

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання лабораторних робіт**  
**з дисципліни**  
**“Ергономічні питання побудови людино-машинних систем”**  
**для студентів спеціальності 7.05010301**  
**“Програмне забезпечення систем”**  
**напряму 6.050103**  
**«Програмна інженерія»**

**2014**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Ергономічні питання побудови людино-машинних систем” для студентів спеціальності 7.05010301 “Програмне забезпечення систем” напряму 6.050103 «Програмна інженерія» /Укл.: С.М. Сердюк, Ж.К. Камінська. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 46 с.

Укладачі: С. М. Сердюк, доцент, канд. техн. наук  
Ж.К. Камінська, асистент

Рецензент: С.К. Корнієнко, доцент, к.т.н.

Відповідальний  
за випуск: С. М. Сердюк, доцент, к.т.н.

Затверджено  
на засіданні кафедри  
“Програмних засобів”

Протокол №3  
від “ 20 ” 11 2014

## ЗМІСТ

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Вступ .....</b>                                                                                      | <b>5</b>  |
| <b>1 Лабораторна робота № 1 Психодіагностика експерта за допомогою методики ММРІ .....</b>              | <b>6</b>  |
| 1.1 Мета роботи.....                                                                                    | 6         |
| 1.2 Основні теоретичні відомості.....                                                                   | 6         |
| 1.2.1 Фактори, що впливають на вибір методу роботи з експертами.....                                    | 6         |
| 1.2.2 Пасивні методи здобуття знань.....                                                                | 7         |
| 1.2.3 Активні групові методи здобуття знань.....                                                        | 8         |
| 1.2.4 Активні індивідуальні методи здобуття знань.....                                                  | 10        |
| 1.2.5 Експертні ігри .....                                                                              | 11        |
| 1.3 Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи .....                                           | 13        |
| 1.4 Завдання на лабораторну роботу.....                                                                 | 13        |
| 1.5 Зміст звіту.....                                                                                    | 13        |
| 1.6 Контрольні питання.....                                                                             | 13        |
| <b>2 Лабораторна робота №2 Системний аналіз при проектуванні систем інтелектуальної підтримки .....</b> | <b>15</b> |
| 2.1 Мета роботи.....                                                                                    | 15        |
| 2.2 Основні теоретичні відомості.....                                                                   | 15        |
| 2.3 Загальні положення .....                                                                            | 15        |
| 2.4 Моделі, які використовуються при системному аналізі .....                                           | 16        |
| 2.5 Системний аналіз.....                                                                               | 17        |
| 2.6 Виявлення функцій ОПР, що потребують підтримки за допомогою СП .....                                | 19        |
| 2.7 Приклад системно-ергономічного аналізу діяльності інженера по знанням .....                         | 23        |
| 2.7.1 Компонентно-системна структура.....                                                               | 23        |
| 2.7.2 Компонентно-елементна структура .....                                                             | 23        |
| 2.7.3 Компонентно-функціональна структура .....                                                         | 23        |
| 2.7.3 Функціонально-часова структура .....                                                              | 23        |
| 2.7.3 Функціонально-об'єктна структура .....                                                            | 27        |
| 2.8 Завдання на лабораторну роботу.....                                                                 | 30        |
| 2.9 Контрольні питання.....                                                                             | 30        |

|          |                                                                                                                                                                     |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3</b> | <b>Лабораторна робота №3 Розробка системи меню інтерфейсу системи інтелектуальної підтримки ергономічного забезпечення проектування (СІП ЕЗП).....</b>              | <b>32</b>  |
| 3.1      | Мета роботи.....                                                                                                                                                    | 32         |
| 3.2      | Основні теоретичні відомості.....                                                                                                                                   | 32         |
| 3.3      | Завдання на лабораторну роботу.....                                                                                                                                 | 33         |
| 3.4      | Зміст звіту.....                                                                                                                                                    | 33         |
| 3.5      | Контрольні питання.....                                                                                                                                             | 33         |
| <b>4</b> | <b>Лабораторна робота №4 Розробка субмодуля “Інтелектуальний редактор” системи інтелектуальної підтримки ергономічного забезпечення проектування (СІП ЕЗП).....</b> | <b>344</b> |
| 4.1      | Мета роботи.....                                                                                                                                                    | 344        |
| 4.2      | Основні теоретичні відомості.....                                                                                                                                   | 344        |
| 4.3      | Завдання на лабораторну роботу.....                                                                                                                                 | 36         |
| 4.4      | Зміст звіту.....                                                                                                                                                    | 36         |
| 4.5      | Контрольні питання.....                                                                                                                                             | 36         |
| <b>5</b> | <b>Лабораторна робота №5 Система інтелектуальної підтримки ергономічного забезпечення проектування. Субмодуль “Кодування” .....</b>                                 | <b>37</b>  |
| 5.1      | Мета роботи.....                                                                                                                                                    | 37         |
| 5.2      | Основні теоретичні відомості.....                                                                                                                                   | 37         |
| 5.3      | Завдання на лабораторну роботу.....                                                                                                                                 | 42         |
| 5.4      | Зміст звіту.....                                                                                                                                                    | 43         |
| 5.5      | Контрольні питання.....                                                                                                                                             | 43         |
| <b>6</b> | <b>Лабораторна робота №6 Система інтелектуальної підтримки ергономічного забезпечення проектування. Субмодуль “Пояснення” .....</b>                                 | <b>44</b>  |
| 6.1      | Мета роботи.....                                                                                                                                                    | 44         |
| 6.2      | Основні теоретичні відомості.....                                                                                                                                   | 44         |
| 6.3      | Завдання на лабораторну роботу.....                                                                                                                                 | 44         |
| 6.4      | Зміст звіту.....                                                                                                                                                    | 45         |
| 6.5      | Контрольні питання.....                                                                                                                                             | 45         |
|          | <b>Література.....</b>                                                                                                                                              | <b>46</b>  |

## ВСТУП

Головна мета лабораторних робіт – навчити студентів самостійно пристосовувати перспективні методи ергономічного проектування на всіх стадіях розробки системи “людина-машина” на прикладі поетапної розробки системи інтелектуальної підтримки (СІП) для обраної студентом прикладної області, а також для прикладної області “Ергономічне забезпечення проектування інформаційних моделей” (ЕЗП ІМ).

Кожна лабораторна робота з дисципліни “Ергономічні питання побудови людино-машинних систем” повинна навчити студентів: проводити розробку інтелектуальних систем на основі методології системного проектування; вирішувати окремі прикладні задачі збільшення ергономічності СІП на основі пристосування нових інформаційних технологій; самостійно працювати з науково-технічною літературою та програмною документацією в області ергономічного проектування та спеціалізованих інструментальних засобів.

Перед початком виконання будь-якої лабораторної роботи, номер якої визначається графіком, кожний студент виконує вимоги пункту “Завдання на лабораторну роботу” кожної лабораторної роботи. Студенти, не підготовлені до роботи, до занять не допускаються.

Для отримання заліку з роботи кожний студент показує викладачу звіт, оформлений у відповідності з стандартом СТП 15-96 та вимогами, які перераховані в методичних вказівках з роботи та проходять співбесіду з викладачем.

Студент, який не здав попередньої роботи, не може бути допущеним до виконання наступної.

# 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ПСИХОДІАГНОСТИКА ЕКСПЕРТА ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДИКИ ММРІ

### 1.1 Мета роботи

- засвоєння методики ММРІ (Мінесотський багатопрофільний особистий опитувач);
- отримання навиків, необхідних інженеру по знанням, по інтерпретації результатів методики ММРІ (лістингу респондента);
- обґрунтування вибору методів здобуття знань експертів на основі аналізу результатів тестування.

### 1.2 Основні теоретичні відомості

#### *1.2.1 Фактори, що впливають на вибір методу роботи з експертами*

На вибір методів здобуття знань впливають три фактори: персональні особливості інженера по знанням (ІПЗ), експертів та характеристика області, що досліджується.

Одна з можливих **класифікацій людей по психологічним характеристикам** поділяє всіх на три типи: мислитель (М) – пізнавальний тип; співбесідник (С) – емоціонально-комунікативний тип; практик (П) – практичний тип.

Мислителі орієнтовані на інтелектуальну роботу, вчення, теоретичні узагальнення та володіють такими характеристиками як полenezалежність та рефлексивність. Співбесідники – товариські відкриті люди, готові до співробітництва. Практики віддають перевагу дії розмовам, добре реалізують задумки інших, направлені на результативність роботи.

