

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ ІМ. Г.Є. ПУХОВА

На правах рукопису

Фуртат Юрій Олегович

УДК 004.5+004.89

**МЕТОДИ І ЗАСОБИ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
ПІДТРИМКИ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ АДАПТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ
ОПЕРАТОРА З АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ**

05.13.06 – інформаційні технології

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:

Верлань Анатолій Федорович,

доктор технічних наук, професор

Київ – 2016

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ПРОБЛЕМА АДАПТАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА	3
ІНФОРМАЦІЄЮ В СКЛАДНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ	14
1.1 Актуальність проблеми зниження ефективності інформаційної взаємодії користувача з системою.....	14
1.2 Сучасні наробки в рамках ергономічного та адаптивного підходів до управління взаємодією користувача з системою	16
1.3 Комплексний адаптивний підхід до персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою	25
1.4 Область застосування засобів адаптації інформаційної взаємодії	27
1.5 Висновки по першому розділу	29
2 ФУНКЦІОНАЛЬНІ І АЛГОРИТМІЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОЇ	
ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ.....	32
2.1 Принципи і алгоритми адаптації процесу роботи користувача з даними від автоматизованої системи	33
2.2 Засоби управління користувацьким інтерфейсом для представлення інформації з врахуванням особливостей когнітивного портрету користувача ...	40
2.3 Методи побудови моделі предметної області для управління формою зберігання інформації в системі.....	55
2.4 Засоби діалогового моделювання і адаптації сценарію взаємодії користувача з системою.....	65
2.5 Висновки по другому розділу.....	79
3 АРХІТЕКТУРА І РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ	
АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З	
СИСТЕМОЮ.....	83
3.1 Архітектура комплексу засобів управління інформаційною взаємодією користувача з системою.....	83

3.2 Засоби управління користувацькими інтерфейсами в автоматизованій системі.....	89
3.3 Особливості використання розроблених засобів та технологій для різних автоматизованих систем та ролей користувачів	99
3.4 Апробація засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою в АСУ ТП ЕС.....	105
3.5 Висновки по третьому розділу	137
ВИСНОВКИ.....	141
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	144
ДОДАТКИ.....	162

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АРМ	автоматизоване робоче місце
АСУ	автоматизована система управління
БД	база даних
БЗ	база знань
ЕксС	експертна система
ЕС	енергетична система
ІК	інтерфейс користувача
КА	ключ-автомат
МП	мікропроцесорний пристрій
ОП	оперативний персонал
ПА	протиаварійна автоматика
ПС	підстанція
РЗ	релейний захист
САПР	система автоматизованого проектування
СУБД	система управління базами даних
ТП	технологічний процес
CAD	Computer-Aided Design
DFD	Data Flow Diagram
DiAM	Dialog Access Method
DiKB	Dialog Knowledge Base
STD	Supported Text Document

ВСТУП

Актуальність теми. Автоматизовані системи застосовуються в багатьох видах людської діяльності, їх кількість і комплексність постійно зростають. Одночасно збільшується обсяг інформації, яку повинен обробляти користувач системи для прийняття рішення в ході робочого процесу. В багатьох випадках це призводить до виникнення стану інформаційного перевантаження, що знижує рівень ефективності роботи користувача і системи в цілому. Тому загальна проблема забезпечення високого рівня надійності та ефективності роботи автоматизованих систем є актуальною.

Для розв'язання цієї проблеми проводяться наукові дослідження в таких напрямках: задача одержання адекватних інформаційних моделей системи і пов'язаних з нею об'єктів; створення інформаційних технологій, що забезпечують ефективну взаємодію користувача з системою; створення засобів зниження рівня інформаційного навантаження користувачів систем, викликаного ускладненням процесів керування; забезпечення можливості мобільної адаптації автоматизованих систем до функціональних завдань, що змінюються; підвищення ступеню інтеграції систем моніторингу в конфігурації складних систем.

Людина-користувач в автоматизованій системі відповідає за етап прийняття рішень на основі інформації, отриманої від системи. Ефективність діяльності користувача на цьому етапі суттєво впливає на ефективність всієї системи. Використання засобів підтримки прийняття рішень – відомий підхід до вирішення проблеми надмірного інформаційного навантаження на користувача. Дослідженням таких засобів присвячені роботи Х. Райфа, О.І. Ларічева і Є.М. Мошковича та ін. Проте часто інформаційне навантаження пов'язане більшим чином з особливостями інформаційної взаємодії користувача з системою. Тому створення мереж релевантності даних в системі або інші методи підтримки прийняття рішень можуть лише частково допомогти розв'язати задачу забезпечення високого рівня ефективності роботи користувача з інформацією в системі.

Для врахування особливостей інформаційної взаємодії користувача з системою при проектуванні робочого інтерфейсу застосовуються ергономічні методи. Проте вони не враховують індивідуальні особливості самого користувача, оптимальний (за критерієм зниження рівня інформаційного навантаження) для нього формат і темп подачі інформації. Методи психофізіологічної сумісності ергономічного підходу враховують характеристики усередненого за параметрами когнітивного портрету та рівнем кваліфікації спеціаліста тієї галузі, для якої створюється автоматизована система, але без можливості подальшої настройки і персоналізації інтерфейсів. Інформаційним системам, орієнтованим при роботі на користувача та системам персоналізації присвячені фундаментальні та прикладні роботи В.М. Глушкова, В.Г. Редька, Б.Ф. Скінера, В.П. Попова і А.С. Ющенко, Г.Є. Цейтліна та ін.

Розвитком ергономічного підходу до вирішення проблеми забезпечення високого рівня надійності та ефективності роботи користувача з інформацією в системі є застосування адаптивного підходу до організації подання інформації, який дозволяє ітеративно налаштовувати процес взаємодії користувача з автоматизованою системою (з уточненням параметрів взаємодії на кожному кроці ітерації за інформацією від засобів зворотного зв'язку) з врахуванням особливостей сприйняття інформації конкретним користувачем складної системи на основі його когнітивного портрета, що забезпечує підвищення комфортності і ефективності інформаційної взаємодії користувача з системою.

В рамках адаптивного підходу використовуються: засоби ефективного представлення структури блоків даних, з якими користувачі працюють в системі; механізми діагностування характеристик когнітивного портрету користувача в реальному часі; засоби персоналізації потоків інформації від системи до користувача; методи полегшення доступу до даних (наприклад, за рахунок побудови онтологічної мережі на основі інформаційних блоків).

Існуючі рішення проблеми забезпечення високого рівня надійності та ефективності роботи користувача з інформацією в системі створюються, як правило, для вузького класу автоматизованих систем на основі одного з

можливих підходів до адаптації процесу інформаційної взаємодії «користувач-система». Рівень адаптації можна підвищити, застосувавши паралельно в рамках однієї автоматизованої системи декілька адаптивних підходів, об'єднаних спільним критерієм оптимізації. Для реалізації комплексного адаптивного підходу необхідно створити відповідні засоби та визначити принципи включення цих засобів до складу автоматизованих систем, де планується здійснювати адаптацію взаємодії користувача з інформацією.

Таким чином, актуальна науково-практична задача створення методів і засобів інформаційно-технологічної підтримки персоналізованої адаптивної взаємодії оператора з автоматизованою системою полягає в дослідженні принципів інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою, побудові моделей такої взаємодії, визначенні методів і розробці алгоритмів управління інформаційною взаємодією для підвищення її ефективності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалися в межах комплексних програм наукових досліджень НАН України «Науково-технічні та економічні проблеми забезпечення спільної роботи Об'єднаної енергетичної системи України з об'єднанням енергосистем європейських країн («Об'єднання», номер держреєстрації 0110U003650)», («Стан», номер держреєстрації 0109U008340)», «Розвиток теорії, розробка методів та засобів реалізації гібридних експертномодельюючих комп'ютерних систем в задачах комплексного управління перетворенням енергії» («Гібрид»).

За наукову роботу «Методи и засоби підвищення ефективності професійної діяльності операторів АСУ енергетичних об'єктів» за темою дисертаційних досліджень здобувач в складі колективу авторів (Нетлюх О.П., Панов А.В., Фуртат Ю.О.) був удостоєний премії НАН України для молодих учених і студентів вищих навчальних закладів за кращі наукові роботи у 2011 році.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності взаємодії користувачів складних автоматизованих систем з інформацією, зниження рівня інформаційного навантаження на користувача завдяки створенню методів і засобів комплексного підходу до адаптації процесу

взаємодії користувача з автоматизованою системою з урахуванням особливостей поточних робочих задач та характеристик когнітивного портрету користувача.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання дослідження:

- дослідження методів підвищення ефективності інформаційної взаємодії оператора зі складною автоматизованою системою;
- розробка комплексного підходу до адаптації інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою за рахунок поєднання та комбінування технологічно сумісних елементів існуючих адаптивних підходів та наробок когнітивної психології;
- визначення принципів управління інформаційною взаємодією користувача з автоматизованою системою, і побудова на їх основі функціональної моделі засобів адаптації інформаційної взаємодії;
- визначення базису когнітивних та психофізіологічних характеристик, що впливають на процес обробки інформації користувачем автоматизованої системи і створення засобів діагностування вибраних параметрів та засобів здійснення персоналізованої адаптації характеристик інформаційних потоків «система-користувач» до особливостей когнітивного профілю користувача;
- дослідження методів управління структурою даних предметної області і сценаріями взаємодії користувача з системою і розробка структури і принципів роботи функціональних блоків управління цими структурами;
- розробка архітектури засобів управління процесом адаптації взаємодії користувача з інформацією в системі;
- проведення оцінки ефективності створених засобів адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою та запропонованого комплексного підходу до вирішення проблеми забезпечення високого рівня надійності та ефективності роботи користувача з інформацією в системі.

Об'єкт дослідження – процеси взаємодії користувача (оператора) автоматизованої системи з інформаційними потоками в системі.

Предмет дослідження – методи та програмні засоби управління формою зберігання та представлення інформації в системі, сценарієм взаємодії користувача з системою з урахуванням специфіки робочого процесу і особливостей сприйняття інформації конкретними користувачами.

Методи дослідження. Робота виконана з використанням принципів і методів ергономічної організації користувацьких інтерфейсів; методів адаптації даних з теорії когнітивної психології для створення моделі обробки інформації користувачем автоматизованої системи та алгоритму адаптації інформаційної взаємодії; елементів теорії графів (зокрема, мереж Петрі); теорії експертних систем; методів агентно-орієнтованого діалогового моделювання для створення алгоритмів діалогової взаємодії користувача з системою та для визначення функціональних вимог до конструктора діалогу; методів онтологічного моделювання предметної області для створення засобів структурування сценарію діалогової взаємодії в автоматизованій системі; принципів об'єктно-орієнтованого та модульного програмування для створення структурної схеми програмних засобів адаптації; методів даталогічного моделювання на основі інфологічних моделей процесу обробки інформації та функціональних вимог до програмних засобів настройки користувацьких інтерфейсів для розробки структури комплексу засобів адаптації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

вперше запропоновано комплексний підхід до адаптації процесу взаємодії користувача з автоматизованою системою з врахуванням характеристик когнітивного портрету користувача, сценарію взаємодії з системою, формату зберігання та представлення даних, визначених робочим процесом; запропонований підхід дозволяє додатково підвищити ефективність роботи користувача з інформацією в системі порівняно з використанням сучасних вузькоспеціалізованих підходів;

вперше запропоновано функціональну модель засобів, що реалізують комплексний адаптивний підхід; на основі функціональної моделі визначено основні функціональні блоки комплексу засобів адаптації: конструктор

інтерфейсу для створення і модифікації користувацького інтерфейсу; конструктор діалогу для управління деревом сценарію діалогової взаємодії користувача з системою; модуль автоматичного діагностування та обробки сигналів зворотного зв'язку від робочого місця користувача для діагностування характеристик користувачів та відстеження ефективності роботи персоналізованого інтерфейсу; база даних для зберігання інформації про процес взаємодії користувача з системою, значень характеристик когнітивних портретів користувачів, сценаріїв робочих процесів; комплекс засобів адаптації, на відміну від сучасних вузькоспеціалізованих рішень, дозволяє одночасно управляти основними аспектами інформаційної взаємодії користувача з системою;

вдосконалено метод побудови когнітивного профілю користувача за рахунок автоматизації оперативного діагностування його параметрів та визначення базису параметрів, які дозволяють комплексно оцінити ефективність роботи користувача з системою; вдосконалений метод дає можливість, відстежуючи значення базисних параметрів когнітивного портрету та впливаючи на них, адаптувати процес інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою до його поточного психофізіологічного стану та задачі, зменшуючи рівень інформаційного навантаження на користувача і підвищуючи ефективність його роботи;

отримав подальший розвиток метод діалогового моделювання взаємодії користувача з системою за рахунок введення в опис агентів діалогу та їх сценаріїв параметрів для врахування когнітивних особливостей агентів-користувачів, що дозволяє підвищити рівень персоналізації і адаптації процесу взаємодії з системою завдяки врахуванню при створенні та модифікації сценарію діалогу когнітивного портрету агента-користувача, його поточного психофізіологічного стану та бажаної форми представлення інформації від системи.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений в ході виконання дисертаційної роботи програмний комплекс засобів адаптації інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою дозволяє підвищувати ефективність роботи користувача з даними в системі, а також

загальну ефективність і надійність системи, за рахунок зниження рівня інформаційного навантаження на користувача. Як комплекс в цілому, так і його окремі функціональні компоненти можуть бути використані для створення технічної або супровідної документації проектувальниками АСУ, для налаштування АСУ та/або довідкової підсистеми відповідно до специфіки робочого процесу на об'єкті технологіями автоматизованих систем проектування, для управління сценарієм навчальної програми тьюторами в автоматизованих системах навчання.

Використання конструктора діалогу, конструктора інтерфейсу та підсистеми діагностування характеристик когнітивного профілю користувача дозволяє проектувальнику АСУ визначити когнітивні профілі (набори психофізіологічних, когнітивних та інтелектуальних характеристик) потенційних операторів системи або задати їх вручну, змоделювати за допомогою конструктора діалогу сценарій роботи оператора в системі для визначення необхідного набору інтерфейсних елементів на різних кроках роботи в системі, побудувати відповідні робочі інтерфейси за допомогою конструктора інтерфейсів.

Розроблений в дисертаційній роботі адаптивний підхід може бути використаний для підвищення рівня інтелектуалізації систем автоматизованого проектування (САПР), для чого до існуючої системи додаються модулі, які реалізують діалогове моделювання.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто. У роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить: у роботах [7;13;48] – архітектура автоматизованих систем обробки слабо структурованої інформації; у роботах [11;17;68;132] – моделі взаємодії людини-оператора з інформацією від автоматизованої системи, алгоритм процесу адаптації інформації від системи до особливостей діяльності користувача; у роботі [15] – визначення базису характеристик когнітивного профілю користувача, важливих для процесу адаптації інформаційних потоків в системі, архітектура системи автоматичного діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик користувача автоматизованої системи; у

роботах [8;12;16;67;100;130] – архітектура та концепція програмної реалізації агентної діалогомоделючої системи на основі модифікованого циклу Нейссера; у роботах [58;88;109;111;131] – архітектура та концепція програмної реалізації комплексу управління користувацькими інтерфейсами та характеристиками інформаційних потоків від системи до користувача; в роботі [94;127] – архітектура системи побудови доменної моделі предметної області на основі початкової слабо структурованої семантично орієнтованої інформації.

Апробація результатів роботи. Основні наукові результати і положення роботи були представлені і обговорювалися на наступних наукових конференціях: 29-33,35 Щорічна науково-технічна конференція молодих вчених і спеціалістів ПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – Київ, 2010-2014; Перша, Друга та Третя Міжнародна науково-технічна конференція «Обчислювальний інтелект». – Черкаси, 2011, 2013, 2015; Международна научна конференция «Приложение на информационните и комуникационни технологии в икономиката и образованието» – Болгарія, Софія, 2-3 грудня 2011 р.; 5 та 6 Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації» на базі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський, 2012, 2014; IV Міжнародна наукова конференція «Моделирование-2012». – Київ, 2012, 16–18 травня; IV Міжнародна науково-технічна конференція «Моделирование в электротехнике, электронике и светотехнике МЭЭС'12» – Київ, 2012, 19–21 вересня; Міжнародні конференції «International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education ICAICTSEE – 2011-2015» – Болгарія, Софія, 2011-2015; Сьома Міжнародна конференція World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation WCIS-2012 – Узбекистан, Ташкент, 2012, 25-27 листопада; Міжнародна наукова конференція «Питання оптимізації обчислень (ПОО-XL)», Україна, Крим, Велика Ялта, смт. Кацівелі, 30 вересня – 4 жовтня 2013 року; Міжнародна наукова школа-семінар «Питання оптимізації обчислень (ПОО-XLII)», Україна, Закарпатська область, Мукачівський район, смт. Чинадієво, 21– 25 вересня 2015 року.

Публікації. Результати дисертації викладені в 37 публікаціях, серед них – 14 статей опубліковано у фахових виданнях, затверджених ДАК України (з них 10 – у виданнях, індексованих у міжнародних наукометричних базах), 3 статті – у наукових іноземних виданнях, 1 стаття – в збірнику наукових праць АПН України, а також в 19 матеріалах конференцій та наукових семінарів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 3 розділів, списку використаних джерел (134 найменування), 4 додатків. Основний текст роботи викладено на 143 сторінках. Робота включає 50 рисунків, 21 таблицю.

