

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Група МІПЗз-22  
Луговацький В.В.

2024

**ЗВО УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА**

**Факультет суспільних та прикладних наук**

**Кафедра інформаційних технологій**

на правах рукопису

**Луговацький Владислав Васильович**

УДК 004.4

**Оптимізація процесів автоматизації процедур підтримки прийняття  
рішень**

Спеціальність 121 – «Інженерія програмного забезпечення»

Кваліфікаційна робота на здобуття кваліфікації магістра

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_ Сτισло О.В.

(підпис, дата, розшифрування підпису)

Студент

\_\_\_\_\_ Луговацький В.В.

(підпис, дата, розшифрування підпису)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Ващишак С.П.

(підпис, дата, розшифрування підпису)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Демчина М.М.

(підпис, дата, розшифрування підпису)

Івано-Франківськ – 2024

ЗВО УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА  
Факультет суспільних та прикладних наук  
Кафедра інформаційних технологій

Освітній ступінь: «магістр»

Спеціальність: 121 «Інженерія програмного забезпечення»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

---

« 19 » лютого 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

**Луговацькому Владиславу Васильовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Оптимізація процесів автоматизації процедур підтримки прийняття рішень  
керівник роботи:

Демчина Микола Миколайович, кандидат технічних наук, доцент

затверджена наказом вищого навчального закладу від « 26 » червня 2023 року

№ 32/1 с

2. Термін подання студентом роботи 16.02.2024

3. Вихідні дані роботи: Формальні моделі, методи та алгоритми.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз предметної області процесів підтримки прийняття рішень.

2. Розробка методу автоматизації процесу прийняття рішень.

3. Представлення засобів автоматизації процесу ППР.

4. Розробка сценаріїв автоматизації процесу підтримки прийняття рішень

5. Дата видачі завдання 29.06.2023

## КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали та посада)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз предметної області та теоретичні основи процесів підтримки прийняття рішень	26.09.2023	Виконано
2.	Представлення засобів автоматизації процесу підтримки прийняття рішень	20.10.2023	Виконано
3.	Розробка та імплементація методу автоматизації процесу прийняття рішень	15.11.2023	Виконано
4.	Розробка сценаріїв автоматизації процесу підтримки прийняття рішень	30.11.2023	Виконано
5.	Формування висновків	09.12.2023	Виконано
6.	Оформлення пояснювальної записки	22.12.2023	Виконано
7.	Оформлення графічного матеріалу та підготовка до захисту роботи	12.01.2024	Виконано

**Студент**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Луговацький В.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Демчина М.М.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

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

Сторінка	Опис графічного матеріалу	Сторінка	Опис графічного матеріалу
16	Ілюстрація концепції «злиття» в загальному випадку	42	Область автоматизації в процесах ППР
16	Ілюстрація поняття «злиття» на прикладі.	47	Огляд аналізу когнітивної роботи, включаючи методи, прийоми та необхідні продукти
17	Початкова версія моделі JDL	51	Спрощений огляд спостережуваного загального процесу синтезу
18	Вдосконалена модель JDL, включаючи рівень 5	51	Зміни в репрезентативних станах

20	Модель JDL користувача	52	Автоматична технологія опосередковує перетворення репрезентативних станів
21	Модель DFIG	53	Приклади когнітивних процесів, залучених до процесу злиття
23	Цикл OODA	56	Огляд процесу підтримки прийняття рішень
24	Модель усвідомлення ситуації	59	Представлення основних дій, залучених до визначеного процесу прийняття рішень у реальному часі
28	Загальна класифікація СППР	62	Схематичне спрощення розповсюдження інформації та зміни репрезентативних станів
29	Класифікація СППР на 6 типів	66	Спрощений загальний спостережуваний процес синтезу
33	Схематичний огляд підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття	72	Огляд процесу
40	Огляд середовища прийняття рішень, яке зазвичай зустрічається в контекстах IF	76	Нотація DCoг

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена оптимізації процесів автоматизації процедур підтримки прийняття рішень шляхом використання підходів автоматизації процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття та методи дослідження складних та автоматизованих систем DSS – класу.

В першому розділі виконано аналіз предметної області автоматизації процесів підтримки прийняття рішень, досліджено процеси напівавтоматичного прийняття рішень. Також представлена концепція злиття інформації для автоматизації процесів підтримки прийняття рішень, наведені основні відомості та класифікація систем підтримки прийняття рішень.

В другому розділі здійснено представлення засобів автоматизації процесу підтримки прийняття рішень, наведена базова структура систем підтримки прийняття рішень з використанням концепції злиття, приведені переваги використання концепції злиття як підтримки прийняття рішень. Виконано дослідження підходів автоматизації процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття, наведені методи дослідження складних та автоматизованих систем.

В третьому розділі виконана розробка та імплементація методу автоматизації процесу прийняття рішень, визначена роль користувача в процесі оптимізації та автоматизації підтримки прийняття рішень. Подано реалізацію процесу прийняття рішень у реальному часі на основі концепції злиття інформації, розроблено сценарій автоматизації процесу підтримки прийняття рішень при вирішенні прикладної задачі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, РОЗПОДІЛЕНЕ ПІЗНАННЯ, ЛЮДИННО-МАШИННА ВЗАЄМОДІЯ, ЗЛИТТЯ ІНФОРМАЦІЇ, НАПІВАВТОМАТИЧНІ ПРОЦЕСИ.

## SUMMARY

The qualification work is devoted to the optimization of the automation processes of decision-making support procedures by using approaches to the automation of decision-making support processes based on the concept of fusion and research methods of complex and automated DSS-class systems.

In the first section, an analysis of the subject area of automation of decision-making support processes was performed, semi-automatic decision-making processes were investigated. The concept of information fusion for the automation of decision-making support processes is also presented; the basic information and classification of decision-making support systems are given.

In the second section, the means of automating the decision-making support process are presented, the basic structure of decision-making support systems using the concept of fusion is given, and the advantages of using the concept of fusion as decision-making support are given. The study of approaches to the automation of decision-making support processes based on the concept of fusion was carried out, the methods of research of complex and automated systems were presented.

In the third section, the development and implementation of the decision-making process automation method is carried out, the role of the user in the process of optimization and automation of decision-making support is defined. The implementation of the decision-making process in real time based on the concept of information fusion is presented; the scenario of automation of the decision-making support process for solving an applied problem is developed.

KEY WORDS: DECISION MAKING, DISTRIBUTED COGNITION, HUMAN-MACHINE INTERACTION, INFORMATION FUSION, SEMI-AUTOMATIC PROCESSES.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	13
1.1 Дослідження предметної області напівавтоматичного прийняття рішень.....	13
1.2 Концепція злиття інформації для автоматизації процесів підтримки прийняття рішень.....	15
1.3 Дослідження прийняття рішень людиною в рамках інформаційного синтезу.....	22
1.4 Основні відомості та класифікація систем підтримки прийняття рішень.....	25
1.5 Характеристика підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття інформації.....	30
Висновки до розділу 1.....	32
РОЗДІЛ 2. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	33
2.1. Базова структура систем підтримки прийняття рішень з використанням концепції злиття.....	33
2.2 Переваги використання концепції злиття як підтримки прийняття рішень.....	36
2.3 Дослідження підходів автоматизації процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття.....	41
2.4 Методи дослідження складних та автоматизованих систем.....	45
Висновки до розділу 2.....	49



РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	50
3.1 Роль користувача в процесі оптимізації та автоматизації підтримки прийняття рішень.....	50
3.2 Процес прийняття рішень у реальному часі на основі концепції злиття інформації.....	56
3.3 Сценарій автоматизації процесу підтримки прийняття рішень при вирішенні прикладної задачі.....	60
3.4 Опис підходу напівавтоматизованого прийняття рішень.....	68
Висновки до розділу 3.....	78
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

СППР – система підтримка прийняття рішень

IF - Information Fusion

CASADEMA - CApturing Semi-Automated DEcision MAking

DCog - Distributed Cognition

JDL - Joint Directors of Laboratory

OODA - Observe-Orient-Decide-Act

DSS - decision support systems

CSE - Cognitive System Engineering

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Розуміння впливу етичних і соціальних аспектів у процесах ППР є темою, якій приділяється все більша увага як в наукових колах, так і на практиці. Системи підтримки прийняття рішень (DSS), вбудовані в комп'ютерні інтерфейси, мають низку додаткових етичних обов'язків, що виходять за межі тих розробників, які взаємодіють лише з механікою або фізичним світом. Коли людський елемент вводиться в рішення та контроль процесів, абсолютно нові пласти соціально-етичних проблем (у тому числі моральних) виникають, але не завжди визнаються як такі. Етичний і соціальний вплив проблеми може виникати на всіх етапах проектування. Тому виявлення та вирішення цих проблем якомога раніше може допомогти розробнику більш детально проаналізувати домен а також запропонувати конкретні вказівки щодо проектування.

У цьому дослідженні обговорюється проблеми, специфічні для DSS, які є результатом впровадження автоматизації, і висвітлюють області, які розробники інтерфейсів повинні взяти до уваги. Якщо DSS несправна або не враховує критичний фактор соціального впливу, результати будуть не тільки дорогими з точки зору подальшого перепроєктування та втрати продуктивності, але й можливо також втрати людських життів. На жаль, історія рясніє прикладами того, як нездатність адекватно зрозуміти проблеми підтримки прийняття рішень, властиві комплексу соціотехнічної сфери можуть призвести до катастрофи.

У системах підтримки прийняття рішень можуть бути запроваджені різні рівні автоматизації, починаючи з повністю автоматизованого, де оператор повністю виключений з процесу прийняття рішень, до мінімального рівня автоматизації, де автоматизація представляє лише відповідні дані. Застосування автоматизації для систем підтримки прийняття рішень є ефективним, коли рішення можуть бути прийняті точно та швидко досягнуті

на основі правильного та комплексного алгоритму, який враховує всі відомі обмеження. Однак нездатність моделей автоматизації враховувати всі потенційні умови або відповідні фактори призводить до алгоритмів нестійких рішень, які можливо, робитимуть помилкові або оманливі рекомендації щодо відповідних рішень. Непередбачуваність майбутніх ситуацій реакції як систем, так і людей-операторів, визначає термін «шумність» світу і робить неможливим будь-якому алгоритму автоматизації завжди надати правильну відповідь.

**Мета і завдання дослідження.** Метою магістерської роботи є дослідження ефективності оптимізації процесів автоматизації підтримки прийняття рішень і розробка характеристик процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття інформації.

**Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:**

- проаналізувати теоретичні основи процесів підтримки прийняття рішень;
- виконати аналіз засобів автоматизації процесу підтримки прийняття рішень;
- дослідити підходи автоматизації процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття;
- розробити сценарії автоматизації процесу підтримки прийняття рішень при вирішенні прикладної задачі;
- провести розробку та імплементацію методу автоматизації процесу прийняття рішень.

**Об'єктом дослідження** є методи та засоби автоматизації процесу підтримки прийняття рішень, обґрунтування базової структури систем підтримки прийняття рішень з використанням концепції злиття.

**Предметом дослідження** є оптимізація підходів та моделей автоматизації процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції

злиття та методи дослідження складних та автоматизованих систем DSS – класу.

**Методи дослідження** базуються на використанні методів моделювання процесів підтримки прийняття рішень, методів та засобів оптимізації процесів підтримки прийняття рішень.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у тому, що на основі аналізу предметної області розроблено концепцію автоматизації процесів підтримки прийняття рішень в реальному часі на основі концепції злиття інформації. Обґрунтовано, що автоматизація справді може зробити систему дуже ефективною, але в той же час неефективність теж можлива, особливо якщо знання необхідні для правильного рішення недоступні у попередньо визначеному алгоритмі. Таким чином визначено, що вищі, більш «ефективні» рівні автоматизації не завжди є найкращим вибором для ефективною DSS.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці нового класу систем підтримки прийняття рішень, який висвітлює точку зору особи, яка приймає рішення, у контексті злиття інформації, процесів синтезу, взаємодії середовища і користувача.

**Апробація результатів дослідження.** Матеріали дослідження було представлено у матеріалах I Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції “ІТ екосистема: цифровізація бізнес-процесів в умовах війни”.

**Структура.** Кількість розділів – 3. Загальний обсяг основної частини – 84 сторінок. Список використаних джерел містить – 50 позицій.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 1.1 Дослідження предметної області напівавтоматичного прийняття рішень

В цьому розділі представлено дослідницьку проблему, представивши область підтримки прийняття рішень на основі злиття інформації разом із підходом до фіксації взаємодії людини з користувачем у таких системах. Крім того, презентація загального підходу до дослідження, з точки зору його методології, супроводжується акцентом на внесок дисертації в області інформаційного синтезу, взаємодії людини з комп'ютером і когнітивної науки.

Технологія злиття інформації (IF - information fusion) може бути корисною в середовищах підтримки прийняття рішень (ППР) [1]. Така технологія може, наприклад, автоматично інтегрувати інформацію з різних джерел для прийняття рішень і таким чином зменшувати обсяг інформації, з якою оператор повинен мати справу. Таким чином, використання такої підтримки може зробити рішення, більш ефективними завдяки збільшеним можливостям обробки інформації. Однак розробка цих систем підтримки не є тривіальною.

Особлива проблема, з точки зору прикладної когнітивної науки, яка використовується в цій роботі, полягає в тому, як зафіксувати взаємодію між оператором і різними джерелами інформації та визначити, як джерела інформації підтримують процес прийняття рішень оператором. Добре розуміння цієї взаємодії може призвести до створення ефективніших систем, оскільки вони краще пристосовані до потреб операторів. Традиційно, однак, при розробці підтримки прийняття рішень на основі IF зосереджувалося переважно на технологіях, при цьому менше уваги приділялося її використанню. Таким чином, мета полягає в тому, щоб заповнити цю

прогалину, розглянувши метод, CASADEMA (CApturing Semi-Automated DEcision MAking), заснований на теоретичній основі розподіленого пізнання (DCog - Distributed Cognition) [2] для вивчення цієї взаємодії. DCog — це теоретична основа з когнітивної науки, яка прагне пояснити когнітивні процеси як розподілені між людьми та середовищем. Цей метод використовує саме цей аспект, щоб ідентифікувати властивості взаємодії і таким чином мати можливість охарактеризувати процес і взаємозалежність між процесом і прийняттям рішень людиною. Слід зазначити, що метод насамперед представляє підхід до розуміння та опису взаємодії, а не є методом проектування, який використовують інженери.

Основна перевага використання методу на основі точки зору DCog полягає в тому, що він неявно відкриває можливість вийти за рамки лише дослідження злиття даних, отриманих у фізичних і цифрових артефактах (наприклад, інформація з бази даних). Крім того, це дозволяє нам врахувати роль, яку самі артефакти відіграють як когнітивну підтримку в процесі прийняття рішень оператором. Іншими словами, стає можливим отримати детальне розуміння того, як оператор фактично використовує інформацію з різних джерел. Це означає, що активного користувача можна охарактеризувати як частину процесу синтезу. Таким чином, показано, що цей метод є привабливою альтернативою тим, які зараз використовуються в домені.

У контексті цієї роботи пропонується теоретична основа DCog як інструмент для фіксації взаємодії між людьми та технологією IF, яка використовується для підтримки процесів прийняття рішень. DCog намагається пояснити, як складні інтелектуальні явища виникають із взаємодії між різними компонентами. Основна увага DCog зосереджена на розумінні динамічного потоку інформації через систему компонентів. З цієї точки зору це означає, що процеси людського мислення пояснюються явним визнанням соціального та матеріального світу, з яким зазвичай взаємодіють люди, як доповнення до внутрішніх процесів людини. Як простий реальний

приклад перспективи DСog та її наслідків розглянемо Вікіпедію; якщо прийняти точку зору DСog, знання, зібрані в цій онлайн-енциклопедії, не можна відстежити в одній людині. Натомість це виникає в результаті спільних зусиль між різними людьми та технологіями.

Традиційно в рамках когнітивної науки DСog є описовою теоретичною структурою, яка детально описує загальну теорію пізнання. Проте нещодавно DСog перетворили на структурований інструмент для фіксації різних взаємодій людини та технологій.

## **1.2 Концепція злиття інформації для автоматизації процесів підтримки прийняття рішень**

Концепція «злиття» не вважається новою. Люди використовували комбінацію різних органів чуття, щоб вижити. Як люди, ми маємо надзвичайні навички, які допомагають нам як взаємодіяти з навколишнім середовищем так і інтерпретувати ситуації та різноманітну інформацію, з якою ми стикаємося щодня. Як стверджують в [3]: «наприклад, оцінка якості їстівної речовини може бути неможливою за допомогою лише зору; поєднання зору, дотику, нюху і смаку відбувається швидше і ефективніше. Подібним чином, коли зір обмежений структурами, слух може завчасно попередити про небезпеку». Оскільки технологія стає все більш і більш досконалою, з'являються нові можливості розробки технологій, заснованих на концепції синтезу, створюючи так звані системи ІІ. ІІ особливо зацікавився сценаріями, які потребують роботи з високим інформаційним навантаженням і невизначеністю. Основною причиною привабливості функцій злиття є можливість використовувати синергію між та інтегрувати дані з різних джерел подібним чином, як це роблять люди, коли ми взаємодіємо з навколишнім середовищем. Це дозволяє обробляти величезні обсяги даних з багатьох об'єктів одночасно, щоб досягти, імовірно, кращого рішення. Цей ефект було показано в емпіричних дослідженнях, таких як ті,



що проілюстровані на рисунках 1.1 і 1.2, де продуктивність загальної системи покращувалася зі збільшенням кількості джерел інформації, тобто датчиків.

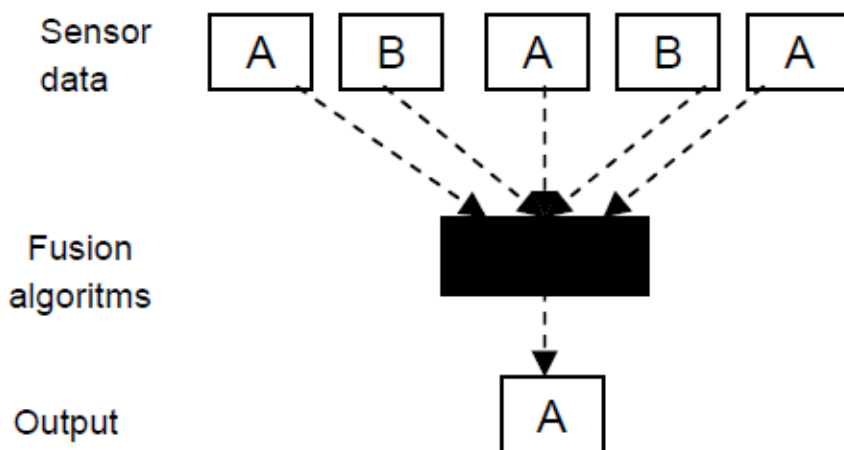


Рисунок 1.1 – Ілюстрація концепції «злиття» в загальному випадку

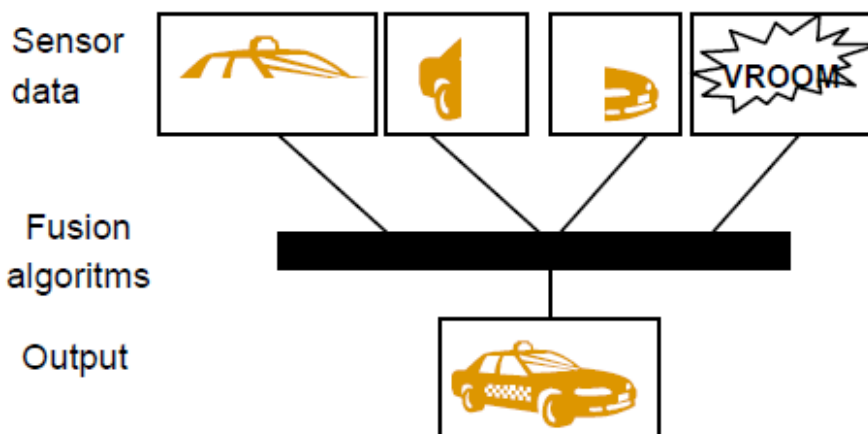


Рисунок 1.2 – Ілюстрація поняття «злиття» на прикладі.

Використовуючи кілька датчиків, що реєструють різні аспекти конкретного об'єкта, можна досягти кращого розуміння об'єкта за допомогою синтезу

Роль користувача в дослідженні ІФ стає очевидною, якщо розглянути розробку найвідомішої моделі в ІФ, моделі JDL (Joint Directors of Laboratory), метою якої є охоплення процесу синтезу та забезпечення спільної мови для дослідників, які працюють у сфері ІФ.