Для **характеристик предметних областей** (ПдО) пропонується наступна класифікація: добре документовані (ДД); середньо документовані (СДО); слабо документовані (СД). Крім цього, ПдО можна розділити по критерію структурованості знань на:

- добре структуровані (ДС) – з чіткою аксіоматизацією, широким застосуванням математичного апарату, стійкою термінологією;
- середньо структуровані (СРС) – з визначеною термінологією, теорією що розвивається, явними взаємозв'язками між оголошеннями;
- слабо структуровані (СЛС) – з розмитими визначеннями, багатою емпірикою, скритими взаємозв'язками.

### **1.2.2 Пасивні методи здобуття знань**

Пасивні методи здобуття знань використовуються на початкових етапах розробки.

Метод спостережень – один з найбільш розповсюджених. Зазвичай він застосовується не самотійно, а в сукупності з іншими методами.

Інший метод – “думки вголос” доповнюється потім одним з активних методів для реалізації зворотнього зв'язку між інтерпретацією ІІЗ та уявленням експерта.

Порівняльна характеристика пасивних методів здобуття знань наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика пасивних методів здобуття знань

| Метод здобуття | Переваги                                                            | Недоліки                        | Вимоги до експерту                                               | Характеристика ПдО    |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1              | 2                                                                   | 3                               | 4                                                                | 5                     |
| Спостереження  | Відсутність впливу інженера по знанням та його суб'єктивної позиції | Відсутність зворотнього зв'язку | М чи П (здатність до коментарю + рефлексивність + дружелюбність) | СД та СДО, СЛС та СРС |

Продовження таблиці 1.1

| 1              | 2                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                    | 4                                                                       | 5         |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| “Думки вголос” | Максимальне приближення інженера по знанням до ПдО<br>Свобода самовисловлювання для експерта<br>Оголеність структур мислень<br>Відсутність впливу інженера по знанням та його суб’єктивної позиції | Фрагментарність отриманих коментарів<br><br>Відсутність зворотнього зв’язку<br><br>Можливість відхилення “в сторону” в мисленнях експерта<br>“Зашумленість” деталями | С або М (здатність до вербалізації думок + аналітичність + відкритість) | Те ж      |
| Лекція         | Структуроване висловлення<br>Висока концентрація знань<br>Відсутність впливу інженера по знанням та його суб’єктивної позиції                                                                      | Слабкий зворотній зв’язок<br><br>Недостатня кількість хороших лекторів серед експертів-практиків                                                                     | М (лекторські здатності)                                                | СД та СЛС |

### 1.2.3 Активні групові методи здобуття знань

Активні групові методи застосовуються як додаткові до традиційних індивідуальних методів для активізації мислення та поведінки експертів.

Методи цієї групи менш популярні, ніж індивідуальні, що пов'язано зі складністю організації.

Порівняльна характеристика активних групових методів здобуття знань наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика активних групових методів здобуття знань

| Метод здобуття   | Переваги                                                                                                                                             | Недоліки                                                                                                                         | Вимоги до експерту                             | Характеристика ПдО                               |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| “Круглий стіл”   | Дозволяє отримати більш об'єктивні фрагменти знань<br>Оживляє процедуру здобуття<br><br>Дозволяє учасникам обмінюватися знаннями                     | Вимагає великих організаційних витрат<br><br>Відрізняється складністю проведення                                                 | М або С (мистецтво полеміки)                   | СД та СЛС з наявністю суперечливих проблем       |
| “Мозковий шторм” | Активізує мислення експертів<br><br>Дозволяє виявляти глибинні пласти знань (на рівні позасвідомого)<br><br>Дозволяє отримати нове знання (гіпотези) | Можливий тільки для нових цікавих дослідницьких проблем<br><br>Не завжди продуктивний (достатньо низький процент продуктивності) | М (креативність, тобто здатність до творчості) | СЛС та СД з наявністю перспективних “білих плям” |

### 1.2.4 Активні індивідуальні методи здобуття знань

Активні індивідуальні методи – найбільш розповсюджені методи здобуття знань. Вони дуже схожі між собою та відрізняються лише по ступеням свободи, яку може собі дозволити ІПЗ при проведенні сеансів здобуття знань.

Порівняльна характеристика активних індивідуальних методів здобуття знань наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика активних індивідуальних методів здобуття знань

| Метод здобуття | Переваги                                                                                                                                        | Недоліки                                                                                                                                                                     | Вимоги до експерту | Характеристика ПдО |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1              | 2                                                                                                                                               | 3                                                                                                                                                                            | 4                  | 5                  |
| Анкетування    | Можливість стандартизованого опитування декількох експертів<br><br>Не вимагає особливого напруження від інженера по знанням під час анкетування | Вимагає уміння та досвіду складання анкет<br><br>Відсутність контакту з експертами, не має зворотнього зв'язку<br><br>Питання анкети можуть бути незрозумілими для експертів | М та П             | СД, СЛС та СДО     |
| Інтерв'ю       | Наявність зворотнього зв'язку (можливість уточнення та вирішення протиріч)                                                                      | Вимагає значного часу на підготовку питань інтерв'ю                                                                                                                          | М або С            | Те ж               |

Продовження таблиці 1.3

| 1                                | 2                                                                                                                                                                                             | 3                                                                                                                                                      | 4       | 5                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|
| Опитування з навідними питаннями | <p>Наявність зворотнього зв'язку</p> <p>Можливість управління здобуттям знань (використовуючи задану послідовність вибору тем)</p> <p>Можливість застосування різної техніки "Зондування"</p> | <p>Відсутність формальних методик проведення</p> <p>Вимагають певних знань в ПдО, що досліджується</p>                                                 | Те ж    | Те ж                  |
| Діалог                           | <p>Гнучкість</p> <p>Сильний зворотній зв'язок</p> <p>Можливість зміни сценарію та форми сеансу</p>                                                                                            | <p>Вимагає від інженера по знанням більшого напруження</p> <p>Відсутність формальних методів проведення</p> <p>Труднощі протоколювання результатів</p> | С або М | СЛС ,<br>СД та<br>СДО |

### 1.2.5 Експертні ігри

Будемо розрізняти наступні групи експертних ігор: індивідуальні (ігри з експертом), групові (ролеві ігри в групі) та

комп'ютерні. Порівняльна характеристика експертних ігор наведена в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Порівняльна характеристика експертних ігор

| Експертні ігри | Переваги                                                                                                                                                                  | Недоліки                                                                                                      | Вимоги до експерта                               | Характеристика ПдО |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|
| Індивідуальні  | <p>Дають можливість порівняльно швидко отримати якісну картину прийняття рішень</p> <p>Дозволяють виявити яку інформацію та як використовує експерт</p>                   | <p>Відсутність методик та стандартного набору ігор</p> <p>Високі професійні вимоги до інженеру по знанням</p> | С або П (розкованість та акторська майстерність) | СЛС, СРС та СД     |
| Групові        | <p>Реалістично створюють атмосферу конкретної задачі</p> <p>Розкріпачують експерта “Групові” знання більш об’єктивні</p> <p>Виявляють логіку та аргументацію експерта</p> | <p>Вимагають від експерта знання основ ігротехніки</p> <p>Складність створення ігор для конкретних ПдО</p>    | Те ж                                             | Те ж               |
| Комп’ютерні    | Викликають зацікавленість у експерта                                                                                                                                      | Складність та висока ціна створення спеціалізованих ігор для конкретної ПдО                                   | П без психологічного бар’єра до ЕОМ              | Те ж               |

### **1.3 Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи**

1.3.1 Для запуску тесту на запрошення операційної системи (ОС) ввести ММРІ та натиснути “Enter”. Вибрати необхідний пункт меню та приступити до тестування.

1.3.2 Вибрати метод роботи з експертом використовуючи теоретичні відомості, наведені в пункті 1.2, та пункт меню “Тлумач”.

### **1.4 Завдання на лабораторну роботу**

1.4.1 Вивчити довідкову інформацію по автоматизованій системі ММРІ.

1.4.2 Обрати у вигляді експерта одного студента у підгрупі та провести тестування.

Можливий варіант тестування гіпотетичного експерту. У цьому випадку замість реального випробуваного відповіді на питання методики (про бажані риси експерту) формуються з врахуванням поглядів всіх членів підгрупи. Але у цьому випадку зростає імовірність отримання невалідності результатів вище допущеної норми.

1.4.3 По результатам аналізу отриманого профілю особи експерту обґрунтувати вибір оптимальних для нього методів здобуття знань.

### **1.5 Зміст звіту**

1.5.1 Лістинг респондента.

1.5.2 Висновки по результатам тестування.

1.5.3 Пропозиції по застосуванню оптимальних для експерту методів здобуття знань.

### **1.6 Контрольні питання**

1.6.1 Характеристики осіб, які використовуються в методиці ММРІ.

1.6.2 Характеристика пасивних методів здобуття знань із експерту.

1.6.3 Характеристика активних групових методів здобуття знань із експерту.