1 ПРОБЛЕМА АДАПТАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З ІНФОРМАЦІЄЮ В СКЛАДНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

Сучасні автоматизовані системи – це людино-машинні системи зі складною структурою, орієнтовані на виконання широкого спектру функцій. Це зумовлює певні особливості роботи з інформацією в таких системах, її зберігання та обробки. В зв'язку зі значним обсягом інформації, з якою оператори автоматизованих систем повинні взаємодіяти в процесі роботи, часто в умовах обмеженого часу на прийняття рішень, виникає інформаційне перенавантаження операторів, яке негативно позначається на якості їх роботи і на надійності автоматизованих систем. Для вирішення проблеми зниження ефективності інформаційної взаємодії користувача з системою в дисертаційній роботі розглядається можливість адаптації характеристик інформаційних потоків, які надходять від системи до оператора, до індивідуальних особливостей оператора та робочого процесу.

Задачі розділу:

- визначити актуальність теми дисертаційного дослідження;
- провести аналіз сучасного стану проблеми зниження ефективності роботи користувача з інформацією в складних автоматизованих системах та огляд публікацій, які присвячені дослідженням, пов'язаним з цією проблемою;
- сформулювати положення комплексного адаптивного підходу до адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою, критерій оцінки ефективності цієї взаємодії;
- дослідити можливість використання програмних засобів на основі комплексного адаптивного підходу в сучасних та перспективних автоматизованих системах.

1.1 Актуальність проблеми зниження ефективності інформаційної взаємодії користувача з системою

Автоматизовані системи застосовуються в багатьох видах людської діяльності, їх кількість і комплексність постійно зростають. Одночасно

збільшується об'єм інформації, яку повинен обробляти користувач системи для прийняття рішення в ході робочого процесу. В багатьох випадках це призводить до виникнення стану інформаційного перевантаження, що знижує рівень ефективності роботи користувача і системи в цілому.

В сучасних дослідженнях проблема ефективності роботи людини з інформацією в складних системах розглядається, як правило, з позицій технічного підходу. У цьому підході в полі зору знаходиться лише технологічний компонент складної системи, і підвищення надійності забезпечується за рахунок заходів, направлених на вдосконалення технічних ланок.

Надійність функціонування автоматизованих систем значною мірою залежить від «людського чинника». Наприклад, на тепловій електростанції (ТЕС) через помилки операторів відбувається до чверті всіх порушень [24]. Більш актуальна інформація, на жаль, відсутня на даний момент у відкритих джерелах. Проте навряд цю проблему можна вже ігнорувати – прикладами можуть слугувати численні аварії на технічно досконалих об'єктах енергетики по всьому світу.

У зв'язку з цим очевидна необхідність пошуку засобів, які дозволили б підвищити ефективність роботи оператора в складних системах.

Одним з підходів до вирішення цієї проблеми є застосування ергономічних методів при проектуванні робочого інтерфейсу користувача. В цьому випадку інтерфейс проектується з урахуванням особливостей робочого процесу, що полегшує користувачу роботу з інформацією, яка виводиться на екран. Проте при цьому не враховуються індивідуальні особливості самого користувача, оптимальний для нього формат і темп подачі інформації. В деяких випадках ергономічний підхід враховує характеристики узагальненого спеціаліста тієї галузі, для якої створюється автоматизована система, але можливості подальшого налаштування і персоналізації інтерфейсів відсутні. Для усунення цієї проблеми проводяться дослідження в напрямку розвитку на основі ергономічного підходу методів персоналізації та адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою.

Сучасні дослідження адаптивного підходу проводяться за різними напрямками в залежності від обраних критеріїв адаптації та показників ефективності взаємодії користувача з автоматизованою системою. При цьому дослідження зосереджуються на окремих підходах до адаптації, а засоби адаптації створюються для конкретних задач, що робить неможливою їх подальшу гнучку адаптацію при зміні особливостей робочого процесу і специфіки взаємодії користувача з системою.

Оскільки автоматизовані системи постійно змінюються відповідно до вимог промисловості та інших видів людської діяльності, задача забезпечення в них високого рівня ефективності роботи користувача з інформацією залишається актуальною.

1.2 Сучасні нароби в рамках ергономічного та адаптивного підходів до управління взаємодією користувача з системою

Людина-оператор є важливою частиною автоматизованої системи, незалежно від її призначення. Але при цьому - найменш надійною її частиною. Якщо раніше причиною більшої частини пов'язаних з автоматизованими системами аварій була ненадійність їх технічної складової, то в наш час «відмовляє» частіше саме оператор. З одного боку - зросла надійність технічної складової автоматизованої системи, з іншого - користувач стикається з необхідністю для прийняття рішень обробляти за обмежений час значні (і постійно зростаючі) обсяги інформації. Що виникає стан інформаційного перевантаження негативно позначається на ефективності роботи і надійності оператора, а також і всієї автоматизованої системи.

У зв'язку з цим змінилися вимоги до проектування автоматизованих систем: крім високої функціональності, важливим фактором стало зручність роботи користувача з системою. Дослідження [102;110;117;120;121;124;125;126;133;134] показали, що при роботі користувача з інформацією в комфортному режимі знижується його рівень інформаційного перевантаження і зростає ефективність роботи. Проводяться дослідження можливості забезпечення комфортних умов при

роботі оператора з інформацією в системі. Велика їх частина розділена на два напрямки: управління формою подання інформації на екрані робочого місця користувача (персоналізація інтерфейсу) і керування формою зберігання інформації та організації зв'язків між її блоками (контекстно-залежна адаптація).

Взаємодія оператора з інформацією в системі відбувається через інтерфейс користувача. У загальному випадку інтерфейс являє собою набір елементів виведення інформації (текстових вікон, індикаторів, шкал). Кількість і взаємне розташування елементів виведення залежить від завдання, яке виконує при роботі з системою користувач-оператор.

Популярний сучасний метод підвищення комфортності для користувача інтерфейсу полягає в застосуванні різних підходів до його ергономічної організації (оптимізація розмірів елементів виведення, колірної гами робочих вікон). Проте ефективність ергономічного підходу обмежена через його орієнтованості на усередненого користувача системи. Тому, коли існуючі ергономічні способи організації автоматизованих робочих місць перестали забезпечувати задовольняє користувачів рівень комфортності роботи з системою, для підвищення ефективності професійної діяльності користувача виникла задача створення програмних засобів адаптації форм зберігання та подання інформації.

У роботах [53;93] розглядається модель взаємодії користувача з інформацією в рамках систем адаптації користувацьких інтерфейсів, що враховують індивідуальні особливості конкретних користувачів і надають користувачам можливість самостійно модифікувати інтерфейси роботи з системою. Авторами розроблені різноманітні тести для визначення психологічних і інтелектуальних особливостей людини. Для створення адаптивних інтерфейсів нами були обрані тести: - вербальний тест Айзенка для оцінки інтелектуальних здібностей і схильності до нестандартного мислення, шкала самооцінки Спілберга та Ю.Л. Ханіна, призначена для визначення рівня реактивної та особистісної тривожності і опитувальник EPQ за методикою Айзенка для вивчення індивідуально-психологічних властивостей особистості. Використання зазначених тестів дозволяє отримувати дані для визначення: здатність користувача до

навчання та нетрадиційного мислення (інтелектуальні здібності), особливості психологічних типів користувачів, психологічний стан користувача (тривожність, психологічний комфорт і дискомфорт на робочому місці), характеристики пропускної спроможності користувача, оптимальні для здоров'я користувача характеристики робочого місця.

В [122] запропонована функціональна схема програмних засобів адаптації користувацьких інтерфейсів до особливостей діяльності та сприйняття інформації конкретних операторів. Описано процедуру визначення та використання основних характеристик користувача в методах інтерполяції, середньоквадратичного наближення та сплайн-інтерполяції. Розроблено методику адаптації інтерфейсів користувача програмного забезпечення наближення експериментальних даних, яка базується на нетрадиційній для даної предметної області компонентній архітектурі інтерфейсу. Запропоновано набір програмних інтерфейсів, достатній для організації взаємодії між підсистемами формування інтерфейсу користувача. Розглянуто інструментальний засіб візуалізації результатів наближення експериментальних даних на основі вказаної архітектури та методів формування інтерфейсу користувача.

В роботі [28] основна увага приділяється розробці моделей адаптивних інтерфейсів для різних проблемних областей (в межах зазначених у роботі галузей), вплив же індивідуальних особливостей користувача не розглядається, що означає відсутність моделей адаптивного інтерфейсу, що передбачають користувача настройку.

До розробок, що використовують ідею управління формою подання інформації, можна віднести також розробки інтерфейсів з автоматичним перекладом керуючих елементів на потрібну користувачу мову [110], або з наданням користувачу великого набору елементів виведення з можливістю довільного їх розміщення у вікні (або вікнах) робочого інтерфейсу [133].

Існують також «екзотичні» підходи, що припускають використання для персоналізації інтерфейсу «культурного профілю» користувача [125].

Однією з найбільших перешкод для ефективного використання програмного забезпечення є розрив між архітектурою програмного забезпечення, при розробці якої часто орієнтуються на контекст західної цивілізації, і користувачами, які взаємодіють з інформацією в рамках власного культурного контексту. У той час як дослідження показали, що адаптація користувацьких інтерфейсів до культурних особливостей користувачів може стати вирішальним фактором для успіху ринку, на заваді впровадженню цього підходу стоїть висока вартість (матеріальна та часова) внесення змін до програмного забезпечення із залученням програмістів. Більш того, все, як правило, обмежується створенням одного усередненого користувацького інтерфейсу для кожної нації. Таким чином ігнорується нематеріальний характер культурного контексту.

Для подолання цих проблем в дослідженні [125] вводиться новий підхід – «культурна адаптивність». Основна ідея його полягає в розробці інтелектуальних інтерфейсів користувача, які можуть автоматично адаптуватися до культурного контексту. Замість того, щоб пристосовуватись тільки до однієї країни, культурна адаптивність здатна передбачити різний вплив на культурний фон користувача: попередніх країн проживання, національностей батьків, релігії, рівня освіти. Зроблено припущення, що реалізації цих впливів в процесі адаптації інтерфейсу підвищує рівень зручності, і, зокрема, працездатність і задоволеність користувачів.

Адаптація користувацького інтерфейсу до особливостей сприйняття конкретного оператора дозволяє підвищити рівень комфорту при роботі з інформацією, проте не вирішує повністю проблеми інформаційного перевантаження, оскільки в використовують цей підхід рішеннях відсутня можливість управління характеристиками інформаційних потоків, спрямованих від системи до користувача. Для реалізації цієї можливості необхідно управляти тим, як необхідні для роботи дані зберігаються в системі і як вони виводяться на екран для сприйняття користувачем.

Для полегшення сприйняття користувачем інформації від системи та підвищення ефективності роботи слід враховувати характеристики інформаційних

потоків (пов'язаних блоків інформації, видаються системою для обробки оператором). До цих характеристик відносяться: темп, інтенсивність, зв'язаність блоків.

Оптимальні для сприйняття інформації темп і інтенсивність її відображення залежать від психофізіологічних характеристик користувача (обсягу уваги, об'єму оперативної пам'яті людини, рівня втоми). Ці характеристики частково взаємопов'язані і змінюються динамічно в процесі роботи, тому для адаптації процесу виведення інформації необхідний механізм діагностування цих характеристик в реальному часі.

Роботи в цьому напрямку активно ведуться, при цьому підходи до реалізації системи діагностування можуть значно відрізнятися.

Наприклад, в [126] рекомендується використовувати камери і датчики руху очей користувача.

В цьому дослідженні запропоновано підхід з інтерактивним генетичним алгоритмом для обчислення рівня уважності на основі метрик даних про рух очей, стратегію адаптації змісту і макета дизайну користувацького інтерфейсу. Запропоновано використання цифрової камери прототип запропонував, виявлено, що користувачі при роботі з адаптованим за обраною технологією інтерфейсом, витрачають на роботу з інформацією менше зусиль.

Іншим варіантом є використання підсистеми оперативного тестування з відстеженням сигналів зворотного зв'язку від робочого місця користувача. [15] Перевагою такого підходу можна назвати можливість легко реалізувати його за наявності в системі персоналізації інтерфейсу підсистеми для діагностування когнітивних і психофізіологічних характеристик (необхідних для вибору оптимальної форми подання інформації). Мінусом подібного підходу є втручання в робочий процес - активні дистрактори системи зворотного зв'язку можуть відволікати користувача, що неприпустимо в критичних ситуаціях. Інформація від пасивних дистракторів може бути недостатньо повною, що не дозволить належною мірою адаптувати характеристики інформаційного потоку до поточного стану користувача.

Для управління пов'язаністю блоків в інформаційному потоці необхідно побудувати на їх основі мережу, в якій вузли з'єднані в залежності від вимог процесу обробки інформації.

У дослідженні адаптації інформації в навчальних системах така мережа може побудована на основі оверлейної моделі учня [9], що дозволяє створювати індивідуалізовані навчальні плани.

Іншим варіантом є використання поведінкової моделі користувача. [117]. У взаємодії людини з комп'ютером, інтерфейс для користувача події і частоти можуть бути записані і організовані в епізодах. Обчисливши епізод частоти і побічно відносини, ми можемо автоматично отримати специфічні для програми епізод асоціації і, отже, дозволяють інтерфейс додатків для адаптивного забезпечити точно в момент допомога користувачеві. Автори виділяють п'ять питань, пов'язаних з проектуванням адаптивний інтерфейс користувача: відстеження взаємодії, ідентифікаційні епізоди, розпізнавання образів користувача, прогнозування намірів користувача і поновлення профіль. Зокрема, вони демонструють, як визначити епізоди і пов'язати їх з інтерфейсом, який може діяти від імені користувача, щоб взаємодіяти з додатком на основі певних визнаних планів. Для адаптації до потреб різних користувачів, інтерфейс може персоналізувати свою допомогу, вивчаючи профілі користувачів. Наприклад, шляхом виявлення та аналізу моделей поведінки користувачів за допомогою Microsoft Word, інтерфейс може автоматично допомогти користувачам в декількох завдань Word. Інтерфейс авторів Слово надає епізод асоціації на двох рівнях: текст рівня (фраза асоціація) і пунктом рівня (форматування автоматизації). Вони провели два пілотних експериментів, щоб оцінити ефективність роботи інтерфейсу. Пропозиції це передбачені і його простота у використанні були добре прийняті користувачами, і інтерфейс можуть деякою мірою підвищити продуктивності роботи.

У [124] пропонується при виведенні інформації враховувати контекст навколишнього середовища, інформація про яке надходить з датчиків керованої бронемашини.

Люди і комп'ютери виконують призначені їм функції в процесі управління інтелектуальними транспортними засобами, однак людина відповідає за спостереження за виконання загальної задачі на більш високому рівні. Але незважаючи на перекладання все більшої частини завдань на комп'ютери, зростаючі когнітивне навантаження і кількість параметрів середовища, які потрібно відстежувати, призводять до зростання кількості помилок і погіршення робочих умов людини. Адаптивний інтерфейс корисний для підтримки операторів при управлінні складними динамічними елементами. АНСІ (Adaptive Human-Computer Interface - адаптивний інтерфейс «людина-комп'ютер») представляє собою інтерфейс, який пропонується автоматично адаптувати до змісту взаємодії, режимів обробки інформації та моделей поведінки відповідно до змінних вимог завдання і параметрів користувачів в будь-який час з урахуванням здібностей оператора, змін робочого навантаження та рівня кваліфікації.

Для побудови мережі на основі інформаційних блоків можна також використовувати ідеї діалогового моделювання [81;90], згідно з якою блоки зв'язуються залежно від сценаріїв взаємодії учасників процесу.

Модель діалогової взаємодії дозволяє налаштовувати мережу інформаційних блоків в автоматичному (залежно від контексту робочого процесу) або ручному режимі, що робить її максимально гнучкою. Проте використання цієї моделі вимагає високого рівня формалізації інформації, що зберігається, а також впровадження елементів і підсистем штучного інтелекту (для участі системи в діалоговому процесі).

Для оперативного та ефективного персоналізація взаємодії користувача системою повинна існувати можливість налаштування цієї взаємодії на рівні користувача. В іншому випадку для внесення змін у робочий інтерфейс системи або форму зберігання інформації в ній необхідно буде звертатися до розробників, що ускладнить процес адаптації системи, розтягне його в часі - і, таким чином, значно знизить ефективність усього підходу.

Для адаптації «на місці» дослідники проблеми персоналізації інтерфейсу пропонують використовувати принципи побудови та налаштування Web -

інтерфейсів додатків. В роботі [120] пропонується розробка AdAgent, що дозволяє адаптувати форму відображення і розміщення елементів веб-сторінок для сприйняття конкретним користувачем на основі його когнітивної і поведінкової моделі.

Розробники системи Infusion с оригінальною архітектурою Fluid [102] пропонують будувати персоналізовані інтерфейси із вбудованого в систему набору елементів виведення, використовуючи механізми, засновані на концепції JavaScript Framework.

Fluid включає в себе фреймворк для розробки додатків з JavaScript і JQuery, зростаючу колекція компонентів для користувача інтерфейсу і модульну структуру CSS, що дозволяє додавати, видаляти і змішати класи, щоб отримати бажаний ефект.

До таблиці 1.1 зведено існуючі рішення та групи підходів до адаптації інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою. Розглянуті вище дослідження і рішення представляють кожен з цих груп рішень задачі підвищення ефективності інформаційної взаємодії з характерними сильними сторонами та вузькими місцями. В таблиці відмічено, який з підходів до адаптації процесу взаємодії користувача з інформацією в системі реалізовано (у випадку теоретичних робіт – досліджено) в кожній з груп.