Перша версія моделі JDL була розроблена в 1985 році [5]. Модель містить різні рівні, які включають наступні функції (рис. 1.3):

- Рівень 0 попередньо обробляє дані на окремих датчиках, щоб не перевантажувати систему необробленими даними.
- Рівень 1 поєднує дані з різних датчиків для отримання оцінок положення, руху, атрибутів, характеристик або ідентичності об'єкта. Ця функція включає класичні методи, такі як відстеження цілі та розпізнавання образів.
- Рівень 2 включає автоматизований висновок для пошуку взаємозв'язків у зібраній інформації (наприклад, кластеризація у певній групі).
- Рівень 3 передбачає прогнозування майбутніх станів.
- Рівень 4 уточнює процес синтезу як метапроцес, що контролює попередні рівні 0-3.

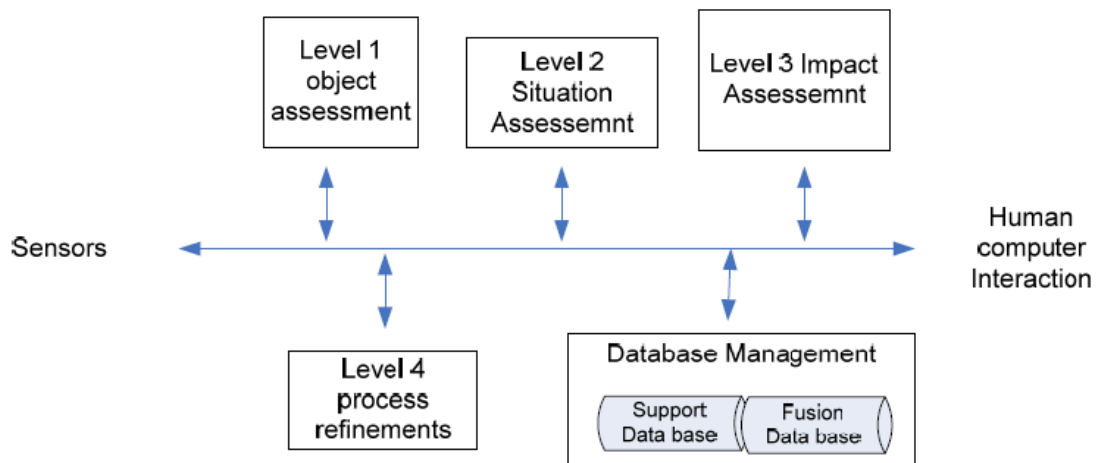


Рисунок 1.3 – Початкова версія моделі JDL

Як стверджувалося раніше, модель, таким чином, наголошує на технологічному процесі, в якому користувач є лише отримувачем інформації, (рис. 1.3). Іншими словами, взаємодія розглядається як одностороння дія, тобто представлення даних без будь-якої петлі зворотного зв'язку.

Розширення «Рівень 5: когнітивне вдосконалення» до оригінальної моделі JDL було запропоновано в 2000 році з метою чіткого обліку функцій, пов'язаних з людинно-машинним інтерфейсом [6]. Вони стверджували, що необхідно усунути «вузьке місце інтерфейсу». У цьому випадку «вузьке місце в інтерфейсі» стосується того факту, що дані широкопasmового датчика об'єднуються через вузький канал (екран комп'ютера, з яким взаємодіє користувач) лише для аналізу людиною. Таким чином, інтерфейс стає вузьким місцем, яке заважає людям використовувати свої широкі можливості розпізнавання образів і аналітичні навички для висновків про представлену інформацію. Таким чином, рівень 5 охоплює як когнітивні проблеми, так і проблеми взаємодії людини з комп'ютером. Іншими словами, рівень 5 фокусується на «взаємодії між системою об'єднання даних і особою, яка приймає рішення, для покращення інтерпретації результатів і процесу прийняття рішень». Більш конкретно, рівень 5 стосується «моніторингу постійної взаємодії між комп'ютерною системою злиття даних і особою, яка приймає рішення; оптимізація дисплеїв, команд взаємодії, фокусування уваги для підвищення ефективності людина-комп'ютер». Тобто рівень 5 змінює вихідні дані процесу синтезу на дисплеї та значущу інформацію для користувача.

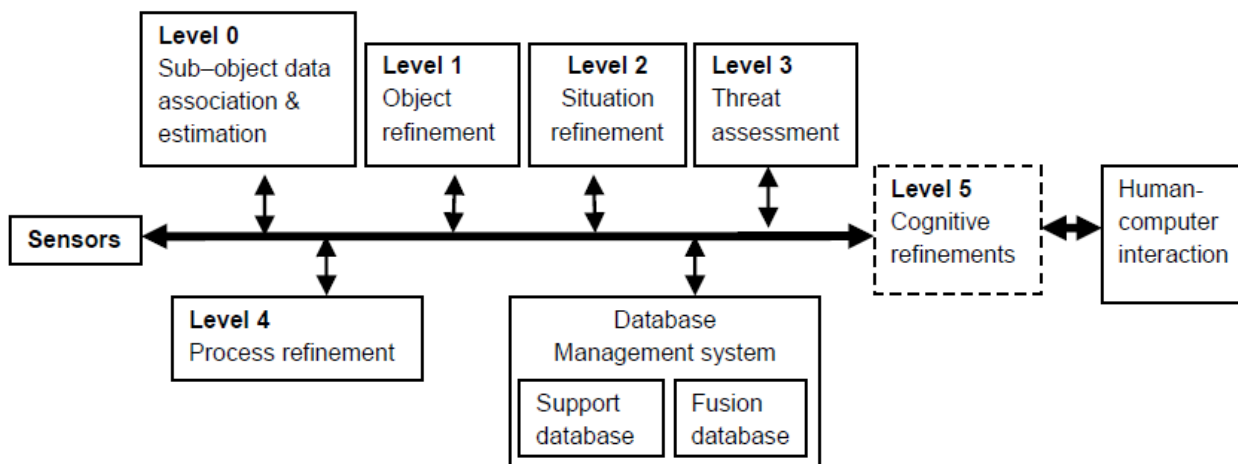


Рисунок 1.4 – Вдосконалена модель JDL, включаючи рівень 5

В описі рівня 5 були запропоновані конкретні технічні аспекти, які можуть покращити дизайн інтерфейсу, а також декілька рекомендованих напрямків дослідження [6]:

- Навмисний синтез: концепцію синтезу (стан, за якого люди сприймають інформацію одним почуттям за допомогою іншого; наприклад, асоціюючи кольори зі звуками) слід досліджувати під час розробки інтерфейсів, щоб використовувати можливість трансформації візуальних уявлень в інші типи уявлень, наприклад як звук.
- Стиснення/розширення часу: відчуття людини особливо добре сприймають зміни. Розробка методів відтворення стиснення та розширення часу може допомогти зрозуміти тактичну ситуацію, що розвивається.
- Відображення невизначеності: слід розробити візуальні, слухові та тактильні методи, щоб покращити виявлення невизначеності.

На підставі опису рівня 5, наданого вище, можна стверджувати, що початковим наміром цього рівня було дослідити, як підтримувати процес прийняття рішень користувачем за допомогою краще розроблених інтерфейсів. Слід зазначити, що було лише описано рівень і запропоновано напрями дослідження, тобто фактичні знахідки в межах районів ще не визначені.

В дослідженні [7] запропоновано розширення шляхом перейменування рівня 5 з «Cognitive Refinements» на «User Refinements» і таким чином створили модель користувача JDL (рис. 1.5). Рівень 5 тепер визначається як «адаптивне визначення того, хто запитує інформацію і хто має доступ до інформації (наприклад, інформаційні операції) і адаптивні дані, отримані та відображені для підтримки когнітивне прийняття рішень і дії (наприклад, зміна дисплея датчика)». Іншими словами, потрібно враховувати не тільки макет інтерфейсу, але й те, як користувачі повинні взаємодіяти з системою ІФ. Більш конкретно, операції уточнення користувача можна розглядати як набір функцій обов'язків, у яких користувач може діяти різними способами:

моніторинг ситуації в активній чи пасивній ролі або планування реагуючи на нові дані виконуючи проактивний контроль над майбутнім курсом дій.

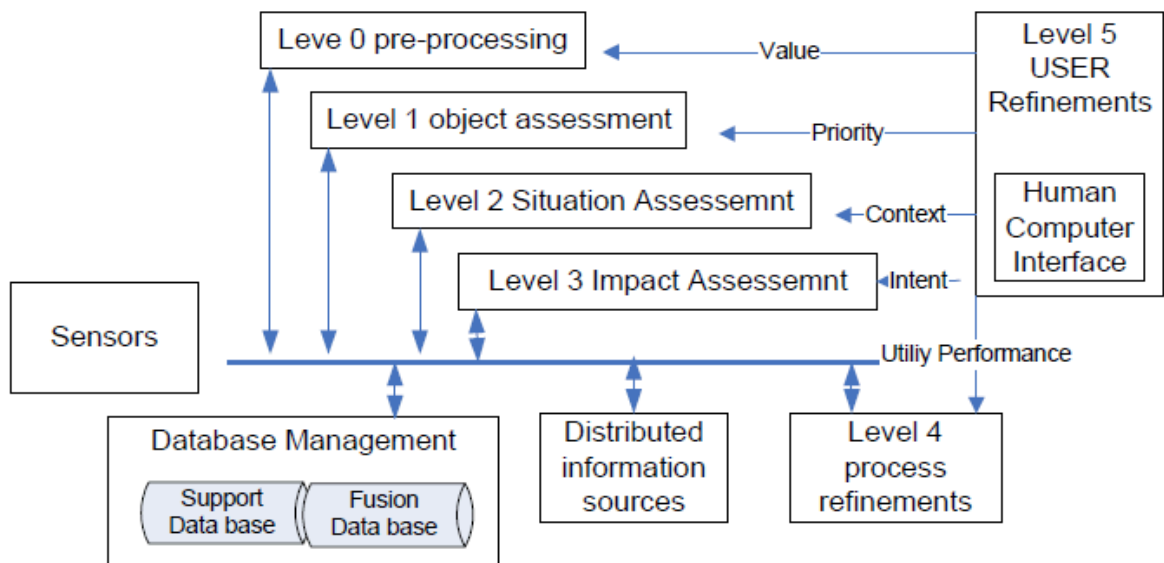


Рисунок 1.5 – Модель JDL користувача

Крім того, згідно з [7] метою рівня 5 є підтримка усвідомлення ситуації, когнітивного навантаження, уваги та довіри (отже, підтримка процесу прийняття рішень користувачем).

Найголовніше те, що в [7] показали, що користувач може бути активним компонентом у процесі злиття інформації. Тобто найбільш помітною відмінністю між двома доповненнями рівня 5 до моделі JDL є те, що «користувацькі уточнення» містять функції, які дозволяють користувачеві вручну уточнювати процес синтезу. Отже, міркування на рівні 5 виходять за межі простих питань інтерфейсу; користувачі тепер вважаються активним компонентом системи ІФ. Це ще більше підкреслюється пізнішою версією моделі JDL представленою на рисунку 1.6.

Незважаючи на включення користувача в модель JDL, можна відзначити, що існування рівня 5 (включаючи пізніші версії моделі JDL) не є ані широко визнаним спільнотою ІФ, ані добре вивченим [8]. Тобто науковці зазвичай ігнорують роль користувача, проектуючи його поза системою».

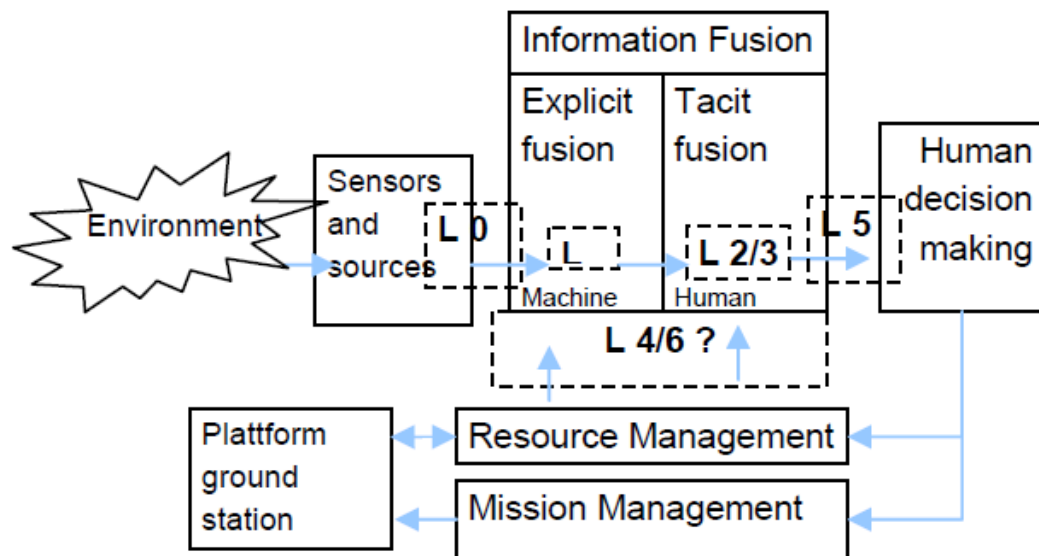


Рисунок 1.6 – Модель DFIG

Більша частина роботи на сьогоднішній день була обмежена:

- теоретичним порівнянням моделі прийняття рішень з моделлю JDL;
- вивченням ефекту використання різних модальностей інтерфейсу;
- експериментами, зосередженими на одному когнітивному феномені, такому як увага та довіра, щоб отримати знання про це конкретне явище;
- розгляді методологічних питань щодо того, як залучати користувачів до проектів IF;
- виконанні різних варіантів аналізу завдань для покращення дизайну системи IF;
- вивченні користувачів як постачальників інформації в процесах синтезу (тобто м'яких датчиків).

Щоб отримати більш актуальну картину поточного стану користувача, було проведено опитування, метою якого було дослідити роль користувача в процесах злиття інформації. Серед відповідей було знайдено консенсус щодо того, як користувачі були включені в процес розробки. Було зазначено, що вони розглядаються як частина фази створення концепції, фази збору вимог

або фази оцінки, а не як частина фази проектування. Крім того, було виявлено, що типові дії, які виконуються з користувачами, це інтерв'ю та використання користувачів як радників. Однак діапазон відповідей також вказує на те, що досі немає консенсусу щодо того, яка інформація потрібна від користувачів під час автоматизації ручного процесу ІФ.

Підсумовуючи, роль користувача (особи, яка приймає рішення) з часом змінилася від простого спостерігача інформації до здатності робити внесок і бути частиною системи, тобто теоретично. Фактичні результати досліджень, крім опису рівня 5, обмежені. Практичне застосування «рівня 5», включаючи розуміння того, як ІФ підтримує прийняття рішень, ще не розроблено.

### **1.3 Дослідження прийняття рішень людиною в рамках інформаційного синтезу**

Зміна ролі користувача також очевидна в тому, як прийняття рішень людьми традиційно зображується в дослідженнях ІФ. Розглянемо розглянуту раніше модель JDL, найчастіше прийняття рішень розглядається як обчислювальний процес у комп'ютері, а прийняття рішень людиною не наголошується. Крім того, в різних довідниках і багатьох дослідницьких роботах найчастіше можна зустріти посилання [9], а саме цикл OODA (Observe-Orient-Decide-Act) і моделі усвідомлення ситуації [10].

Перш за все, цикл OODA є еталонною моделлю прийняття рішень, що включає такі дії (рис. 1.7):

- **Observe.** Це перша діяльність, яка передбачає спостереження за навколишнім середовищем, відзначаючи відмінні риси.
- **Orient.** Ця діяльність позиціонує актора в середовищі. Спочатку це стосувалося діяльності з позиціонування, щоб мати хорошу позицію для наступного кроку, щоб прийняти рішення.
- **Decide.** Ця діяльність передбачає прийняття рішення про те, що робити далі на основі інформації з попередніх етапів.

- Act. Ця діяльність в основному означає виконання рішення.

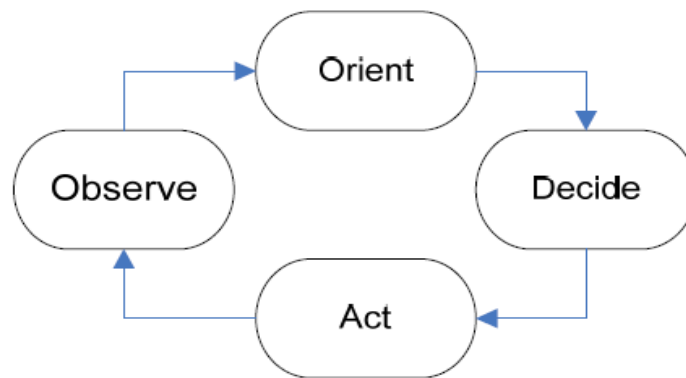


Рисунок 1.7 – Цикл OODA

Діяльність позиціонується ітеративним і циклічним способом, причому першою діяльністю зазвичай, але не обов'язково, є спостереження, а останньою (перед початком нового спостереження) є дія. У циклі немає явної кінцевої точки, але він завершиться через відсутність вхідних даних або коли дія буде успішною, або коли більше нічого буде спостерігати. Метою моделі є сприяння швидшому прийняттю рішень шляхом ідентифікації як власних кроків у прийнятті рішень, так і кроків опонента, таким чином дозволяючи діяти раніше за свого опонента. Цикл OODA має свої переваги, однак він є спрощеним за своєю природою та не в змозі охопити динамічний характер прийняття рішень. Наприклад, він не містить циклів зворотного зв'язку. Фактично, традиційно в рамках ІФ процес прийняття рішень часто розглядається в послідовному порядку, де можна досягти одного оптимального/об'єктивного рішення. Стверджується, що це найбільш прийнятна і найчастіше згадувана модель прийняття рішень в рамках ІФ і зазвичай розглядається як загальна модель прийняття рішень.

Модель усвідомлення ситуації [11], проілюстрована на рисунку 1.8, є широко використовуваною моделлю в спільноті ІФ для фіксації обізнаності про ситуацію.

Велика частина привабливості моделі для ІФ може бути пов'язана з її подібністю до моделі JDL (тобто з об'єктів та їхніх зв'язків ми отримуємо



розуміння ситуації, яку ми можемо використовувати для проектування майбутніх станів). Усвідомлення ситуації можна розглядати як попередню стадію процесу прийняття рішень (рис. 1.8).

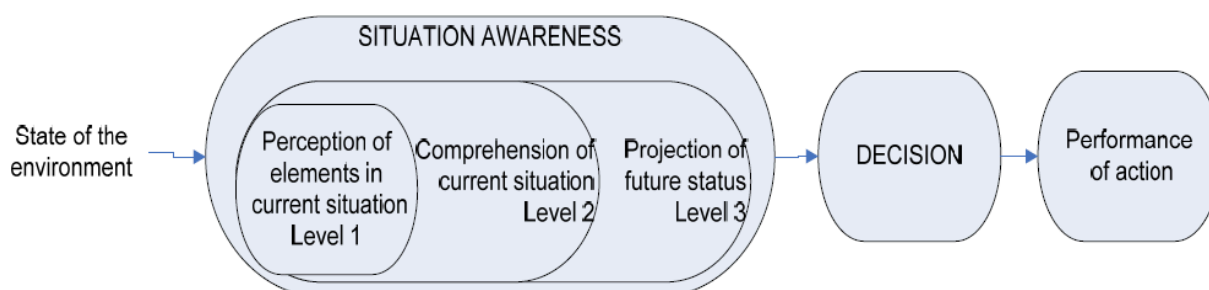


Рисунок 1.8 – Модель усвідомлення ситуації

Модель пояснює суть усвідомлення людиною ситуації та різні фактори, що впливають на усвідомлення ситуації. Модель розділена на три різні розумові процеси, тобто сприйняття, розуміння та проектування. Тут вважається, що усвідомлення ситуації — це стан знань, отриманий в результаті процесу, який називається оцінкою ситуації, який є процесом досягнення, придбання або підтримки усвідомлення ситуації. У спільноті IF вважається, що наявність певного рівня SA є необхідною умовою для прийняття правильних рішень. Можна також зазначити, що «ментальні моделі» неявно підкреслюються в моделі.

Можна стверджувати, що те, що «типовий» дослідник IF знає про прийняття рішень, зазвичай обмежено циклом OODA та моделлю усвідомлення ситуації. Однак останнім часом деякі дослідники [12] наголошували на динамічному характері прийняття рішень, відходячи від суворої (статичної) природи циклу OODA. При цьому вони посилаються на динамічне прийняття рішень з точки зору різних способів прийняття рішень (реактивного, проактивного та превентивного), які базуються на дослідженні, що використовує модель прийняття рішень на основі визнання як придатну

модель, за допомогою якої можна краще зрозуміти особу, яка приймає рішення.

