convert.ToDouble(mas2[9]) > 0.5) && (Convert.ToDouble(mas2[5]) > 0.5))
123.     {
124.     if ((Convert.ToDouble(mas2[9]) > 0.75) && (Convert.ToDouble(mas2[5]) >
        0.75))
125.     {
126.     textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
        Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[9]) +
        Convert.ToDouble(mas2[5]) / 2 * 100) + "%\r\n\r\n";
127.     this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
128.     }
129.     else
130.     {
131.     textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПідвищить розрідження
        в печі первинного риформінгу (PSA 2) і знизьте його нижче тиску
        5мм.вод.ст..\r\nПідвищить тиск первинного масла димососів (PS 18 А/В) вище 0.08
        МПа.\r\nВірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[9]) +
        Convert.ToDouble(mas2[5]) / 2 * 100) + "%\r\n\r\n";
132.     //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
133.     }
134.     }
135.     if (Convert.ToDouble(mas2[6]) > 0.5)

```

```

136.     {
137.         if (Convert.ToDouble(mas2[6]) > 0.75)
138.         {
139.             textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
                Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[6]) * 100) +
                "%\r\n\r\n";
140.             this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
141.         }
142.     else
143.     {
144.         textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПідвищить рівень у
                парозбірниках (LCSA 3) вище 10% шкали вимірювання (за схемою два з трьох під
                час вступу імпульсу від будь-яких двох датчиків рівня).\r\nВірогідність критичної
                ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[6]) * 100) + "%\r\n\r\n";
145.         textBox3.Text += "Занадто низька температура на вулиці. Можливе
                замерзання труб FCSA 2. Перевірте труби FCSA 2 біля відділення Б.\r\n\r\n";
146.         //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
147.     }
148. }
149. if (Convert.ToDouble(mas2[10]) > 0.5)
150. {
151.     if (Convert.ToDouble(mas2[10]) > 0.75)
152.     {
153.         textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
                Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[10]) * 100) +
                "%\r\n\r\n";
154.         this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
155.     }
156. else
157. {
158.     textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nЗнизьте температуру
                газу після підігрівача на стадії сіркоочистки (TCSA 101) нижче
                420С.\r\nВірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[10]) *
                100) + "%\r\n\r\n";

```

```

159.     textBox3.Text += "Занадто велика температура на вулиці. Можливий
        перегрів у трубах TCSA 101. Перевірте труби TCSA 101 біля головного
        виходу.\r\n\r\n";
160.     //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
161.     }
162.     }
163.     if (Convert.ToDouble(mas2[11]) > 0.5)
164.     {
165.         if (Convert.ToDouble(mas2[11]) > 0.75)
166.         {
167.             textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ А!
                Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[11]) * 100) +
                "%\r\n\r\n";
168.             this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
169.         }
170.     else
171.     {
172.         textBox1.Text += "Можливе блокування групи А.\r\nПідвищить тиск газу до
                підігрівача стадії сіркоочистки (PSA 101) вище 0.012 МПа.\r\nВірогідність
                критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[11]) * 100) + "%\r\n\r\n";
173.         textBox3.Text += "Занадто велика температура на вулиці. Можливий
                перегрів у трубах PSA 101. Перевірте труби PSA 101 біля головного
                виходу.\r\n\r\n";
174.         //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
175.     }
176.     }
177.     if (Convert.ToDouble(mas2[14]) == 1.00)
178.     {
179.         textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ БЛОКУВАННЯ ГРУПИ АА!
                Вірогідність критичної ситуації складає 100%\r\n\r\n";
180.         this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
181.     }
182.     if (Convert.ToDouble(mas2[12]) > 0.5)
183.     {
184.         if (Convert.ToDouble(mas2[12]) > 0.75)

```