Таблиця 1.1 – Реалізовані адаптивні підходи в різних існуючих рішеннях

Рішення	Адаптація до індивідуальних особливостей користувача	Адаптація і налаштування користувацького інтерфейсу системи	Адаптація до особливостей предметної області	Управління сценарієм роботи користувача з системою
1	2	3	4	5
Адаптація користувацького інтерфейсу систем управління ([53;93])	+	+	-	-

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
Адаптивний інтерфейс засобів наближення експериментальних даних ([34])	+	+	частково	-
Адаптивний користувацький інтерфейс систем автоматизації проектування ([38])	-	+	+	-
Hitachi ID Identity Manager ([110])	частково (мова)	+	-	-
Адаптований користувацький інтерфейс VUE ([133])	-	+	-	-
Адаптація користувацького інтерфейсу до культурного контексту користувача ([125])	частково («культурний профіль»)	-	-	-
Адаптація користувацького інтерфейсу на основі даних від датчиків руху ([124;126])	частково (відстеження руху очей при роботі з інтерфейсом [126])	+	-	-
Застосування діалогового моделювання для адаптації сценарію інформаційної взаємодії користувача з системою ([8;11;12;100])	-	-	+	+

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
Адаптація інтерфейсу на основі персоналізації навчання користувача ([117])	+	-	+	частково (на основі поведінки в ході навчання)
Адаптація веб-сторінок до особливості роботи користувача з інформацією ([120])	+	+	-	-
Побудова користувацьких інтерфейсів на основі порожнього шаблону і набору ([102])	-	+	-	-

Наведена таблиця показує, що на даний момент не існує (доступного у відкритому доступі) рішення, яке би об'єднувало декілька підходів до адаптації взаємодії користувача з інформацією в системі, а також дозволяло персоналізувати користувацький інтерфейс. Отже, існуючі рішення обмежені в своїй адаптивній здатності рамками обраних підходів.

Якщо об'єднати систему налаштування користувача інтерфейсу і сценаріїв взаємодії в одну систему із засобами діагностування когнітивних і психофізіологічних характеристик користувача, це дозволить реалізувати адаптивний підхід гнучко і комплексно [92;127].

1.3 Комплексний адаптивний підхід до персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою

Комплексний адаптивний підхід, запропонований в дисертаційній роботі, передбачає паралельну адаптацію як інтерфейсу робочого місця користувача, так і робочого процесу до особливостей оператора і його задачі в системі. Це дозволить здійснювати персоналізовану адаптацію взаємодії користувача в

системі незалежно від змін в робочому процесі, предметній області чи особливостей роботи з даними конкретних користувачів.

Для цього необхідно об'єднати існуючі адаптивні підходи, забезпечивши їх взаємодію на загальній основі. В дисертаційному дослідженні в якості цієї основи обрано когнітивний портрет користувача системи – набір характеристик, що визначають якість сприйняття інформації, роботи з нею та прийняття на її основі рішень в системі. Характеристики когнітивного портрету використовуються в комплексному адаптивному підході на всіх етапах адаптації взаємодії – в організації блоків інформації в базі даних системи, при персоналізації сценарію взаємодії користувача з системою, в процесі побудови та реорганізації інтерфейсу робочого місця користувача. Від особливостей робочого процесу та предметної області залежать початкові формати зберігання та представлення даних користувачу при роботі в системі. Комплексний підхід передбачає можливість враховувати також зміни в робочому процесі і структурі даних предметної області, але саме в якості основи для подальшої персоналізованої адаптації.

Для оцінки ефективності адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою в дисертаційному дослідженні запропоновано використовувати показник ефективності роботи користувача з інформацією, який би враховував швидкість прийняття рішень на основі інформації, отриманої від системи, та правильність цих рішень (або кількість помилок, допущених користувачем). За основу показника ефективності взято критерій ефективності роботи, введений в методиці тестування оперативної пам'яті користувача [15] $E = \frac{C^2}{T}$, де C – кількість правильно виконаних завдань тесту, T – час, витрачений на виконання тестових завдань.

Слід враховувати, що, окрім епізодів прийняття рішень, протягом сеансу роботи користувач може також деякий час виключно сприймати інформацію від системи, не приймаючи за відсутності критичних ситуацій управлінських рішень. Напряму виміряти ефективність інформаційної взаємодії користувача з системою в цих епізодах неможливо, вона лише певною мірою корелює в наступних

епізодах прийняття рішень з кількістю помилок, викликаних втомленістю користувача. Для визначення рівня комфортності роботи користувача з системою протягом цих епізодів його просять самостійно якісно оцінити ряд показників. Якісна оцінка може бути в подальшому переведена в кількісну і використана для доповнення значення показника ефективності роботи користувача з інформацією в системі.

Адаптація інформаційної взаємодії користувача з системою – ітераційний процес, оскільки система постійно враховує зміни як в когнітивному портреті користувача, так і в специфіці робочого процесу. Але в реальних системах цей процес повинен бути скінченим. Тому встановимо критерій оптимальності адаптації – зростання показника ефективності після останньої ітерації адаптації менше, ніж на 5%. Отриману адаптовану систему роботи з даними будемо вважати оптимальною для даного користувача.

Визначивши основні положення комплексного підходу до персоналізованої адаптації роботи користувача з інформацією та встановивши змінні оцінки ефективності цієї взаємодії, можна сформулювати принципи функціонування засобів адаптації, заснованих на запропонованому комплексному підході та визначити область їх застосування в автоматизованих системах.

1.4 Область застосування засобів адаптації інформаційної взаємодії

Сучасні автоматизовані системи являють собою програмно-технічний комплекс підсистем різного призначення (наприклад, у випадку АСУ технологічними процесами (ТП) це – підсистеми моніторингу та керуванням). Між собою окремі підсистеми, як правило, взаємодіють не безпосередньо, а через користувача. За роботу користувача з системою відповідає окрема підсистема, що називається інтерфейсом (робочим інтерфейсом) чи робочим місцем. Інтерфейс користувача складається з елементів відображення інформації та засобів управління (керування, прийняття рішень, проектування тощо). І оскільки саме з інтерфейсом працює користувач, то і користувацька адаптація форм зберігання та

представлення інформації в автоматизованих системах має здійснюватися в рамках цієї підсистеми.

Слід враховувати, що адаптація форм представлення інформація повинна виконуватись без її спотворення та втрати фрагментів. Також специфіка багатьох автоматизованих систем не дозволяє перехоплювати дані, що надходять під внутрішніх підсистем до інтерфейсу.

Тому засоби адаптації мають бути реалізовані у вигляді надбудови над робочим інтерфейсом, яка б отримувала інформації від нього, змінювала форму її відображення для максимальної зручності користувача, використовуючи для цього знання про його психофізіологічні та когнітивні характеристики, отримані в результаті проведення тестів (професійними психологами чи автоматичними засобами тестування на робочому місці).

В даній роботі пропонується схема надбудови засобів адаптації над робочим інтерфейсом автоматизованої системи (рис. 1.1):

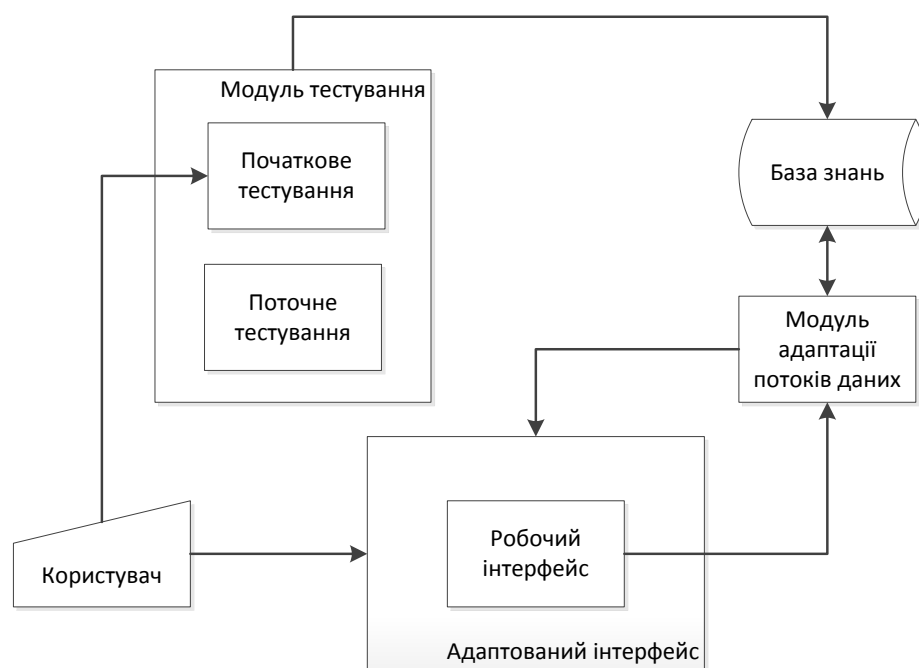


Рис. 1.1 – Схема взаємодії користувача з адаптованим інтерфейсом в запропонованій системі

Засоби адаптації на запропонованій схемі беруть за основу існуючий робочий інтерфейс автоматизованої системи, завантажуючи дані, що виводяться на ньому, в модуль адаптації потоків даних. Цей модуль взаємодіє з базою даних,

де міститься інформація про поточного користувача системи, його особливості сприйняття інформації (отримані за допомогою модулю тестування), специфіку робочого процесу. Після адаптації дані виводяться на новий, адаптований інтерфейс, побудований з урахуванням когнітивних особливостей користувача (з бази даних (БД)). Користувач взаємодіє з адаптованим інтерфейсом, але може за бажанням повернутися до базового інтерфейсу – адаптований інтерфейс не заміщує його, а працює паралельно.

Засоби адаптації процесу обробки інформації користувачем автоматизованої системи повинні застосовуватися в першу чергу в задачах, де ефективність взаємодії користувача з машинною частиною складної системи має критичне, вирішальне значення. Цей фактор суттєво впливає на роботу систем в областях навчання, проектування і управління, оскільки тут користувачі працюють з великими обсягами інформації, від результатів обробки якої залежить результат діяльності або прийняття рішення. Окремо слід виділити задачі управління, оскільки тут виникає задача забезпечення не лише ефективності діяльності користувача, а й його надійності (від якої, в свою чергу, залежить надійність і життєздатність всієї системи).

Отже, для реалізації запропонованого комплексного адаптивного підходу необхідно створити засоби діагностування характеристик когнітивного портрету користувача, забезпечити можливість врахування цих характеристик при адаптації користувацького інтерфейсу і сценарію взаємодії користувача з системою. Для оцінювання ефективності адаптації взаємодії необхідно реалізувати засоби моніторингу діяльності користувача, які б фіксували час, витрачений на прийняття рішення та кількість допущених при цьому помилок.

1.5 Висновки по першому розділу

Проведений аналіз сучасного стану проблеми підвищення ефективності роботи користувача з інформацією в автоматизованих системах, яка виникла внаслідок зростання кількості автоматизованих систем різного призначення, а також зростання кількості інформації, яку повинен при прийнятті рішення

обробляти користувач, дозволяє зробити висновок про актуальність теми дисертаційного дослідження.

Огляд публікацій, які присвячені дослідженням, пов'язаним з цією проблемою, показав, що хоча розглянута в роботі тема була об'єктом вже багатьох досліджень, і результати деяких з них частково реалізовані у вигляді програмних засобів, у жодній роботі не досліджувалася можливість комплексної адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою (таблиця 1.1). Не була приділена належна увага важливій проблемі підвищення рівня універсальності системи адаптації інтерфейсу завдяки роботі системи із вхідними даними довільного формату і походження. В даній дисертаційній роботі ці аспекти проблеми досліджуються паралельно з традиційним когнітивним підходом до побудови адаптованих користувацьких інтерфейсів.

Сформульовано принципи комплексного підходу до адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою. За основу комплексного підходу взято когнітивний підхід до адаптації взаємодії, тобто орієнтація на характеристики користувача, які впливають на якість і комфортність сприйняття і обробки інформації, його когнітивний портрет. Особливості робочого процесу та предметної області в рамках комплексного підходу враховуються для створення початкового адаптованого представлення інформації в системі для видачі її користувачу. Подальша адаптація здійснюється за рахунок внесення до користувацького інтерфейсу і сценарію взаємодії користувача з системою змін, визначених характеристиками когнітивного портрету.

Введено критерій оптимальності ітеративного процесу адаптації і ознаку зупинки процесу на основі показника ефективності інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою.

Досліджено область ефективного застосування засобів адаптації взаємодії користувача з інформацією – автоматизовані системи управління, автоматизовані системи проектування, автоматизовані системи навчання. Запропоновано схему засобів адаптації та принцип їх інтеграції в існуючі автоматизовані системи (рис. 1.1).

Визначено, що для реалізації запропонованого комплексного адаптивного підходу необхідно створити: засоби діагностування характеристик когнітивного портрету користувача; засоби персоналізації користувацького інтерфейсу і сценарію взаємодії користувача з системою з врахуванням характеристик портрету; засоби моніторингу діяльності користувача для оцінювання ефективності інформаційної взаємодії з системою на основі часу, витраченого на прийняття рішення та кількості допущених при цьому помилок.

2 ФУНКЦІОНАЛЬНІ І АЛГОРИТМІЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ

Задача засобів адаптації інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою – забезпечити максимальну зручність роботи користувача з автоматизованою системою. Такі засоби повинні враховувати специфіку задач, розв’язуваних системою, особливості процесів в ній, а також рівень професійної підготовки користувача і його вимоги до засобів адаптації.

Задачі розділу:

- визначити принципи управління інформаційною взаємодією користувача з автоматизованою системою;
- дослідити існуючі алгоритми адаптації процесу інформаційної взаємодії та модифікувати їх з врахуванням принципів комплексного адаптивного підходу;
- побудувати функціональну модель засобів управління процесом адаптації взаємодії користувача з інформацією в системі;
-
- визначити базис когнітивних та психофізіологічних характеристик, що впливають на процес обробки інформації користувачем автоматизованої системи;
- дослідити методи управління структурою даних предметної області і розробити структуру і принципи роботи функціонального блоку управління цією структурою;
- дослідити методи управління сценаріями взаємодії користувача з системою, сформулювати структуру і принцип роботи відповідного функціонального блоку.

2.1 Принципи і алгоритми адаптації процесу роботи користувача з даними від автоматизованої системи

Інформаційна взаємодія користувача з автоматизованою системою відбувається завдяки генерації системою інформаційного потоку [21;25;71], який користувач сприймає і обробляє (рис. 2.1).

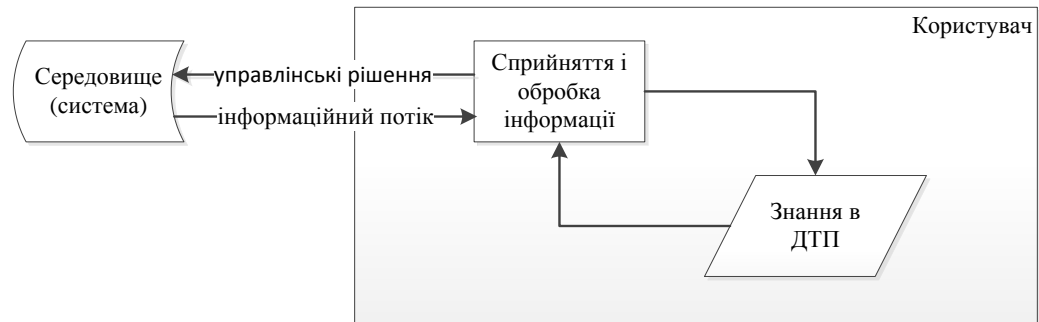


Рис. 2.1 – Схема інформаційної взаємодії користувача з системою

На основі отриманої інформації користувач, використовуючи власні навички та знання в довготривалій пам'яті (ДТП), приймає певне рішення, яке за допомогою користувацького інтерфейсу передає до системи, змінюючи її стан. Набір управлінських елементів користувацького інтерфейсу визначається специфікою робочого процесу і задачами конкретного користувача. Потік інформації від системи формується з врахуванням запиту користувача, кроку робочого процесу та елементів виводу користувацького інтерфейсу, за допомогою яких дані будуть відображені для сприйняття і обробки користувачем. Кожен з учасників і елементів інформаційної взаємодії має ряд характеристик, управляючи якими, можна адаптувати процес до конкретного користувача і конкретної ситуації в робочому процесі.