Дослідники в [13] висвітлюють теорії прийняття рішень, щоб зрозуміти, як відбувається прийняття рішень у реальному світі. Згадані моделі включають, але не обмежуються ними, модель прийняття рішень, орієнтовану на розпізнавання, теорію образів, модель сценарію та модель навички-правила-знання. Останні дослідження також спробували теоретично порівняти моделі прийняття рішень з моделлю JDL. Однак, як впливає з обмеженої кількості посилань, це ще не стане основним напрямком. Тобто, системи ІФ все ще не розглядаються широко як фактичні системи підтримки прийняття рішень. У наступному розділі це детально розглядається, спочатку представляючи підтримку прийняття рішень загалом, а потім зокрема підтримку прийняття рішень на основі ІФ.

### **1.3 Основні відомості та класифікація систем підтримки прийняття рішень**

Загалом, системи підтримки прийняття рішень (СППР) розвинулися протягом 1970-х років і стосуються комп'ютерних систем, призначених для підтримки прийняття складних рішень і вирішення проблем. Більш конкретно, СППР можна визначити як «комп'ютерну інформаційну систему, яка підтримує або одну особу, що приймає рішення, або групу осіб, які приймають рішення, при вирішенні неструктурованих або напівструктурованих проблем з метою прийняття більш ефективних рішень. СППР підтримує одну або декілька дій із прийняття рішень, які здійснюються в процесі прийняття рішень» [14]. Тобто система підтримки прийняття рішень може мати багато різних цілей і бути структурованою різними способами. Проте стверджують, що загальні аспекти можна знайти в будь-якій СППР. На їхню думку, будь-яка СППР повинна демонструвати одну

або декілька з наступних характеристик, щоб відноситись до класу систем:

- містять знання, що описують аспекти оточення особи, яка приймає рішення, вказуючи, як виконати низку завдань, і обґрунтовані висновки за різних обставин;
- мати здатність здобувати та підтримувати описові знання, а також інші види знань;
- мати здатність представляти знання на спеціальній основі різними налаштованими способами, а також у стандартизованих звітах;
- мати можливість вибрати будь-яку бажану підмножину збережених знань для презентації або для отримання нових знань під час розпізнавання та/або вирішення проблем;
- мати можливість безпосередньо взаємодіяти з особою, яка приймає рішення, або учасником рішення таким чином, щоб користувач мав гнучкий вибір і послідовність дій з управління знаннями;
- вміти координувати/сприяти взаємодії між кількома особами, які приймають рішення.

Існує дві основні групи підтримки прийняття рішень: автоматизовані системи прийняття рішень (наприклад, системи, які автоматизують рутинні рішення в добре структурованих ситуаціях) і системи підтримки прийняття рішень (наприклад, допоміжні системи, які допомагають особам, які приймають рішення). Подальша категорія на основі конкретної технології, що використовується в системі підтримки прийняття рішень, виглядає наступним чином:

- СППР на основі даних відноситься до систем, які забезпечують доступ до великих обсягів структурованих даних із баз даних для підтримки ручного аналізу; це дозволяє відображати та маніпулювати запитам до бази даних або сховища даних для конкретних питань.

- СППР, керована моделлю, відноситься до систем, які базуються на різних моделях представлення та оптимізації для підтримки прийняття рішень; тобто уможливлення аналізу "що-якщо".

- СППР, що керуються знаннями, відноситься до систем, які складаються зі знань, розуміння проблем і навичок вирішення проблем у певній області; тобто надання пропозицій і рекомендацій щодо дій (тобто експертні системи).

- СППР, керована документами, відноситься до систем, які збирають, витягують, класифікують і керують неструктурованими документами; що дозволяє структурувати документи.

- Комунікаційні та групові DSS стосуються систем, які підтримують співпрацю, зв'язок і координацію між кількома особами, які приймають рішення; тобто полегшення рішень.

- Міжорганізаційні / внутрішньоорганізаційні СППР стосуються систем, які сприяють розповсюдженню інформації в організаціях; це надання послуг для користувачів.

- СППР спеціального або загального призначення відноситься до систем, розроблених для підтримки конкретного завдання або функції; тобто уможливлення автоматизованої підтримки рутинних завдань або полегшення завдань прийняття рішень.

- Веб-орієнтована СППР відноситься до систем, які базуються на веб-технології; тобто забезпечення доставки інформації для підтримки прийняття рішень або інструмента підтримки прийняття рішень

Незважаючи на те, що СППР може мати елементи з різних категорій, можна виділити одну категорію як «drive» і фокус конкретної СППР. Загалом можна стверджувати, що, незалежно від категорії, СППР має вузьку, цілеспрямовану та конкретну мету.

Згідно з визначенням, СППР не має стандартної, спеціальної або загальноприйнятої класифікації. Як показано на рисунку 1.9 в [22] запропоновано сім типів СППР:

- 1) файлові системи;
- 2) системи аналізу даних;
- 3) інформаційні системи аналізу;
- 4) моделі обліку;
- 5) репрезентативні моделі;
- 6) моделі оптимізації;
- 7) моделі пропозицій.

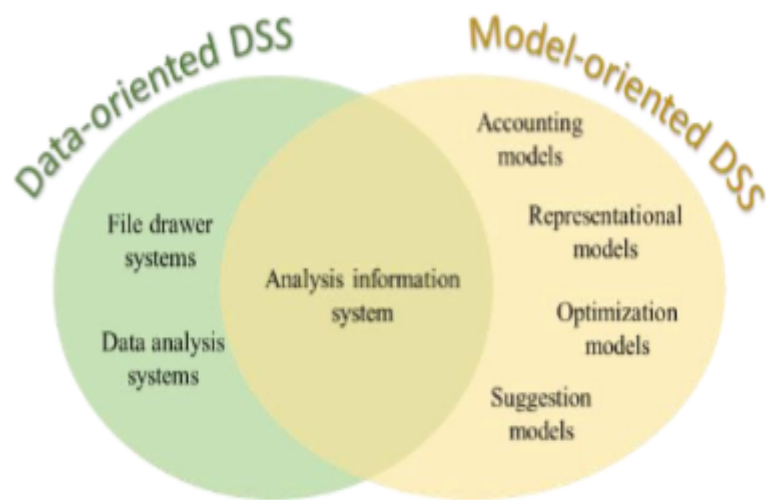


Рисунок 1.9 – Загальна класифікація СППР

Ці сім типів СППР були класифіковані на основі «ступеню впливу на результати системи» [16]. Тоді всі сім класифікованих СППР можна згрупувати за двома типами; СППР, орієнтована на дані і СППР орієнтовані на модель.

Згідно [23] існує класифікація СППР яка поділяє ці системи на шість типів:

- 1) СППР орієнтовані на текст;
- 2) СППР орієнтовані на базу даних;
- 3) СППР орієнтовані на електронну таблицю;
- 4) СППР орієнтовані вирішувач;
- 5) СППР орієнтовані на правила;

6) Складена СППР яка є комбінацією будь-яких типів зазначено вище типів, що представлені на рисунку 1.10.

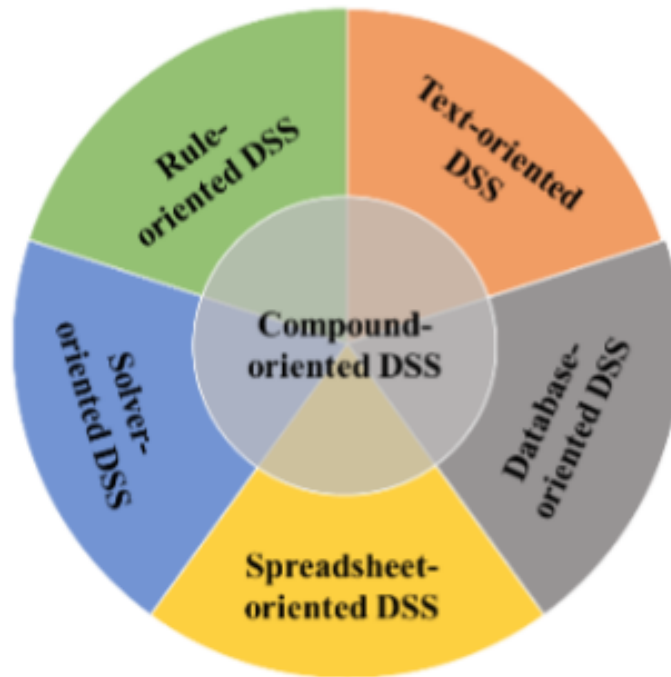


Рисунок 1.10 – Класифікація СППР на 6 типів згідно [23]

За останні роки наші можливості доступу до інформації значно зросли. Крім того, технологічний прогрес робить можливим створювати нові типи систем підтримки прийняття рішень, які виходять за межі традиційної категоризації, наданої раніше.

Концепція злиття інформації (IF), зокрема, привернув увагу в цьому контексті, враховуючи, що «хоча інформаційні технології можуть перетворити ситуацію з нестачею даних у середовище, багате даними, факт залишається фактом, що дані потрібно об'єднувати та аналізувати ефективно та результативно, щоб надати належну інформацію для розумне прийняття рішень». У наступному розділі цей новий клас підтримки прийняття рішень, який ще належить визнати, буде представлений більш детально, а саме підтримка прийняття рішень на основі злиття інформації.

## 1.5 Характеристика підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття інформації

Незважаючи на чітке визнання в рамках досліджень ІІ, зазвичай неявно визнається, що технологія ІІ використовується для підтримки прийняття рішень [24]. Загальну мету підтримки прийняття рішень також можна побачити в визначеннях галузі. Протягом багатьох років були різні спроби охарактеризувати системи ІІ, наприклад. Однак, що жоден із них не намагався класифікувати системи ІІ як системи підтримки прийняття рішень, зосереджуючись замість цього на технологічних аспектах ІІ. У поточній літературі фактично немає загального консенсусу щодо компонентів ІІ-системи, а отже, немає згоди щодо стандартних характеристик і можливостей ІІ-систем. Принаймні частково це пояснюється тим, що дослідницька сфера все ще є відносно молодого. Незважаючи на відсутність консенсусу, можна переглянути поточну літературу, створену в цій галузі, з точки зору особи, яка приймає рішення, і визначити деякі загальні принципи та характеристики, які можуть становити «підтримку прийняття рішень на основі синтезу».

Беручи до уваги згаданий раніше перелік вимог СППР у розділі 1.3, системи ІІ зазвичай підпадають під перелічені вимоги таким чином:

- системи ІІ мають здатність об'єднувати інформацію та надавати її користувачеві для подальшого розгляду;
- системи ІІ містять знання про навколишнє середовище за рахунок даних від різних датчиків, з можливістю прогнозування майбутніх станів;
- системи ІІ мають здатність отримувати та зберігати знання (інформацію) від різних датчиків;
- системи ІІ можуть представляти нові знання (інформацію) завдяки здатності зливатися;

- користувачі системи ІІ можуть взаємодіяти з системою, впливаючи як на процес, так і на результат;
- системи ІІ можуть координувати/сприяти взаємодії між кількома особами, які приймають рішення.

Таким чином, ІІ-системи, загалом, задовольняють вимогам бути системами підтримки прийняття рішень і їх дійсно можна вважати системами підтримки прийняття рішень. Крім того, дивлячись на характеристики систем ІІ, підтримка прийняття рішень на основі ІІ зазвичай є підтримкою прийняття рішень для певної функції з точки зору підтримки прийняття рішень у режимі реального часу та поєднання даних, знань і функцій, керованих моделлю. Крім того, зазвичай це частково автоматизована підтримка прийняття рішень з метою підтримки, а не заміни особи, яка приймає рішення. У контексті вищезазначених класів підтримки прийняття рішень, підтримку прийняття рішень на основі ІІ можна розглядати як додатковий клас, що поєднує кілька традиційних. Тобто, розглядаючи системи ІІ в цілому, можна визначити наступне визначення.

**Визначення 1.1.** Системи підтримки прийняття рішень, керовані синтезом, тобто системи, які базуються на об'єднаній інформації з різних джерел, таких як датчики, бази даних і моделі, що забезпечують як автоматичні так і напіваавтоматичні процеси синтезу тобто дозволяють приймати складні рішення на основі великої кількості інформації (яка може бути конфліктні/суперечливі або невизначені) без втрати інформації (наприклад, інформація не просто фільтрується, а, наприклад, агрегується) щодо процесу прийняття рішення користувачем.

Якщо розглядати системи ІІ як особливий клас підтримки прийняття рішень, можна підкреслити додаткову цінність, додану до системи підтримки прийняття рішень шляхом злиття. Це також може, як стверджувалося раніше, допомогти дослідникам зрозуміти, як цей специфічний клас підтримки прийняття рішень, тобто підтримка прийняття рішень на основі синтезу, впливає на прийняття рішень. Перед подальшою характеристикою підтримки



прийняття рішень на основі ІФ, висвітлюються причини привабливості ІФ як підтримки прийняття рішень.

### **Висновки до розділу 1**

В даному розділі проведено опис загальної методології дослідження з точки зору обраної стратегії дослідження. Викладено процес дослідження, адаптований для розробки і представлено загальну оцінку дослідження. Надано огляд літератури, який описує та визначає основні концепції досліджень концепції злиття інформація (ІФ), такі як синтез, підтримка прийняття рішень, середовище користувача та прийняття рішень. Пропонується новий клас підтримки прийняття рішень, який висвітлює точку зору особи, яка приймає рішення, у контексті злиття інформації.

## РОЗДІЛ 2. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 2.1. Базова структура систем підтримки прийняття рішень з використанням концепції злиття

Людину, яка приймає рішення, цікавлять загальні можливості системи. Таким чином, ми детально розглядаємо концепцію злиття та визначаємо загальну структуру підтримки прийняття рішень на основі злиття (рис. 2.1).

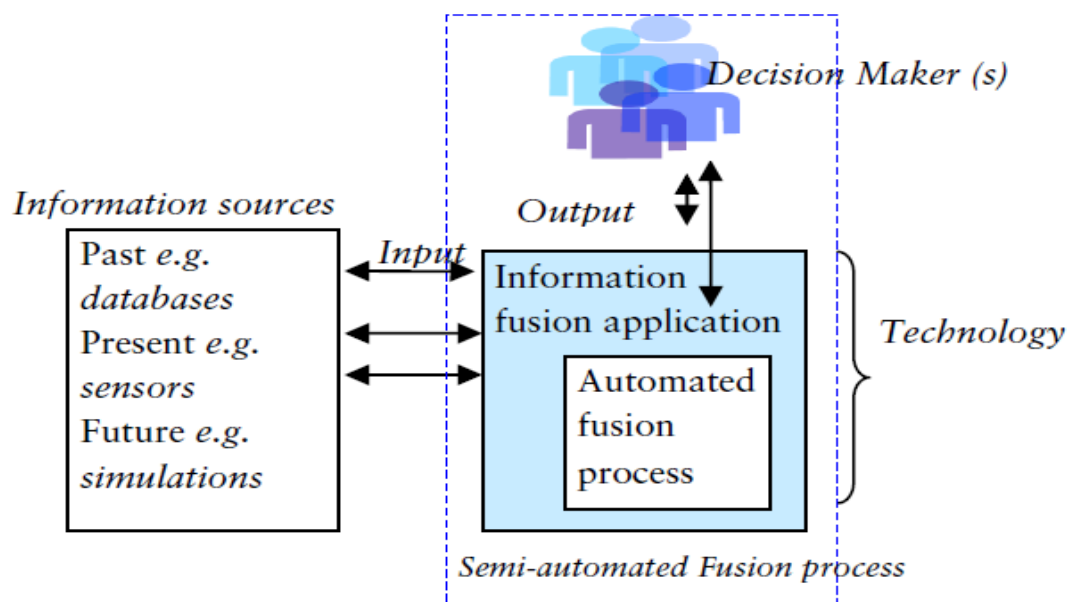


Рисунок 2.1 – Схематичний огляд підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття

Відповідно до загального опису класу «підтримка прийняття рішень на основі ІФ», описаного в розділі 1.4, злиття є основним компонентом підтримки прийняття рішень на основі ІФ. Дивлячись на існуючі визначення ІФ, не існує визначення з точки зору прийняття рішень, який містить вичерпний перелік визначень злиття даних/інформації, що використовуються

в галузі. У цьому контексті було створено нове визначення, яке враховувало точку зору особи, яка приймає рішення. Аспект, який відрізняє це визначення від інших, полягає в тому, що воно описує процес, а також мету синтезу з точки зору прийняття рішень. Тобто це визначає мету систем ІФ як створення представлення, на якому може базуватися рішення. Це визначення допомагає визначити мету системи ІФ як підтримку прийняття рішень. Іншими словами, обробка інформації (тобто фактичний процес інтеграції інформації з багатьох джерел у формат, який може підтримувати прийняття рішень) є ядром систем підтримки прийняття рішень на основі ІФ.

Крім того, основним компонентом системи ІФ, з точки зору особи, яка приймає рішення, є той факт, що система отримує інформацію з багатьох джерел інформації, що забезпечує злиття. Джерелами інформації можуть бути, наприклад, активні датчики (радар), пасивні датчики (інфрачервоні, видимі, акустичні, магнітні та сейсмічні), людські джерела (збір розвідувальних даних) або архіви даних (погода, фінансові дані) (Dasarathy, 2000). Крім того, можна розрізняти різні джерела інформації, класифікуючи їх як минулі (наприклад, бази даних), теперішні (наприклад, активні датчики) або майбутні (наприклад, моделювання) джерела інформації.

Також характерна взаємодія з цими системами. У звичайних комп'ютерних системах взаємодія, як правило, здійснюється або програмами, керованими користувачем, або програмами, керованими даними, але не обома. Однак у підтримці прийняття рішень на основі ІФ обидва режими роботи часто використовуються одночасно (рис. 2.1). З одного боку, дані отримуються від датчиків і обробляються автоматизованими процесами синтезу, щоб своєчасно надаватися користувачеві та не перевантажувати його. З іншого боку, користувач відповідає за систему і може ініціювати взаємодію для отримання інформації, виконання обчислень і керування системними ресурсами. Іншими словами, особа, яка приймає рішення, може взаємодіяти з результатами, виробленими системою, та/або взаємодіяти з автоматизованим процесом синтезу, щоб удосконалити процес. З цього випливає, що системи

підтримки прийняття рішень на основі ІF можуть запропонувати різні рівні автоматизації залежно від того, скільки взаємодії з системою вимагається від користувача. Точніше, ми визначаємо два кінці шкали:

1. Системи, в яких користувачі приймають рішення виключно на виході підтримки прийняття рішень ІF (тобто підтримки прийняття рішень із автоматизованим процесом об'єднання)

2. Системи, в яких користувачі можуть бути залучені до процесу створення результату, на якому базується рішення (тобто підтримки прийняття рішень із напівавтоматизованим процесом злиття). Іншими словами, система, що використовує функції уточнення користувача.

На практиці, звичайно, це ковзаюча шкала і справжня система може опинитися де завгодно між кінцями шкали. Щоб продемонструвати, нижче наведено приклади функцій, які особи, які приймають рішення, можуть виконувати, щоб удосконалити процес і, таким чином, зробити процес ефективнішим і ефективнішим: особа, яка приймає рішення, може зробити внесок і допомогти системі щодо різних рівнів моделі JDL:

- виберіть вхідні дані, тобто визначте, які та скільки даних потрібно зібрати (рівень 0);
- виберіть об'єкти інтересу, тобто визначте пріоритет цілі та де шукати (рівень 1);
- визначте зону покриття, тобто надайте контекстну інформацію (рівень 2);
- визначити рівень загроз, тобто визначити, що таке загроза і змагальний намір (рівень 3);
- уточнити розташування датчиків, тобто визначити, які датчики розгорнути та активувати (оцінка корисності інформації) (Рівень 4).

Особа, яка приймає рішення, може покращити процес синтезу, будучи менеджером датчиків:

- знайдіть найкращий варіант дій;
- визначте, який датчик використовувати, і розподіліть ресурси;

- досягнуть найкращої комбінації датчиків;
- реалізуйте плани (активуйте датчики, делегуйте завдання);
- контроль/оцінка результату процесу;
- особа, яка приймає рішення, може зменшити простір пошуку для алгоритму синтезу та керувати процесом синтезу;
  - особа, яка приймає рішення, може прийняти остаточне рішення щодо ідентифікації, тобто визначити правильний об'єкт, коли існує високий ступінь невизначеності;
    - особа, яка приймає рішення, може винести судження щодо правильності оцінок;
 

*f*- Особа, яка приймає рішення, може визначити потреби в даних *i*, таким чином, керувати системою, вибираючи дані, що цікавлять.