```
185.     {
186.     textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ ЛОКАЛЬНЕ БЛОКУВАННЯ!
    Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[12]) * 100) +
    "%\r\n\r\n";
187.     this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
188.     }
189.     else
190.     {
191.     textBox1.Text += "Можливе локальне блокування у мінімальній витраті
    паливного газу на пальники допоміжного котла (FSA 10) через спрацювання при
    зниженні до  $F_{min} = 2000$  м3/год (за схемою два з трьох під час вступу імпульсу від
    будь-яких двох датчиків витрати FSA 10).\r\nВірогідність критичної ситуації
    складає " + (Convert.ToDouble(mas2[12]) * 100) + "%\r\n\r\n";
192.     //this.textBox1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
193.     }
194.     }
195.     if (Convert.ToDouble(mas2[13]) > 0.5)
196.     {
197.     if (Convert.ToDouble(mas2[13]) > 0.75)
198.     {
199.     textBox2.Text += "НЕОБХІДНЕ ТЕРМІНОВЕ ЛОКАЛЬНЕ БЛОКУВАННЯ!
    Вірогідність критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[13]) * 100) +
    "%\r\n\r\n";
200.     this.textBox2.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
201.     }
202.     else
203.     {
204.     textBox1.Text += "Можливе локальне блокування по максимальній
    температурі у шарах каталізатора метанатора (TSA 502 = 420C).\r\nВірогідність
    критичної ситуації складає " + (Convert.ToDouble(mas2[13]) * 100) + "%\r\n\r\n";
205.     }
206.     }
207.     }
208.     }
209.     }
```

**ДОДАТОК Б. Комп'ютерна презентація**

ВОСТОЧНОУКРАИНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ

**Анализ и разработка программных  
средств информационной поддержки  
принятия решений по управлению  
опасными объектами в критических  
ситуациях**

Выполнил: ст. группы СП-16дм  
Поспелова В.И.  
Руководитель: к.т.н. Шумова Л.А.  
доцент кафедры КНИ

Северодонецк, 2018

Рисунок Б.1 – Слайд №1

**Актуальность**

Важной задачей управления опасным объектом является способность выявления негативных тенденций в динамике контролируемых процессов и предотвращения аварийной ситуации. Для эффективного функционирования систем управления такими процессами и обеспечения безопасной работы в критических ситуациях необходимо разрабатывать методы и программные средства оценки их состояний. В связи с непрерывным ростом требований к надежности опасных промышленных объектов, исследования, направленные на прогнозирование их аварийных состояний, весьма актуальны.

Проведенный обзор современных технологий поддержки принятия решений по управлению опасными объектами выделяет СППР как основной инструмент этой технологии и обуславливает актуальность разработки программных средств информационной поддержки принятия решений по управлению опасных производств в критических ситуациях.

Рисунок Б.2 – Слайд №2

## Цели и задачи

Целью исследования является повышение оперативности принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи:

- анализ современных технологий поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях;
- определение структурных элементов и этапов создания СППР по управлению опасными объектами в критических ситуациях;
- разработка программных средств информационной поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях.

Рисунок Б.3 – Слайд №3