Для оцінювання загальної ефективності інформаційної взаємодії користувача з системою критерій, введений в [15] необхідно розширити і вдосконалити. Замість кількості правильних відповідей введено обернений показник - кількість допущених користувачем помилок $\frac{1}{C} = F = \sum_i F^i$, де $F^{(i)}$ – кількість помилок, допущених користувачем при прийнятті i -ого рішення в поточному сеансі роботи. При цьому слід окремо враховувати помилки різних типів. Типів помилок для критерію виділено три: 1) помилки несвоєчасного

реагування на інформацію від системи – $F_l^{(i)}$ (викликані втратами інформації чи відображенням її з затримками через невідповідність налаштованого користувачького інтерфейсу темпу видачі інформації, зумовленому особливостями робочого процесу); 2) помилки прийняття помилкових рішень – $F_c^{(i)}$ (викликані недостатністю контексту (супутньої чи допоміжної інформації) при прийнятті рішення через неоптимальну організацію зв'язків блоків інформації в системі); 3) помилки користувача через стан інформаційного перевантаження і стресу – $F_s^{(i)}$ (викликані втомленістю користувача, його роботою протягом тривалого часу з неоптимальним рівнем комфортності сприйняття інформації). Кожному з типів помилок у формулі розрахунку показника ефективності ставиться у відповідність коефіцієнт ваги помилки для робочого процесу. Ці коефіцієнти k_l , k_c та k_s визначаються технологіями автоматизованих систем на основі організаційних вимог конкретного робочого процесу. Коефіцієнт ваги k_T введено також для величини витраченого на прийняття i -ого рішення часу $T^{(i)}$. Таким чином, показник ефективності роботи користувача з інформацією в системі розраховується за формулою

$$E = \sum_i \frac{1}{F \cdot k_T T} = \sum_i \frac{1}{k_T T} \cdot \frac{1}{k_l F_l + k_c F_c + k_s F_s} \quad (2.1)$$

Інформаційний потік I від системи може бути описаний як сукупність параметрів:

$$I = \langle T, F, C, D \rangle, \quad (2.2)$$

де T – темп подачі інформації, F – формат представлення даних, C – складність інформації, її пов'язаність з іншими блоками даних, D – дані, що передаються.

Темп подачі інформації – якісна характеристика, яка може приймати значення $T = \langle \text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»} \rangle$. Темпом подачі інформації в автоматизованих системах можна керувати у некритичних ситуаціях, змінюючи інтенсивність подачі інформації користувачу в залежності від допустимого рівня інформаційного навантаження. Бажаний для користувача темп визначається його

здатністю швидко реагувати на дані від системи, а також поточним рівнем втоми і зібраності.

Формат подачі інформації може бути текстовим, графічним, табличним, звуковим, комбінованим. В загальному випадку формат представлення даних визначається набором елементів виводу користувацького інтерфейсу, але за умови можливості зміни цього набору у відповідності по потреб і вимог користувача формат подачі можна також адаптувати до особливостей сприйняття користувачем інформації (його когнітивного портрету).

Складність інформації – комплексна характеристика, яка враховує зв'язки між блоками даних в моделі предметної області, кількість задіяних в даному епізоді представлення даних зв'язків і блоків, а також перекриття їх моделлю знань користувача. Модель знань

$$KM = \langle K_i, \langle c^j \rangle_i \rangle, i, j = \overline{1, n} \quad (2.3)$$

де $K_i, i = \overline{1, n}$ – блоки даних предметної області, $\langle c^j \rangle_i, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, j \neq i$ – вектор зв'язків i -ого блоку даних з іншими блоками предметної області.

Параметр D – фрагмент інформації, що передається користувачу в даному епізоді робочого процесу. Цей фрагмент може відповідати одному блоку даних предметної області, а також представляти собою сукупність блоків чи частину окремого блоку, в залежності від сценарію взаємодії користувача з системою.

В класичному випадку роботи користувача з автоматизованою системою процес взаємодії з інформацію проходить за алгоритмом, представленим на рис. 2.2.

Для здійснення адаптації інформаційної взаємодії алгоритм на рис. 2.2. необхідно модифікувати для забезпечення можливості врахування інформації про конкретного користувача і особливості робочого процесу.



Рис. 2.2 – Інформаційна взаємодія користувача з системою

В розглянутому в даній дисертаційній роботі комплексному підході до адаптації процесу роботи з інформацією критерієм адаптації служить когнітивний портрет користувача системи, об'єктом – форма і темп представлення інформації (характеристики інформаційного потоку).

Оскільки для адаптації характеристик інформаційного потоку до індивідуальних особливостей користувача враховуються також особливості робочого процесу (або предметної області), то взаємодія користувача з зовнішнім середовищем має такий вигляд (рис. 2.3).

Залежно від своєї ролі в автоматизованій системі, користувач вибирає з інформаційного потоку від зовнішнього середовища необхідні для роботи дані, порівнює їх зі своїми знаннями та робочими інструкціями. В результаті такої взаємодії внутрішній стан користувача (дані в пам'яті, набори навичок, показники психофізіологічного стану (ПФС)) змінюється, що приводить до коригування поведінки користувача і до необхідності уточнення налаштувань системи адаптації.

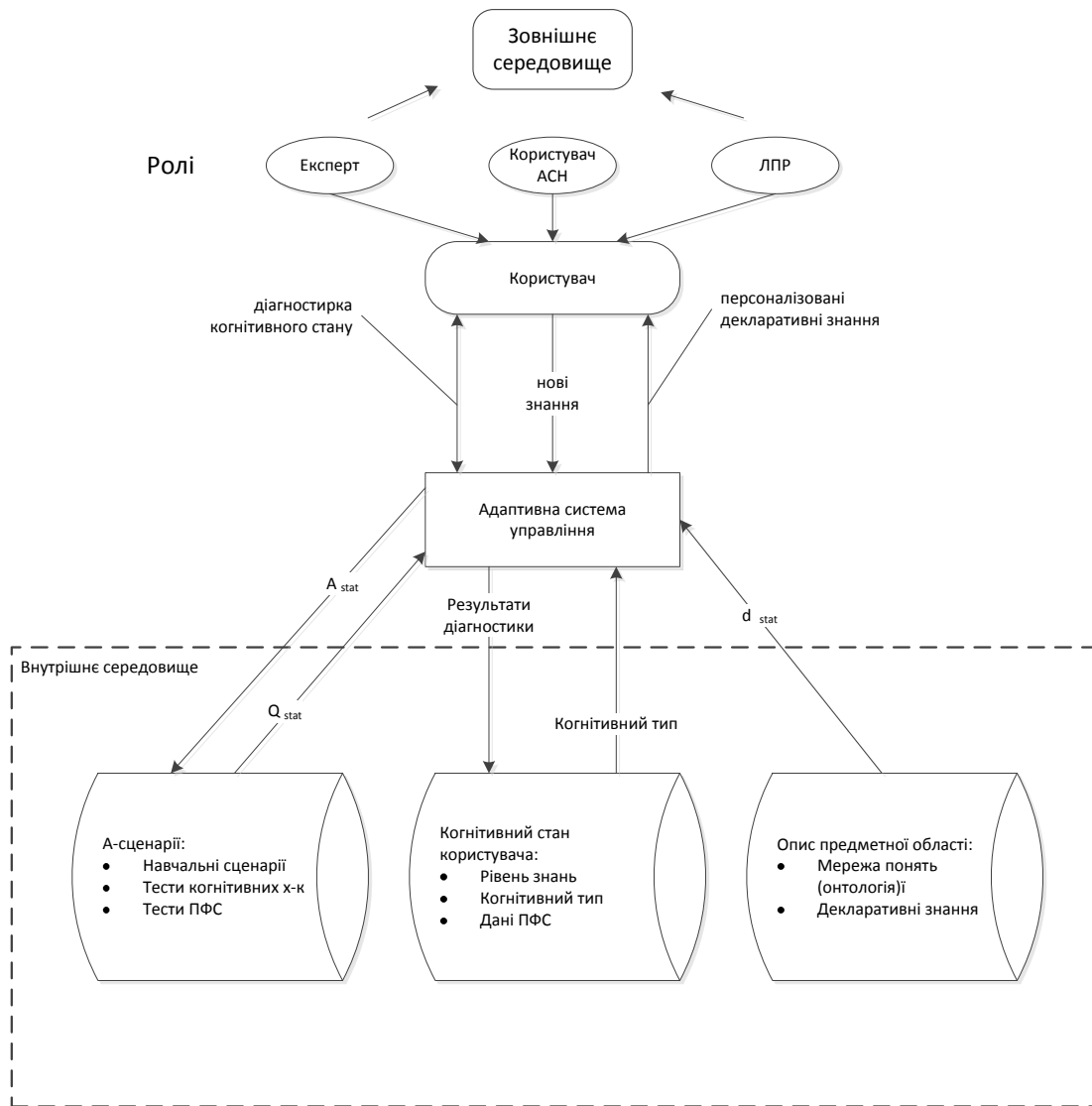


Рис. 2.3 – Схема взаємодії користувача із зовнішнім середовищем

Якщо в якості «зовнішнього середовища» на схемі на рис. 2.3 розглядати автоматизовану систему [14;41;52;65;99], а процес адаптації і персоналізації інформаційної взаємодії користувача з системою представити як управління параметрами інформаційного потоку (2.2), то отримаємо модифікований алгоритм інформаційної взаємодії, наведений на рис. 2.4.

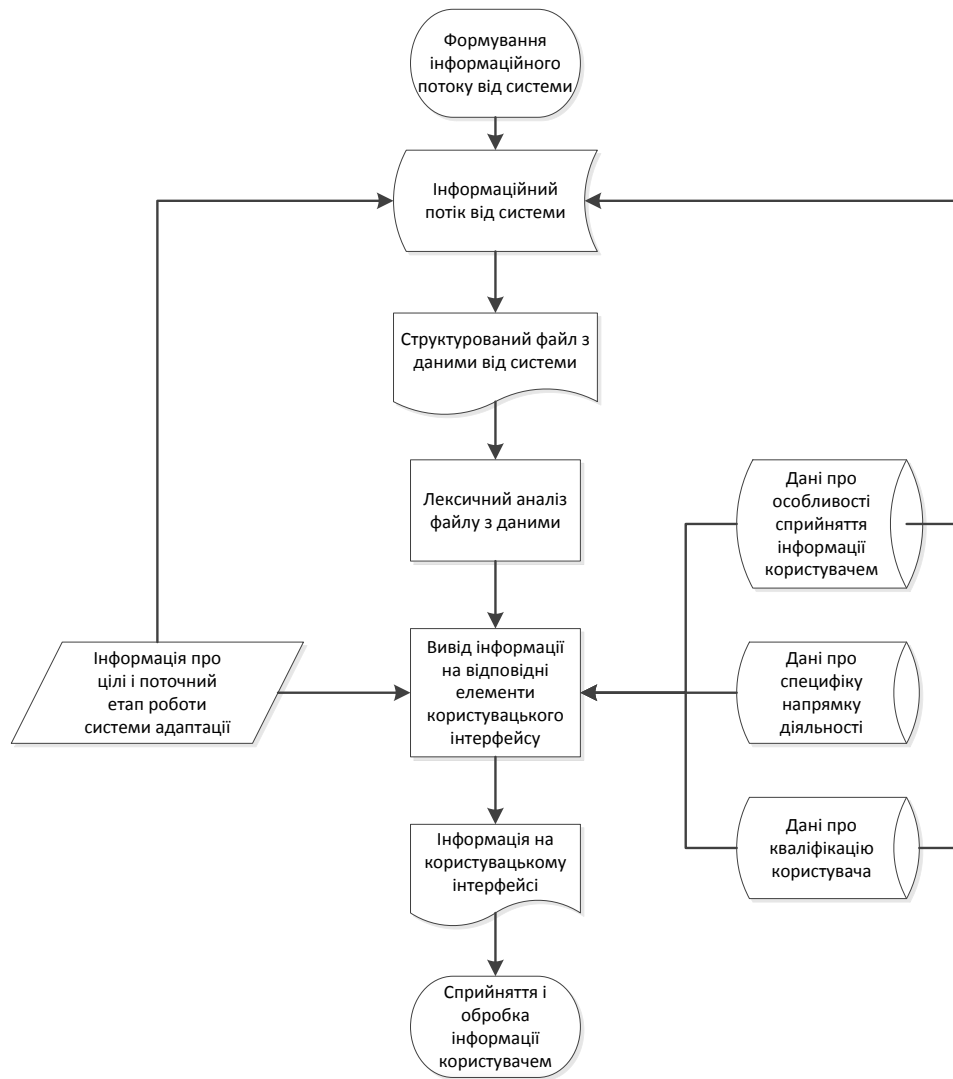


Рис. 2.4 – Адаптована персоналізована інформаційна взаємодія користувача з системою

Адаптація та персоналізація інформаційної взаємодії здійснюється на етапі формування інформаційного потоку від системи (управління параметрами T і S моделі (2.2)) та на етапі виводу даних на користувацький інтерфейс (управління параметром F). Параметр D інформаційного потоку залежить як від загальної специфіки робочого процесу, так і від поточних цілей конкретного користувача. Тому інформаційне наповнення пакету даних, що передається користувачу від системи визначається на етапі формування інформаційного потоку, але може бути скориговане перед виведенням на екран робочого місця (наприклад, блок даних може бути подрібнений для представлення з використанням певного набору елементів виводу користувацького інтерфейсу). Для реалізації алгоритму на рис. 2.4 необхідно включити до складу автоматизованої системи набір засобів,

функції яких можна визначити, враховуючи принципи комплексного адаптивного підходу, запропонованого в розділі 1 та розглянутих в тому ж розділі існуючих адаптивних підходів. Можна сформулювати список функціональних вимог до засобів, що реалізують комплексний адаптивний підхід:

1. Адаптація до когнітивних особливостей користувачів:

- діагностування характеристик когнітивного портрету;
- переведення якісних результатів діагностування в нормовані кількісні дані;
- віднесення користувача до певної групи за набором характеристик.

2. Адаптація користувацького інтерфейсу:

- побудова шаблону інтерфейсу (автоматично чи з залученням користувача-технолога) з врахуванням особливостей робочого процесу (мінімальна необхідна кількість елементів виводу, їх тип);
- персоналізація інтерфейсу (з врахування характеристик когнітивного профілю користувача);
- обробка сигналів зворотного зв'язку від робочого місця для динамічного оцінювання якості інтерфейсу.

3. Адаптація до особливостей предметної області:

- структуризація файлів з даними від системи (показники датчиків, інформаційні масиви);
- побудова онтологічної мережі дерева предметної області (зв'язки між блоками даних основної, супутньої і довідкової інформації).

4. Адаптація діалогової взаємодії.

- побудова дерева сценарію діалогу користувача з системою (з урахуванням ролі і задач користувача);
- персоналізація дерева сценарію діалогу (з урахуванням особливостей сприйняття інформації користувачем та його рівня кваліфікації).

Для кожної групи функцій потрібно розглянути методи управління відповідними аспектами адаптації інформаційної взаємодії користувача з

системою, сформувавши модель об'єкта управління та алгоритмічний опис функціонального блока засобів адаптації.

2.2 Засоби управління користувачем інтерфейсом для представлення інформації з врахуванням особливостей когнітивного портрету користувача

Користувачий інтерфейс в автоматизованих системах розглядається як сукупність елементів виводу $UI = \langle E_i \rangle, i = \overline{1, n}$, кожен елемент виводу

$$E_i = \langle \langle x, y \rangle_i^j, T_i, c_i \rangle, j = \overline{1, m} \quad (2.4)$$

де $\langle x, y \rangle_i^j$ – координати вершини межі елемента виводу у вікні користувачького інтерфейсу, T_i – тип елемента виводу, c_i – критичність i -ого елемента виводу для роботи користувача.

Множина значень параметра T_i в моделі (2.4) співпадає з множиною значень параметру F моделі (2.2), і саме тип наявних у вікні користувачького інтерфейсу елементів виводу визначає бажаний формат даних при формуванні інформаційного потоку.

Критичність елемента виводу визначається особливостями робочого процесу. До критичних відносяться елементи, втрата інформації з яких призводить до порушення робочого процесу чи неможливості коректної обробки користувачем інформації від системи.

Управління розміщенням елементів виводу та їх типом дозволяє створювати персоналізований користувачий інтерфейс для адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою. Критичні елементи виводу повинні бути присутніми у вікні робочого інтерфейсу, незалежно від його адаптації.

Бажані типи елементів виводу визначаються особливостями сприйняття інформації користувачем системи, його когнітивним портретом.

Когнітивний портрет користувача представляє собою набір характеристик.

$$CP = \langle \langle Cogn_i \rangle, \langle PP_j \rangle, \langle Int_k \rangle \rangle, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, k = \overline{1, p}, \quad (2.5)$$

де $Cogn_i$ – когнітивні характеристики користувача, PP_j – психофізіологічні характеристики, Int_k – інтелектуальні характеристики.

Від характеристик когнітивного портрету залежить оптимальна для сприйняття форма представлення даних на екрані робочого місця, кількість, тип і взаємне розміщення інтерфейсних елементів виводу інформації.

Для відображення на екрані робочого місця користувача інформація від системи в класичному випадку (рис. 2.2) надходить в певному форматі найчастіше – числовому (для АСУ, наприклад, ці дані зберігаються в файлах формату COMTRADE [107]). Сучасні складні системи на її основі відображають на робочому місці графіки, індикатори, мнемокадри [33;35;50;70]. Тобто має місце перетворення чисельної інформації на графічну. Це полегшує сприйняття даних оператором автоматизованих систем управління (АСУ), але не може називатися повноцінною адаптацією інформаційних потоків.

По-перше, необхідно передбачити представлення інформації не тільки в графічному, але й у вигляді слабко чи сильно структурованого тексту (тематичне групування інформації або таблиця), голосове представлення (за допомогою засобів синтезування мови чи записаних найчастіше вживаних сигнальних слів). По-друге, з запропонованих типів представлення конкретний повинен обиратися в залежності від зручності для конкретного оператора. Для цього програмний комплекс повинен мати доступ до інформації з когнітивних портретів операторів. По-третє, необхідно реалізувати механізм маніпуляції об'ємом інформації, що відображається, залежно від ситуації на об'єкті, стану оператора та темпу надходження інформації від датчиків об'єкту. Сучасні АСУ виводять на робоче місце всю інформацію, що надходить, незалежно від пріоритету [18;22;49;61], що в штатних стандартних призводить до розпорошення уваги, а в критичних – може призвести до інформаційного перевантаження і стресу оператора [30;36;123].