      - особа, яка приймає рішення, може зменшити фонову обробку без перешкод (зони без цілей);
      - особа, яка приймає рішення, може попередити про можливі високоцінні цілі в зображеннях для більшого набору зображень на колоді зображень.

Підсумовуючи, процес синтезу є складним і може включати діяльність як машини, так і людини. До цього часу були описані основи підтримки прийняття рішень на основі ІФ. Щоб повністю охарактеризувати систему, у наступному розділі описано середовище, в якому існують такі системи.

## **2.2 Переваги використання концепції злиття як підтримки прийняття рішень**

Існують різні причини для використання синтезу з точки зору особи, яка приймає рішення. Найчастіше згадується той факт, що інформацію, отриману від різних датчиків, можна комбінувати таким чином, щоб генерувати більше або краще інформації, ніж оригінальна. Наприклад, щоб об'єднати інформацію/дані з різних джерел, можна зменшити невизначеність

(порівнюючи інформацію з різних джерел), підвищити точність (інформація з різних джерел доповнює одна одну) або збільшити надійність (можливість надлишкової інформації) [31]. З точки зору прийняття рішень можна виділити наступні причини.

Здатність технології ІІ подолати когнітивні обмеження осіб, які приймають рішення.

Люди мають когнітивні обмеження, наслідки яких можна зменшити за допомогою технології ІІ, яка забезпечує додаткову здатність обробки. Таким чином, мета полягає в тому, щоб полегшити або розширити здатність людини обробляти інформацію (тобто отримувати, перетворювати та досліджувати інформацію). Наприклад, «без передових архітектур і методів злиття даних/інформації користувач часто вдається до перегляду цих даних з точки зору одного датчика або однієї бази даних» [32]. Тому технологія ІІ часто використовується в середовищах, де особи, які приймають рішення або стикаються з високим інформаційним навантаженням або в яких інформація може бути суперечливою та невизначеною [33]. У таких ситуаціях особа, яка приймає рішення, може бути перевантажена обсягом інформації і, таким чином, матиме труднощі з прийняттям рішення. За своєю природою кількість інформації, яку людина може обробити в будь-який момент часу, обмежена. Використання технології, яка використовує синергію між та об'єднує інформацію з різних джерел, таким чином зменшуючи обсяг, який потрібно обробити особам, які приймають рішення, може бути корисним.

Технологія ІІ також може зменшити наслідки людських когнітивних обмежень, надаючи інформацію, яка зазвичай була б недоступною для органів чуття, що приймає рішення. Тобто технологія ІІ може бути корисною в середовищах, у яких люди можуть, наприклад, потребувати «довше бачити» або «більше чути». Це часто буває, коли є потреба отримати доступ до середовища, яке з тих чи інших причин є недоступним.

Здатність технології ІІ підвищити обізнаність осіб, які приймають рішення, про ситуацію

Люди можуть використовувати технологію ІФ, щоб підвищити обізнаність про ситуацію та, таким чином, зменшити складність процесів прийняття рішень. Усвідомлення ситуації зазвичай вважається необхідною умовою для прийняття рішення. У таких ситуаціях технологію ІФ можна використовувати як можливість обробки, щоб забезпечити додаткове розуміння поточної ситуації, що полегшує прийняття рішення. Наприклад, в [33] визнають можливість використання ІФ для уточнення та скорочення інформації для підтримки людей у прийнятті рішень. Більше того, вони стверджували, що «автоматизовані процеси злиття даних зазвичай використовуються для підтримки прийняття рішень людиною шляхом уточнення та зменшення кількості інформації, яку системні оператори повинні перевірити, щоб отримати своєчасні, надійні та релевантні оцінки та прогнози...». Іншими словами, краще розуміння ситуації (тобто підвищення обізнаності про ситуацію) може бути досягнуто за допомогою технології ІФ. Як наслідок, технологія ІФ найчастіше використовується для розпізнавання необхідності прийняття рішення (дії); діагностувати проблему та проаналізувати ситуацію прийняття рішення (тобто допомогти особі, яка приймає рішення, зробити судження, оцінити та зробити вибір) [34]. Наприклад, особа, яка приймає рішення, не має необхідної інформації або має проблеми з розумінням ситуації прийняття рішення. У цих випадках технологію ІФ можна використовувати для надання порад, очікувань, оцінок, фактів та аналізу ситуації, на основі якої можна прийняти рішення.

Середовище прийняття рішень. Загалом взаємодія та/або моніторинг підтримки прийняття рішень на основі ІФ є складною діяльністю для людей. Це пов'язано не лише з обсягом інформації, великою кількістю задіяних змінних або непрозорістю та складністю методів інтелектуального аналізу даних, які використовуються в процесі виявлення. Це також пов'язано з іншими факторами, такими як нестача часу, сильний стрес, непослідовність, а також недосконалий і невизначений характер інформації.

На додаток до складності середовища прийняття рішень, домен ІІ часто представляє ситуацію, в якій особи, що приймають рішення, не мають прямого доступу до поточної проблемної ситуації (тобто доступ забезпечується через датчики та екрани комп'ютерів). Крім того, прийняті рішення реалізуються через комп'ютерні екрани та вербальне спілкування з іншими членами команди (спілкування через різні медіа, наприклад, телефон/електронну пошту/чат). Крім того, взаємодія поширюється в часі, залучаючи минулі, теперішні та майбутні дії та рішення як змінну в поточному рішенні. Крім того, технологія передбачає частково автоматизовані процеси. Загалом ситуація складна.

Немає загального погляду на фактичне середовище прийняття рішень, у якому існує технологія ІІ. Тобто формального опису ситуації прийняття рішення немає. Причиною цього може бути широкий спектр систем підтримки прийняття рішень ІІ та їх різноманітне використання. Однак деякі проблеми варто згадати. Нижче ми визначаємо середовище, в якому існує взаємодія між особою, яка приймає рішення, та підтримкою прийняття рішень на основі ІІ на основі поточного рівня техніки в літературі з ІІ. Висновки узагальнено на рисунку 2.2. Ця фігура створена на основі [35], які наголошують на зв'язку між користувачем, завданням і технологією. Під час огляду досліджень ІІ безперервна класифікація нових ідей і факторів було зроблено відповідно до категоризації, зображеної на рисунку 2.2, отже, уможливлуючи ітеративний розвиток рисунка.

На малюнку подано огляд а) специфікації категорій і зв'язку між факторами, що впливають на взаємодію людей і б) конкретних факторів, пов'язаних з кожною категорією.

Загалом можна абстрагувати типову ситуацію для особи, яка приймає рішення, яка взаємодіє з типовою підтримкою прийняття рішень на основі ІІ, як показано нижче (рис. 2.2):



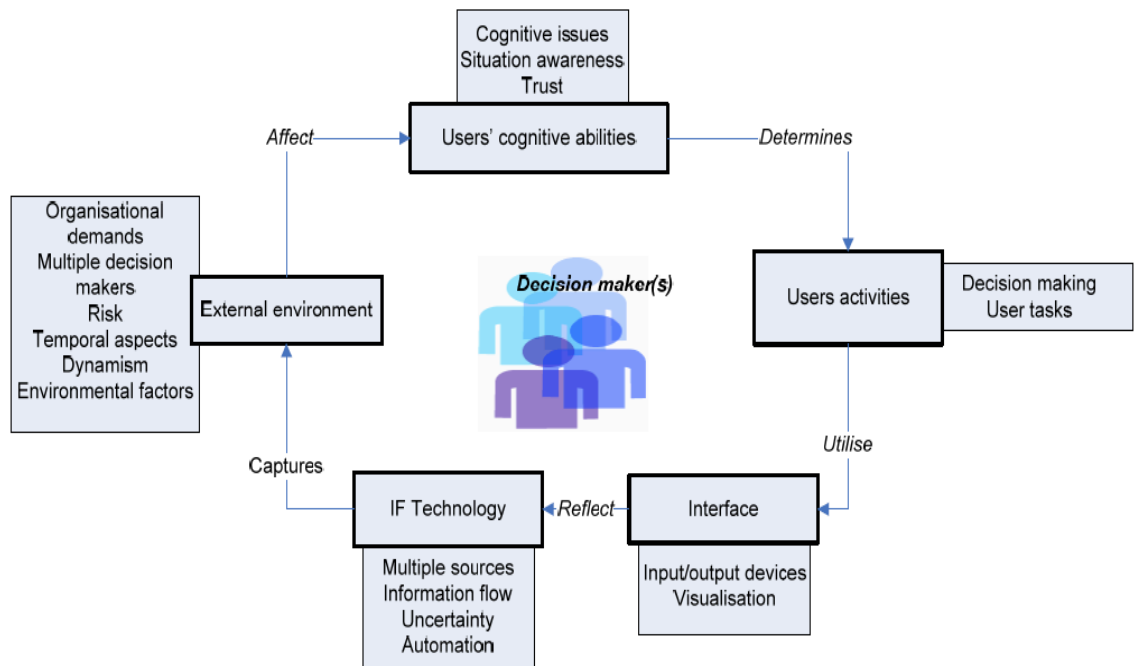


Рисунок 2.2 – Огляд середовища прийняття рішень, яке зазвичай зустрічається в контекстах ІФ

- Зовнішнє середовище впливає на когнітивні здібності особи, яка приймає рішення. Наприклад, рівень ризику може впливати на здатність користувача сприймати об'єкти в навколишньому середовищі (тобто на усвідомлення ситуації).
- Когнітивні здібності осіб, які приймають рішення, визначають можливі дії користувача, які можуть бути виконані. Наприклад, великий ризик призводить до високого стресу для користувача, тому особа, яка приймає рішення, може міркувати по-іншому. Іншими словами, це впливає на те, які дії виконує особа, яка приймає рішення.
- Особа, яка приймає рішення, використовує інтерфейс для виконання різних дій, наприклад, шляхом пасивної або активної взаємодії з інтерфейсом.
- Інтерфейс повинен відображати функціональні можливості, які надає підтримка прийняття рішень ІФ.
- Слід також пам'ятати, що системи ІФ фіксують обмежені аспекти навколишнього середовища (наприклад, набір датчиків фіксує рух об'єктів у

навколишньому середовищі і ці датчики можуть мати обмежений огляд через певні умови) тощо.

Взаємодія, описана вище, не є простою, як обговорювалося раніше. Як правило, існує ряд вузьких місць у цьому зв'язку, які можуть заважати та робити взаємодію, наприклад, повільною та непередбачуваною.

### **2.3 Дослідження підходів автоматизації процесів підтримки прийняття рішень на основі концепції злиття**

В [36] висувається когнітивний аналіз завдань як метод для використання в контексті ІІ. Цей метод фокусується на когнітивних здібностях користувача, а не на порядку виконуваних дій. В дослідженні також сприяють когнітивному аналізу завдань завдяки його здатності ідентифікувати важливу інформацію, яка має бути доступна для прийняття рішень. Далі пояснено, що когнітивний аналіз завдань «дав нам кілька цікавих уявлень про те, візуалізують своє середовище, щоб оцінити свою ситуацію» [37]. Іншим аналізом завдань є аналіз цільових задач, який використовувався для розробки ІІ. Цей тип аналізу завдань можна розглядати як форму когнітивного аналізу завдань. Однак слід зазначити, що не про всі ці методи зазвичай повідомляють у домені ІІ.

Загалом, виконання аналізу завдання надає досліднику інформацію про те, як виконується завдання. Деякі варіанти розбору задачі зосереджено на завданні, а інші також враховують когнітивні здібності людей. Тобто фокус методу не обов'язково зосереджений на тому, як користувач застосовує властивості інструментів для підтримки свого процесу прийняття рішень, про що ми зацікавлені в цій дипломній роботі. Крім того, не наголошується на тому, як різні елементи взаємодіють для підтримки процесу прийняття рішень.

Альтернативою емпіричним дослідженням, таким як ті, що обговорювалися вище, є використання різних існуючих теорій і теоретичне

пояснення появи різних явищ у певній області (наприклад, області IF). В [38], наприклад, використали аналогію з лідерством, щоб пояснити стосунки між користувачем і машиною в контексті керування сенсорами (рис. 2.3). Одним із результатів стала таксономія, яка показує, чи є керування датчиками «домінуючим користувачем» чи «домінуючим машинним». Система може домінувати над користувачем, коли користувач говорить системі, що робити; немає свободи для автоматизації. З іншого боку, машинне домінування означає, що «sensor manager» (подібно до вдосконалення процесу, рівень 4 у моделі JDL) приймає рішення на основі доступної інформації (повністю автоматизовано).

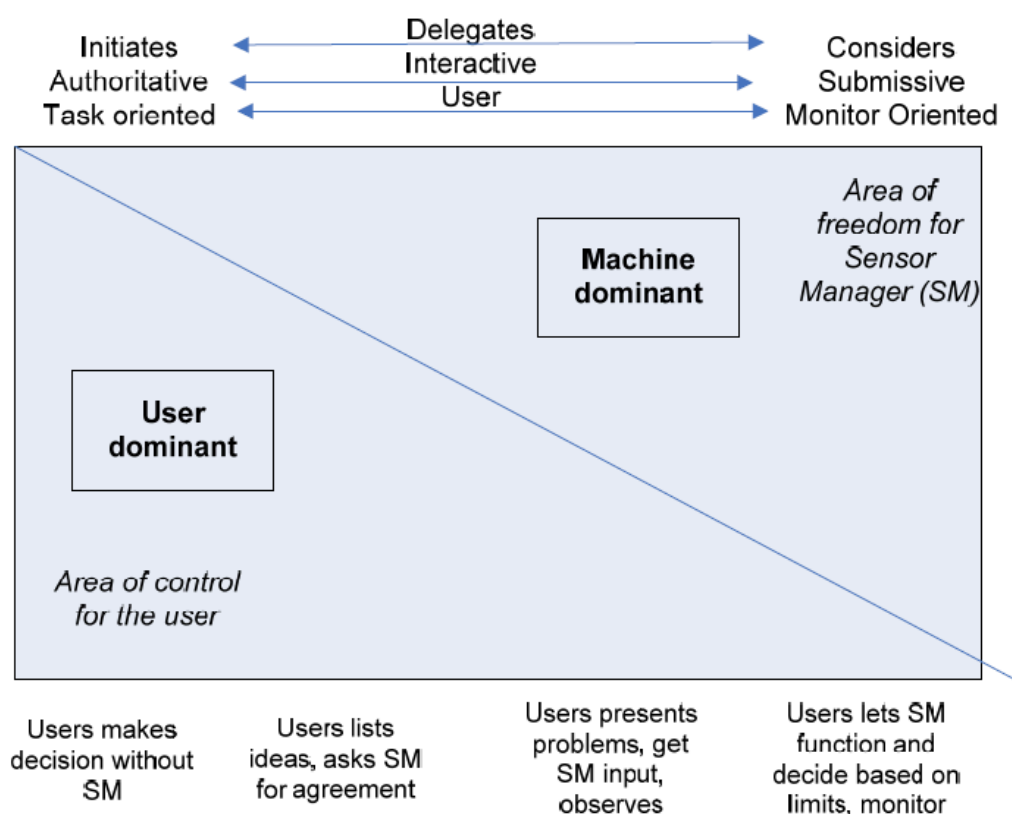


Рисунок 2.3 – Область автоматизації в процесах ППР

Ці екстремуми фактично визначають масштаб і система може бути де завгодно між ними. Більш конкретно, модель складається зі специфічних атрибутів, які можуть вказувати на рівень домінування. Користувачі можуть ініціювати (завдання, яке потрібно виконати), делегувати (конкретні завдання

системі) або враховувати результат системи ІФ у своїх процесах прийняття рішень. Крім того, взаємодію можна класифікувати як авторитарний (користувачі мають владу над системою ІФ), інтерактивний (завдання розділено) або субмісивний (користувач підкоряється системі). Крім того, взаємодію можна, наприклад, класифікувати як орієнтовану на завдання-користувач-монітор, залежно від того, чи роль користувача полягає в моніторингу системи чи використанні системи для виконання певних дій.

Загалом ця таксономія не дає детальної характеристики взаємодії. Наприклад, таксономія враховує лише частину керування датчиками процесу ІФ. Крім того, таксономія не враховує динамічний характер взаємодії (оскільки домінування взаємодії найчастіше змінюється з часом), але саме цей аспект представляє інтерес для дисертації. Отже, хоча ця модель може стати відправною точкою, необхідні емпіричні дослідження, щоб зрозуміти природу взаємодії в напівавтоматичних процесах термоядерного синтезу. Слід також зазначити, що ця модель не отримала загального використання в спільноті ІФ.

Додаткові підходи в ІФ. Є відомою модель тріади завдання/людина/технологія [39]. Модель представляє стосунки між технологією (розробниками системи, які мають розробити технологію) і людьми (фахівці з людського фактору мають знання про обмеження/можливості користувачів), а також завдання, яке потрібно виконати. Таким чином, модель має на меті сприяти розробці систем командування та контролю, побудованих на технології злиття даних. Він був створений через типову відсутність когнітивної відповідності в дизайні систем ІФ, тобто «існує тісний зв'язок між цією ментальною моделлю, яка використовується для структурування та вираження елементів ситуації та когнітивним процесом, пов'язаним із досягненням рівнів усвідомлення». Цей зв'язок відомий як когнітивна відповідність і вимагає розуміння того, як людина сприймає завдання, які процеси задіяні, які потреби людини та яку частину завдання можна автоматизувати або підтримувати» [40]. Отже,

модель тріади наголошує на стосунках між користувачами, завданням, яке потрібно виконати, і технологією виконання завдання. Важливим аспектом моделі є те, що вона вказує, коли розробляти вимоги.

Незважаючи на те, що він може стати хорошим інструментом під час розробки нових систем ІФ, він не описує фактичну взаємодію між особою, яка приймає рішення, та системою ІФ у кінцевому продукті, оскільки він був розроблений для використання як процес розробки системи.

Характеристики розглянутих вище підходів представлені та зіставлені в таблиці 2.1, з якої можна побачити, що методи включають мікрорівень (тобто визначений набір датчиків у обмеженому середовищі) або аналіз на макрорівні (тобто повномасштабну систему, що включає багато користувачів і систем).

Таблиця 2.1

## Методи, що використовуються в домені ІФ

<b>Current methods in IF</b>	Task analysis	Experiments	Usability test	Theoretical assessment
Domains	Defence,	Health care, Defence, Image fusion	Defence	Defence
Level of analysis	Macro	Micro	Micro	Micro
Study object	Implemented prototypes, existing systems	Prototypes, simulations	Prototypes, simulations	existing systems
Issue investigated	Cognitive process	System properties, cognitive process	System properties	System properties
Focus	Empirical: field study with users	Empirical: Laboratory with users	Empirical: Laboratory with users	Analytical: Expert judgment
Documentation	Descriptions, models,	Statistics	Problem lists,	Model
Focus	Describing	Evaluating	Evaluating	Understanding

Крім того, вони відрізняються за тим, що виробляється. Загалом можна стверджувати, що такі методи не забезпечать рівень деталізації, необхідний для фіксації взаємодії в напівавтоматичних процесах синтезу.

## **2.4 Методи дослідження складних та автоматизованих систем**

Людський фактор має пріоритет фіксації взаємодії в складних системах, що включають як технологію так і людей (також їх називають соціально-технічними системами). У налаштуваннях ІТ можна розглядати особу, яка приймає рішення і технологію ІТ як таку складну систему. Тому варто дослідити їхні підходи до фіксації взаємодії. Кількість методів, які зазвичай використовуються в цій дисципліні, насправді досить велика. Усі методи мають різну спрямованість і не всі вони охоплюють взаємодію. В огляді методів, наведеному нижче, ми зосереджуємося насамперед на методологіях, що включають складні (соціотехнічні) системи. Ці методи слід розглядати на відміну від типових методологій моделювання інформаційних систем, які зазвичай не передбачають способів фіксації когнітивних здібностей людини.

Зокрема, інженерія когнітивних систем (CSE - Cognitive System Engineering) є цікавою структурою, оскільки вона стосується аналізу, проектування та оцінки складних соціотехнічних систем. На практиці «CSE намагається як найкраще описати та зрозуміти взаємодію людини і машини» [41]. Більш конкретно, «програма CSE полягає в тому, як ми можемо розробити спільну когнітивну систему, щоб вони могли ефективно контролювати ситуацію, в якій вони повинні функціонувати». Основний принцип CSE полягає в тому, що «пізнання є розподіленим, а не ізольованим у свідомості вдумливої людини, а співпраця та координація є всюдисущими. Оператори є частиною більших груп та організацій, які разом визначають умови роботи, обмеження та ресурси» [42]. Тобто, увага зосереджена на тому, що спільна когнітивна система робить (і чому) з метою покращення дизайну.