## Этапы создания СППР

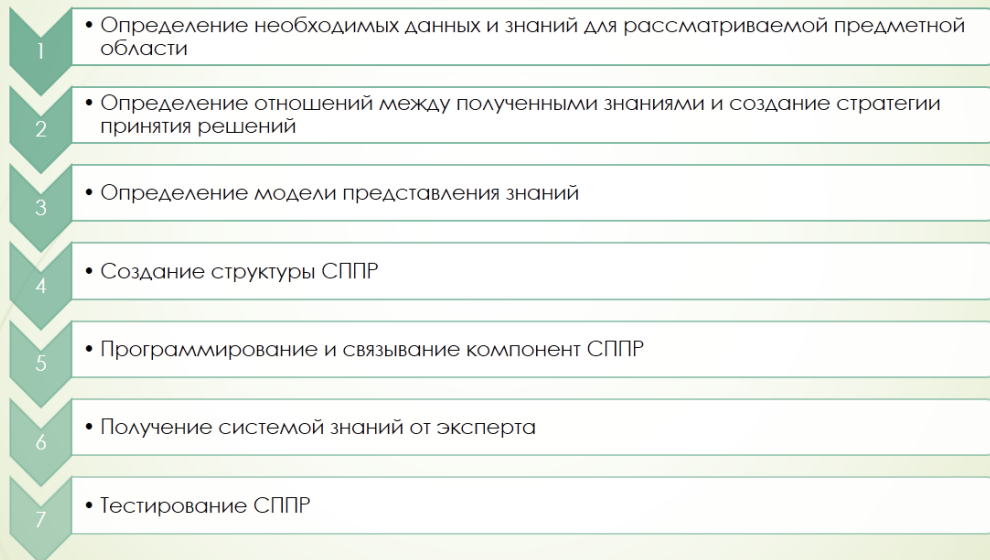


Рисунок Б.4 – Слайд №4

## Основные структурные компоненты СППР

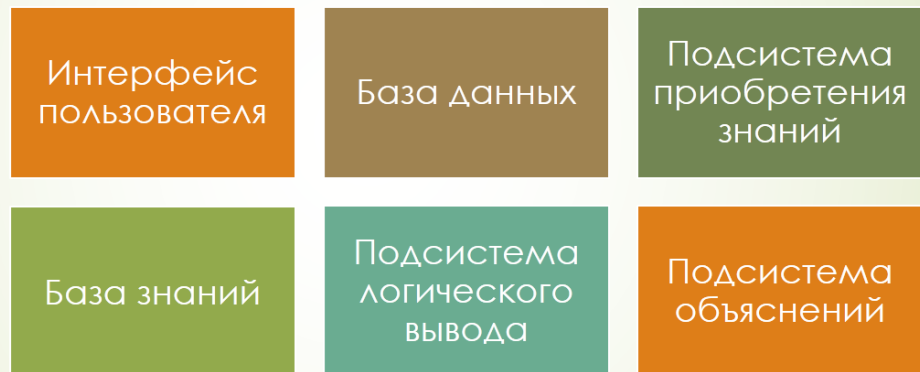


Рисунок Б.5 – Слайд №5

## Модели представления знаний

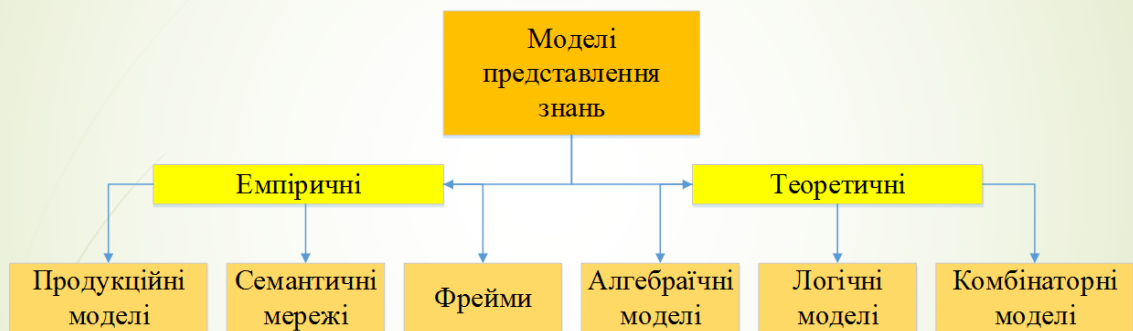


Рисунок Б.6 – Слайд №6

## СППР оператора-технолога опасного химического объекта

СППР для управления опасным химическим объектом в критических ситуациях должна:

- a) вести учёт:
  - 1) оборудования;
  - 2) любого количества параметров технологических процессов;
  - 3) критических ситуаций, которые уже произошли;
  - 4) видов блокировок;
- b) получать сигналы от оборудования и анализировать полученные значения с точки зрения приближения аварийной ситуации;
- c) выдавать напоминания оператору-технологу:
  - 1) о плановой проверке состояния оборудования;
  - 2) о дате окончания срока годности оборудования;
- d) выдавать предупреждения оператору-технологу о появлении критической ситуации;
- e) предлагать способы устранения критических ситуаций в виде рекомендаций;
- f) объяснять предупреждения и рекомендации, полученные оператором-технологом;
- g) получать информацию про окружающую среду, способную повлиять на технологический процесс.

Рисунок Б.7 – Слайд №7

## Определение необходимых данных и знаний для предупреждения аварийных ситуаций на опасном химическом производстве и отношения между ними

- оборудования опасного химического объекта;
- технологические процессы и их критические значения на опасном химическом объекте;
- состояние оборудования;
- срок годности оборудования;
- способы предотвращения аварийных ситуаций;
- виды блокировок, которые могут остановить технологические процессы, чтобы не произошла авария на опасном химическом объекте;
- критические ситуаций, которые уже произошли;
- характеристики окружающей среды, которые могут повлиять на технологические процессы.

Рисунок Б.8 – Слайд №8



Рисунок Б.9 – Слайд №9



Рисунок Б.10 – Слайд №10



# Продукционные правила

Критические значения технологических процессов на опасном химическом объекте:

$T_{кр5}$	Снижение расхода газовой смеси в первичном реформинге (FCSA 1).
$T_{кр8}$	Рост температуры КГ после печи первичного реформинга (TSA 3).

Условия окружающей среды, которые могут повлиять на технологические процессы:

Ns3	Температура воздуха на улице больше 45°C.
-----	---

Способы предотвращения аварийных ситуаций, которые зависят от неблагоприятных условий окружающей среды:

Z3	Слишком высокая температура воздуха на улице. Возможна поломка труб FCSF 1. Следите за критичностью ситуации.
----	---

Способы предотвращения аварийных ситуаций, которые не зависят от неблагоприятных условий окружающей среды:

W2	Возможна блокировка группы А. Повысьте расход газовой смеси в первичном реформинге (FCSA 1) выше 25000 м³/час. Понижьте температуру КГ после печи первичного реформинга (TSA 3) ниже 860°C
W13	Необходима срочная блокировка группы «А»!

Виды блокировок и их последствия:

Bl_A	Блокировка группы «А»	Автоматическая остановка производства за исключением вспомогательного котла, системы парообразования, компрессор 101-1 не работает или работает на свечу. Время простоя – до 100 часов (если остановка НЕ сопровождалась существенными поломками). Пусковые траты значительные.
------	-----------------------	---

Продукционные правила:

```

Y2 If (Tкр5>0.5) and (Tкр8>0.5) then
    If (Tкр5>0.75) and (Tкр8>0.75) then
        W13 and Bl_A
    Else
        If Ns3 then
            {
                Z3
                Goto Метка
            }
        Else
            Метка: W2
    
```

Рисунок Б.11 – Слайд №11

# Программное средство логического вывода и поддержки принятия решений

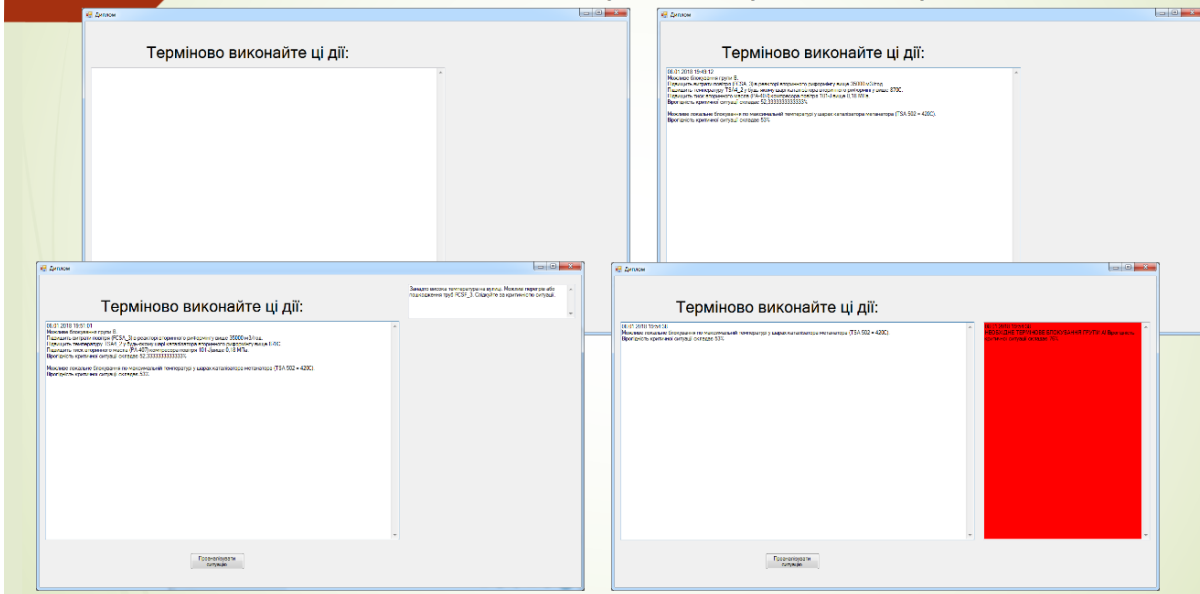


Рисунок Б.12 – Слайд №12

## Получение знаний системой от эксперта



## Тестирование СППР

Проверяются следующие позиции:

- удобство и адекватность интерфейса (характер вопросов в диалоге, связность выводимого текста результата и другое);
- эффективность стратегии управления опасным химическим объектом (правильность вывода рекомендаций оператору-технологу);
- корректность БЗ (полнота и непротиворечивость правил).

Рисунок Б.13 – Слайд №13

## Выводы

Целью дипломной работы было повышение оперативности принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях.

Для достижения цели были решены все поставленные задачи.

Проведенный обзор современных технологий поддержки принятия решений по управлению опасными объектами выделил СППР как основной инструмент этой технологии и обусловил актуальность разработки программных средств информационной поддержки принятия решений по управлению химическими объектами в критических ситуациях.

Определены этапы создания СППР, которые необходимо последовательно выполнять при создании СППР по управлению опасным химическим объектом в критических ситуациях.

Определены структурные элементы СППР, необходимые для управления опасным объектом в критических ситуациях, а именно: интерфейс пользователя, БД, подсистема приобретения знаний, БЗ, подсистема логического вывода и подсистема объяснений. Создана структура СППР по управлению опасным химическим объектом в критических ситуациях.

Разработан алгоритм и программное средство логического вывода информационной поддержки принятия решений по управлению опасными объектами в критических ситуациях.

Рисунок Б.14 – Слайд №14