Після взаємодії оператора з адаптованою інформацією можна за потреби коригувати когнітивний профіль в базі даних – для оптимальної за критерієм зручності сприйняття інформації адаптації. В загальному вигляді алгоритм процесу адаптації даних можна побачити на рис. 2.5.

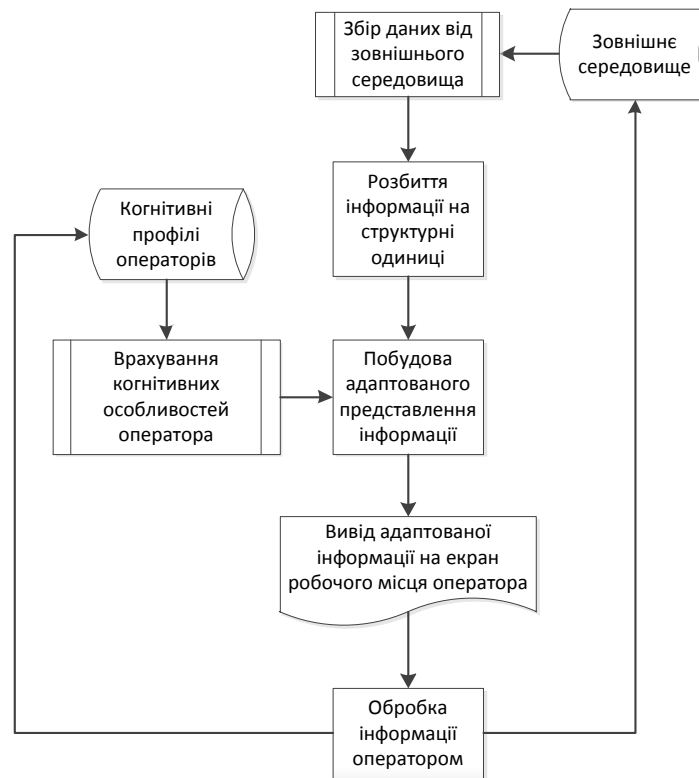


Рис. 2.5 – Процес адаптації інформаційних потоків до особливостей сприйняття оператора

Для адаптації форми представлення інформації та виводу її на екран робочого місця для обробки користувачем дані від зовнішнього середовища (інформація від датчиків керованого об'єкта, зовнішні файли з даними тощо) мають бути структурована та розбита на змістові блоки. Кожен з цих блоків можна привести до бажаної форми представлення з урахування когнітивного профілю користувача, що зберігається в системі. Адаптовані блоки інформації заново компонуються в єдиний масив і виводяться на екран робочого місця користувача для обробки.

Необхідно визначити, які саме характеристики має інформаційний потік, спрямований від автоматизованої системи до користувача-оператора. Оператори в подальшому класифікуються відповідно до різної реакції на різні значення цих характеристик.

Ознаками, що дозволяють здійснити класифікацію користувачів автоматизованих систем, є:

- форма представлення інформації;

- темп представлення (подачі);
- складність інформації (навчального матеріалу).

Діагностичними ознаками слугують когнітивні характеристики користувача. Характеристики інтелектуальної діяльності розділяють на стильові і продуктивні.

Інтелектуальні здібності розглядаються в зв'язку з рівнем виконання дій, тобто результативністю інтелектуальної діяльності, і визначаються в термінах правильності і швидкості переробки інформації. Когнітивні стилі характеризують індивідуальні розходження в особливостях побудови ментального образу ситуації і ступеню сформованості механізмів когнітивної регуляції інтелектуальної діяльності [73;76;124]. Отже, когнітивний стиль визначає форму представлення навчального матеріалу, а інтелектуальні здібності – темп і складність [23].

Когнітивний стиль і інтелектуальні здібності людини визначають її когнітивний профіль. Для підвищення ефективності прийняття рішень учасники цього процесу і виконавці процедур обробки інформації повинні мати змогу сприймати інформацію у формі, що відповідає їх когнітивному стилю.

Когнітивний портрет користувача автоматизованої системи повинен містити лише ті параметри, які впливають на якість сприйняття і обробки інформації від системи. Для кожного з обраних параметрів необхідно вибрати з існуючих методик [3;5;19;29;31;46] максимально формалізовану для зручності використання в автоматизованій системі методику його діагностування та представлення в числовій формі.

Для оцінки психофізіологічного стану обрано такі характеристики, як відношення оператора до ризику [69], об'єм оперативної пам'яті й увага. При цьому час реакції на тестовий вплив і помилки у відповідях повинні дозволити оцінювати зібраність і координацію дій оператора, оскільки залежать від цих особистісних особливостей.

Для типізації користувачів автоматизованих систем за когнітивними характеристиками з метою подальшого складання їх когнітивних профілів обрані відомі методики.

Методика «Фігури Готтшальдта».[45] Даний тест спрямований на діагностику такого параметру як полезалежність-полenezалежності (ПЗ-ППЗ).

Методика «Вільне сортування об'єктів».[44] Методика призначена для виявлення когнітивного стилю Вузкий - широкий діапазон еквівалентності. Вузкий - широкий діапазон еквівалентності (або аналітичність - синтетичність) (Р. Гарднер) - це індивідуальний стиль мислення, що характеризує переважання процесів аналізу або синтезу в розумовій діяльності.

Методика «Порівняння схожих малюнків».[64] Методика застосовується для діагностики когнітивного стилю імпульсивність-рефлексивність. Даний когнітивний стиль, у відповідності з початковим припущенням Дж. Кагана, характеризує індивідуальні відмінності в схильності приймати рішення швидко або повільно.

Методика «Інтелектуальна лабільність».[43] Методика призначена для дослідження лабільності, тобто здатності перемикавання уваги, уміння швидко переходити з розв'язання одних завдань на виконання інших, не допускаючи при цьому помилок.

Важливою частиною оперативного тестування є також самооцінка оператором власного стану. Такі тести мають подвійне призначення – вони не тільки дозволяють додатково оцінити психофізіологічний стан оператора, а й дають йому змогу тимчасово переключити увагу на відмінний від основного вид діяльності, що позитивно впливає на рівень зосередженості, знижуючи втомлюваність людини-оператора. Зрозуміло, що самооцінку оператор має проводити під час регламентованих перерв в основній діяльності.

Обрано дві методики, що дозволяють швидко провести самооцінку і при цьому придатні до реалізації на робочому місці оператора.

Методика «Дослідження тривожності» Спілбергера. [101] Даний тест є інформативним способом самооцінки рівня тривожності в даний момент (реактивна тривожність, як стан) і особистісної тривожності (як стійка характеристика людини).

Методика «Самооцінка психічних станів» (за Айзенком). [63]

Випробуваним пропонується опис різних психічних станів. Відповідно до характерності кожного стану для випробуваного йому ставиться у відповідність 2, 1 або 0 балів.

Окремо виділимо оперативне тестування на робочому місці, оскільки воно, з одного боку, повинне забезпечувати задану глибину тестування, а з іншого – відповідати обмеженням комп'ютеризованого робочого місця оператора.

По-перше, тестування не повинне відволікати оператора від виконання основної функції на робочому місці, а тому повинне проводитися у фоновому режимі (за винятком початкового тестування при допуску до робочого місця).

По-друге, в силу комп'ютеризованості робочих місць операторів більшості спеціальностей самі тести також повинні являти собою комп'ютерну програму, що вимагає максимальної формалізації процесу побудови тестів і власне тестування. Формалізація також дозволить уникнути надмірності тестів і інформації, одержуваної в результаті тестування.

Методика тестування й адаптації операторів при цьому виглядає таким чином:

- 1) перед початком роботи здійснюється перевірка стану оператора, висновок про допуск до роботи робиться за результатами тесту;
- 2) якщо результати тесту виявляються незадовільними, то проводиться адаптація оператора шляхом повторення тестів кілька разів із урахуванням результатів кожного тесту;
- 3) періодично у фоновому режимі перевіряється стан оператора.

Методика й програмні засоби оперативного тестування є основою й для професійного відбору. Крім того, вони служать для одержання еталонних значень діагностичних параметрів і дослідницької роботи з оцінки якості тестування. Програмна реалізація оперативного тестування організовується за модульним принципом, що дозволяє міняти й нарощувати кількість тестів залежно від конкретних вимог і умов тестування.

Автоматизована система тестування, таким чином, представляє собою надбудову над робочим місцем оператора, що полягає із властиво модуля тестування (початкового й фонового) і бази знань, що містить профілі операторів і вирішальні правила. При цьому повинна бути можливість наповнення бази знань як ззовні (результати професійного психологічного тестування), так і в результаті тестування операторів.

Програмно така система може бути реалізована за допомогою резидентного модуля (для фонового тестування необхідна постійна активність паралельно із процесами робочого місця оператора) або бібліотеки, що динамічно підключається (тоді виклик може відбуватися безпосереднього з робочих програм автоматизованого робочого місця оператора).

Обрані характеристики, методики їх діагностування, діапазон значень та вплив на характеристики інформаційного потоку при його адаптації до конкретного користувача представлено в таблиці 2.1 (для когнітивних і інтелектуальних характеристик введено окремі позначення $N_i, i = \overline{1,7}$ для зручності їх подальшого використання в алгоритмі типізації користувачів за когнітивними стилями).

Таблиця 2.1 – Характеристики когнітивного профілю користувача в системі адаптації

Характеристика	Діапазон	Вплив на процес персоналізації інтерфейсу	Методи діагностування
1	2	3	4
Когнітивні			
Лабільність (N_1)	0÷1	Визначає допустиму кількість різних типів елементів виводу	<u>«Інтелектуальна лабільність»</u>
Полезалежність (N_2)	0÷1	Визначає бажаний процент графічних елементів виводу	«Фігури Готтшальдта»
Тривожність (N_3)	0÷1	Визначає необхідність ретельного контролю (за допомогою сигналів зворотного зв'язку) при збільшенні інформаційного навантаження	<u>Самооцінка психічних станів (за Айзенком), методика «Дослідження тривожності» Спілбергера</u>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Діапазон еквівалентності (N_4)	0÷1	Визначає можливість паралельного представлення інформації за допомогою елементів виводу різного типу.	<u>«Вільне сортування об'єктів»</u>
Імпульсивність (N_5)	0÷1	Визначає бажаний темп представлення інформації	<u>«Порівняння схожих малюнків»</u>
Психофізіологічні			
Схильність до ризику	-1÷1	Аналогічно до показника «Імпульсивність», динамічна характеристика	<u>Тест для діагностики відношення оператора до ризику</u>
Обсяг уваги	0÷1	Визначає бажаний темп і обсяг представленої інформації	<u>Тест дослідження обсягу уваги оператора</u>
Оперативна пам'ять	0÷1	Визначає максимальну кількість елементів виводу	<u>Тест для діагностики оперативної пам'яті людини</u>
Координація	0÷1	Визначає максимальну кількість одночасно активних елементів виводу	За сигналами зворотного зв'язку
Зібраність	0÷1	Визначає бажаний темп представлення інформації та рівень паралелізму її представлення	За сигналами зворотного зв'язку
Інтелектуальні			
IQ (N_6)	0÷300	Визначає бажаний темп представлення інформації	Тест Айзенка
EQ (N_7)	0÷300	Визначає допустиму кількість різних типів елементів виводу; також – обернено до показника «Тривожність»	Опитувальний EPQ (Айзенка)

Хоча кожний окремий користувач автоматизованої системи в загальному випадку має унікальний набір характеристик когнітивного профілю, для задач адаптації інформаційних потоків необхідно визначити скінченну множину когнітивних типів для контролю якості адаптації і забезпечення можливості її

автоматизації. Повністю індивідуальний підхід до адаптації характеристик інформаційних потоків у випадку великої кількості користувачів призведе до значного зростання об'єму БД когнітивних профілів і уповільнення роботи з нею, що значно знизить ефективність динамічної адаптації користувацького інтерфейсу. Це також ускладнить контроль якості роботи користувачів, який вимагає певного рівня стандартизації.

Представимо правила віднесення користувача до деякого когнітивного типу. Введемо додаткові змінні **T** і **G**, що описують темп і рівень складності подання інформації (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Змінні, що описують темп і рівень складності представлення інформації

Подання інформації						
Темп (T)				Рівень складності (G)		
Градації	низький	середній	високий	низький	середній	високий
Значення змінної	T=1	T=2	T=3	G=1	G=2	G=3

Змінні **G** і **T** визначаються когнітивними характеристиками користувача $N_i, i = \overline{1,5}$ (табл. 2.1):

$$\mathbf{G} = \mathbf{f}(\mathbf{N}_1, \mathbf{N}_2, \mathbf{N}_3), \quad (2.6)$$

$$\mathbf{T} = \mathbf{f}(\mathbf{N}_4, \mathbf{N}_5). \quad (2.7)$$

Формалізуємо залежності (2.6) і (2.7) на основі теорії нечітких множин [32;42;57].

Розглянемо параметри $N_i, i = \overline{1,5}$ як лінгвістичні перемінні, задані на універсальних множинах

$$\mathbf{U}_i = [\underline{\mathbf{N}}_i, \overline{\mathbf{N}}_i], i = \overline{1,5}, \quad (2.8)$$

де $\underline{\mathbf{N}}_i, \overline{\mathbf{N}}_i$ – відповідно нижнє і верхнє значення параметра \mathbf{N}_i .

Для оцінки нечітких змінних будемо використовувати єдину шкалу термів: **H** - низький; **C** - середній; **V** - високий. Логічні рівняння, що зв'язують функції приналежності змінних **G**, **T** з параметрами $\mathbf{N}_1 - \mathbf{N}_5$, мають вигляд:

$$\mu^{\mathbf{H}}(\mathbf{G}) = \mu^{\mathbf{H}}(\mathbf{N}_1) * \mu^{\mathbf{H}}(\mathbf{N}_2) * \mu^{\mathbf{H}}(\mathbf{N}_3) \vee \mu^{\mathbf{H}}(\mathbf{N}_1) * \mu^{\mathbf{H}}(\mathbf{N}_2) * \mu^{\mathbf{C}}(\mathbf{N}_3) \vee$$

$$\begin{aligned} & \vee \mu^H(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^H(N_1) * \mu^H(N_2) * \\ & * \mu^H(N_3); \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned} \mu^C(G) = & \mu^H(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^H(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \\ & \vee \mu^C(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^H(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^C(N_2) * \\ & * \mu^C(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^C(N_1) * \mu^C(N_2) * \\ & * \mu^B(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^C(N_3); \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned} \mu^B(G) = & \mu^C(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^B(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^C(N_2) * \mu^B(N_3) \vee \\ & \vee \mu^B(N_1) * \mu^B(N_2) * \mu^C(N_3) \vee \mu^B(N_1) * \mu^B(N_2) * \\ & * \mu^B(N_3); \end{aligned} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} \mu^H(T) = & \mu^H(N_4) * \mu^H(N_5) \vee \mu^H(N_4) * \mu^C(N_5) \vee \mu^C(N_4) * \\ & * \mu^H(N_5); \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$\mu^C(T) = \mu^C(N_4) * \mu^C(N_5) \vee \mu^C(N_4) * \mu^B(N_5); \quad (2.13)$$

$$\mu^B(T) = \mu^B(N_4) * \mu^C(N_5) \vee \mu^B(N_4) * \mu^B(N_5). \quad (2.14)$$

При виконанні розрахунків по рівняннях (2.9) – (2.14) логічні операції \wedge і \vee над функціями належності замінюються на операції \min і \max :

$$\mu(a) \wedge \mu(b) = \min[\mu(a), \mu(b)],$$

$$\mu(a) \vee \mu(b) = \max[\mu(a), \mu(b)].$$

Функції належності трьох нечітких термів (H, C, B) подані на рис. 2.6.

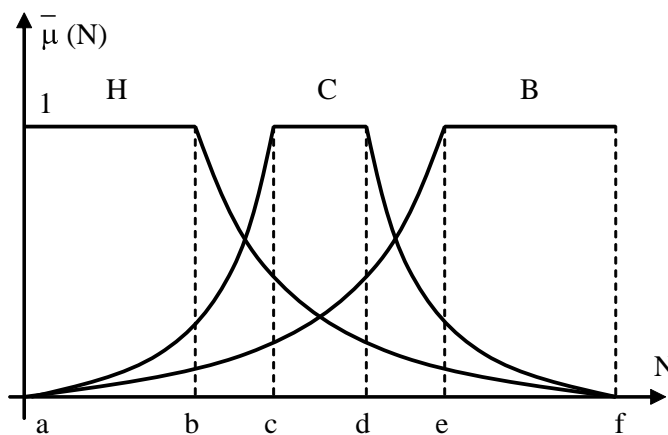


Рис. 2.6 – Функції належності нечітких термів

Аналітичні вирази даних функцій мають вигляд [57]:

$$\mu^H(H) \equiv \begin{cases} 1, N \in [l, b] \\ [f - N] \cdot [f - b]^{1,5}, N \in [c, f] \end{cases} \quad (2.15)$$

$$\mu^C(H) \equiv \begin{cases} [N - a] \cdot [c - a]^{1,5}, N \in [l, c] \\ 1, N \in [c, d] \\ [f - N] \cdot [f - d]^{1,5}, N \in [e, f] \end{cases} \quad (2.16)$$

$$\mu^H(H) \equiv \begin{cases} [N - a] \cdot [c - a]^{1,5}, N \in [l, e] \\ 1, N \in [e, f] \end{cases} \quad (2.17)$$

Ієрархічний взаємозв'язок між значеннями обраних параметрів когнітивного портрету користувача і номером групи (когнітивного типу), до якого користувач відноситься для надання рекомендацій і побудови шаблону адаптованого користувацького інтерфейсу, можна представити у вигляді дерева логічного висновку (рис. 2.7).