1.6.4 Характеристика активних індивідуальних методів здобуття знань із експерту.

1.6.5 Характеристика експертних ігор.

## **2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2**

### **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ**

#### **2.1 Мета роботи**

Ознайомитися з методикою системного аналізу при проектуванні СП.

#### **2.2 Основні теоретичні відомості**

Розглянемо методику системного аналізу при проектуванні СП. Методика розповсюджується на діяльність осіб які приймають рішення (ОПР) при проектуванні СП для любых прикладних областей (ПрО) та встановлює склад, структуру функцій та засоби, які використовуються ОПР, інженерами по знанням та спеціалістами з конкретної ПрО; представлення отриманої інформації у формалізованому вигляді; номенклатуру знань, необхідних для інтелектуальної підтримки ОПР в процесі його діяльності.

Метою системного аналізу діяльності ОПР є: вивчення та уточнення складу та структури функцій та засобів які використовуються; наукове обґрунтування переліку інтелектуальних функцій які виконують ОПР; визначення номенклатури знань, необхідних для підтримки інтелектуальних функцій.

#### **2.3 Загальні положення**

2.3.1 Перед вивченням діяльності ОПР для конкретних ПрО необхідно проводити системний аналіз ерготехнічної системи (ЕТС) “ОПР-СП”, якій дозволяє уточнити місце, роль та функції які виконуються спеціалістами в даній ЕТС (тобто аналіз діяльності ПЗ, які розроблюють СП для конкретної ПрО, а також аналіз діяльності спеціаліста-експерта для заданої ПрО).

2.3.2 Вихідними даними для системного аналізу є проектна та експлуатаційна документація на систему, яка досліджується.

2.3.3 Вихідними даними для виявлення інтелектуальних функцій ОПР є результати системного аналізу, який проводиться. При цьому, для розділення операцій на інтелектуальні, необхідно виходити із наступних положень.

Інтелектуальна функція має у своєму складі в будь-якій формі “вибір з...” з варіантів дій, планів, рішень, організації і т.п., для якого відсутня описана процедура, правило, алгоритм реалізації однозначного вибору.

## **2.4 Моделі, які використовуються при системному аналізі**

На основі даних (пп. 2.3.2) повинен бути побудований комплекс моделей системи "ОПР-СПП": компонентних, морфологічних та еволюційних.

2.4.1 Необхідна множина компонентних структур розглянута на лекціях з дисципліни "Системний аналіз та проектування комп'ютерних інформаційних систем".

2.4.2 Із всієї множини можливих морфологічних моделей необхідно використовувати тільки функціонально-часові та функціонально-об'єктні структури.

2.4.2.1 Функціонально-часові структури представляють собою граф, вершинами якого є функції, а дуги відповідають елементам відношення  $R_t$ : “функція  $F_i$  безпосередньо виступає попереду функції  $F_j$ ”. Дані структури можуть будуватися на функціональних сутностях різного масштабу, цілях, задачах, процедурах, технологічних операціях і т.п. та відображатися у документах з різним ступенем формалізації.

По масштабу функціональних сутностей виділимо наступні типи функціонально-часових структур:

- процедурні мережі – коли вершинами графа є процедури  $P_{rk}$  (тобто комплекси операцій), а дуги відображають елементи відношення  $R_t$ ;

- функціональні мережі – коли вершинами є функції  $f_i$ , які виявляються шляхом декомпозиції процедур  $P_{rk}$  на менші функціональні сутності (алгоритми, підалгоритми), а дуги відображають елементи відношення  $R_t$ ;

– операційні мережі – коли вершинами є окремі операції  $F_i$ , розуміються як нероздільні (машинні операції, дії людини і т.п.), а дуги відображають елементи відношення  $R_t$ .

У тих випадках коли при обговоренні питання не має значення масштаб функціональної суті, можна у вигляді узагальненого поняття використовувати термін “функціональні мережі”.

2.4.2.2 Функціонально-об’єктні структури відображають склад компонентів, які приймають участь в реалізації функцій  $F_i$  та представляють собою множину предикатів  $P F_i$  типа: “Ерготичний елемент  $E E_i$  за допомогою засобів інтерфейсу  $M_i$ , впливаючи на знаряддя праці  $I_i$ , з предметів праці  $L Q_i$  отримує продукти праці  $P L_i$  (кінцевий продукт або проміжний, який використовується на наступних операціях в якості знаряддя праці) в результаті виконання функцій  $F_i$ ”:  $P f_i (<\{E E_i\}, \{M_i\}, \{I_i\}, \{L Q_i\}, \{P L_i\}>)$ .

2.4.3 Еволюційні моделі ЕТС ОНР-СНП представляють собою відображення змін з часом складу діючих компонентів та зв’язків між ними.

## 2.5 Системний аналіз

2.5.1 Будується компонентно-системна структура ЕТС "ОНР-СНП" для обраної студентом ПрО.

2.5.2 Для кожної локальної ЕТС  $LETS-N.X.Y$ , виявленої в п. 2.5.1, будуються компонентно-елементні структури  $KES-N.X.Y$ .

2.5.3 Для кожної  $LETS-N.X.Y$  будуються компонентно-функціональні структури  $KFS-N.X.Y$ .

2.5.3.1 При складанні списку цілей на першому рівні вершин дерева необхідно враховувати наступне:

- цілі можна розділити на основні та додаткові;
- основні цілі, як правило, відповідають переліку продуктів праці, виявлених при виконанні п. 2.5.2 (список  $TE_4$ ), та формуються: ціль –  $Tg_i$  – “отримати продукт праці  $X_i$  в кількості  $Y_i$  (в умові  $V_i$ )”;

- список додаткових цілей уточнюється, виходячи з специфіки ЕТС, яка досліджується, ними можуть бути: отримання побічних продуктів, забезпечення безпеки, екологічної чистоти та ін.

2.5.3.2 При визначенні числа задач  $Ts_{ij}$  (на другому рівні вершин дерева) повинні бути враховані тільки основна задача “виконати режим (взаємозв’язану сукупність процедур) досягнення мети  $T_i$ ”, але й, як мінімум, дві допоміжні задачі: “підготувати ЕТС до виконання режиму досягнення мети  $T_i$ ” (“підготувати інформацію”, “налагодити технологічне обладнання” та ін.) та “забезпечити досягнення мети  $T_i$ ” (“забезпечити процес проектування вхідними даними”, “підтримка точності обробки” та ін.).

2.5.3.3 Якщо цілі та задачі мають форму імперативів (“виконати”, “досягти” та ін.), то процедури (третій рівень вершин дерева) необхідно описати як функції (за допомогою дієслівних іменників).

2.5.4 Для обраної Про будуються морфологічні моделі даної ЕТС "ОПР-СПП".

2.5.4.1 Функціональні структури повинні будуватися у вигляді процедурних D-мереж:

– D-мережі – мережі, в яких функціональні сутності та відношення  $R_t$  задані в описувально-лінгвістичній формі.

2.5.4.2 Функціонально-об’єктні структури оформлюються у вигляді таблиці, число рядків в якій дорівнює числу функцій  $F_i$ , які досліджуються, а стовпцями цієї таблиці є:

– перший – найменування функції (беруться з компонентно-функціональних структур, отриманих в п. 2.5.3);

– другий – найменування ерготичних елементів, які приймають участь у виконанні функції (беруться зі списку ТЕ1 компонентно-елементних структур, отриманих п. 2.5.2);

– третій – найменування засобів інтерфейсу, за допомогою яких ерготичний елемент здійснює взаємодію з засобами праці (беруться зі списку ТЕ2 компонентно-елементних структур);

– четвертий – найменування знарядь праці, за допомогою яких реалізується функція (беруться зі списку ТЕ3 компонентно-елементних структур);

– п’ятий – предмети праці, з яких отримується продукт праці даної функції (беруться з списку ТЕ4 компонентно-елементних структур);

– шостий – продукти праці, що отримуються в результаті виконання даної функції (беруться зі списку ТЕ4 компонентно-елементних структур).

2.5.5 У тих випадках, коли на одних інтервалах часу одна й та ж функція виконується одним складом компонентів, а на інших – іншим (характерним прикладом є процес послідовного придбання знань від груп експертів), необхідна побудова еволюційних моделей даної ЕТС (п. 2.4.3). При наявності таких особливостей компонентні (п. 2.5.2) та морфологічні (п. 2.5.4) структури будуються для кожного кроку проектування СПІ окремо.

## **2.6 Виявлення функцій ОПР, що потребують підтримки за допомогою СПІ**

Виявлення функцій ОПР, що потребують підтримки за допомогою засобів СПІ виконується в три етапи:

– обґрунтування загального списку інтелектуальних функцій, (п. 2.6.1.);

– оцінка необхідних знань для реалізації інтелектуальних функцій (п. 2.6.2);

– ранжирування інтелектуальних функцій (п. 2.6.3).