Якщо говорити точніше, то припущення, що лежить в основі когнітивного аналізу роботи, полягає в тому, що складні (соціально-технічні) системи є динамічними зі змінними цілями, робочими процедурами та непередбаченими подіями. Отже, основна увага в структурі зосереджена на визначенні межі системи (тобто цілей, вимог до роботи та ресурсів), а не на траєкторії виконання процедур завдань у системі. Тобто система розглядає систему як замкнуту, адаптивну систему [43]. Щоб визначити межі системи, аналіз когнітивної роботи складається з п'яти етапів:

- аналіз робочої області;
- розбір контрольного завдання;
- аналіз стратегій;
- аналіз соціальної організації та кооперації;
- аналіз компетенцій користувачів.

Структура базується на інтерв'ю з користувачами, дослідженнях (тобто спостереженнях за діяльністю), покроковому аналізі та перегляді документації (наприклад, стандартних операційних процедур) як методах збору даних [44]. Основною метою різних етапів є декомпозиція аналізованої робочої системи з точки зору її елементів, наприклад, цілей, функцій, завдань, акторів та їхніх навичок і когнітивних властивостей (рис. 2.4). Незважаючи на це, підхід є гнучким, оскільки стверджується, що методи на різних етапах слід розглядати як набір інструментів і їх можна використовувати індивідуально або спільно залежно від характеру розслідування [45]. Фактором, що сприяє цій гнучкості, можуть бути нечітко визначені методи та фази для прикладів аналізу різних робочих областей, однак це також може ускладнити використання структури.

Враховуючи, що метою цієї роботи є охоплення взаємодії та взаємозалежностей у напівавтоматизованих процесах синтезу в контексті прийняття рішень, аналіз соціальної організації та співпраці (фаза 4) може бути цікавим. Такий аналіз має на меті визначити, як завдання розподіляються між людьми та технологіями в робочій системі [46].

<i>Phases of CWA</i>	<i>Kinds of information</i>	<i>Modelling tools</i>	<i>Type of boundary or constraints</i>
Work domain analysis	Purpose and stricter of work domain	Abstraction-decomposition space	Purpose, values and priorities, functions, and physical resources
Control task analysis	Goals to be satisfied, decisions/cognitive processing required	Decision ladder templates	Activity in terms of work situations, work functions and control tasks
Strategies analysis	Ways that control tasks can be executed	Information flow maps	Strategies for carrying out activity
Social organisation and cooperation analysis	Who carries out work and how it is shared	Annotations on all the above	Distribution of work including allocation of work to individuals; organisation of individuals into teams; and communication requirements
Competencies analysis	Kinds of mental processing supported	Skill, rules and knowledge models	Perceptual and cognitive capabilities of workers

Рисунок 2.4 – Огляд аналізу когнітивної роботи, включаючи методи, прийоми та необхідні продукти

Аналіз базується на просторі абстракції-декомпозиції, шаблонах сходів рішень і картах інформаційних потоків. Зокрема, підкреслюється цінність карт інформаційних потоків, оскільки їх можна покращити для візуалізації комп'ютерної, людської та спільної діяльності. Крім того, для фіксації діяльності з прийняття рішень може бути цікавим аналіз стратегій (етап 3). Основна мета цього етапу полягає в тому, щоб фіксувати, як виконуються завдання. Тут карти інформаційних потоків можуть ілюструвати дії з обробки інформації та стани знань, необхідні для виконання конкретного завдання. Однак очевидно, що кожна фаза має своє конкретне призначення, і може бути важко вловити перетин (зв'язок) між фазами. Однак для цілей цієї роботи в ідеалі для фіксації взаємодії в напівавтоматичних процесах потрібна інформація про взаємозв'язок між стратегією прийняття рішень і процесом синтезу.



Отже, незважаючи на доцільність у загальних рисах, ця структура не служитиме конкретним цілям, які є метою роботи.

У наш час автоматизація часто є значною частиною складних систем. Автоматизація означає «повну або часткову заміну функції, яка раніше виконувалася людиною-оператором» [47]. Точніше, можна визначити 10-рівневу шкалу автоматизації, яка варіюється від 1: комп'ютер не пропонує допомоги і людина повинна приймати всі рішення та дії до 10: комп'ютер вирішує все, діє автономно, фактично ігноруючи людину [48]. Автоматизація може, наприклад, використовуватися в області отримання інформації, аналізу інформації, вибору рішень і дій, а також реалізації дій. Автоматизація є складною проблемою, не завжди збільшення автоматизації призведе до кращих систем.

Є кілька різних методів, які можна використовувати, щоб зрозуміти природу автоматизації та, у деяких випадках, посилити її. Загальні методи включають теоретичний аналіз, лабораторні експерименти, симуляцію та моделювання, польові дослідження та аналіз інцидентів і аварій у реальному світі [49]. Крім того, були розроблені спеціальні методи, такі як метод розподілу функцій [43]. Простими словами, аналіз розподілу функцій можна описати як метод, який можна використовувати для «визначення того, чи призначені робочі місця, завдання, системні функції тощо, людям або технологічним агентам у конкретній системі». Основна ідея аналізу полягає в тому, щоб розглянути для кожного завдання переваги чи недоліки виконання його машиною чи людиною.

Аналіз базується на ієрархічному аналізі завдань (описаному раніше), у якому кожне нижнє завдання розглядається з точки зору продуктивності людини чи машини. На практиці цей підхід можна використовувати для визначення завдань, які виконуються людиною та машиною в рамках напіваавтоматизованого термоядерного процесу. Однак це не надасть інформації щодо фактичної взаємодії в рамках процесу, що представляє інтерес для цієї роботи.

## Висновки до розділу 2

В даному розділі було досліджено системи злиття інформації (IF) у контексті прийняття рішень. Особливо підкреслюється важливість розгляду систем IF як системи підтримки прийняття рішень, якщо метою є краще зрозуміти взаємодію між особою, яка приймає рішення і самою системою. Таке дослідження можна розглядати як крок до розуміння взаємодії між особами, які приймають рішення і технологією IF у контексті прийняття рішень людиною. Представлено огляд літератури щодо поточних підходів до IF, спрямованих на розуміння взаємодії та використання технології IF. Він також описує дослідження можливих альтернативних методів, які використовуються для захоплення взаємодій у складних системах із області людського фактору. Описана взаємодія між особами, які приймають рішення, та технологією в напівавтоматичних процесах IF.

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### 3.1 Роль користувача в процесі оптимізації та автоматизації підтримки прийняття рішень

Загальний процес злиття складається зі змін у репрезентативних станах, коли інформація поширюється через соціально-технічну систему, включаючи як операторів так і технології. Ідентифіковані траєкторії існують між артефактами, всередині артефактів і між артефактами та людьми. По-перше, деякі трансформації репрезентативних станів відбуваються, коли інформація, що поширюється між артефактами, сприяє людям. Тобто, коли додаткові інформаційні ресурси (електронна пошта, оптична камера, факс, база даних, Інтернет) активно запитуються оператором для завершення процесу синтезу, наприклад, коли оптична камера використовується для ідентифікації невідомих об'єктів, видимих на огляді дисплей.

На рисунку 3.1 стрілки вказують на поширення інформації між різними об'єктами, під час якого також трансформуються репрезентативні стани інформації.

Тут людина-оператор функціонує як посередник між оптичною камерою та оглядовим дисплеєм, зв'язуючи два артефакти, і таким чином уможлиблюючи перетворення репрезентативних станів. Крім того, користувач бере участь у безперервному вдосконаленні процесу синтезу, наприклад, допомагає системі відстеження цілі, коли об'єкт втрачається. Людина-оператор активно запитує додаткові джерела інформації, і таким чином ініціює посередництво інформації, дозволяючи різним ресурсам з'єднуватися/об'єднуватися (рис. 3.1). Це є прикладом того, що траєкторії потоку інформації між людьми та артефактами.

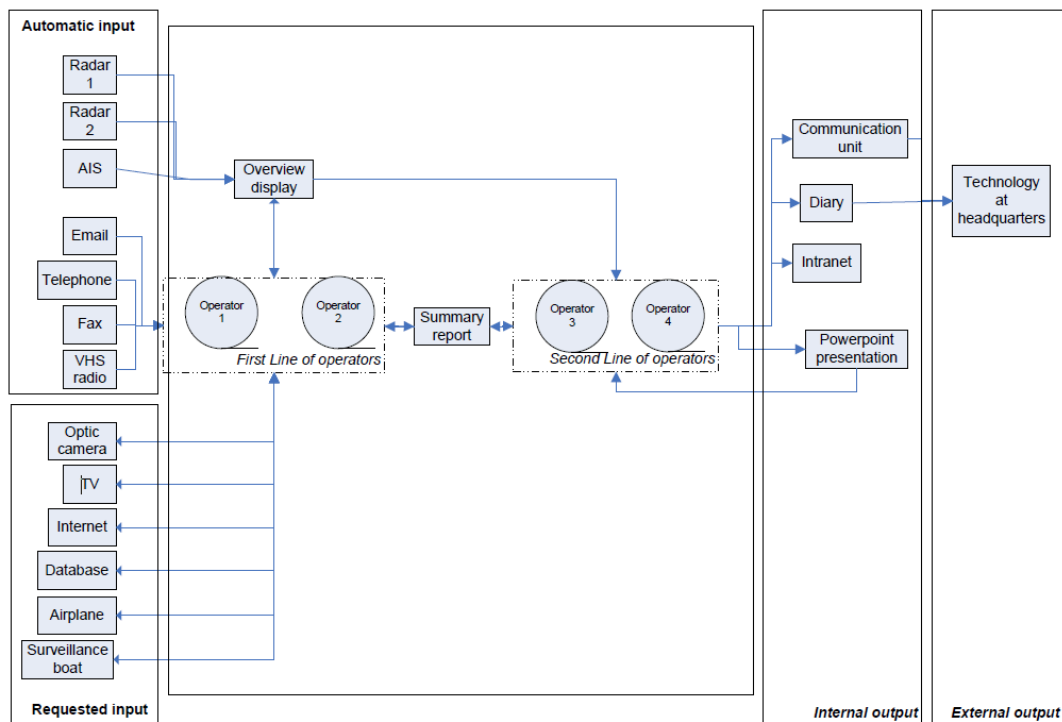


Рисунок 3.1 – Спрощений огляд спостережуваного загального процесу синтезу

На рисунку 3.2 люди забезпечують передачу інформації між оптичною камерою та оглядовим дисплеєм, уможливліючи зміни в репрезентативних станах. Той самий процес ініціюється для електронної пошти, факсу, бази даних тощо.

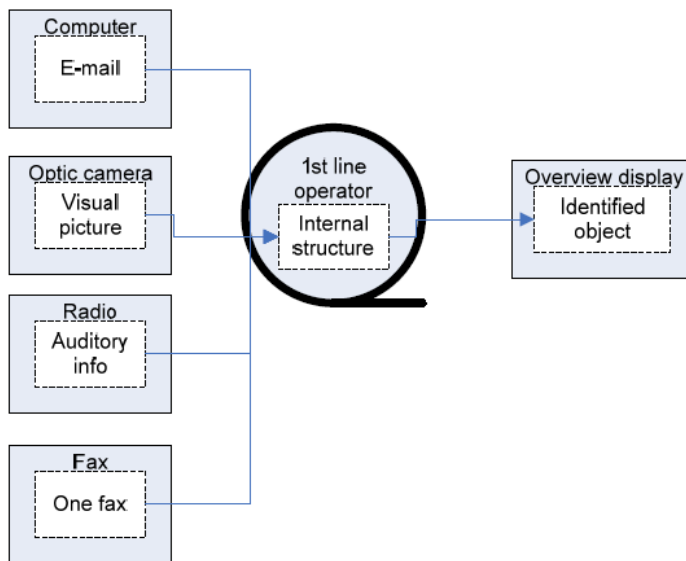


Рисунок 3.2 – Зміни в репрезентативних станах

Крім того, деякі інформаційні ресурси автоматично вводяться в процес через операторів, без запиту, наприклад, коли звукова інформація з радіо автоматично сприймається і додається до оглядового дисплея. Таким чином, людина-оператор автоматично опосередковує зміну репрезентативних станів. Іншими словами, вхідні дані в процес синтезу можуть бути або активно запитані операторами, або автоматично опосередковані ними.

Друге, деякі трансформації репрезентативних станів відбуваються, коли, наприклад, інформаційні ресурси автоматично включаються в процес синтезу за допомогою технології без втручання людини, що дозволяє різним технологіям з'єднуватися/об'єднуватися. Наприклад, кілька радіолокаційних даних автоматично передаються для відображення на оглядовому дисплеї (рис. 3.3), які потім можуть інтерпретуватися операторами. Це можна назвати автоматичним введенням. Крім того, деякі репрезентативні стани постійно уточнюються в інформаційному процесі.

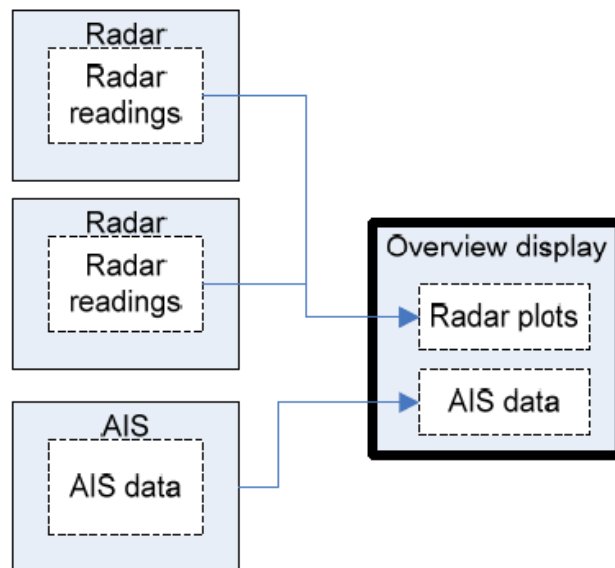


Рисунок 3.3 – Автоматична технологія опосередковує перетворення репрезентативних станів

Використовуючи деякі когнітивні процеси, залучені у взаємодію, можуть стати видимими (рис. 3.4). Наприклад, ідентифікація об'єкта

частково передбачає автоматичне об'єднання радіолокаційних даних та інформації AIS, а частково когнітивний процес розпізнавання об'єкта як стороннього.

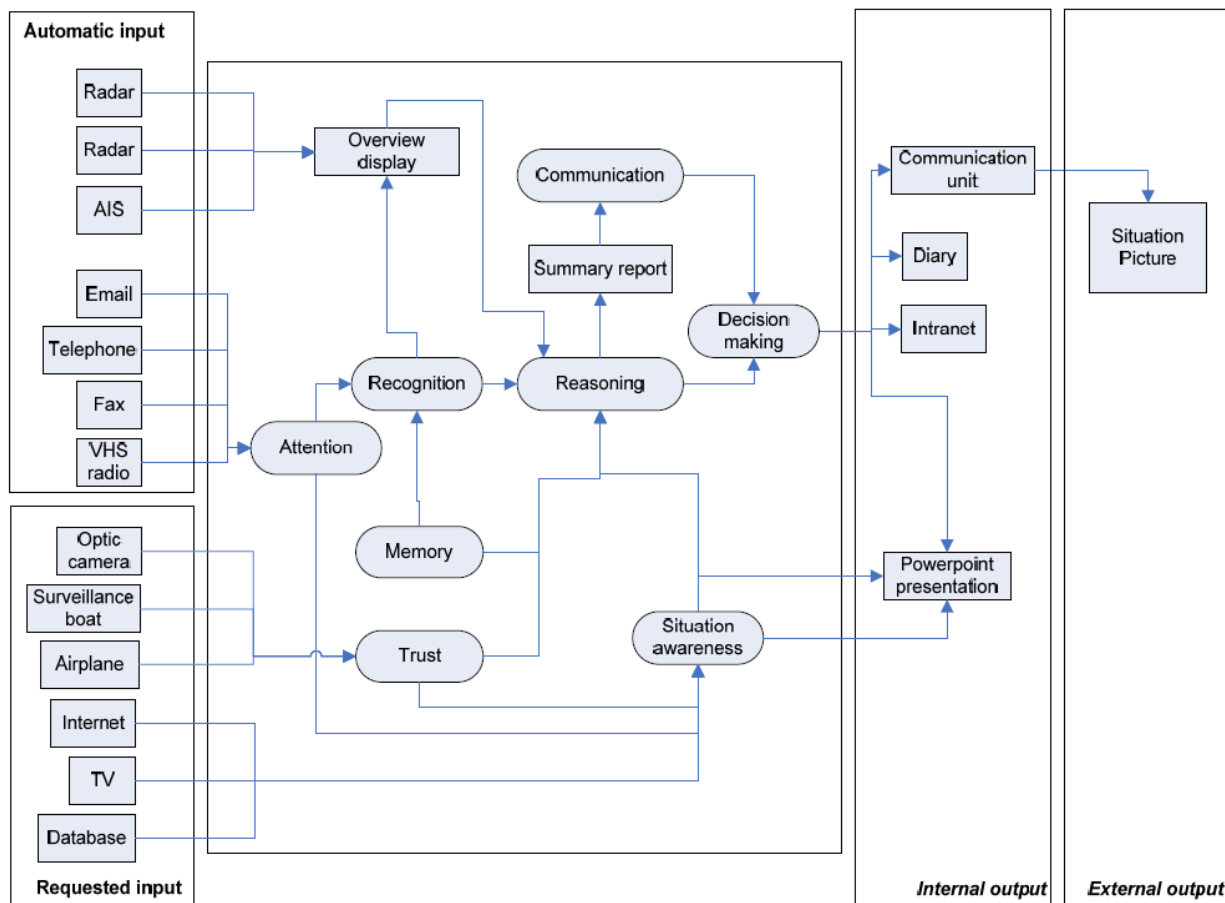


Рисунок 3.4 – Приклади когнітивних процесів, залучених до процесу  
ЗЛИТТЯ

Розпізнавання об'єкта який необхідно відстежувати, є одним із найважливіших когнітивних процесів людини, який сприяє процесу ІФ. Розпізнавання об'єкта може бути викликано кількома речами. Наприклад, зовнішні джерела інформації, такі як електронна пошта, привертають увагу операторів до певного типу об'єкта або їх власний попередній досвід і знання (пам'ять), що привертає увагу операторів до конкретного об'єкта. Розпізнавання об'єкта – це низхідний процес, у якому оператори зіставляють

різні характеристики об'єкта, використовуючи інформацію із зовнішніх джерел інформації або внутрішні знання.

Фактична здатність пам'яті розподіляється між людьми та артефактами. Більш конкретно зовнішній ресурс, який розширює людську пам'ять і перетворює індивідуальну пам'ять на зовнішню пам'ять, спільну для всіх операторів. Папка (збережена інформація про об'єкт) також є об'єктом інтересу в процесі злиття, оскільки вона не лише привертає увагу окремого користувача, але й сприяє спільній увазі. Крім того, усвідомлення ситуації (загальне розуміння поточної ситуації) може привернути увагу операторів до конкретного об'єкта.

Міркування щодо наданої інформації також необхідні для того, щоб визначити, чи слід обробляти знайдений об'єкт далі. Тут здатність операторів міркувати стосується перетворення інформації, наданої на оглядовому дисплеї, до внутрішніх структур операторів, де інформація може бути пов'язана з минулим досвідом. Наприклад, електронна пошта, телефон і оптична камера надають додаткову інформацію, яка дає оператору можливість довіряти ідентифікації об'єкта (тобто інформації на оглядовому дисплеї). Потім інформація додається як властивість до ідентифікованих об'єктів.

Діяльність з прийняття рішень включає питання про те, чи слід додавати інформацію до комунікаційного блоку для подальшого доступу інших організацій. Крім того, ключовою частиною процесу є опосередковане спілкування кількома артефактами. Деяке обладнання спеціально забезпечує засоби зв'язку, наприклад інтранет і VHS-радіо. Обладнання забезпечує комунікацію та сприяє загальному розумінню поточної ситуації, тобто усвідомленню ситуації.

Примітно, що в той час як усвідомлення ситуації полегшується завдяки оглядовому дисплею, інші артефакти не менш важливі, наприклад, оптична камера, інтранет і радіо VHS. Таким чином, усвідомлення ситуації — це процес, розподілений між операторами та артефактами, з якими вони

взаємодіють, і немає жодної особи чи артефакту, який би містив повну картину ситуації. Це означає, що обізнаність про ситуацію не зосереджена в одному дисплеї чи в будь-якому іншому ресурсі, оскільки жоден ресурс сам по собі не може надати значення поточній ситуації. Незважаючи на те, що оглядове відображення підсумовує поточну ситуацію, те, як воно сприймається в контексті його використання, виходить із взаємодії між декількома суб'єктами, що призводить до розуміння поточної ситуації, таким чином, воно є властивістю соціально-технічної системи. Прикладом цього є той факт, що кожен період підсумовується, що певною мірою дозволяє ділитися знаннями та обізнаністю про ситуацію між колегами (але це не робиться доступним для інших відповідальних організацій).