Вершини дерева інтерпретуються таким чином [56]:

- корінь дерева – номер групи (когнітивний тип користувача);
- термінальні вершини – частинні параметри стану;
- нетермінальні вершини (подвійні кола) – згортка частинних параметрів стану в укрупнені.

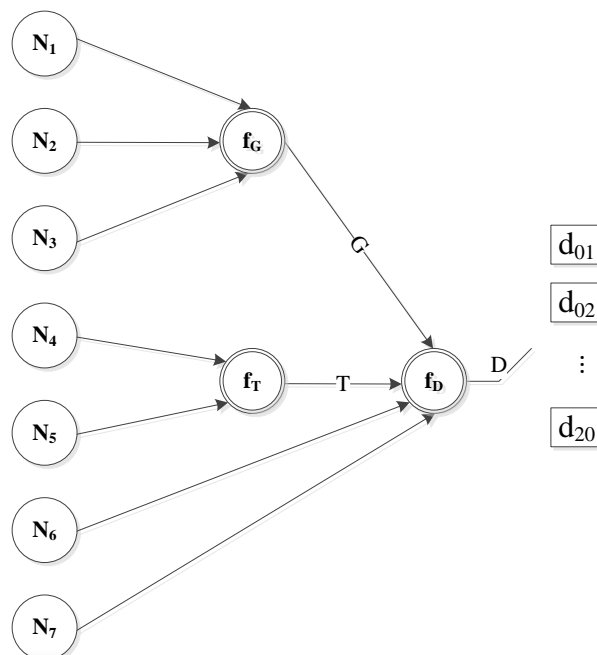


Рис. 2.7 – Дерево логічного висновку для визначення когнітивного типу користувача

Наведеному на рис. 2.8 дереву логічного висновку відповідає така система співвідношень:

$$D = f_D(T, G, N_6, N_7),$$

$$T = f_T(N_4, N_5),$$

$$G = f_G(N_1, N_2, N_3)$$

Змістовна інтерпретація характеристик когнітивного портрету користувача і обґрунтування зв'язку між запропонованими характеристиками та бажаними параметрами інформаційного потоку наведено в табл. 2.1.

Відповідно до таблиці 2.2, змінні **T** і **G** приймають дискретні значення

Для змінної **T**:

1. **ЯКЩО** $\mu^H(T) = \max [\mu^H(T), \mu^C(T), \mu^B(T)]$

ТО $T = 1.$

2. **ЯКЩО** $\mu^C(T) = \max [\mu^H(T), \mu^C(T), \mu^B(T)]$

ТО $T = 2.$

3. **ЯКЩО** $\mu^B(T) = \max [\mu^H(T), \mu^C(T), \mu^B(T)]$

ТО $T = 3.$

Для змінної **G**:

1. **ЯКЩО** $\mu^H(G) = \max [\mu^H(G), \mu^C(G), \mu^B(G)]$

ТО $G = 1.$

2. **ЯКЩО** $\mu^C(G) = \max [\mu^H(G), \mu^C(G), \mu^B(G)]$

ТО $G = 2.$

3. **ЯКЩО** $\mu^B(G) = \max [\mu^H(G), \mu^C(G), \mu^B(G)]$

ТО $G = 3.$

З урахуванням введених змінних **T** і **G** алгоритм віднесення користувача до деякого когнітивного типу можна записати у вигляді набору правил:

1. **ЯКЩО** $T = 1 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 > 100$

ТО $d_{01}.$

2. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 > 100$

ТО $d_{02}.$

3. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{03} .
4. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{04} .
5. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 3 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{05} .
6. **ЯКЩО** $T = 1 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 < 100$
ТО d_{06} .
7. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 < 100$
ТО d_{07} .
8. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 < 100$
ТО d_{08} .
9. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 < 100$
ТО d_{09} .
10. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 3 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТЕ d_{10} .
11. **ЯКЩО** $T = 1 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{11} .
12. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{12} .
13. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{13} .
14. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{14} .
15. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 3 \text{ I } N_6 > 100 \text{ I } N_7 > 100$
ТО d_{15} .
16. **ЯКЩО** $T = 1 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 < 1 \text{ I } N_7 < 100$
ТО d_{16} .
17. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 1 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 < 100$
ТО d_{17} .

18. **ЯКЩО** $T = 2 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 < 100$

ТО d_{18} .

19. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 2 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 < 100$

ТО d_{19} .

20. **ЯКЩО** $T = 3 \text{ I } G = 3 \text{ I } N_6 < 100 \text{ I } N_7 < 100$

ТО d_{20}

Для використання інформації про когнітивний портрет користувача організується взаємодія між блоком діагностування характеристик, блоком типізації користувача системи та блоком адаптації користувацького інтерфейсу. загальна схема блоку персоналізованої адаптації користувацького інтерфейсу показано на рис. 2.8

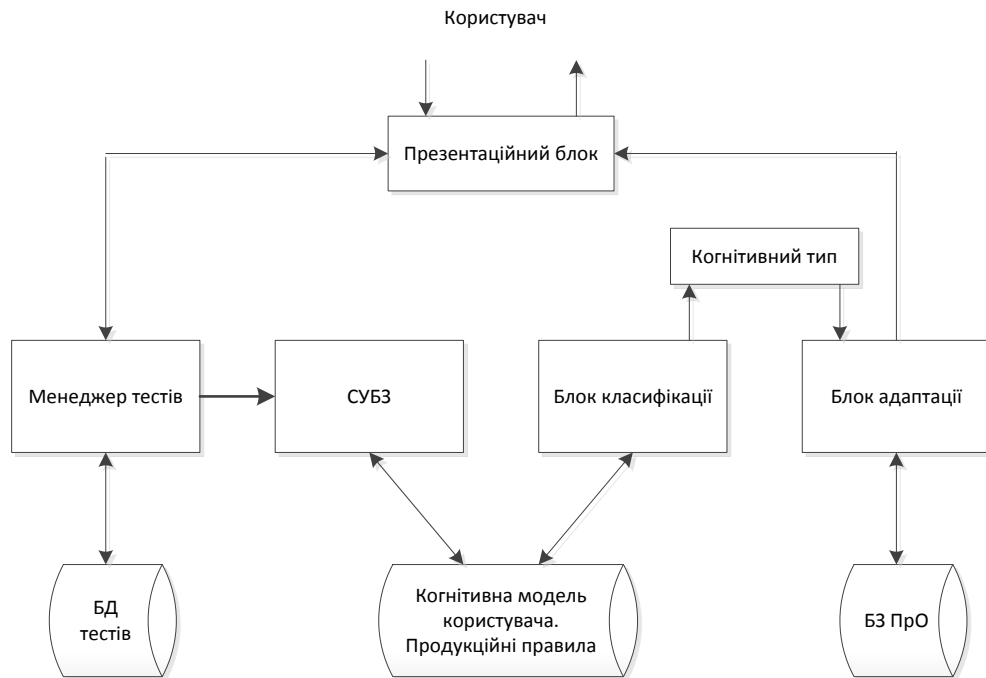


Рис. 2.8 – Схема блоку персоналізованої адаптації користувацького інтерфейсу з врахування особливостей когнітивних портретів користувачів

Висновок про когнітивний тип користувача надалі використовує блок адаптації для управління параметрами переданих користувачу послідовностей даних.

База знань блоку діагностування когнітивного портрету користувача складається з когнітивної моделі користувача і продукційних правил інтепретації

когнітивного профілю, що зберігається й актуалізується когнітивною моделлю. Ці правила мають узагальнений вигляд:

$$\mathbf{ЯКЩО\ antec}_j \mathbf{ТО\ conseq}_j, \quad (2.18)$$

де j – індекс продукційного правила;

\mathbf{antec}_j - посилення j -ого продукційного правила;

\mathbf{conseq}_j – висновок.

Посилання i висновку правила (2.18) мають вигляд:

$$\mathbf{antec}_j \stackrel{\Delta}{=} \mathbf{r}_{j1} \mathbf{I} \mathbf{r}_{j2} \mathbf{I} \dots \mathbf{I} \mathbf{r}_{jq}, \quad (2.19)$$

$$\mathbf{conseq}_j \stackrel{\Delta}{=} \Delta_j, \quad (2.20)$$

де \mathbf{r}_{ji} ($i = 1, \dots, q$) – i -е елементарне посилення j -ого продукційного правила;

Δ_j – j -ий висновок.

Елементарне посилення \mathbf{r}_{ji} має вигляд:

$$1) \mathbf{r}_{ji} \ (i = 1, \dots, m) \stackrel{\Delta}{=} \mathbf{n}_k < \mathbf{N}_i \leq \mathbf{n}_l, \quad (2.21)$$

де \mathbf{N}_i – результат тестування, отриманий у i -том тесті;

$i = 1, \dots, m$; m – кількість тестів для визначення продуктивних характеристик;

$\mathbf{n}_k, \mathbf{n}_l$ – відповідно нижнє і верхнє граничні значення результату тестування для віднесення користувача до класу переваг по типі і складності уявлення інформації.

$$2) \mathbf{r}_{ji} \ (i = m + 1, \dots, q) \stackrel{\Delta}{=} \mathbf{T}_i \mathbf{R}_1, \quad (2.22)$$

де \mathbf{T}_i – результат тестування когнітивного стилю;

\mathbf{R} – відношення $<$ або відношення $>$.

Наслідок Δ_j має вигляд:

$$\Delta_j \stackrel{\Delta}{=} \mathbf{C} = \mathbf{c}_j, \quad (2.23)$$

де \mathbf{c}_j – j -й когнітивний тип.

Блок класифікації є механізмом логічного висновка, що визначає когнітивний тип користувача. Необхідність запропонованої архітектури викликана тим, що визначення когнітивних стилів і когнітивних властивостей

людини не є устояними. Спеціалісти з когнітивних процесів продовжують уточнювати когнітивні якості людини, і для забезпечення гнучкості адаптивного тьютора застосована архітектура, у якій знання відділені від процедури логічного висновку, і можуть легко редагуватися.

Ця ж причина пояснює необхідність блока *менеджер тестів*, призначення якого встановлювати перелік тестів, запропонованих учню, для тестування його когнітивних спроможностей. Тим самим забезпечується можливість редагувати тести і їхню множину без зміни програмних компонентів тьютора.

База знань предметної області (БЗ ПрО) містить знання по предмету, що викладається користувачу. Вона може бути, наприклад, множиною сценаріїв, кожний із яких відповідає когнітивному типу учня.

Функція *блоку адаптації* полягає у виборі відповідного когнітивного типу сценарію навчання.

Презентаційний блок є узагальненою назвою компонентів адаптивного тьютора, що виконують функції організації діалогового спілкування (комунікації) із користувачем.

Для реалізації блоків зберігання інформації про користувача та робочий процес (блоки «Когнітивна модель. Продукційні правила» та «БЗ ПрО» відповідно) потрібно визначити можливі формати наповнення цих блоків, типи зв'язків між даними в них і методи управління.

2.3 Методи побудови моделі предметної області для управління формою зберігання інформації в системі

Для забезпечення гнучкої адаптації представлення інформацію користувачу при роботі в системі доцільно управляти не лише формою представлення даних, але й темпом і інтенсивністю інформаційного потоку. Для цього необхідно забезпечити можливість управління блоками інформації, організацію їх в мережу, систему знань.

Існуючі системи комунікації знань можна характеризувати чотирма базовими компонентами: експертні знання про предметну область (модель

предметної області); модель користувача; експертні знання про метод навчання (сценарій взаємодії); інтерфейс навчальна система - користувач.

Модель знань (2.3) виконує подвійну функцію. З одного боку вона являє собою джерело предметних знань, що «порційно» надаються користувачеві, а з іншого - бажаний стандарт знань користувача, який використовується для оцінки його поточних знань. Модель предметної області займає значне місце в процесі формування сценаріїв взаємодії користувача з інформацією (рис. 2.9) та в управлінні характеристиками інформаційних потоків (рис. 2.10) в рамках метасценарію прийняття рішень в автоматизованих системах.

Центральним об'єднуючим елементом тут є база даних (знань), де зберігаються як дані про користувачів і сценарії робочої діяльності, так і інформація про предметну область.

Модель користувача представляє собою в загальному випадку неповну модифіковану модель знань предметної області (2.3) і призначена, головним чином, для того, щоб передбачати поведінка користувача з метою її інтерпретації. Ідеальна модель користувача повинна робити точні передбачення поведінки будь-якого користувача в будь-якому контексті предметної області. Наприклад, у вигляді безлічі можливих реакцій на останній навчальний епізод.

З моделлю користувача часто пов'язується поняття діагностичного процесу – адаптації моделі користувача на підставі даних, отриманих в процесі діалогу.

Сценарій взаємодії визначає, який фрагмент даних і в який момент часу повинен бути переданий користувачеві. У найбільш загальному випадку сценарій взаємодії не кодується жорстко, а виводиться з поточної ситуації та методу, що зберігається у вигляді набору принципів або правил. Адаптація здійснюється на основі передбачення реакції користувача, що генерується моделлю користувача, його реальною реакцією і відношеннями між епізодами робочого процесу, збереженими в моделі предметної області.

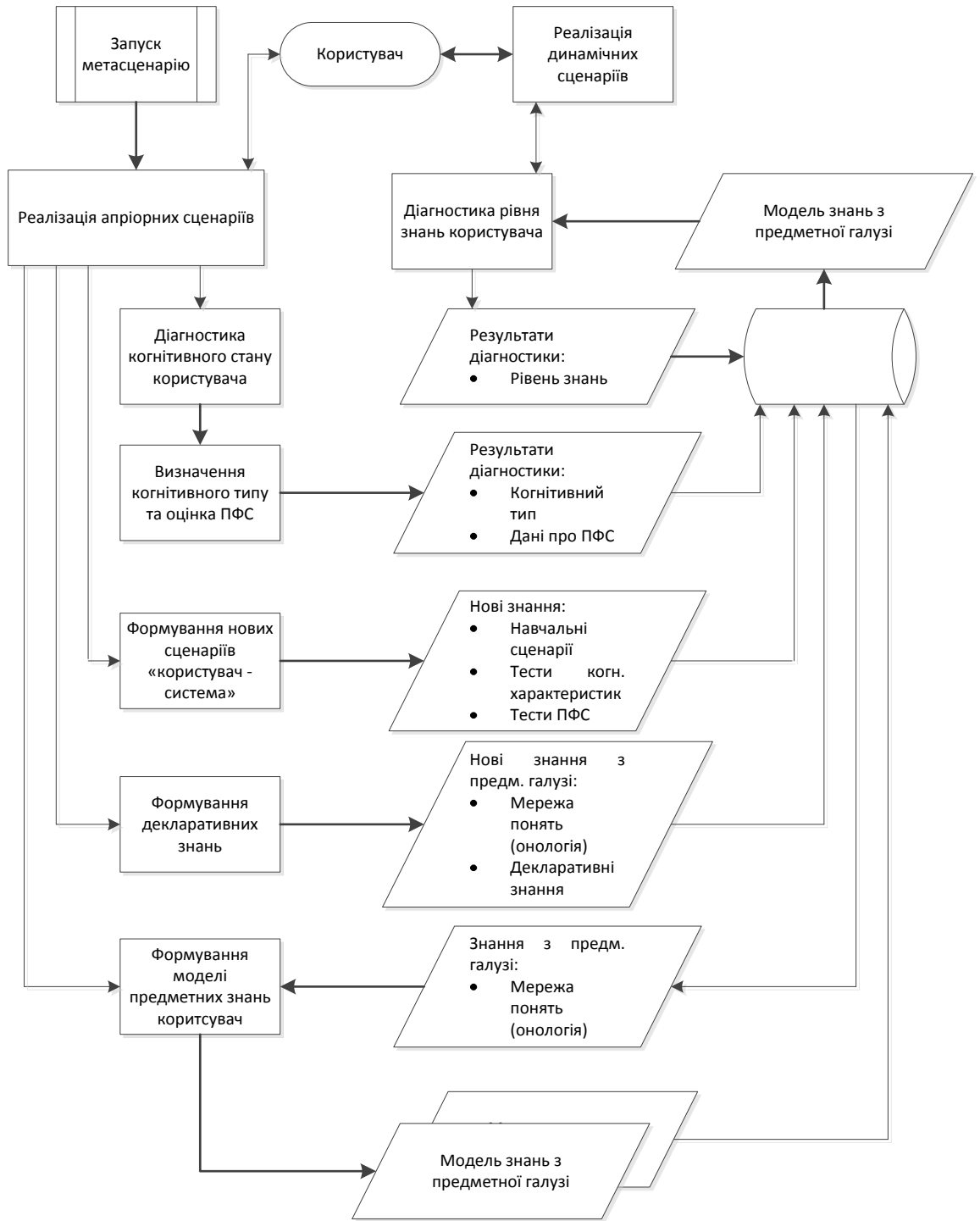


Рис. 2.9 – Діаграма потоків даних при формуванні сценаріїв взаємодії користувача з системою.