2.6.1 Обґрунтування загального списку інтелектуальних функцій.

2.6.1.1 Для всіх дескриптивних D-мереж, побудованих при системному аналізі, проводиться аналіз та розділення процедур, що створюють D-мережу, на дві групи: ерготичні або автоматизовані, які виконуються сумісно людиною та технікою; автоматичні, які виконуються автоматичним устаткуванням повністю без людини або з мінімальним її впливом на рівні репродуктивних операцій (запуск натисненням кнопки, зупинки і т.п.). До подальшого аналізу приймаються тільки ерготичні процедури.

2.6.1.2 Для кожної з ерготичних процедур, що відібрані в п. 2.6.1.1., проводиться декомпозиція на складові її функції або операції, та будується функціональна або операційна мережа (п.2.4.2.1).

2.6.1.3 Для кожної побудованої у відповідності з п. 2.6.1.2 функціональної або операційної мережі проводиться на основі

семантичного аналізу за ознаками, що приведенні в п.2.3.3, ідентифікація та розділення функцій (операцій) на інтелектуальні та не інтелектуальні.

2.6.1.4 Складається загальний список: інтелектуальних операцій, інтелектуальних функцій та інтелектуальних процедур, що виконуються ОПР.

2.6.2 Оцінка необхідних знань для реалізації інтелектуальних функцій.

Для всіх інтелектуальних операцій, функцій та процедур, зафіксованих у відповідності з п. 2.6.1.4, проводиться наступний аналіз.

2.6.2.1 Виявляється для кожної інтелектуальної функції  $F_i$  список проблемних ситуацій  $S_i = \{S_{ij}\}$ , що дійсно зустрічаються в практиці роботи ОПР, або можливих у майбутньому – за результатами системного аналізу.

2.6.2.2 Для кожної проблемної ситуації  $S_{ij}$  на основі системного аналізу реального (чи прогнозного) виконання інтелектуальної функції ОПР, визначаються орієнтовані об'єми використаних для цього знань у вигляді імен баз знань:

- на рівні фактуальних знань (даних) – список імен баз даних  $\{БД_{ij}\}$  про конкретні елементи системи “ОПР-СП” з числа приведених в структурах та списках п. 2.5.2;

- на рівні тематичних знань – список імен баз знань  $\{БТЗ_{ij}\}$  про структури, закономірності і характеристики конкретного типу СП (наприклад, СП для Про "Ергономічне забезпечення проектування (ЕЗП) інформаційних моделей");

- на рівні проблемних знань – список імен проблемних баз знань  $\{БПЗ_{ij}\}$  про структури, закономірності та характеристики СП, як класу ЕТС;

- на рівні фундаментальних знань – список імен баз знань  $\{БФЗ_{ij}\}$  про закони, закономірності та загальні характеристики реального світу (наприклад “проектування”, “управління”, “якість”, “надійність” і т.д.).

2.6.2.3 На основі проведеного в п. 2.6.2.2 аналізу складається підсумковий список об'ємів знань, що використовуються ОПР при виконанні інтелектуальних операцій та проводиться оцінка їх інтелектуальної складності.

2.6.2.3.1 На даному етапі є тільки ті якісні характеристики об'ємів БЗ, які отримані в п. 2.6.2.2, тому можуть бути зроблені тільки збільшені оцінки.

2.6.2.3.2 Об'ємними мірами БЗ є:

а) Об'єм по кожному з видів знань для однієї проблемної ситуації  $S_{ij}$ :

– по фактуальним знанням (даним) потужність множини

$$|\{BD_{ij}\}| = ND_{ij};$$

– по тематичним знанням потужність множини

$$|\{BT_{ij}\}| = NT_{ij};$$

– по проблемним знанням потужність множини

$$|\{BP_{ij}\}| = NP_{ij};$$

– по фундаментальним знанням потужність множини

$$|\{BF_{ij}\}| = NF_{ij}.$$

б) Об'єм по всім видам знань для однієї проблемної ситуації  $S_{ij}$ :

$$N_{ij} = ND_{ij} + NT_{ij} + NP_{ij} + NF_{ij} \quad (2.1)$$

в) Об'єм по всім видам знань для всіх проблемних ситуацій, що мають місце при реалізації функції  $F_i$ :

$$N_i = \sum_{i=1}^{n_i} N_{ij}, \quad (2.2)$$

де  $N_i$  – число можливих проблемних ситуацій при виконанні функції  $F_i$ .

2.6.2.3.3 Відносними мірами інтелектуальної складності проблемних ситуацій та окремих функцій будемо вважати:

а) для кожної ситуації:

– тематико-інтелектуальну складність ситуації

$$V_{DTj} = \frac{N_{Dj} + N_{Tj}}{N_{ij}} = 1 - V_{пФij} \quad (2.3)$$

– проблемно-інтелектуальну складність ситуації

$$V_{\pi \Phi ij} = \frac{N_{\pi ij} + N_{\Phi ij}}{N_{ij}} = 1 - V_{DTij} \quad (2.4)$$

б) для кожної функції  $F_{ij}$ :

– тематико-інтелектуальну складність функції

$$V_{DTi} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} N_{Dij} + \sum_{j=1}^{n_i} N_{Tij}}{N_i} = 1 - V_{\pi \Phi i} \quad (2.5)$$

– проблемно-інтелектуальну складність функції

$$V_{\pi \Phi i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} N_{\pi ij} + \sum_{j=1}^{n_i} N_{\Phi ij}}{N_i} = 1 - V_{DTi} \quad (2.6)$$

2.6.2.3.4 Відносними мірами інтелектуальної складності процедур будемо вважати:

– тематико-інтелектуальну складність процедури

$$V_{DT} = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} \sum_{i=1}^{n_i} N_{Dij} + \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{i=1}^{n_i} N_{Tij}}{m_i + m_h}, \quad (2.7)$$

де  $m_i$  – загальне число інтелектуальних функцій в процедурі;

$m_h$  – число не інтелектуальних функцій в процедурі;

– проблемно-інтелектуальну складність процедури

$$V_{\pi \Phi} = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} \sum_{i=1}^{n_i} N_{\pi ij} + \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{i=1}^{n_i} N_{\Phi ij}}{m_i + m_h}. \quad (2.8)$$

2.6.3 Ранжирування інтелектуальних функцій.

2.6.3.1 Основою для ранжирування інтелектуальних функцій є наступні коефіцієнти.

2.6.3.1.1 Коефіцієнт інтелектуальності

$$k_h = \frac{m_i}{m_i + m_h}, \quad (2.9)$$

де  $m_i$  и  $m_h$  – відповідно кількість інтелектуальних та не інтелектуальних компонентів в процедурі або функції.

2.6.3.1.2 Коефіцієнти тематико-інтелектуальної та проблемно-інтелектуальної складності.

2.6.3.2 Для кожної процедури, віднесеної в п. 2.6.1.4 до інтелектуальної обчислюються:

а) коефіцієнт інтелектуальності за формулою (2.9), та всі процедури ранжуються у відповідності від його величини, починаючи з великих значень;

б) коефіцієнти тематико-інтелектуальної та проблемно-інтелектуальної складності за формулами (2.5) та (2.6) відповідно.

2.6.3.3 При необхідності вибору черги автоматизації по проблемним ситуаціям проводиться декомпозиція процедури у вигляді функціональної або операційної мережі, після чого обчислюються коефіцієнти тематико-інтелектуальної та проблемно-інтелектуальної складності кожної проблемної ситуації за формулами (2.5) та (2.6) відповідно; проблемні ситуації ранжуються за величиною коефіцієнтів, отриманих в п. 2.6.3.2а.

## **2.7 Приклад системно-ергономічного аналізу діяльності інженера по знанням**

Проведемо аналіз діяльності ІПЗ що розроблює СП ергономічного забезпечення проектування інформаційних моделей технологічних процесів для ТОВ “СЕЛТО-КОМПЬЮТЕР”. Будемо базуватись на тому, що прикладна область “ЕЗП ІМ” розділяється на наступні структурно незалежні предметні області (ПдО): власне “ЕЗП ІМ”, яка містить знання про правила кодування інформації на екранах ПК; конкретні технологічні процеси та їх об’єкти контролю та

керування (ОКК), стан і функціонування яких будуть кодуватися у вигляді ІМ.

### 2.7.1 Компонентно-системна структура

Компонентно-системну структуру системи “ІПЗ-СПП” наведено на рис. 2.1, де:

**EES-0** – метасистема ТОВ “СЕЛТО-КОМПЬЮТЕР”, в яку входить система “ІПЗ-СПП” (ETS-1);

**EES-1** – “збурювальна” система зовнішнього середовища, що підлягає врахуванню при ергономічному аналізі (умови та режими праці та відпочинку, емоційна напруженість, вказівки вищих організацій).