Визначений процес синтезу містить значну кількість інформації, яка поширюється через систему людей і технологій. Крім того, багато трансформацій репрезентативних станів можна ідентифікувати в користувачах і різних використовуваних артефактах. Ідентифіковані траєкторії є прикладом співпраці між операторами та технологіями у створенні «картини ситуації» (тобто ідентифікації та відстеження об'єктів), і таким чином вказують на те, що фактичний процес синтезу розширює межі єдиного технологічного артефакту. Розподілені та іноді спільні когнітивні процеси також помітні в інформаційному потоці цієї соціально-технічної системи, в якій процеси розподілені в часі та просторі і багато результируючих уявлень полегшують різні спільні когнітивні процеси. У цьому контексті без операторів та їхніх когнітивних процесів ідентифікація та відстеження об'єктів були б неможливими.

Точніше кажучи, під час аналізу виявляються деякі чіткі закономірності. Наприклад, людина є активним компонентом у процесі ППР і можна ідентифікувати різні категорії вхідних даних (тобто автоматично та за запитом). Зокрема, користувачі активно запитували інформацію з додаткових джерел інформації, коли це було необхідно, тоді як інші джерела інформації автоматично сприймалися операторами (наприклад, звукова інформація з



радіо сприймалася операторами автоматично, без явного запиту, що забезпечує усвідомлення ситуації, іншими словами, радіо надає контекст для інформації, що відображається на оглядовому дисплеї). Важливість радіо як джерела інформації для процесу зазвичай не визнається в дослідженнях IF.

Крім того, це дослідження показує, що взаємодія між операторами та технологією IF у багатьох випадках відбувається в обох напрямках, тобто оператори підтримують процес IF, а технологія підтримує оператора. Навіть із розширенням рівня 5 (тобто моделі JDL користувача) можна стверджувати, що все ще акцент робиться на тому, як людина може зробити внесок у процес синтезу, а не на тому, як процес синтезу підтримує когнітивні процеси людини. У цьому тематичному дослідженні низка когнітивних процесів розширюється й включає як людей, так і технології, таким чином підтримуючи людину-користувача.

### **3.2 Процес прийняття рішень у реальному часі на основі концепції злиття інформації**

Окрім ідентифікованого процесу у взаємодії між операторами та використовуваною технологією виникає процес прийняття рішень. Оператор сам створює структуру процесу прийняття рішень, оскільки набір технологій насправді не надає жодних вказівок щодо того, в якому порядку виконувати різні дії. Таким чином, новий процес прийняття рішень характеризується динамічним прийняттям рішень у режимі реального часу, сформованим залежно від ситуації прийняття рішення. Основний процес проілюстровано на рисунку 3.5 і детально описано рисунку 3.6.

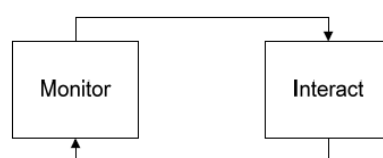


Рисунок 3.5 – Огляд процесу підтримки прийняття рішень

Ідентифікований процес прийняття рішень (рис. 3.5, 3.6) ґрунтується на використанні конструктивних особливостей, які надає підтримка прийняття рішень. Таким чином, таблиця 3.4 описує трансформацію репрезентативних станів і, таким чином, роль артефактів у процесі прийняття рішень визначення та ідентифікації об'єкта.

Як показано на рисунку 3.5. прийняття рішення та керування процесом прийняття рішень (включаючи його дії з прийняття рішень) передбачають безперервний процес взаємодії та моніторингу підтримки прийняття рішень.

Таблиця 3.1

## Огляд діяльності з прийняття рішень ідентифікації об'єкта

Mediating information resource	Information propagation and transformations	Emergent decision-making activity	
		Operator Monitoring	Operator Interacting
Information Display A			
Weather radar : 2D visualization	Visualisation of current cloud status; <i>weather radar data is automatically transmitted to be displayed on a simple geographical map</i>	Adjusting, Exploration, Anticipation	
Weather reports (current, previous): textual information	Visualisation of current weather status; <i>weather radar from multiple sensors is automatically transmitted and displayed in text format</i>	Grounding	
Electronic flight strip: graphical textual representation	Visualisations of airplanes about to take off from Arlanda; <i>database information (text information) automatically transmitted and displayed in text format together with visual enhancements</i>	Grounding	
Information Display B			
Overview display (Geographical Map showing location of airplanes)	Visualisation of geographical map together with location of airplanes (with labels), current sector responsibility, restricted areas; <i>radar data is automatically combined with database information (labels) and displayed on geographical map.</i>	Progress tracking, feedback	Progress tracking, adjusting
Airplane identification (Radar blip and Labels)	Text summary (which changes colour) of air plane identification information including flight plan; <i>database information is automatically transmitted and displayed as textual information at the location of the radar blip</i>	Progress tracking	Initiation, implement decisions
SIL (sector identification list)	Text information regarding approaching airplanes from different directions; <i>radar data and flight plan data is transformed into a representation of accessible to operators</i>	Anticipation, Exploration	
Conflict system	Warning system of airplanes on collision course; <i>flight</i>	Feedback,	

## Продовження таблиці 3.1.

(fusion application)	<i>plan database information together with radar data information are used to determines conflicts</i>	progress tracking	
Zoom (pre-set in 3 levels or free)	<i>Functionality to change the level of detail of the map; the tool transform the representational state of the overview display changing the properties of the representation</i>		Anticipation, Exploration
Notepad	<i>Recording attributes of vessels of interest; radar data together with AIS data shown on overview display are transformed into written messages</i>		Exploration
Prediction line	<i>Line on radar blip to display direction of airplane for 1-5 minutes; radar data is automatically processed to calculate future position</i>	Exploration, feedback	
Blue flight plan lines (same information can be found on labels in text format)	<i>Line identifying planned course for airplane; database information is automatically transformed into an alternative representation (a blue line)changing the properties of the representation</i>	exploration	
Measurement tool	<i>Tool calculating the distance between two airplanes; the radar data together with the map coordinates are used to calculate heading</i>	Exploration, feedback	
Heading course (direction tool)	<i>Number indication of course at the end of a line; the radar data together with the map coordinates are used to calculate heading</i>		Exploration , implementation on decisions,
<b>Information Display C</b>			
Pre-activation list	<i>List of incoming airplanes; database information is automatically represented on the list in text format</i>	Anticipation	
Approach sector list	<i>List of airplanes in the current sector</i>		
Search flight plan	<i>Search tool accessing database with flight plans; external knowledge which transforms to internal knowledge of operators when accessed</i>	Exploration	
<b>Additional artefacts</b>			
Radio/telephone (accessed via headphone)	<i>Coordination tool; the artefact mediates communication and as information is propagated, changing representational state, it may be transformed (due to disturbance)</i>	Implement decision, coordinating	
Folders	<i>Routines, etc. displayed in physical text format; organisational routines, etc. (i.e., social structures) are transformed into text format accessible to the operators</i>	Anticipation	

Якщо говорити більш конкретно, у спрощеному вигляді оператор взаємодіє з підтримкою прийняття рішень для реалізації різних дій з прийняття рішень і контролює їх ефект (див. таблицю 3.1). Таким чином, процес прийняття рішень і дії, які він включає, розподіляються між людиною та технологіями та можуть бути зафіксовані у взаємодії між ними двома.

Розглядаючи обидві концепції, моніторинг не слід неправильно тлумачити як пасивну діяльність. Швидше, це дуже активний і складний процес, що виконується у взаємодії з технологією. Взаємодія, в даному випадку, висвітлює діяльність з управління та роботи з процесом прийняття рішень, необхідним для прийняття рішення. Акт взаємодії може бути:

1. ініційований самою підтримкою прийняття рішень;
2. ініційований якоюсь внутрішньою обробкою оператора (тобто передбачуваною дією);
3. іншими атрибутами середовища (наприклад, менеджер повідомляє оператор для виконання певної дії).

Як показано в таблиці 3.1, дії «Моніторинг» і «Взаємодія» можна розділити на низку можливих ізольованих дій прийняття рішень, які можна ідентифікувати за допомогою різних конструктивних особливостей підтримки прийняття рішень. Іншими словами, спостерігаючи за використанням підтримки прийняття рішень і класифікуючи різні спостереження за категоріями, виникає процес прийняття рішень. Цей базовий процес показано на рисунку 3.6.

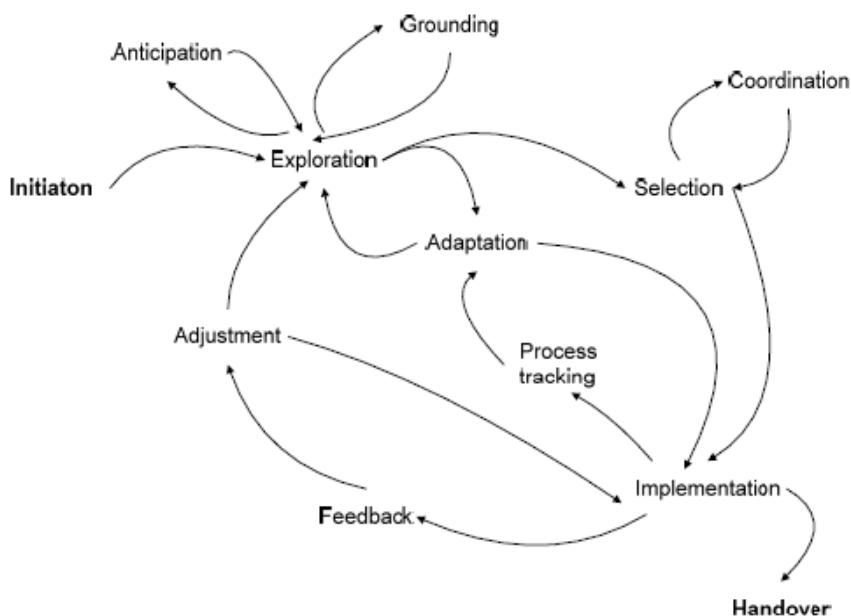


Рисунок 3.6 – Представлення основних дій, залучених до визначеного процесу прийняття рішень у реальному часі

На рисунку 3.6 видно процес прийняття рішень, який характеризується постійною оцінкою рішення. Крім того, гнучкість включає в себе різні дії, які дозволяють оператору дозволити рішенням розвиватися відповідно до поточної ситуації. Стрілки на рисунку 3.6 представляють наше найкраще розуміння ймовірних зв'язків між діяльністю прийняття рішень на основі даних із цього прикладу.

Слід зазначити, що заходи не перераховані в якомусь певному порядку, і процес прийняття рішень може складатися з усіх або лише кількох із зазначених заходів, залежно від поточної ситуації. Діяльність прийняття рішень, описана в таблиці 3.1, а також на рисунку 3.6 описана нижче.

### **3.3 Сценарій автоматизації процесу підтримки прийняття рішень при вирішенні прикладної задачі**

Перед початком процесу прийняття рішення оператору може бути надано попереднє попередження про виконання такої діяльності, як керування літаком через сектор. Аналізуючи інформацію з підтримки прийняття рішень, а також поточну ситуацію прийняття рішення, оператор може отримати попередження, а отже, можливість подумки підготуватися до майбутньої складної ситуації (таблиця 3.1). Оператор готується до вирішення ситуації, що наближається, що передбачає зниження фактора несподіванки. Таким чином, оператор отримує завчасне попередження про пік прийняття рішень, що призведе до високого розумового навантаження.

Це попереднє попередження може бути викликане неявними функціями розробки в підтримці прийняття рішень (ненавмисними її розробниками). Наприклад, список прокрутки в списку перед активацією може вказувати на збільшення робочого навантаження, оскільки сама поява смуги прокрутки надає інформацію. Тобто для прийняття рішень використовуються не лише дані зі списку, а й зміна представлення даних (проста таблиця на таблицю зі смугою прокрутки).

Попередження також можуть виникати через явні конструктивні особливості в підтримці прийняття рішень (навмисно включені розробниками). Наприклад, поява коду транспондера в списку попередньої активації використовується як показник підвищеного навантаження, оскільки в список входять літаки, що наближаються. Подібним чином можна використовувати електронну польотну смугу. Інформація в смузі польоту (тобто список літаків, які збираються злетіти) використовується як індикатор збільшення щільності літаків у секторі. Якщо багато літаків збираються злетіти, оператор повинен переконатися, що необхідний простір доступний, наприклад, направивши літаки подалі від цієї зони. Ще один приклад – дані про погоду. Якщо є багато грозових хмар, оператор знає, що багато пілотів вимагатимуть зміни курсу, щоб уникнути цієї області. Тоді оператор може уникнути запитів пілотів, не керуючи літаком типовим способом. Крім того, оператори можуть знати з досвіду, що певний час і день можуть бути більш вимогливими і що буде збільшення робочого навантаження. Усі наведені вище приклади дають оператору шанс підготуватися різними способами та уникнути майбутніх небажаних ситуацій.

Таким чином, ця діяльність передбачення розподіляється між зовнішніми та внутрішніми структурами (тобто між оператором і технологією).

Ініціація. Діяльність ініціації фіксує початок процесу прийняття рішення. Тригер для прийняття рішення зазвичай ініціюється конструктивною функцією у наборі використовуваних технологій (тобто підтримкою прийняття рішень), вимагаючи від оператора дії. Як описано вище, літаки мають позначку певного кольору (чорного), що вказує, що вони наближаються до сектора. Коли оператор бере на себе відповідальність за мітку (літак), оператор змінює її колір на синій, що запускає процес прийняття рішення (див. рис. 3.7), щоб дізнатися більше про зміну репрезентативних станів). Іншими словами, оператор тепер відповідає за керування цим конкретним літаком через сектор.

Адаптація. Щоб отримати розуміння поточної ситуації, оператори відстежують і взаємодіють з різними конструктивними особливостями системи підтримки прийняття рішень і створюють власну уявну картину ситуації, тобто акт осмислення. Як підкреслює слово, це не пасивний процес.

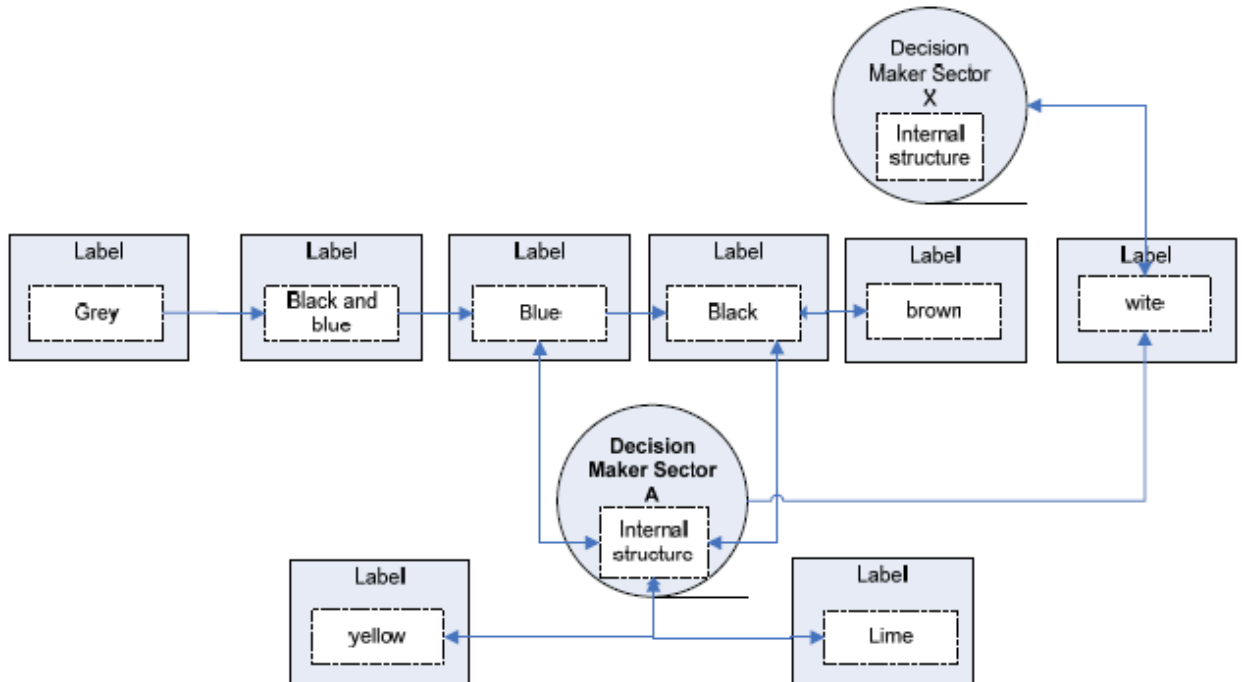


Рисунок 3.7 – Схематичне спрощення розповсюдження інформації та зміни репрезентативних станів (з точки зору особи, яка приймає рішення із сектору А).

Для прикладу оператори постійно змінюють і пересувають мітки, прикріплені до радара. Це часто робиться для того, щоб мітки не накладалися одна на одну, оскільки оператор не зможе їх прочитати. Однак це також може допомогти оператору мати більшу просторову обізнаність щодо поточної ситуації, оскільки це дає йому відчуття просторового розташування літаків, що допомагає краще зрозуміти ситуацію прийняття рішення. Інша функція, яка використовується для розуміння ситуації, — це виділення міток, наприклад, жовтим. Таким чином оператор може позначити цікаві об'єкти.

Крім того, важливою частиною розуміння є оцінка. Оператор перевіряє рішення відповідно до поточної ситуації, ставлячи запитання: чи змінилися параметри з моменту прийняття мною рішення? Крім того, один оператор зазначив, що він діє та приймає рішення, керуючись уявною картинкою у своїй голові, а не тим, що представлено на оглядовій карті (інформаційний дисплей В). Це, наприклад, потрібно, коли необхідно об'єднати метеорологічний радар (2D-зображення) (інформаційний дисплей А) і карту на інформаційному дисплеї В. У цьому випадку оператор повинен зберігати інформацію в своїй голові, оскільки літаки не хочуть літати в певних областях сектора. Таким чином, ми бачимо, що на цю діяльність впливають явні можливості взаємодії, які надають конструктивні особливості підтримки прийняття рішень. Користувач активує не тільки візуальні відчуття, але також можна стверджувати, що оператор використовує активну взаємодію як інструмент для створення ментальних структур для отримання більшого розуміння ситуації.

Використовуючи конструктивні особливості, надані системою підтримки прийняття рішень, оператор може спланувати курс дій, наприклад, вирішити, як літак можна направити через сектор найефективнішим і найбезпечнішим способом. Це етап у процесі прийняття рішення, коли розглядається початкове рішення поточної проблеми. Як правило, замість того, щоб покладатися виключно на розумову модель, оператор взаємодіє з підтримкою прийняття рішень і використовує конструктивні особливості, такі як вказівник напрямку та курс, щоб перевірити відстань, висоту тощо, і таким чином дослідити можливості (див. таблицю 3.1). Дослідження тісно пов'язане з адаптацією; щоб досліджувати можливості, потрібно мати розуміння поточної ситуації.

Вибір рішення. Вивчаючи можливості (куди мені направити цей літак?), оператори прагнуть до гнучкості. Оператор намагається мати якомога більше гнучкості (тобто здатності змінювати та приймати рішення), оскільки ситуація в реальному часі, динамічна та постійно змінюється.



Однією з типових стратегій, що використовується операторами, є поділ рішення на блоки, наприклад, встановлені географічними або часовими обмеженнями. Якщо оператор не має повного рішення, він може прийняти рішення, яке охоплює «один блок». Такий спосіб впровадження «міні-рішень» робить процес прийняття рішень більш простим і керованим. Крім того, оператор може шукати нову інформацію, на основі якої прийматиме рішення. Інша стратегія - прийняти рішення на утримуванні та навмисно чекати з виконанням обраного рішення, доки літак не пройде певну «точку відліку». Це може бути, наприклад, географічне положення або певна висота. Тобто через певний момент часу оператору необхідно оцінити ситуацію і прийняти рішення. Ситуація може бути простішою в цей момент часу (тобто простіша ситуація прийняття рішення) або це може бути краща можливість прийняти рішення, яке вони хочуть реалізувати. У певному сенсі оператор намагається не втручатися в навколишнє середовище без необхідності. Крім того, оператор також може бачити, що ситуація стабільна і остаточний напрямок можливий. Тобто оператор задає один напрямок і висоту з наміром, щоб пілот міг використовувати цей курс до виходу із сектора. Слід зазначити, що рішення стає дуже адаптивним і гнучким і може змінитися будь-якої секунди. Зазвичай реалізована стратегія прийняття рішень вибирається на основі поточної ситуації прийняття рішень у поєднанні з попереднім досвідом операторів (із базовою стратегією наявності кількох альтернатив для рішень).