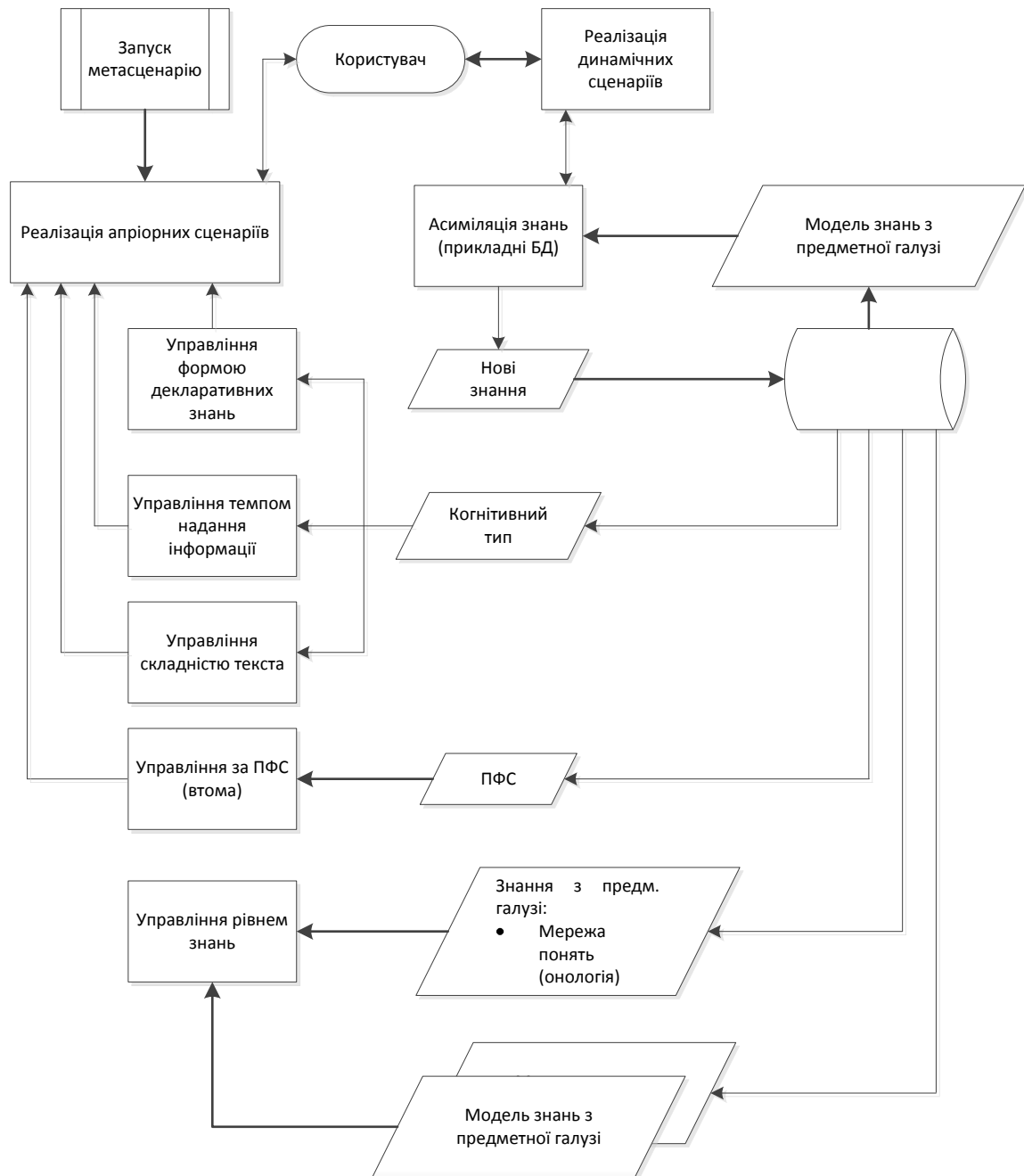


Рис. 2.10 – Діаграма потоків даних при управлінні характеристиками інформаційних потоків в залежності від особливостей предметної області і сценаріїв роботи користувача

Сценарій взаємодії варіюються по відношенню до ступеня «свободи», яка надається користувачеві, і можуть бути впорядковано розташовані між двома полюсами: від повного контролю всіх дій користувача і виконання «лоцманських» функцій при проведенні користувача через епізоди робочого процесу до повної свободи навігаційної активності користувачів та видачі рекомендацій щодо його запиту.

На рис. 2.11 проілюстроване відношення між зазначеними чотирма основними концептами систем комунікації знань.

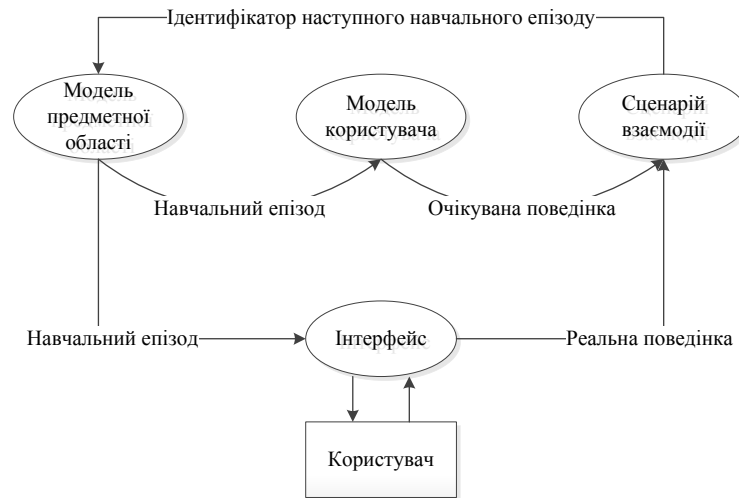


Рис. 2.11 – Основні концепти системи комунікації знань і відношень між ними

Побудова і модифікація сценарію взаємодії користувача з системою відбувається з урахування сценарію взаємодії, яка будується на основі моделі користувача, а також його реальної поведінки при обробці попередніх навчальних епізодів, взятих з моделі предметної області.

Для використання в автоматизованих системах опис предметної області має бути формалізованим. Існує декілька підходів до побудови моделі предметної області

Логіко-лінгвістичний опис предметної області L в загальному випадку являє собою сукупність логіко-лінгвістичних описів L_Q зв'язків вхідних та вихідних параметрів (або просто параметрів) в термінах лінгвістичних змінних, $L_Q \in L$. Під логіко-лінгвістичним описом L_Q зв'язків параметрів ми розуміємо сукупність логіко-лінгвістичного правила Q та його конкретизації

$$q_i^Q \in q^Q, i=1, K, n_Q, L_Q = \langle q^Q \rangle,$$

де $Q = (\text{Якщо } X, \text{ то } Y)$, $q_i^Q = (\text{Якщо } X^{(i)}, \text{ то } Y^{(i)})$, q^Q – схема нечітких міркувань. Тут X, Y – назви лінгвістичних змінних, які в загальному випадку можуть бути складеними, $X^{(i)}, Y^{(i)}$ – значення лінгвістичних змінних. Якщо цим

значенням надається деяка семантика (смысл), то, то $X^{(i)}$ и $Y^{(i)}$ – назви нечітких змінних. Логіко-лінгвістичні правила утворюють множину

$$P = \{Q_1, K, Q_2, K, \dots, Q_l, K, l\}.$$

Семантика значень $X^{(i)}$, $Y^{(i)}$ формалізується за допомогою нечітких множин $X^{(i)}$, $Y^{(i)}$ універсальних множин U и V відповідно. Нагадаємо, що нечіткою множиною X на множині U називається сукупність пар:

$$X = \{ \langle u, \mu_X(u) \rangle \},$$

де $\mu_X: U \rightarrow [0, 1]$ – відображення множини U в одиничний відрізок $[0, 1]$, що називається функцією належності нечіткої множини X . Значення функції належності $\mu_X(u)$ для $u \in U$ називається ступенем належності. Цей вираз іноді записують в еквівалентній формі

$$X = \mu_X \langle u_1 \rangle + \mu_X \langle u_2 \rangle + \dots + \mu_X \langle u_m \rangle.$$

Кажуть, що елементарне висловлювання $p = X$ транслюється в розподілі можливостей [47]

$$\pi \langle p \rangle = \tilde{X} : p = X \rightarrow \pi \langle X \rangle = \tilde{X}.$$

Представлення смислової інформації в інформаційних технологіях можна здійснити за допомогою теорії нечітких множин. Однак кожне нечітке умовне висловлювання вигляду «Якщо X , то Y , інакше Z » (X , Y , Z – нечіткі підмножини універсальних множин U, V та V відповідно) наділяється логічними структурами індуктивного та дедуктивного типів [4;18;55;59;60;61;74]. Виникає проблема логіко-семантичного представлення нечіткої системи [22;26;27;55;129].

Під логіко-семантичним представленням нечіткої системи (що відповідає логіко-лінгвістичному опису зв'язків параметрів) розуміється сукупність моделі нечіткої системи та операторів перетворення множин вхідних параметрів в вихідні з урахування логічної структури системи. Множини вхідних та вихідних параметрів системи описуються лінгвістичними змінними, значення яких наділені певною семантикою. Вибір конкретної логічної структури залежить від типу причинно-наслідкових зв'язків, що розглядається.

Нечіткі умовні висловлювання можуть бути представлені двома моделями: 1) індуктивною моделлю (RI), в якій причина обумовлена виводом, а наслідок – посиленнями; модель наділена логічною структурою індуктивного типу; 2) дедуктивною моделлю (RD), в якій причина обумовлена посиленнями, а наслідок – виводом.

Логіко-семантичне представлення нечіткої системи, що відповідає логіко-лінгвістичному опису «Якщо X , то Y , інакше Z » (X, Y, Z – назви лінгвістичних змінних) буде несуперечливим, якщо існує модель RID нечіткої системи, а також оператори \circ «max–min–композиція» та ∂ « \odot –композиція» перетворення вхідних параметрів у вихідні, що забезпечують узгоджену взаємодію індуктивного і дедуктивного механізмів нечіткого логічного: $X = \odot \partial RID \supset RID$ і $Y = \odot \circ RID \supset RID$. Нагадаємо, що X і Y – нечіткі множини, що визначають семантику значень лінгвістичних змінних X та Y відповідно.

В логіко-лінгвістичному описі предметної області $L = \{L_Q\} Q_i$ представляють собою логіко-лінгвістичні правила з множини P , $i=1, \dots, I$. Множину P можна розбити на M класів, що не перетинаються, $P_1, \dots, P_m, \dots, P_M$ функціонально однотипних правил (правил, у яких в правій частині знаходиться одна й та сама змінна). Деякі пари цих правил з різних класів пов'язані відношенням «загальне правило – окреме правило» (ЗО-відношення), для позначення якого будемо використовувати знак π – якщо $Q \in P_i \supset \odot \in P_j \supset Q \pi P$, то Q – опис окремих зв'язків, а P – опис загальних зв'язків для $Q, i \neq j$.

Кожний з класів P_m містить логіко-лінгвістичні правила $Q_1^m, \dots, Q_j^m, \dots, Q_{m_i}^m, m=1, \dots, m_i$. Деякі пари цих логіко-лінгвістичних правил пов'язані відношенням «множина посилянь – підмножина посилянь» (МП-відношення), для позначення якого будемо використовувати знак π – якщо $Q^m \in P_m \supset \odot^m \in P_m \supset Q^m \pi P^m$, то Q^m – виняток з правила P^m , а P^m – загальне правило для Q^m .

Окрім того, кожна множина нечітких висловлювань $q^O = q_1^O, q_i^O, q_{n_O}^O$ може бути розбита на підмножини $q_1^O, q_i^O, q_{n_O}^O$, що не перетинаються, для яких побудовані моделі нечітких систем

$\tilde{R}_1^O, \tilde{R}_k^O, \tilde{R}_K^O$ відповідно, $k = 1, \dots, K$. Моделі нечітких систем пов'язані відношенням «загальне правило – виключення з правил» (ПВ-відношення), точніше різновидом ПВ-відношення – відношенням нечіткої спеціалізації. Для позначення цього відношення будемо використовувати знак $<$ – якщо $\tilde{R}_1^O < \tilde{R}_2^O$, то \tilde{R}_1^O – виняток (нечітка спеціалізація) моделі \tilde{R}_2^O , а \tilde{R}_2^O – загальна модель для \tilde{R}_1^O .

Маючи формальний опис змінних, понять предметної області і зв'язків між ними, можна перейти до використання тексту з інтелектуальними компонентами для організації доступу до інформації. Текст, розширений ресурсами (в англійській літературі – Supported Text Document (STD)) являє собою спеціальним чином адаптовану форму гіпертексту, розроблену з метою забезпечення учнів допомогою в процесі формування семантики досліджуваного текстового або мультимедійного матеріалу. У літературі описано кілька практичних систем, що представляють собою реалізацію STD як для локального використання, так і в якості Web-додатка. Прикладом може служити проект Perseus, описаний в [128] і призначений для вивчення історії й культури прадавньої Греції.

STD складається із трьох основних компонентів: вихідних даних (source data), набору ключів (set of keys) і набору ресурсів (of resources).

Вихідні дані – це той блок даних, з яким працює користувач, сприймаючи і обробляючи інформацію від системи на поточному кроці робочого процесу..

Ключі являють собою ті частини вихідних даних, які можуть викликати в учня труднощі у сприйнятті й розумінні в процесі розв'язку завдання формування семантики. Ключі відзначені в тексті ключовими маркерами, які, будучи

активовані, забезпечують доступ користувачів до пакетів ресурсів – допоміжної і супутньої інформації. Підготовлені користувачі можуть працювати з вихідними даними, практично не користуючись ключовими маркерами. Для таких користувачів ресурси «згорнуті» і невидимі й не порушують природній хід сприйняття матеріалу. Однак у тому випадку, коли: користувач або вбудований інтелектуальний компонент виявляють необхідність у ресурсі, ключовий маркер активізується й забезпечує доступ до специфічного ресурсу.

Ключі поділяються на дві категорії. *Синтаксичні ключі* являють собою фізичні елементи вихідних даних: технічний або контекстний словник, складні або заплутані речення або параграфи, символи, заголовки, посилання, і т.п. Оскільки ці ключі є частиною вихідних даних, вони, як правило, відіграють роль ключових маркерів.

Семантичні ключі не можуть бути промарковані безпосередньо за допомогою елементів вихідних даних, оскільки вони не є фізичними елементами тексту. Вони відносяться до когнітивних процесів, пов'язаних з сприйняттям і обробкою інформації від системи й, можливо, потребують у додаткових знань. В [106] наведений звіт досліджень, присвячених вивченню розуміння учнями історичних текстів, у якому відзначається, що специфікою розуміння таких текстів є вміння зв'язувати історичні події з відповідними причинами або вміння конструювати відповідні казуально-темпоральні відносини між подіями, описаними в тексті.

Для виконання відзначеної роботи користувачу, можливо, буде необхідно звернутися до деякої кількості наступних ресурсів: ресурси, необхідні для створення письмових заміток, що вербально відбивають когнітивні схеми; ресурси необхідні для комунікації з колегами, понятійні огляди. Користувач може одержати необхідні ресурси напряму від системи або з STD.

Більш докладний опис та категоризація ресурсів STD можуть бути знайдені в [1;2;10;20;62;104;105;116].

Можна сформулювати два головні завдання, що стоять перед інтелектуальним компонентом, вбудованим в STD:

- компенсація недоліку когнітивних навичок користувачів при оперуванні й навігації великими ресурсами STD; і
- адаптація компонентів STD до персональних когнітивних характеристик учнів.

Обидва відзначені завдання спрямовані на поліпшення адаптації STD до поточних когнітивних здібностей окремого учня. Це означає, що інтелектуальний компонент, вбудований в STD, може допомогти розв'язати проблему персоналізації взаємодії користувача з системою для формування семантики з даних довільного призначення для користувача із заздалегідь невідомими когнітивними здібностями.

Продовжимо обговорення проблеми персоналізації STD шляхом його адаптації до поточних когнітивних здібностей користувача з погляду технологічної парадигми, яку дослідники з Масачусетського Технологічного Інституту (MIT Media Lab) назвали «речі, які думають» (things that think) [47].

У якості першого наближення визначимо STD із вбудованим інтелектуальним компонентом, як підклас систем вбудованого інтелекту, який відрізняється від простого STD наступними відмітними характеристиками:

- інтелектуальний STD перебуває в постійнім спілкуванні з користувачем;
- інтелектуальний STD діє напівавтономно, і його діяльність може бути кваліфікована як поведінка;
- поведінка інтелектуального STD цілеспрямована й адаптивна.

Таким чином, при роботі з STD користувач вступає з системою в діалогову взаємодію (діалог визначається як взаємодія двох агентів, які виконують певні дії, виходячи зі свого сценарію поведінки та мети взаємодії [1]). Для управління такою взаємодією необхідно дослідити алгоритми побудови сценарію діалогової взаємодії користувача з автоматизованою системою та методи адаптації цього сценарію.

2.4 Засоби діалогового моделювання і адаптації сценарію взаємодії користувача з системою

Алгоритм побудови сценарію інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою (рис. 2.12) побудовано на основі модифікованого циклу Нейссера.