Крім того, на рис. 2.1 зображені наступні зв’язки:

- дуги RGP – відношення “ціле-частина”;
- збурювальна система пов’язана з ETS-1 відношенням RF-“впливати”.

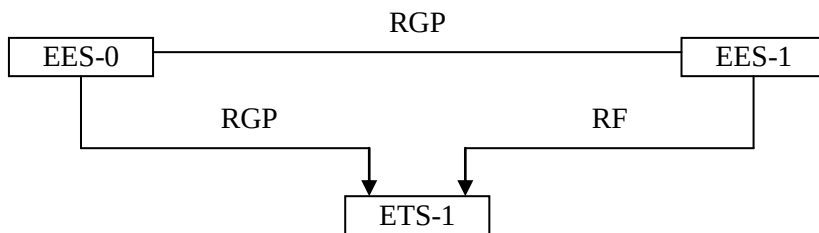


Рисунок 2.1 – Компонентно-системна структура системи “ІПЗ-СПП”

### 2.7.2 Компонентно-елементна структура

Елементами ETS-1 є: ерготичні елементи – люди (користувач системи – ІПЗ), та група спеціалістів, що забезпечують розробку, функціонування, працездатність та розвиток СПП та неерготичний елемент – інформаційно-програмний комплекс у вигляді СПП. Зміст БЗД про конкретні елементи ETS-1, представленої у вигляді компонентно-елементної структури наступний:

ТЕ1: ІПЗ, експерти, програміст, інженер з апаратних засобів, адміністратор БЗД.

ТЕ2: клавіатура, екран дисплею, принтер.

TE3: інформаційно-програмний комплекс СП, папір, ручка.

TE4: предмет праці – база знань та даних СП, норми, вимоги та принципи по розробці СП проектування, ІМ засобів відображення інформації індивідуального користування та придбання знань;

продукт праці – перетворена інформація у вигляді рекомендацій проектувальнику ІМ, локальні БЗД.

TE5: стіл письмовий, робоче крісло.

TE6: освітлення, вентиляція, кондиціонування.

### **2.7.3 Компонентно-функціональна структура**

Компонентно-функціональну структуру ETS-1 наведено в табл. 2.1, яка має наступні стовпці:

1 – номер мети Tgi, для якої створена дана ETS-1;

2 – номер додаткової мети Trgi;

3 – номер задачі Tsj, яку вирішує проектувальник ІМ для досягнення додаткової мети Trgi;

4 – номер процедур Prk (узагальнених імен сукупності функцій (операцій)), які необхідно виконати для вирішення задачі Tsj;

5 – назви цілей, додаткових цілей та процедур.

Таблиця 2.1 – Компонентно-функціональна структура ETS-1

| Мета | Дод. цілі | Задачі | Процедури | Зміст                                                                                   |
|------|-----------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 2         | 3      | 4         | 5                                                                                       |
| 1.   | 1.1.      | 1.1.1. |           | Забезпечення інтелектуальної підтримки ІПЗ                                              |
|      |           |        |           | Автоматизація процедур придбання знань                                                  |
|      |           |        |           | Розробити методику інженерно-психологічного відбору кандидатів до колективу розробників |
|      |           |        | 1.1.1.1.  | Визначення номенклатури характеристик людини, що застосовуються в ергономіці            |
|      |           |        | 1.1.1.2.  | Визначення методів дослідження характеристик людини                                     |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2    | 3      | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5 |
|---|------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |      | 1.1.2. | 1.1.1.3. Розробка критеріїв інженерно-психологічного відбору<br>1.1.1.4. Проведення тестування<br>Забезпечити формалізацію знань експертів в ПдО “Характеристики технологічних процесів та їх ОКК”<br>1.1.2.1. Розробка моделей представлення знань<br>1.1.2.2. Розробка алгоритму придбання знань<br>1.1.2.3. Розробка методики придбання знань<br>1.1.2.4. Здобуття проблемних знань з експертів<br>1.1.2.5. Формалізація проблемних знань (при цьому можливе їх корегування та введення в БЗД СП) |   |
|   |      | 1.1.3. | Здобуття знань з експертів в конкретній ПдО про ОКК, що відображаються в ІМ<br>1.1.3.1. Розробка автоматизованих засобів здобуття знань на основі метазнань, що отримані шляхом вирішення задачі 1.1.2.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
|   | 1.2. | 1.1.4. | 1.1.3.2. Збір експертної інформації за допомогою інструментарію, отриманого шляхом виконання процедури 1.1.3.1.<br>Текстологічне здобуття знань про ПдО “ЕЗП ІМ”<br>1.1.4.1. Введення знань в БЗД СП<br>Автоматизація ергономічного проектування ІМ                                                                                                                                                                                                                                                  |   |
|   |      | 1.2.1. | Збір ІПЗ відомостей про правила та норми в процесі проектування ІМ<br>1.2.1.1. Забезпечення підтримуючою довідковою інформацією про ПдО “ЕЗП ІМ”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |
|   |      | 1.2.2. | Вибір систем та способів кодування об’єктів відображених ІМ<br>1.2.2.1. Вибір типу модальності сигналу<br>1.2.2.2. Вибір виду алфавіту                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3      | 4        | 5                                    |
|---|---|--------|----------|--------------------------------------|
|   |   | 1.2.3. | 1.2.2.3. | Вибір оптимального коду              |
|   |   |        |          | Розробка загальної композиції ІМ     |
|   |   |        | 1.2.3.1. | Просторове розміщення ІМ             |
|   |   |        | 1.2.3.2. | Компонування кодового знаку та групи |

Всі цілі, додаткові цілі, задачі та процедури, що наведені в табл. 2.1 включені в компонентно-функціональну структуру по результатам аналізу технології створення систем штучного інтелекту, ергономічних вимог до СПП та ІМ, а також загальних принципів створення ІМ.

#### **2.7.4 Функціонально-часова структура**

Функціонально-часову структуру ETS-1 наведено на рис. 2.2. За масштабом функціональних сутностей наведена структура є процедурною мережею, так як вершинами в ній є процедури Prk, виявлені при побудові компонентно-функціональної структури (п.2.7.3). Ступінь формалізації цієї функціональної мережі – D-мережа.

#### **2.7.5 Функціонально-об’єктна структура**

Функціонально-об’єктна структура відображає склад компонентів, що приймають участь в реалізації процедури Prk та представляє собою множину предикатів Rі типу “Ерготичний елемент TE1і за допомогою засобів інтерфейсу TE2п, діючи на знаряддя праці TE3j з предметів праці TE4к отримує продукт праці TE4l в результаті виконання процедури Prk”. Функціонально-об’єктну структуру ETS-1 наведено в табл. 2.2., яка має наступні стовпці:

1 – номери процедур (беруться з компонентно-функціональної структури, представленої в табл. 2.1);

2 – найменування ерготичних елементів, що приймають участь у виконанні функцій (беруться з TE1 компонентно-елементної структури);

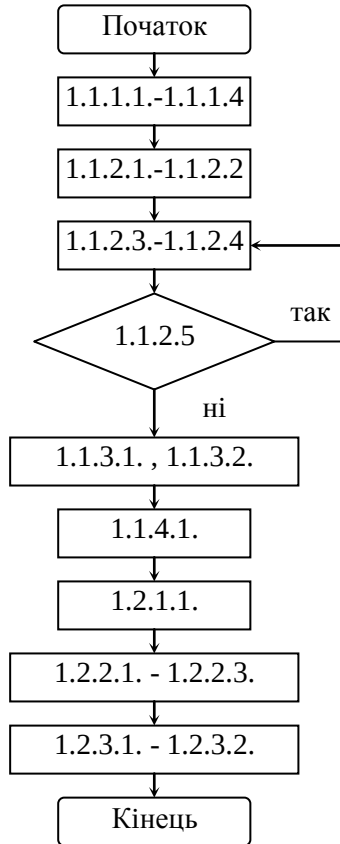


Рисунок 2.2 – Функціонально-часова структура ETS–1

3 – найменування засобів інтерфейсу, за допомогою яких ерготичний елемент здійснює взаємодію з засобами праці (беруться з списку TE2);

4 – найменування знарядь праці, за допомогою яких реалізується процедура (беруться з списку TE3);

5 – предмети праці, з яких отримується продукт праці даної процедури (беруться з списку TE4);

6 – продукти праці, отримані в результаті виконання даної процедури (беруться з списку TE4).