Діяльність прийняття рішення Заземлення відбувається, коли оператор явно шукає інформацію, надану підтримкою прийняття рішень, на якій базується рішення. Тобто оператор використовує деякі функції підтримки прийняття рішень, наприклад, прогноз погоди, як вхідні дані для прийняття рішень, найчастіше для підтвердження правильності прийнятого рішення (див. таблицю 3.1).

Реалізація рішення. Дія «Реалізація рішення» визнає явний напрямок літаків. Це передбачає спілкування з пілотом по радіо, надання вказівок щодо,

наприклад, висоти. Слід зазначити, що реалізація рішення не повинна здійснюватися до планування чи розуміння. Якщо це станеться, оператор буде реагувати лише на поточну ситуацію, що може мати серйозні наслідки.

Відстеження прогресу. Щоб запам'ятати різні заголовки, надані пілоту, оператор відстежує їх, постійно змінюючи значення в системі підтримки прийняття рішень через головний екран. Крім того, можливість виділяти мітки та додавати більше текстової інформації допомагає оператору керувати своїми рішеннями та відстежувати їх. Ця діяльність не передбачає чіткої оцінки ситуації, скоріше, те, що висвітлюється, це відстеження ситуації, що розвивається. Відстежуючи ситуацію, оператор може помітити, коли потрібне коригування рішення.

Коригування. Оскільки ситуація постійно розвивається і змінюється, рішення найчастіше потребують коригування.

Зворотній зв'язок. Щоб побачити ефект від рішення, оператор може активно шукати зворотний зв'язок. Подібна діяльність зворотного зв'язку потім працює як функція контролю, переконавшись, що рішення було реалізовано правильно, або що оператор тримає ситуацію під контролем, наприклад, підтримується програмою конфліктної системи. Ця програма була призначена для використання як система попередження про конфлікт між літальними апаратами (наприклад, літак, який наближається занадто близько до іншого). Однак на практиці це використовується як попередження про те, що «ви пропустили ситуацію». Система використовується як засіб контролю зі зворотним зв'язком для перевірки знань операторів про ситуації, що відбуваються (на практиці всі оператори, як правило, вже знають про всі ситуації, для яких програма надає тривогу). Розробник програми не мав на меті розробника цієї функції прийняття рішень. Але зараз відіграє важливу роль у процесі прийняття рішень.

Дія передачі визначає кінець циклу прийняття рішень. Це досягається, коли літак був успішно проведений через сектор і переданий наступному

відповідальному сектору. Це видно у взаємодії з підтримкою прийняття рішень, коли мітки змінюють колір (див. рис. 3.8).

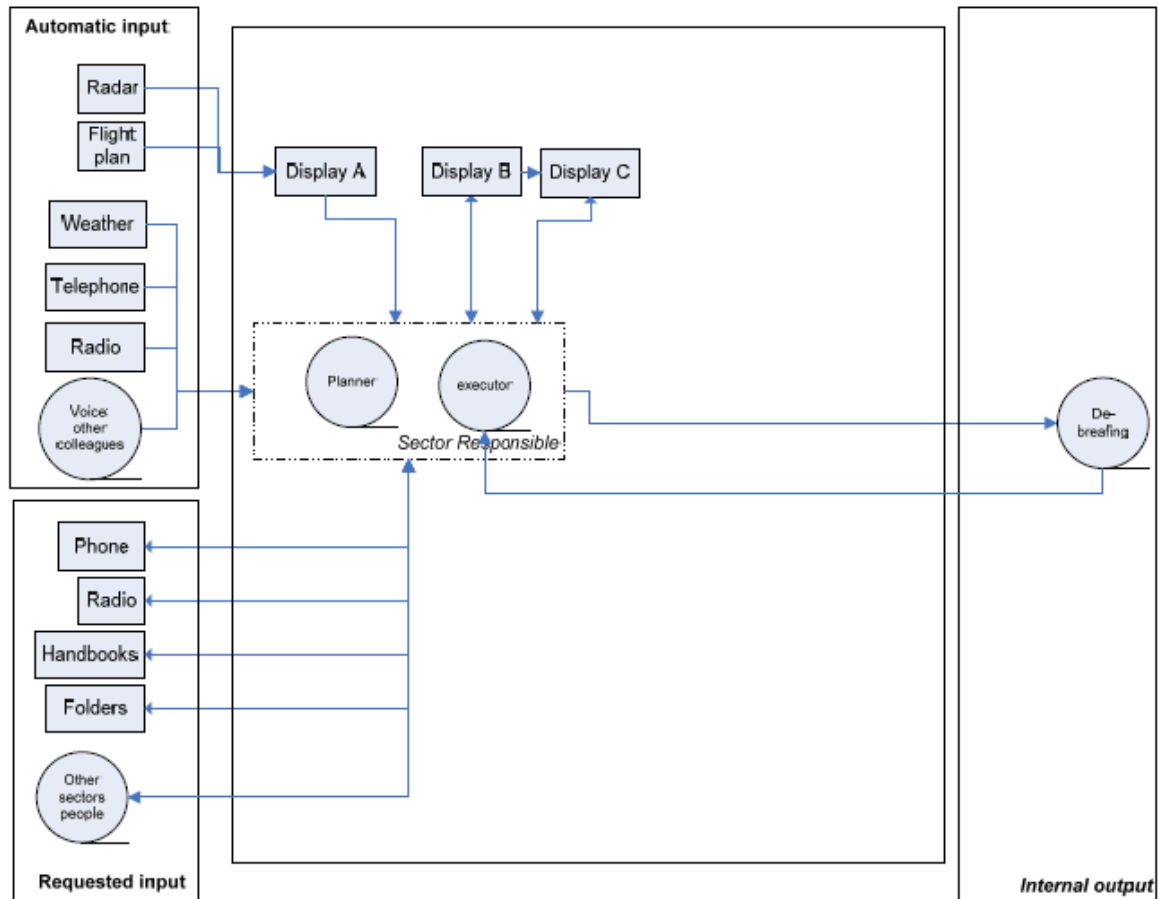


Рисунок 3.8 – Спрощений загальний спостережуваний процес синтезу (не враховуючи індивідуальних відмінностей).

На рисунку 3.8 стрілки вказують на поширення інформації між різними об'єктами, під час якого також трансформуються репрезентативні стани інформації.

Координація. Перед передачею літака часто потрібен акт узгодження. У процесі передачі повітряного судна з однієї секції на іншу оператор не узгоджує конкретний курс для літака з оператором на наступній ділянці. Замість цього оператор сказав би, що пілот повинен «повідомляти про поточний курс на частоті ...». Це дозволяє операторам бути більш гнучкими у прийнятті рішень і полегшує роботу оператора в наступному розділі.

Таким чином, оператори не ставлять себе у фіксовану ситуацію, яка дозволяє прийняти лише одне рішення. Іншими словами, неявний акт координації виконується без фактичної розмови двох операторів один з одним.

Процес відстеження та спрямування літаків через сектор є напівавтоматичним процесом який виконується операторами та технологіями у співпраці. Тобто оператори повинні покладатися виключно на інформацію, яку надає технологія, щоб відстежувати та направляти літаки, які наближаються до аеропорту.

Отже, процес синтезу є дуже складним і виходить за рамки самої технології, включаючи користувачів. Якщо говорити точніше, приклад ілюструє напівавтоматичний процес злиття, в якому оператор вручну об'єднує більшість джерел інформації в умовах високої кооперації. Крім того, кейс-стаді є прикладом особливо інтенсивного середовища, в якому рішення приймаються під високим тиском і стресом. Процес зазвичай триває 5-7 хвилин для кожного спрямованого літака. Крім того, оператор керує кількома літальними апаратами одночасно та у взаємодії з технологією. Зокрема, середовище прийняття рішень представляє ситуацію, в якій оператори повинні покладатися на різні джерела інформації для доступу до середовища.

У конкретному дослідженні людина є центральним і активним компонентом процесу синтезу і можна визначити різні категорії вхідних даних (тобто автоматичні та запитувані). Подібно до прикладу, оператори автоматично сприймають деякі джерела інформації без запитів.

Крім того, цей приклад показує, що взаємодія відбувається в обох напрямках; оператори підтримують і навіть дозволяють процес синтезу, а процес підтримує та формує процес прийняття рішень. Як наслідок, приклад також ілюструє взаємозалежність між прийняттям рішень людиною та процесами синтезу. Загальні висновки можна виразити в наступних положеннях:

- Ідентифікований процес синтезу в реальному часі не можна звести лише до процесу конкретної технічної системи або людини, швидше, процес синтезу виникає в результаті взаємодії між технологією та її користувачем і виходить за межі користувача та артефакту. Таким чином, можливості для взаємодії формують процес синтезу.

- Процес синтезу в реальному часі передбачає поширення інформації через систему артефактів і операторів, де можна ідентифікувати зміни в репрезентативних станах. Представлення також представлені в кількох екземплярах, які підкреслюють різні характеристики формату представлення.

- Процес прийняття рішень у реальному часі було визначено шляхом зосередження уваги на взаємодії між компонентами процесу синтезу. Це процес прийняття рішень у режимі реального часу, в якому, здається, беруть участь оператори, є активним процесом будівництва, у якому інформація, надана за допомогою технологій, поєднується з їхніми власними знаннями та постійно оновлюється.

Якщо говорити точніше, то ці висновки не тільки покращують розуміння процесів напівавтоматичного синтезу та їх взаємозалежності з прийняттям рішень людиною, але також можуть сприяти розробленню методу для фіксації таких взаємодій.

Таким чином, це прикладне дослідження забезпечує внесок, з точки зору процедури, що веде до пропонованого методу. Можна стверджувати, що дослідження ілюструє можливості такого методу, як CASADEMA.

### **3.4 Опис підходу напівавтоматизованого прийняття рішень**

CASADEMA (CApturing Semi-Automated Decision-making) забезпечує структурований спосіб фіксації взаємодії між особами, які приймають рішення, та артефактами в напівавтоматичних процесах синтезу. CASADEMA в основному призначена як інструмент для практиків людського

фактору (або подібних експертів), які працюють у сфері ІІ. Це означає, що під час представлення методу використовується фокус «що потрібно зробити», а не «як це потрібно зробити». Слід зазначити, що призначення CASADEMA полягає в тому, щоб функціонувати як інструмент для опису та аналізу явищ (на відміну від проектування систем).

Таблиця 3.2

## Огляд впливів на CASADEMA

<i>Component of case study</i>	<i>Issue</i>	<i>Consequence</i>	<i>Implications for CASADEMA (suggested improvements)</i>
Data collection	Direct observation as primary method	Difficult to capture everything in field notes (the interaction is too fast)	Encourage use of recording devices
	Introducing ethnography	Defining the role of the participants provided better judgement of the information provided by them	Keep the grounding of the method in ethnography
Analysis	Use of notation, tables, and analysis questions	The notation and tables structured the data sufficiently however, the analysis questions are a bit vague	Focus more on the implications of change in representational states
Report findings	Difficult to write up the analysis	Difficulties to provide specific illustrations/examples of interaction	Encourage usage of recording devices

Крім того, виходячи з результатів цього дослідження, можна зробити висновок, що в процесі захоплення взаємодії було зафіксовано процес прийняття рішень. Згодом розповсюдження інформації може бути використано для визначення процесів прийняття рішень, що виникають, і, таким чином, взаємозалежності між людиною та технологією, на додаток до фіксації процесу синтезу. Це розширить можливості CASADEMA.

Можна стверджувати, що CASADEMA, щоб мати можливість зафіксувати процес синтезу, повинна мати можливість:

- фіксувати процес синтезу як явище, що виникає в соціально-технічній системі (тобто кооперативний характер синтезу між людьми та технологією);
- зображувати діяльність людини та техніки;
- ілюструвати активно запитувані або автоматично отримані джерела інформації;
- захоплення (двосторонньої) взаємодії між суб'єктами процесу;
- захоплення пасивних і активних сутностей системи;
- фіксувати когнітивні процеси як ресурс для процесу злиття.

Важливо сформулювати основні припущення CASADEMA, оскільки вони керують підходом до взаємодії людини та технологій. Основні припущення CASADEMA були сформульовані в чотири постулати, які можна описати наступним чином:

Перше, соціотехнічна система є одиницею аналізу. Межа соціотехнічної системи встановлюється функціональним зв'язком між людьми та артефактами, які входять до системи досягнення мети. Тобто, дивлячись на взаємодію, слід мати широку перспективу та враховувати внесок як людей, так і технологій. Взяття до уваги загальної соціотехнічної системи означає, що не можна ігнорувати контекст, у якому існує взаємодія. Більш конкретно, знання та процеси також вважаються розподіленими в цьому загальному контексті (який у розширенні робить менший акцент на створенні, наприклад, ментальних моделей). Таким чином процес злиття розподіляється, залучаючи як користувачів, так і артефакти, які вони використовують. Імпліцитно, вони розглядаються однаково в тому сенсі, що одна мова використовується для охоплення процесів у технологіях і людях. Наслідком цього є те, що для охоплення повного процесу синтезу потрібно враховувати як процес синтезу в технології, так і синтез, який виконують користувачі.

По-друге, щоб дізнатися про властивості взаємодії, потрібно вивчити інформаційний потік у системі та те, як інформація змінюється (тобто змінюється її репрезентативний стан) при поширенні між різними ресурсами. Це дозволяє охопити властивості взаємодії, які неможливо простежити до окремої особи чи артефакту в межах соціально-технічної системи, тобто властивості колективної поведінки.

Третє, ресурс – це суб'єкт соціотехнічної системи, який бере участь у процесі синтезу. Ресурс може бути людиною або артефактом, і він може бути або для загального процесу, або для іншого ресурсу.

По-четверте, вивчаючи взаємодію між ресурсами процесу синтезу, CASADEMA розглядає використання потоку інформації, що виходить за рамки простого дослідження злиття даних, отриманих у фізичних і цифрових артефактах (наприклад, інформація з факсу чи бази даних, частина паперу з переліком атрибутів тощо). Слід також враховувати роль, яку самі артефакти відіграють як когнітивну підтримку в процесі прийняття рішень оператором (наприклад, блокнот можна розглядати як форму зовнішньої пам'яті). Таким чином стає можливим отримати детальне розуміння того, як особа, яка приймає рішення, фактично використовує інформацію з різних ресурсів. Тобто на практиці CASADEMA не тільки охоплює взаємодію між особами, які приймають рішення, і технологією як такою, а й те, як вона використовується для підтримки прийняття рішень. Таким чином, CASADEMA зосереджується на тому, як артефакти використовуються та модифікуються для підтримки когнітивних процесів, а також процесу синтезу, тобто не лише на тому, що представляє об'єкт, але й на тому, як використовуються властивості об'єкта.

CASADEMA складається з трьох основних взаємопов'язаних частин. Хоча можна розглядати ці частини як послідовні кроки (1-3), вони можуть взаємно інформувати одна одну протягом усього процесу. Наприклад, можливо, що в якийсь момент під час кроку 2 або 3 стане очевидним, що



потрібні додаткові дані, що потребує повторного виконання кроку 1. Огляд методу представлено на рисунку 3.9.

Основні етапи:

- 1) збір даних;
- 2) моделювання даних;
- 3) аналіз даних.

Слід зазначити, що немає чіткої різниці між аналізом і описом, натомість аналіз (або опис) певною мірою виконується ітеративно на кожному кроці.

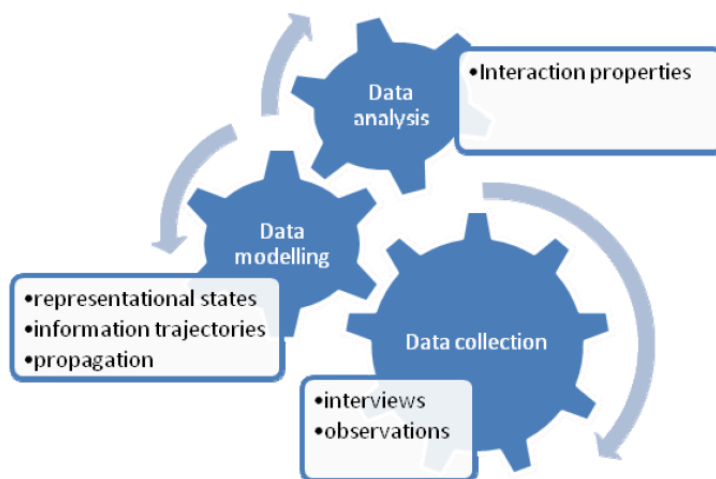


Рисунок 3.9 – Огляд процесу

Нижче наведено короткий опис різних кроків (рис. 3.9).

**Крок 1 (Збір даних):** Перший крок передбачає опитування та спостереження за особами, які приймають рішення, які працюють за допомогою технології IF для досягнення мети. Фокус при зборі даних визначається принципами DCoG і знаходиться на рівні процесу та інформації. Відповідні дані можуть, наприклад, включати покроковий опис процесу термоядерного синтезу та структуру осіб, які приймають рішення, і залучених технологій, а також ідентифікацію об'єктів, вхідних даних та потоку інформації в процесі синтезу.

**Крок 2 (Моделювання даних):** другий крок передбачає моделювання даних, зібраних на першому кроці, за допомогою спеціально розробленої

нотації, що ілюструє концепції, що використовуються в DCoG, з точки зору когнітивних властивостей і поширення інформації. Основна увага приділяється охопленню потоку інформації. Отримана інформація представлена цифрами та табличними даними.

Крок 3 (Аналіз даних): третій крок передбачає оцінку даних з попередніх кроків. Оцінка виконується за допомогою контрольного списку запитань, заснованого на теоретичній основі DCoG, щоб визначити та охарактеризувати властивості взаємодії між особою, яка приймає рішення, і технологією IF у процесі синтезу. Нижче наведені вище кроки CASADEMA пояснюються більш детально шляхом вивчення різних завдань, які потрібно виконати на кожному з різних кроків.

Збір даних. Перший крок передбачає збір даних. На практиці дані в першу чергу збираються шляхом спостереження за соціально-технічною системою, що представляє інтерес (тобто, у цьому випадку використання технології IF, як вона існує в її контексті використання). Стандартні методи збору даних, що використовуються в дослідженнях, такі як відеозаписи, спостереження за участю та інтерв'ю (Patton, 2002), серед інших, є рекомендованими інструментами. Загалом, два методи збору даних слід використовувати в поєднанні, щоб уможливити збір усіх відповідних даних. Залежно від того, яке середовище буде досліджуватися, деякі методи можуть бути більш придатними, ніж інші (наприклад, у деяких критичних для безпеки середовищах спостереження за участю може бути неможливим).

Щоб підвищити достовірність і об'єктивність отриманих даних, пропонується використовувати пристрої запису, наприклад, під час проведення інтерв'ю. Це дозволяє їх транскрибувати та зберігати для кількох аналізів. Рекомендується, щоб принаймні два дослідники вивчали стенограми та проводили незалежні аналізи, які можна порівняти.

Під час збору даних зазвичай використовується зовнішній підхід (тобто починайте з огляду, перш ніж переходити до деталей). На практиці це передбачає збір даних на різних рівнях абстракції. Іншими словами, потрібно

збирати дані на рівні процесу та на інформаційному рівні, як детальніше пояснюється в наступних розділах.

Рівень процесу. Рівень процесу має на меті охопити загальний процес, який розподіляється в соціально-технічній системі, між особами, які приймають рішення (користувачами) і різними артефактами (технологією ІІ, інформаційними системами, факсом, комп'ютерами тощо). Це дає змогу ідентифікувати основні види діяльності, артефакти та акторів. Якщо говорити точніше, слід налаштувати спостереження та інтерв'ю таким чином, щоб зібрати такі дані:

- Представте покрокове керівництво процесу, з якого можна розпакувати дані для кроків 2 і 3. Тут процес відноситься до загальної мети завдання, яке потрібно виконати. Цей опис процесу зазвичай має бути у текстовому форматі (щоб пізніше використовуватися для моделювання та аналізу даних). Таким чином, можна зафіксувати перший детальний сприйнятий опис дій, залучених до процесу ІІ. Це завдання можна виконати за допомогою інтерв'ю, під час якого особи, які приймають рішення, усно пояснюють, як вони виконують свою роботу (тобто, які дії виконуються та які технології використовуються).