Таблиця 2.2 – Функціонально-об’єктна структура

| Номер<br>проце-<br>дури | Ерготи-<br>чний<br>елемент             | Засоби<br>інтер-<br>фейсу             | Знаря<br>для<br>праці  | Предмети<br>праці                                      | Продукти праці                                                                                  |
|-------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                       | 2                                      | 3                                     | 4                      | 5                                                      | 6                                                                                               |
| 1.1.1.1                 | Експерт,<br>ІПЗ,<br>програмі<br>ст     |                                       | папір,<br>ручка        | норми,<br>вимоги та<br>принципи<br>придбання<br>знань  | локальна БЗД<br>“номенклатура<br>характеристик<br>людини, що<br>застосовується в<br>ергономіці” |
| 1.1.1.2                 | те ж                                   |                                       | те ж                   | те ж                                                   | локальна БЗД<br>“методи<br>дослідження<br>характеристик<br>людини”                              |
| 1.1.1.3                 | те ж                                   |                                       | те ж                   | те ж                                                   | локальна БЗД<br>“критерії інженерно<br>- психологічного<br>відбору”                             |
| 1.1.1.4                 | ІПЗ, ек-<br>сперти,<br>програ-<br>міст | Клавіа-<br>тура та<br>дисплей<br>ПЕОМ | СП                     | БЗД СП                                                 | інформація, що<br>дозволяє прийняти<br>обґрунтоване<br>рішення                                  |
| 1.1.2.1                 | ІПЗ                                    |                                       | папір,<br>ручка        | норми, вимо-<br>ги та принци-<br>пи придбання<br>знань | моделі<br>представлення<br>знань                                                                |
| 1.1.2.2                 | те ж                                   |                                       | те ж                   | те ж                                                   | алгоритм<br>придбання знань                                                                     |
| 1.1.2.3                 | те ж                                   |                                       | те ж                   | те ж                                                   | методика<br>придбання знань                                                                     |
| 1.1.2.4                 | ІПЗ                                    | Клавіа-<br>тура та<br>дисплей<br>ПЕОМ | СП,<br>папір,<br>ручка | БЗД СП                                                 | формалізовані<br>знання про<br>проблемну область                                                |

Продовження таблиці 2.2

| 1       | 2               | 3                          | 4    | 5                                         | 6                                                     |
|---------|-----------------|----------------------------|------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.1.2.5 | те ж            | те ж                       | те ж | те ж                                      | локальна БЗД про проблемну область СП                 |
| 1.1.3.1 | ІПЗ, програміст | те ж                       | те ж | те ж                                      | інструментарій здобуття знань                         |
| 1.1.3.2 | ІПЗ, експерти   | те ж                       | СП   | те ж                                      | локальна БЗД про конкретну ПдО                        |
| 1.1.4.1 | ІПЗ, програміст | те ж                       | те ж | норми, вимоги та принципи проектування ІМ | локальна БЗД “Проектування ІМ”                        |
| 1.2.1.1 | ІПЗ             | Клавіатура та дисплей ПЕОМ | СП   | БЗД СП                                    | інформація, що дозволяє прийняти обґрунтоване рішення |
| 1.2.2.1 | те ж            | те ж                       | те ж | те ж                                      | те ж                                                  |
| 1.2.2.2 | те ж            | те ж                       | те ж | те ж                                      | те ж                                                  |
| 1.2.2.3 | те ж            | те ж                       | те ж | те ж                                      | те ж                                                  |
| 1.2.3.1 | те ж            | те ж                       | те ж | те ж                                      | те ж                                                  |
| 1.2.3.2 | те ж            | те ж                       | те ж | те ж                                      | те ж                                                  |

## 2.8 Завдання на лабораторну роботу

2.8.1 Вибрати прикладну область для інтелектуальної підтримки.

2.8.2 Використовуючи наведені теоретичні відомості провести системно-ергономічний аналіз прикладної області.

2.8.3. Підготувати відповіді на контрольні питання.

## 2.9 Контрольні питання

2.9.1 Що таке компонентні моделі?

2.9.2 Що таке морфологічні моделі?

2.9.3 Що таке еволюційні моделі?

2.9.4 Означення КФС. Приклади КФС реальних систем.

2.9.5 Означення КЕС. Приклади КЕС реальних систем.

2.9.6 Означення КСС. Приклади КСС реальних систем.

2.9.7 Означення D-дерева.

### **3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ**

#### **3.1 Мета роботи**

- засвоїти засоби розробки програмних інтерфейсів за допомогою середовища розробки будь-якої універсальної мови програмування;
- засвоїти основні засоби будь-якої універсальної мови програмування для створення додатків;
- розробити меню підсистеми "Інтелектуальний інтерфейс" (ПФ) СП для прикладної області, обраної в лабораторній роботі № 2.

#### **3.2 Основні теоретичні відомості**

Підсистема ПФ призначена для забезпечення інтерактивної взаємодії з користувачами. Наприклад, для Про "ЕЗП ІМ" (див. п.2.7 лабораторної роботи №2) вона може включати наступні модулі: "Відбір", "ФОРЗ", "ЕРГО".

Модуль "Відбір" призначений для інтелектуальної підтримки ПЗ при відборі кандидатів у колектив розробників системи. Складається з наступних програмних компонентів – субмодулів "Підтримка" та "Тестування".

Модуль "ФОРЗ" – формувач знань – призначений для підтримки процесу придбання знань про ПдО "Характеристики технологічних процесів та їх об'єкти контролю та керування (ОКК)". Включає наступні субмодулі: "Help", "Синтаксичний аналізатор", "Генератор знань", "Генератор питань", "Налагодження", "ІР" (інтелектуальний редактор).

Модуль "ЕРГО" призначений для інтелектуальної підтримки ергономічного проектування ІМ. Включає субмодулі: "Консультація", "Кодування", "Оцінка", "Пояснення", "Архів".

Більш детально призначення модулів та субмодулів СП ЕЗП ІМ розглянуто на лекціях з дисципліни "Ергономічні питання проектування людино-машинних систем".

### **3.3 Завдання на лабораторну роботу**

3.4.1 Вивчити засоби розробки користувальницького інтерфейсу будь-якої універсальної мови програмування.

3.4.2 Вивчити засоби будь-якої універсальної мови програмування для створення програмних додатків.

3.4.3 Розробити систему меню СІП, яка б забезпечувала інтелектуальну підтримку фахівця в прикладній області, що була обрана в лабораторній роботі №2.

### **3.4 Зміст звіту**

3.5.1 Мета роботи.

3.5.2 Текст програми.

3.5.3 Екранні копії форм, які розроблені в результаті виконання лабораторної роботи.

3.5.4 Висновки по лабораторній роботі.

### **3.5 Контрольні питання**

3.6.1 Структура підсистеми ПФ.

3.6.2 Призначення модуля “Відбір”.

3.6.3 Призначення модуля “ФОРЗ”.

3.6.4 Призначення модуля “ЕРГО”.

3.6.5 Модель вилучення багаторівневих знань.

## **4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4**

### **РОЗРОБКА СУБМОДУЛЯ “ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ РЕДАКТОР” СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ**

#### **4.1 Мета роботи**

Вивчити методи розробки субмодуля “Інтелектуальний редактор” (“ІР”) СПІ; розробити програму, що реалізує функції субмодуля ІР.

#### **4.2 Основні теоретичні відомості**

Субмодуль “ІР” є складовою частиною модуля “ФОРЗ” (формувавч знань) і призначений для автоматизованого здобуття тематичних та фактографічних знань про конкретну ПдО, їх документування у вигляді бланку “Результати експертизи”.

Чотиришарова модель знань, що дозволяє вирішити задачу автоматизованого здобуття знань про конкретну ПдО, а також методи розробки субмодуля “ІР” розглянуто на лекціях з дисципліни "Ергономічні питання проектування людино-машинних систем".

Як приклад, використовуємо ПдО “Характеристики технологічних процесів та їх ОКК” (див. п.2.7 лабораторної роботи №2). Алгоритм роботи субмодуля "ІР" для цієї ПдО наведено на рис.4.1.В результаті інтерактивної взаємодії модуля “ІР” з експертом за укрупненим алгоритмом, що наведений на рис. 4.1, отримаємо структуру знань про дану ПдО:

- в технологічному процесі приймають участь декілька груп ОКК;
- група ОКК має назву та містить деяку кількість об’єктів;
- об’єкти описуються сукупністю характеристик;
- об’єкт Х має стан К;
- стан об’єкту має назву;
- стан об’єкту описується параметром, або характеристикою параметра, або параметром та характеристикою параметра;
- параметр має назву, тип, контролювання, керівництво, шкалу вимірювання, одиниці вимірювання;
- тип параметру може бути кількісний або якісний;



Рисунок 4.1 – Алгоритм роботи субмодуля “ІР”

- шкала вимірювання може бути шкалою найменувань, або бінарною, чи шкалою значень;
- шкала найменування представляється словесними формулюваннями;
- бінарна шкала може мати ранг “є” або ранг “нема”;
- шкала значень має тип описання числом, або числовою послідовністю, або зонами;
- тип описання зонами має значення: від X до K; менше X; більше X; не більше X; не менше X;
- ранг “є” або ранг “нема” може мати бінарна шкала;

- характеристики параметру описуються назвою параметра, назвою характеристики, керованістю характеристики, контролем характеристики, шкалою вимірювання характеристики, одиницями вимірювання характеристики.