- Проілюструйте процес на рисунку, щоб визначити загальну діяльність, яку виконує процес ІІ, і пояснити роль тих, хто приймає рішення. Слід пам'ятати, що процес розглядається як розподілений між компонентами соціально-технічної системи. Розроблена ілюстрація надасть загальне уявлення про виконану діяльність. Це завдання можна виконати, спостерігаючи за тим, як ті, хто приймає рішення, використовують технологію.

- Надайте фізичне розташування використовуваних технологій і опис їх основної мети (тобто опишіть їх функціональні можливості з точки зору можливостей підтримки когнітивних процесів). Це дасть досліднику розуміння просторового зв'язку між артефактами та людьми (тобто ця інформація може пояснити явища, виявлені пізніше). Завдання можна

виконати, спостерігаючи за тим, як ті, хто приймає рішення, використовують технологію.

Інформаційний рівень. На цьому рівні абстракції процес переглядається з точки зору його інформаційної цінності. Мета полягає в тому, щоб деталізувати раніше визначений процес шляхом визначення того, яка інформація поширюється через соціально-технічну систему. Щоб досягти цього, необхідно зробити наступне:

- Визначте суб'єкти соціально-технічної системи, залучені до процесу ІФ (тобто люди, артефакти та технологія ІФ). Сутності повинні бути описані з точки зору того, як вони використовуються як інформаційні ресурси процесом ІФ, що також включає ідентифікацію того, які когнітивні процеси вони підтримують. Іншими словами, те, що слід описати, це їхня функція посередництва, тобто фокус зосереджений на тому, що опосередковується, а не на самому ресурсі. Це завдання можна вирішити, спостерігаючи за роботою осіб, які приймають рішення, та вивчаючи офіційну документацію (інструкції тощо). Однак функціональність, задокументована в посібниках, може відрізнитися від того, як артефакт фактично використовується на практиці.

- Визначте різні вхідні дані для процесу ІФ (тобто, як запускається процес ІФ), який включає інформацію, що надається автоматично за допомогою технології, а також інформацію, що надається через особу, яка приймає рішення. Також зверніть увагу на роль сутностей, тобто як вони активують процес ІФ. Це завдання можна вирішити, спостерігаючи за соціотехнічною системою.

- Визначте основні репрезентативні стани сутностей у соціотехнічній системі. Це завдання можна виконати шляхом теоретичної оцінки різних сутностей з точки зору DCoG після спостереження за тим, як різні сутності використовуються для виконання процесу ІФ.

- Визначте закономірності розповсюдження інформації, тобто визначте, як інформація перетікає між об'єктами, і зміни в репрезентативних

станах. Це завдання можна виконати шляхом теоретичної оцінки різних сутностей з точки зору DC після спостереження за тим, як різні сутності використовуються для завершення процесу IF.

Моделювання даних. На другому кроці ми надаємо нотацію для формалізації зібраних даних. Ця нотація призначена для відображення взаємодії між особами, які приймають рішення, та IF технологіями, оскільки вони виконують процес IF (див. рис. 3.10). Це дозволяє ідентифікувати моделі потоку взаємодії (тобто розповсюдження інформації) через соціально-технічну систему, таким чином, ілюструючи взаємодію.

У наступних розділах пояснюється, як позначення можна використовувати для характеристики взаємодії в напівавтоматизованому процесі синтезу, фіксуючи: 1) траєкторії потоку інформації; 2) перетворення, опосередковані людиною та технологіями. Оскільки DCog не містить спеціальної нотації для захоплення та візуалізації розповсюдження інформації, було розроблено наступну нотацію, що подана на рис. 3.10.

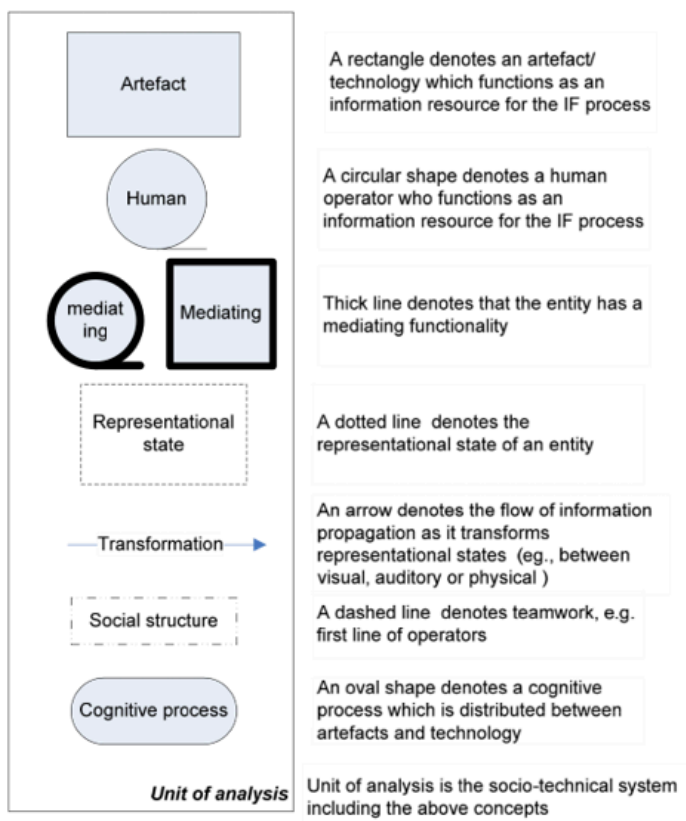


Рисунок 3.10 – Нотація DCog

Ідентифікація траєкторій інформаційних потоків. Використовуючи інформацію, отриману на «інформаційному рівні», можна ідентифікувати траєкторії поширення інформації. Мета – охарактеризувати властивості взаємодії шляхом виявлення інформаційного потоку. Щоб досягти цього, потрібно візуалізувати поширення інформації за допомогою розробленої нотації (рис. 3.10). Це завдання можна виконати шляхом теоретичної оцінки інформації, зібраної на попередньому кроці.

Трансформації, опосередковані людиною та технологіями. У межах траєкторій виникають специфічні моделі трансформації. Ці шаблони відображають злиття машин і людей. Необхідно проаналізувати траєкторії поширення інформації, щоб виявити такі закономірності, як:

- Трансформації репрезентативних станів між артефактами. Це інформаційний потік між двома технічними артефактами в соціотехнічній системі, який зазвичай є прикладом автоматизованих частин процесу синтезу.
- Трансформації репрезентативних станів між артефактом і людським артефактом. Це може бути людина, яка приймає рішення, що з'єднує дві різні сутності в рамках соціально-технічної системи, яка зазвичай є прикладом частин процесу, для яких потрібен користувач.
- Трансформації репрезентативних станів між людиною-артефактом. Зазвичай це приклади частин процесу, у яких особа, яка приймає рішення, використовує внутрішні знання (структури) як ресурс для вдосконалення процесу ІІ.

Ці перетворення можна ідентифікувати шляхом класифікації шаблонів перетворень відповідно до наведених вище класів.

Аналіз даних. Метою третього кроку є розуміння природи компонентів процесу ІІ та взаємодії між ними. Зокрема, на цьому етапі дослідник повторно перевіряє моделі, розроблені на попередньому етапі, щоб визначити властивості взаємодії. Властивості взаємодій виникають при розгляді мети взаємодії. Деякі з цих властивостей очевидні; однак деякі є більш

«прихованими» та виходять за рамки даних, що зберігаються в різних артефактах. Точніше, досліднику необхідно вивчити різні зв'язки у створених моделях разом із текстовими описами (або таблицями) артефактів на предмет візерунків. Ці моделі можуть характеризувати різні взаємодії, і, отже, було зроблено ідентифікацію властивостей взаємодії. Загальні керівні запитання для ідентифікації таких властивостей такі:

1. Яка додаткова властивість додається (або видаляється) зміною репрезентативного стану?
2. Яку роль відіграє інформаційний ресурс для загального процесу та взаємодіючих ресурсів (наприклад, людей чи артефактів)?
3. Яким чином відбувається передача інформації між людиною та технікою?

Відповівши на запитання вище, можна визначити властивості взаємодії (наприклад, зворотній зв'язок, комунікація, роздільні рішення, ескалація зупинки). Таким чином, ці властивості взаємодії можна класифікувати і таким чином охопити розподілену та динамічну природу нових процесів, таких як процес синтезу або процеси прийняття рішень у реальному часі.

### **Висновки до розділу 3**

Отже, запропоновано підхід автоматизації процесу підтримки прийняття рішень на прикладному прикладі і застосовано метод CASADEMA з практичної точки зору в термінах основних теоретичних припущень, а також покрокової процедури. Також представлена можливість автоматизації процесу ППР у вигляді процесу синтезу, може бути зведений не лише до обробки конкретної технічної системи, а до злиття у багатьох випадках із взаємодії між технологією та її користувачами.

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі досліджено моделі, методи та алгоритми автоматизації процесів підтримки прийняття рішень. Для цього проведено аналіз літератури, який представляє дослідження підходу злиття інформації (IF) та досліджує його використання в контексті систем підтримки прийняття рішень. В роботі особливо підкреслюється важливість розгляду систем IF як систем підтримки прийняття рішень, коли метою є краще зрозуміти взаємодію між особою, яка приймає рішення, і самою системою. Таке дослідження можна розглядати як крок до розуміння взаємодії між особами, які приймають рішення, і технологією IF у контексті прийняття рішень людиною. Як стверджується «категоризація систем підтримки прийняття рішень може допомогти дослідникам і менеджерам зрозуміти, як цей загальний клас інформаційних систем впливає на поведінку при прийнятті рішень і як слід проектувати та створювати такі системи».

В роботі представлено детальний опис методу CASADEMA. Запропоновано основні постулати методу, а також точну процедуру. Також розглянуто теоретико-методологічне обґрунтування методу. Крім того, наявність явного теоретичного обґрунтування є особливо корисним, оскільки ідентифіковані дані таким чином можна інтерпретувати як теорію, щоб виявити компоненти процесу ППР. Зокрема, якщо зібраних даних недостатньо для визначення причини кожної події, дані можна розглядати як теорію та таким чином мати можливість надати додаткову інформацію. Аспекти, які роблять метод особливим, це визначення взаємодії, зосередженість на репрезентативних станах і траєкторіях розповсюдження для візуалізації співпраці між людьми та технологією, можливість приділяти менше уваги внутрішнім явищам, таким як ментальні моделі та використання нотації для ілюстрації репрезентативних станів автоматизації ППР. Визначаючи взаємодію на такому детальному рівні, отримуємо можливість охопити механізм підтримки прийняття рішень за допомогою IF.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. M. Zoet, *Methods and Concepts for Business Rules Management*, 1st ed. Utrecht: Hogeschool Utrecht, 2014.
2. B. Hnatkowska and J. M. Alvarez-Rodriguez, "Business Rule Patterns Catalog for Structural Business Rules," in *Software Engineering: Challenges and Solutions*, 1st ed., Springer International Publishing, 2017, pp. 3–16.
3. M. W. Blenko, M. C. Mankins, and P. Rogers, "The Decision-Driven Organization," *Harv. Bus. Rev.*, vol. 88, no. 6, pp. 54–62, Jun. 2010.
4. J. Beer, A. D. Fisk, and W. A. Rogers, "Toward a framework for levels of robot autonomy in human-robot interaction," *J. Human-Robot Interact.*, vol. 3, no. 2, p. 74, 2014.
5. R. Parasuraman, T. B. Sheridan, and C. D. Wickens, "A model for types and levels of human interaction with automation," *IEEE Trans. Syst. man, Cybern. A Syst. Humans*, vol. 30, no. 3, pp. 286–297, 2000.
6. European Commission, "Protection of personal data - GDPR," 2017.
7. M. R. Endsley and D. B. Kaber, "Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task," *Ergonomics*, vol. 42, no. 3, pp. 462–492, 1999.
8. H. M. Huang, K. Pavek, B. Novak, J. Albus, and E. Messin, "A framework for autonomy levels for unmanned systems (ALFUS)," in *Proceedings of the AUVSI's Unmanned Systems North America*, 2005.
9. J. Taylor, "Who has the 'D' when the 'D' is automated?," 2007.
10. B. W. Husted and D. B. Allen, "Toward a model of crosscultural business ethics: The impact of individualism and collectivism on the ethical decision-making process," *J. Bus. Ethics*, vol. 82, no. 2, pp. 293–305, 2008.
11. A. Ho, "Relational autonomy or undue pressure? Family's role in medical decision-making," *Scand. J. Caring Sci.*, vol. 22, no. 1, pp. 128–135, 2008.

12. P. S. Scherrer, "Directors' responsibilities and participation in the strategic decision-making process," *Corp. Gov. Int. J. Bus. Soc.*, vol. 3, no. 1, pp. 86–90, 2003.
13. C. Charles, A. Gafni, and T. Whelan, "Decision-making in the physician-patient encounter: revisiting the shared treatment decision-making model," *Soc. Sci. Med.*, vol. 49, no. 5, pp. 651–661, 1999.
14. C. Bartneck and J. Forlizzi, "A design-centred framework for social human-robot interaction," in *Proceedings of the 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 2004.
15. T. B. Sheridan and W. Verplank, "Human and Computer Control of Undersea Teleoperators," Cambridge, MA, 1978.
16. M. R. Endsley, "The application of human factors to the development of expert systems for advanced cockpits.," in *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 1987, pp. 1388–1392.
17. C. A. Miller and R. Parasuraman, "Designing for flexible interaction between humans and automation: Delegation interfaces for supervisory control," *Hum. Factors*, vol. 49, no. 1, pp. 57–75, 2007.
18. A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design Science in Information Systems Research," *MISQ.*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004.
19. Binkhonain, M. and Zhao, L. (2019), "A review of machine learning algorithms for identification and classification of non-functional requirements", *Expert Systems with Applications: X*, Vol. 1 pp. 1-13.
20. Fernandes, J.M. and Machado, R.J. *Requirements in engineering projects*, Lecture notes in management and industrial engineering, Springer, 2016.
21. Goknil, A. et al. "Change impact analysis for requirements. A metamodeling approach", *Information and Software Technology*, 2014.
22. Horber, D., Schleich, B. and Wartzack, S., "Ein Klassifizierungssystem zur Anforderungssystematisierung", 2019.
23. *Proceedings of the DfX 2019 / 30th Symposium Design for X* , Jesteburg, Germany, September 18-19, The Design Society, Glasgow, pp. 227-238.

24. Jergus, D. (2019), Presentation on Requirements Quality Assistant (RQA) - Intelligent Requirements Management with IBM Watson, Requirements Engineering Conference 2019.
25. Kamata, M.I. and Tamai, T. "How Does Requirements Quality Relate to Project Success or Failure?", 2007.
26. Proceedings of the RE / 15th IEEE International Requirements Engineering Conference, New Delhi, India, October 15-19, IEEE Computer Society, Los Alamitos/ 2007.
27. Knauss, E. and Boustani, C.E., "Assessing the Quality of Software Requirements Specifications", Proceedings of the RE 2008 / 16th IEEE International Requirements Engineering Conference, Barcelona, Spain, September 08-12, IEEE Computer Society, Los Alamitos/USA, pp. 2008.
28. Luft, T., Schneider, S. and Wartzack, S., "A methodical approach to model and map interconnected decision making situations and their consequences", Proceedings of the ICED 15 / 20th International Conference on Engineering Design, Milan, Italy, July 27-30, The Design Society, Glasgow/Scotland, 2015.
29. Meth, H., Brhel, M. and Maedche, A. "The state of the art in automated requirements elicitation", Information and Software Technology, Vol. 55 No. 10, 2013.
30. Nazir, F. et al., "The Applications of Natural Language Processing (NLP) for Software Requirement Engineering - A Systematic Literature Review", Proceedings of the ICISA 2017 / 8th iCatse International Conference on Information Science and Applications, Macau, China, March 20-23, Springer, Singapore/Malaysia, 2017.
31. Posthoff, C. and Steinbach, B. , Logic Functions and Equations: Binary Models for Computer Science, Springer, Cham/Switzerland. 2019.
32. Regnell, B. et al., "Requirements Mean Decisions! Research issues for understanding and supporting decision-making in Requirements Engineering", Proceedings of the SERP 01 / First Swedish Conference on Software Engineering

Research and Practice, Ronneby, Sweden, October 25-26, Blekinge Institute of Technology, 2001.

33. Requirements Working Group (INCOSE), Guide for Writing Requirements, International Council on Systems Engineering, San Diego/USA, 2017.

34. Rupp, C., Requirements-Engineering und -Management: Aus der Praxis von klassisch bis agil, 6th edition, Carl Hanser, Munich/Germany, 2014.

35. Ryan, K. "The role of natural language in requirements engineering", Proceedings of the RE 1993 / IEEE International Symposium on Requirements Engineering, San Diego, USA, January 04-07, IEEE, Los Alamitos/USA, 1993.

36. Sen, P. and Yang, J.-B, Multiple Criteria Decision Support in Engineering Design, Springer, London/England. 1998.

37. Shea, G., NASA Systems Engineering Handbook, 2nd edition, National Aeronautics and Space Administration, Washington, 2017.

38. Tamai, T. and Kamata, M.I., "Impact of Requirements Quality on Project Success or Failure", Proceedings of the Design Requirements Workshop, Cleveland, USA, June 03-06, Springer, Berlin/Germany, pp. 2007.

39. Walden, D.D. et al. (Eds.), Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities, 4th edition, Wiley, Hoboken/USA, 2015.

40. Elena Agapie, Jaime Teevan, and Andrés Monroy-Hernández. Crowdsourcing in the Field: A Case Study Using 2015.

41. Tanja Aitamurto. 2015. Crowdsourcing as a Knowledge-Search Method in Digital Journalism. Digital Journalism 4, 2(May 2015).

42. Tanja Aitamurto, Mike Ananny, Chris W. Anderson, Larry Birnbaum, Nicholas Diakopoulos, Matilda Hanson, Jessica Hullman, and Nick Ritchie. 2019.

43. Franziska Badenschier and Holger Wormer. Issue Selection in Science Journalism: Towards a Special Theory of News Values for Science News? In The Sciences' Media Connection –Public Communication and its Repercussions. Springer Netherlands, Dordrecht, 2011.

44. Ruha Benjamin. *A Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*. Polity. 2019.
45. Kenneth Benoit, Drew Conway, Benjamin E. Lauderdale, Michael Laver, and Slava Mikhaylov. 2016. Crowd-sourced Text Analysis: Reproducible and Agile Production of Political Data. *American Political Science Review* 110, 2 (MayProc. ACM Hum.-Comput. Interact., Vol. 5, No. CSCW2, Article 406. Publication date: October 2021).
46. Frank Bentley, Katie Quehl, Jordan Wirfs-Brock, and Melissa Bica. 2019. Understanding Online News Behaviors. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19)*. 2019.
47. Esha Bhandari and Rachel Goodman *Data Journalism and the Computer Fraud and Abuse Act: Tips for Moving Forward in an Uncertain Landscape (Computation + Journalism Symposium)*. . 2017.
48. Petter Bae Brandtzaeg, Marika Lüders, Jochen Spangenberg, Linda Rath-Wiggins, and Asbjørn Følstad. 2015. Emerging Journalistic Verification Practices Concerning Social Media. *Journalism Practice* 10, 2015.
49. Virginia Braun and Victoria Clarke. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology* 3, 2008.
50. Matthew Brehmer, Stephen Ingram, Jonathan Stray, and Tamara Munzner. Overview: The design, adoption, and analysis of a visual document mining tool for investigative journalists. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics (TVCG)*. 2014.

## метадані

Заголовок

**Оптимізація процесів автоматизації процедур підтримки прийняття рішень**

Автор

**Луговацький В.В.** Науковий керівник / Експерт

підрозділ

**King Danylo University**

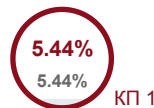
## Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про **МОЖЛИВІ** маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Ⓡ	2
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	:	0
Білі знаки	Ⓡ	0
Парафрази (SmartMarks)	a	70

## Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

**25**

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

**16055**

Кількість слів

**121352**

Кількість символів

## Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

### 10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	Колір тексту
1	<a href="http://repository.ukd.edu.ua/bitstream/handle/123456789/397/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1">http://repository.ukd.edu.ua/bitstream/handle/123456789/397/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1</a>	89	0.55 %
2	<a href="http://repository.ukd.edu.ua/bitstream/handle/123456789/397/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1">http://repository.ukd.edu.ua/bitstream/handle/123456789/397/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1</a>	47	0.29 %
3	<a href="http://repository.ukd.edu.ua/bitstream/handle/123456789/397/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1">http://repository.ukd.edu.ua/bitstream/handle/123456789/397/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf?sequence=1</a>	35	0.22 %