При формуванні бланку “Результати експертизи” вказуються:

- а) кількість та найменування груп ОКК;
- б) кількість об’єктів у кожній групі;
- в) список стану кожного об’єкту;
- г) описання параметрів та/або характеристик параметрів кожного стану об’єкту.

### **4.3 Завдання на лабораторну роботу**

4.3.1 На основі розглянутого в п. 4.2 прикладу для ПдО “Характеристики технологічних систем та їх ОКК” розробити програму, що реалізує функції субмодуля “ІР”, для обраної в лабораторній роботі №2 ПдО.

4.3.2 Результат роботи програми вивести в текстовий файл.

### **4.4 Зміст звіту**

4.4.1 Мета роботи.

4.4.2 Алгоритм роботи субмодуля ІР для обраної ПдО.

4.4.3 Текст програми.

4.4.4 Результати роботи програми у вигляді текстового файлу.

### **4.5 Контрольні питання**

4.5.1 Опишіть призначення субмодуля “ІР”.

4.5.2 Опишіть структуру знань про ПдО “Характеристики технологічних систем та їх ОКК”.

4.5.3 Укрупнений алгоритм придбання знань СПП ЕЗП.

4.5.4 Способи розробки модуля ІР.

## **5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5**

### **СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ**

### **ЕРГОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

### **ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ.**

### **СУБМОДУЛЬ “КОДУВАННЯ”**

#### **5.1 Мета роботи**

- вивчити теоретичні основи ергономічного забезпечення проектування ІМ;
- вивчити алгоритм роботи субмодуля “Кодування”, що входить в модуль ЕРГО системи інтелектуальної підтримки ЕЗП ІМ.

#### **5.2 Основні теоретичні відомості**

Субмодуль “Кодування” призначений для автоматизованого ЕЗП ІМ. Задача проектування ІМ декомпонується на наступні підзадачі:

- а) визначення загального числа робочих зон (ПЗ-1);
- б) визначення об’єму інформації в зоні (ПЗ-2);
- в) виділення зон (ПЗ-3);
- г) вибір розташування зони (ПЗ-4);
- д) кодування об’єктів у зоні (ПЗ-5).

Дана задача найбільш дійсно представляється у формі ТА/АБО графа. Таке представлення засноване на декомпозиції задач на підзадачі, що дає перевагу в тому випадку, коли підзадачі взаємно незалежні, а значить, і вирішити їх можна незалежно одна від іншої.

Вершини ТА/АБО графа відповідають задачам, а зв’язки між вершинами – відношенням між задачами. Вершина, з якої виходять кон’юнктивні зв’язки називається І-вершиною. Для того, щоб вирішити відповідну задачу, необхідно вирішити всі її підзадачі. Вершина з якої виходять диз’юнктивні зв’язки називається АБО-вершиною. Для того, щоб вирішити відповідну задачу, необхідно вирішити одну з її підзадач. Цільові вершини відповідають тривіальним задачам (для вирішення яких використовуються відомі правила або факти бази знань та даних

Таким чином, при заданому ТА/АБО графі конкретна задача специфікується завданням стартової вершини та умови мети для розпізнавання цільових вершин.

Вирішення підзадач ПЗ–1, ПЗ–2, ПЗ–4 тривіальне та описується у вигляді метаправил МП1, МП2, МП4 відповідно. Метаправила МП1, МП2 и МП4 в синтаксисі мови Prolog наведені в табл.5.1.

Таблиця 5.1. – Приклад метаправил вирішення підзадач ПЗ-1, ПЗ–2, ПЗ–4

| Номер МП | Метаправила                                                                                                                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МП1      | число_зон (X):- write ("Число зон дорівнює числу найменувань груп ОКК", ' ', X).                                                                                   |
| МП2      | об'єм_інформації (Y):- write ("Об'єм_інформації в зоні відповідає кількості ОКК в даній групі", ' ', Y).                                                           |
| МП4      | розташування_зони:- write ("Оберіть розташування_зони: горизонтально (H) або вертикально (V)"),<br>readterm (H), горизонтально (H); readterm (V), вертикально (V). |

Для вирішення підзадач ПЗ-3 та ПЗ-5 необхідно створити підграф. Для прикладу приведемо рішення підзадачі ПЗ-3.

Виділити зону ІМ на екрані ПК проектувальник може наступними способами: типом лінії; кольором та яскравістю.

Для вирішення підзадач ПЗ-3 введено метаправило МП3, яке встановлює той факт, що для вирішення даної підзадачі необхідно, в свою чергу, вирішити підзадачу визначення способу виділення зон за правилом П1:

спосіб\_виділення:-

опитування\_наявності\_умов (зорова\_модальність), % ОНУЗ(3)

вибір\_код (форма, тип\_лінії); % Ф1

вибір\_умови (колір\_фону); % Ф2

вибір\_вид\_алфавіт (яскравість).

% Ф3

У відповідності з правилом П1, необхідно провести опитування користувачів про наявність деяких умов кодування інформації зоровою модальністю (згідно правила ОНУЗ(3)), а потім встановити йому, по фактах Ф1–Ф3 із БЗД, відповідну номенклатуру можливих способів (кодів) виділення зон: тип лінії (факт Ф1), колір фону (факт Ф2) та яскравість (факт Ф3). Проектувальник має можливість вибрати як один, так і декілька способів виділення зон.

Розглядаючи факти Ф1, Ф2 і Ф3 у вигляді логічних змінних, що приймають значення 0 або 1, побудуємо вирішуюче дерево для вибору способу виділення зон у вигляді табл. 5.2. У метаправилі МПЗ це дерево виглядає як правило П2.

Таблиця 5.2. – Вирішуюче дерево підзадачі "Виділення зон"

| Ф1 | Ф2 | Ф3 | Вирішуючі правила |
|----|----|----|-------------------|
| 0  | 0  | 0  | П7.               |
| 0  | 0  | 1  | П8.               |
| 0  | 1  | 0  | П4.               |
| 0  | 1  | 1  | П8, П4.           |
| 1  | 0  | 0  | П3.               |
| 1  | 0  | 1  | П8, П3.           |
| 1  | 1  | 0  | П3, П4.           |
| 1  | 1  | 1  | П8, П3, П4.       |

Примітка: у відповідності з синтаксисом Prolog знак "," означає кон'юнкцію правил.

В лівій частині таблиці перерахуванні всі  $2^n$  наборів значень змінних, а в правій частині – відповідні їм правила БЗД, які встановлюють оптимальні способи пред'явлення кодів або наступні дії СП ЕОП, тобто ті, які відображають рішення початкової задачі.

Наприклад, якщо користувач обирає виділення зони типом лінії та яскравістю (сьома інтерпретація змінних), то необхідно вирішити підзадачі, які представлені правилами П3 та П4. Ці метаправила встановлюють оптимальні способи пред'явлення (завдяки завданню оптимальних довжин) кодів тип лінії та яскравість відповідно. Факти і

метаправила, що використовуються в табл. 5.2, наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3. - Факти і правила, які входять в правило П2

| Номер правил, фактів | Зміст                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| П7                   | перехід_к_пз4:- розташування_зони. % МП4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| П8                   | яскравість (X):- градація_яскравість ("10:1 фону");<br>%Ф4<br>градація_яскравість ("20:1 фону").<br>%Ф5                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| П4                   | колір_фону:- write ("Рекомендується наступний колір фону в порядку переваги: \n",<br>"білий \n",<br>"сіро-блакитний \n",<br>"чорний \n",<br>"інший"),<br>Color = dlg_ChoseColor (color OldColor).                                                                                                                                                                                                            |
| П3                   | завдання_типу_лінії:- вибір_тип_лінії, %П5<br>сполучення_колір_фон. % П6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| П5                   | вибір_тип_лінії:- тип_лінії (ps_Solid); %Ф9 безперервна<br>тип_лінії (ps_Dash); %Ф10 пунктирна<br>тип_лінії (ps_DashDot). %Ф11 штрих- пунктирна                                                                                                                                                                                                                                                              |
| П6                   | сполучення_колір_фон:- write ("Сполучення коду кольору знаків (лінії) і фону в порядку зменшення чіткості сприймання: \n",<br>"синій на білому\n",<br>"чорний на жовтому\n",<br>"зелений на білому\n",<br>"зелений на чкрвоному\n", % вивід<br>рекомендацій<br>"червоний на жовтому\n",<br>"оранжевий на пурпурному\n",<br>"чорний на пурпурному\n",<br>"оранжевий на білому\n",<br>"червоний на зеленому"). |

Оптимальні способи пред'явлення кодів яскравості встановлює правило П8. Правило П4 рекомендує та фіксує оптимальний колір фону зони – білий (Ф6), сіро-голубий (Ф7), чорний (Ф8) або ін-ший, який вибирається проектувальником з стандартного ділового вікна палітри кольорів, а правила П3 и П5 – для типів ліній, які надають проектувальнику ІМ модуль "Створення об'єктів" СІП ЕОП (для прикладу представлені дві градації яскравості, три кольори фону і три типа лінії). Оптимальність цих кодів забезпечується завданням їх оптимальних довжин (кількістю основ) та дублюванням коду "тип лінії" кольором (правило П6). У відповідності з П6 проектувальник отримує рекомендації для оптимального сполучення кольору лінії та фону.

Таким чином, метаправило МП3 визначає всі можливі проблемні ситуації, які виникають при вирішенні підзадачі ПЗ–3, та представляє собою модель дій проектувальника ІМ в цих випадках.

Задавши формально рішення підзадачі ПЗ–5 у вигляді метаправила МП5, відобразимо на рис. 5.1 приклад вирішуючого графа задачі "Проектувальник ІМ", для випадку, коли при вирішенні підзадачі ПЗ–3 проектувальник вибрав для виділення зон способи - тип лінії та колір фону, що відповідає рішенням для сьомого набору змінних (виділений жирним шрифтом) в табл. 3.

### Ергономічне проектування ІМ

І-вершини, позначені на рис. 5.1 півкруглими дугами. Так як користувач має можливість одночасно обрати як один, так і декілька способів виділення зон, вершина, яка відповідає правилу П1 може бути як І, так і АБО-типу, що відображено на рис.5.1 подвійними дугами.

## Проектування ІМ

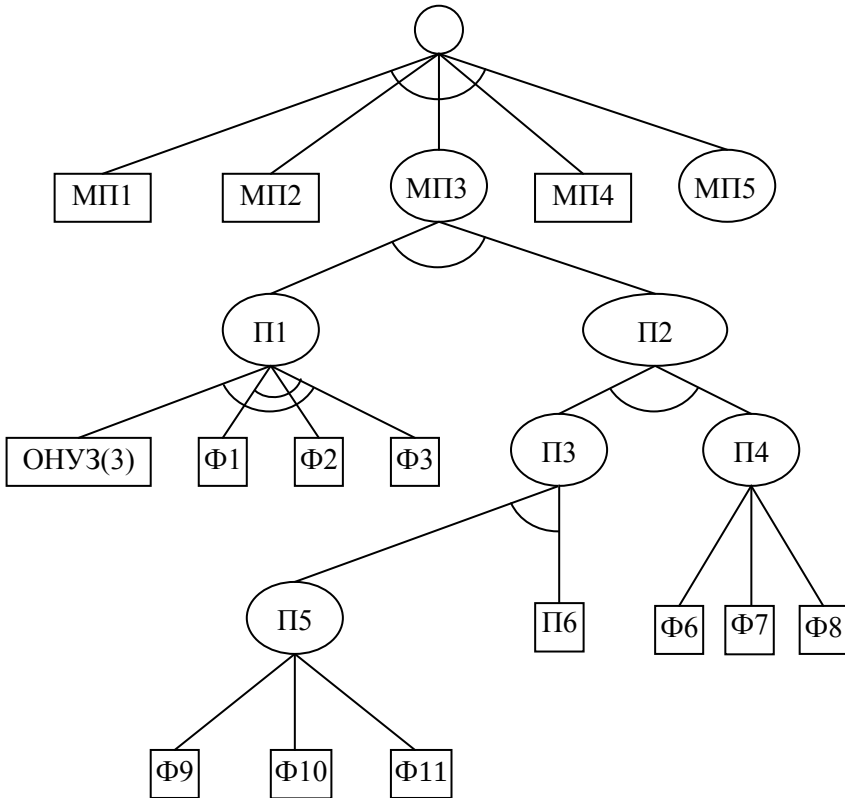


Рисунок 5.1. – Приклад вирішуючого дерева задачі

"Проектування ІМ" та рішення підзадачі ПЗ-3

**5.3 Завдання на лабораторну роботу**

5.3.1 Написати та відлагодити програму, яка вирішує наступні підзадачі субмодуля "Кодування".

5.3.1.1 Визначення загального числа робочих зон.

5.3.1.2 Визначення об'єму інформації в зоні.

5.3.1.3 Виділення зон.

5.3.1.4 Вибір розташування зони.

За основу алгоритму рішення задачі виділення зон взяти граф, наведений на рис. 5.1.

5.3.2 Інтерфейс реалізувати з використанням середовища Delphi.

5.3.3 Результати роботи програми вивести в текстовий файл.

## **5.4 Зміст звіту**

5.4.1 Мета роботи.

5.4.2 Рисунок вирішального графу.

5.4.3 Текст програми.

5.4.4 Результати роботи програми.

## **5.5 Контрольні питання**

5.5.1 Для чого призначений модуль "Кодування".

5.5.2 Які підзадачі вирішує модуль "Кодування".

5.5.3 Що таке ТА/АБО граф.

5.5.4 Що потрібно задати, щоб вирішити задачу на ТА/АБО графі.

## **6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6**

### **СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ**

### **ЕРГОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

### **ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ.**

### **СУБМОДУЛЬ “ПОЯСНЕННЯ”**

#### **6.1 Мета роботи**

- вивчити призначення та алгоритм роботи субмодуля “Пояснення”;
- реалізувати програмно субмодуль “Пояснення”.

#### **6.2 Основні теоретичні відомості**

Субмодуль “Пояснення” призначений для формування відповідей на питання користувачів відносно поведінки СІП ЕЗП ІМ в процесі отримання нею рішень. Для цього можливе використання наступних підходів:

- записані пояснення, тобто використання раніш підготовлених текстів на звичайній мові;
- генерація пояснень безпосередньо з треку виконання програми.

В зв’язку з тим, що пояснення розглядаються в термінах руху від поточної мети по дереву цілей, користувачу надається дві команди – ЯК та ЧОМУ. Відповідь на питання ЧОМУ? відповідає руху вгору по дереву цілей та пояснює, чому досягається поточна мета. Відповідь на питання ЯК? відповідає руху вниз по дереву цілей та пояснює, як досягнута (буде досягнута) поточна мета. В зв’язку з тим, що дерево цілей є ТА/АБО графом, при руху вниз зазвичай створюється декілька підцілей. Комбінуючи послідовність питань ЯК? та ЧОМУ?, користувач може переглянути дерево цілей.

#### **6.3 Завдання на лабораторну роботу**

##### **6.3.1 Вивчити основні теоретичні відомості.**

6.3.2 Для забезпечення довіри користувача до системи інтелектуальної підтримки проектування інформаційних моделей розширити можливості субмодуля “Кодування” шляхом розробки субмодуля “Пояснення”, що реалізує команди ЯК та ЧОМУ.

6.3.2.1 Пояснення необхідно генерувати з треку виконання програми.

6.3.2.2 Для кореневої вершини дерева при використанні команди ЧОМУ необхідно використати раніш записані пояснення.

6.3.3 Інтерфейс реалізувати з використанням середовища Delphi.

## **6.4 Зміст звіту**

6.4.1 Мета роботи.

6.4.2 Текст програми.

6.4.3 Відповіді на контрольні питання.

## **6.5 Контрольні питання**

6.5.1 Назвіть призначення субмодуля “Пояснення”.

6.5.2 Які види пояснень представляє даний субмодуль?

6.5.3 Як генерується відповідь на питання ЯК?

6.5.4 Як генерується відповідь на питання ЧОМУ?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Построение экспертных систем: Пер. с англ./ Под ред. Ф.Хейеса-Рота, Д. Уотермана, Д.Лената. – М: Мир, 1987. – 441с.
2. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
3. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. – М.: Радио и связь, 1992. – 200 с.
4. Дюк В, Самойленко А. Data mining: учебный курс. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.
5. Эргономика: принципы и рекомендации. Методическое руководство. – М.: ГКНТ, ВНИИТЭ, 1983. – 184 с.
6. Смоляров А.М. Системы отображения информации и инженерная психология. – М.: ВШ, 1982. – 272 с.
7. Коутс Р., Влейминк И. Интерфейс “человек-компьютер”. – М.: Мир, 1990. – 501 с.