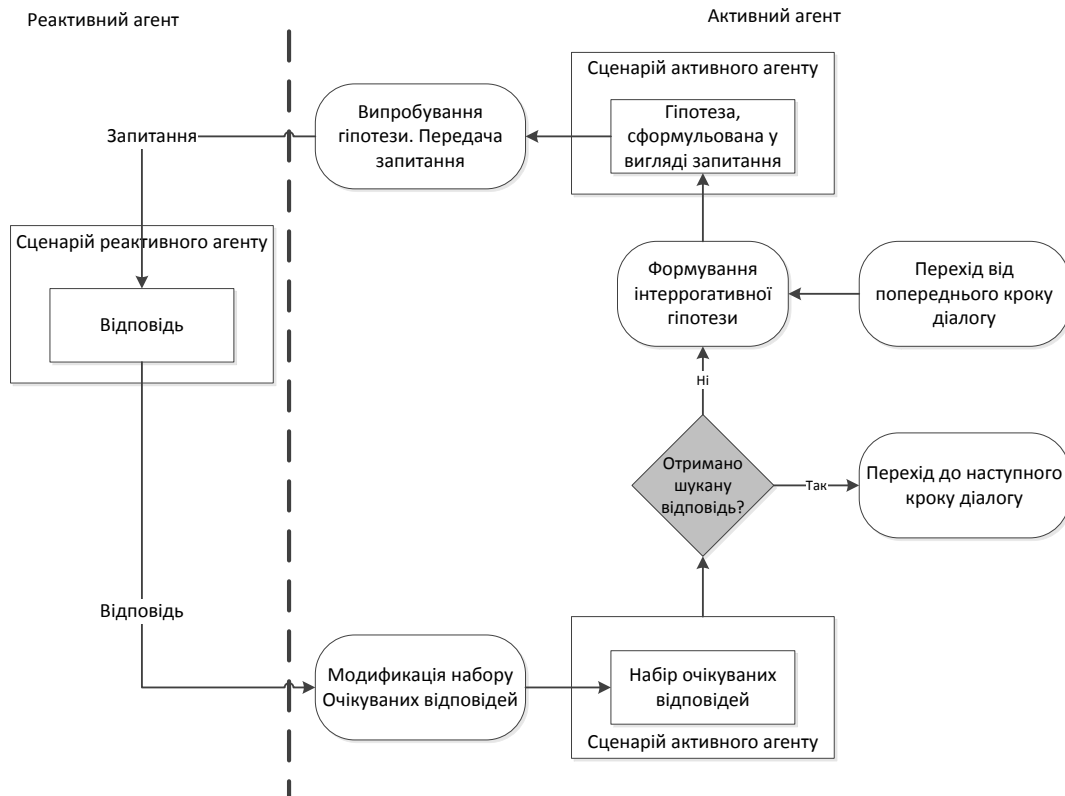


Рис. 2.12 – Алгоритм побудови кроку діалогу інформаційної взаємодії користувача з системою.

Передбачається, що в рамках кожного кроку діалогу можливі декілька циклів уточнення наборів очікуваних відповідей і гіпотез активного агента.

Побудова сценарію діалогової взаємодії користувача з автоматизованою системою передбачає розташування блоків даних предметної області в порядку, в якому вони повинні бути оброблені відповідно до вимог робочого процесу, а також формування зв'язків між семантично залежними блоками даних (дані називаються семантично зв'язаними або залежними, якщо для роботи з даними з одного інформаційного блока потрібні дані з іншого блока) для забезпечення їх виведення в якості супутньої або допоміжної інформації за запитом користувача. Для підвищення ефективності роботи користувача з семантично-залежною

інформацією необхідно виводити всі пов'язані блоки одночасно (чи хоча б без значних часових інтервалів).

Користувачу системи значно легше працювати зі знаннями, ніж зі звичайними даними завдяки спрощенню навігації та полегшенню виділення елементів інформації з більшою вагою (важливіших для конкретних задач). Основною задачею стає правильна організація переходу від одних знань до інших. Механізми таких переходів на даний момент активно використовуються в експертних (зокрема, продукційних) та інтелектуальних системах, хоча підходи до питання відрізняються – використання логічного виводу «проти» оцінювання рівня підготовки користувача і вимог задачі.

Іншою проблемою, пов'язаною з ускладнення задач обробки інформації, стала необхідність, окрім кількісних даних, працювати з інформацією якісного характеру, взаємодія з якою, до того ж, часто залежить від змісту (семантики) знань в системі.

Інтерактивний і діалоговий процеси є зручною та природною формою спілкування людини з програмною системою і найчастіше використовуються для введення команд оперативного управління програмою або вихідних даних, необхідних для роботи суто обчислювальних процедур. Однак відомі приклади діалогової взаємодії, коли діалог набуває властивостей методу розв'язання задачі [72;98;118;122]. Робота таких програм здійснюється покроково, нові дані вводяться порціями на кожному кроці, а програма «реагує» на кожні введені дані шляхом зміни свого «поведінки».

В [28;95] проводиться співставлення діалогового і алгоритмічного методів обчислень на основі стандартних схем програм [51;97] і робиться висновок про те, що суто алгоритмічні обчислення є окремим випадком діалогових обчислень. Діалог розглядаємо не як вирішення проблеми розпізнавання виводимості, а як певну конструкцію, що зберігає множину дедуктивних ланцюгів, що ведуть від вхідного слова F до кожного елементу множини вихідних слів $\{g_i\}$, $i = 1, \dots, n$.

Конкретний дедуктивний ланцюг, реалізований в процесі діалогових обчислень, повністю задаємо послідовністю значень змінної V , яка названа

протоколом породження алгоритму. Отже, діалогова конструкція може породжувати як завгодно багато різних алгоритмів, якщо врахувати, що протокол породження алгоритму може мати циклічний характер. Логічну основу діалогової конструкції складають твердження типу **ЯКЩО-ТО-ІНАКШЕ**, використовувані для зв'язку окремих процесів в дедуктивні ланцюги.

Сферою застосування діалогового методу вирішення завдань є завдання, що відносяться до класу погано формалізованих [37]. Прикладами таких завдань можуть служити завдання проектування і навчання.

Під методом вирішення погано формалізованого завдання будемо розуміти процедурні знання людини експерта, що вміє вирішувати дану задачу. Таким чином, діалоговий метод рішення погано формалізованого завдання повинен імітувати поведінку експерта в процесі вирішення погано формалізованого завдання. В [40;75;108] наводяться міркування, що пояснюють «вирішуючу завдання» поведінку експерта.

В таблиці 2.3 наведені основні характеристики «вирішуючої задачі» поведінки експерта при розв'язанні погано формалізованої задачі та еротематичного діалогу з боку активного агента, що ілюструє аналогію між цими двома процесами.

Таблиця 2.3 – Характеристики «вирішуючої задачі» поведінки людини експерта і активного агенту еротематичного діалогу

Характеристики поведінки експерта при розв'язанні погано формалізованої задачі	Характеристики поведінки активного агенту еротематичного діалогу
1	2
Багатокроковий процес. на кожному кроці виконується проста дія, в результаті чого утворюється певний проміжний результат.	Багатокроковий процес. На кожному кроці активний партнер передає реактивному партнеру питання і отримує релевантну відповідь.

Продовження таблиці 2.3

1	2
Експерт знає, який повинен бути наступний крок. Процедурні знання експерта – це знання про зв'язки між попередніми результатами і подальшою дією.	Активний агент формує наступне запитання після аналізу отриманої відповіді з урахуванням принципів: «глибини діалогу», «історії відповідей» і «історії питань».
Часто дія, що виконується за крок, і отриманий результат перебувають у відношенні «частина - ціле».	Відповідь, в логічному сенсі, є частиною суб'єкта питання.

Процедурні знання експерта представлені в діалоговому методі доступу (Dialog Access Method, DiAM) у вигляді мережевої структури, що складається з ланцюжка «питання-відповідь» і з пар «відповідь-запитання», а процес вирішення задачі являє собою керований пошук цільового вузла або цільової траєкторії. Ясно, що такий підхід передбачає априорі, що сценарій активного партнера містить шуканий результат, або множину шуканих результатів рішення задачі.

Сценарій діалогу представимо як сукупність кроків діалогу

$$D = \langle S_i \rangle, i = \overline{1, n}, \quad (2.24)$$

де кожний крок діалогу

$$S_i = \langle \langle Q_j \rangle^i, \langle A_k \rangle^i \rangle, j = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}, \quad (2.25)$$

де $\langle Q_j \rangle^i, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ – множина запитів активного агента діалогу, які приводять до i -ого кроку діалогу, $\langle A_k \rangle^i, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, p}$ – множина відповідей реактивного агента діалогу.

Оскільки при інформаційній взаємодії користувач і система можуть по чергово виконувати роль як активного, так і реактивного агента, а множини відповідей $\langle A_k \rangle^i$ і $\langle A_k \rangle^l$ можуть мати непорожній перетин при $i \neq l$, сценарій діалогу має нелінійну структуру. Для його представлення використовуються мережі Петрі, де множини $\langle Q_j \rangle^i$ і $\langle A_k \rangle^i$ є вершинами двох різних типів, а кроки

діалогу у вигляді (2.25) – дугами переходу між ними (рис. 2.13)

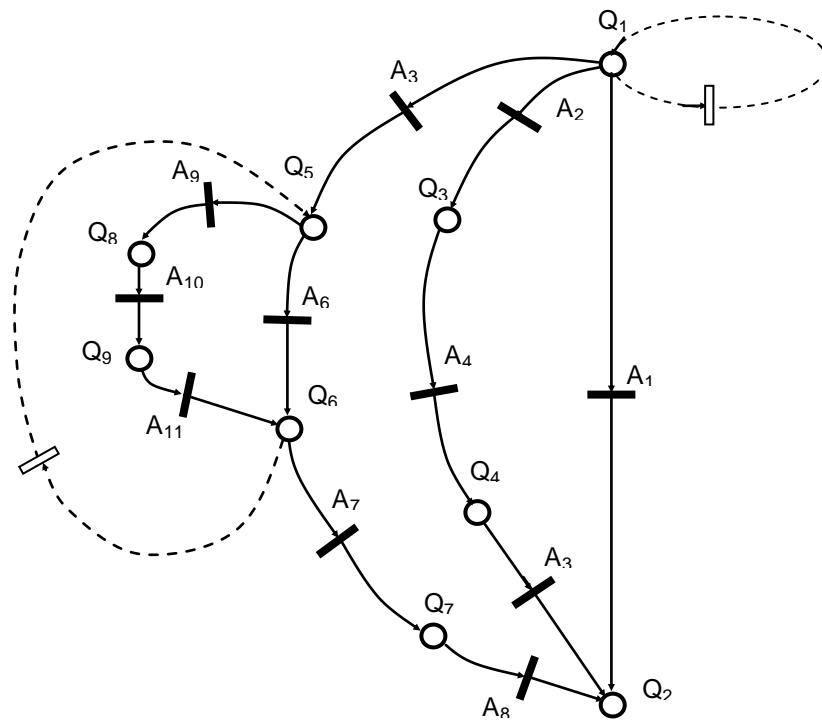


Рис. 2.13 – Приклад сценарію взаємодії користувача з системою.

Пунктиром показане «використання» нерозпізнаних відповідей реактивного агента

Модель (2.24), може використовуватись для розв'язування аналогічних погано формалізованих задач. Приклади задач наведено в **Додатку А**.

Категоризація агентів діалогового процесу, з точки зору концептуального базису діалогу, залежить від того, чи використовується при функціонуванні експертної системи (ЕксС) її пояснювальна компонента. У тому випадку, коли пояснювальна компонента не використовується, то ЕксС виступає в ролі активного агента, а її користувач – в ролі реактивного агента, а сам діалог відноситься до категорії діалогів з фіксованим розподілом ролей. Суб'єкт і передумова питання формуються таким чином, щоб відповідь користувача містила відсутні в базі знань факти-посилання, які запитуються.

У тому випадку, коли використовується пояснювальна компонента, діалог відноситься до категорії діалогів з вільним розподілом ролей, а під час пояснень ЕксС виступає в ролі реактивного агента.

Діалог в ЕксС підтримується спеціальним блоком, форма зберігання даних в

якому відрізняється від форми зберігання фактів і правил в базі знань [96;114]. Таким чином, для Ексс діалог є лише формою спілкування (інтерфейсу) з користувачем.

Діалог, по відношенню до DiAM, є одночасно і формою зберігання знання, і формою спілкування з протилежним агентом.

Типи розв'язуваних за допомогою Ексс завдань визначаються двома способами побудови дедуктивної ланцюга і називаються: прямий вивід і зворотний вивід [114]. Метою прямого виводу можна визначити як перехід від вихідної множини фактів-передумов до результатному факту-висновку. При прямому виводі кожен з фактів вихідної множини передумов зв'язується дедуктивними ланцюгами з фактом-висновком.

Метою зворотного виводу є перехід від початкового факту-висновку до результатної множини фактів-передумов. При зворотному виводі факт-висновок зв'язується дедуктивними ланцюгами з кожним з фактів множини передумов.

Таким чином, в експертній системі, заснованій на правилах, всі факти неявно об'єднані в мережу можливими ланцюгами виводу. Ці неявні зв'язки явно встановлюються машиною виведення в процесі роботи Ексс.

Зі сказаного випливає, що діалоговий процес можна розглядати як перманентний процес доведення істинності послідовності гіпотез STD із вбудованим інтелектуальним компонентом щодо знань і когнітивних здібностей користувача і, отже, як процес діагностики декларативних знань і когнітивних здібностей користувача за допомогою дедуктивного процесу.

Назвемо базу знань діалогу (Dialog Knowledge Base, DiKB) пам'ять, що зберігає опис діалогової поведінки у формі множини зв'язаних кроків діалогу, – *діалогова база знань* і введемо позначення DiKB Один крок взаємодії «питання-відповідь» в межах DiKB можна побачити на рис. 2.14.

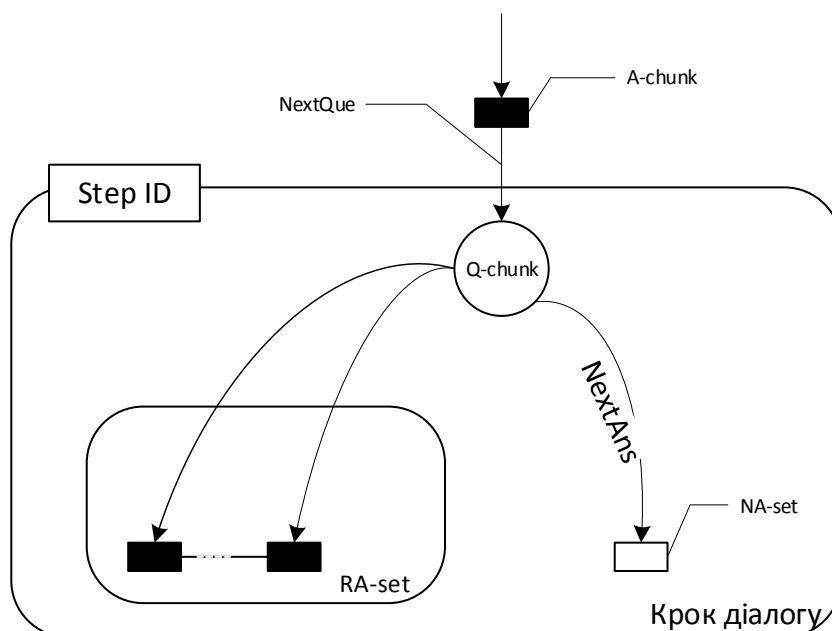


Рис. 2.14 – Графічна ілюстрація основних понять DiAM

Як це впливає з визначення DiKB, прийнято припущення, що активний агент не «виготовляє» наступний *Q-chunk*, а розшукує його в QMem, використовуючи DiAM для формування адреси. Тому ми можемо розглядати DiAM не лише як трансформатор відповіді реактивного агента в адресу подальшого питання активного агента, але й як сукупність методів активного агента для досягнення мети діалогу.

Тут A-chunk – поточна відповідь реактивного агента; Q-chunk – посилання на відповідне питання в QMem; RA-set – очікувана множина відповідей реактивного агента; NA-set – вся решта (не очікувані) відповідей реактивного агента; NextQue – зв'язок між поточною відповіддю і наступним питанням; NextAns – зв'язок між поточним питанням і наступною відповіддю; StepID – ідентифікатор кроку.

Еротематичний діалог є дискретним процесом, для якого крок є одночасно і структурним, і динамічним елементом. На рис. 2.14 структура кроку еротематичного діалогу представлена в нотації мережі Петрі. Цей рисунок також ілюструє і *концептуальний базис діалогового методу доступу*.

Крок діалогу включає посилання на питання, релевантне даному кроку, і представлено позицією з ім'ям *Q-chunk* на рис. 2.14. Оскільки різні кроки діалогу

можуть використовувати одне й те ж питання, крок повинен мати унікальне ім'я – *StepID*. Переходи на рис. 2.14 відповідають можливим відповідям реактивного агента. Визначення діалогового кроку включає два типи множин відповідей реактивного агента: множини очікуваних відповідей, позначено як *RA-set*, і множини решти відповідей, позначено як *NA-set*.

Множина очікуваних відповідей об'єднує ті відповіді, які, відповідно до сценарію, очікуються на даному кроці і, отже, повинні бути сприйняті активним агентом. Кількість елементів цієї множини змінюється від кроку до кроку.

Множина всіх інших моделюється єдиним переходом – *NA-set*, оскільки немає потреби розпізнавати ці відповіді. Тому будь-яка відповідь, яка не розпізнається (не сприймається) активним агентом на даному кроці, належить множині *NA-set*.

Відсіювання істинної відповіді за умов невизначеності – одна з найважливіших функцій систем моделювання діалогової взаємодії. Для цього використовуються системи фільтрів різного профілю (рис. 2.15).

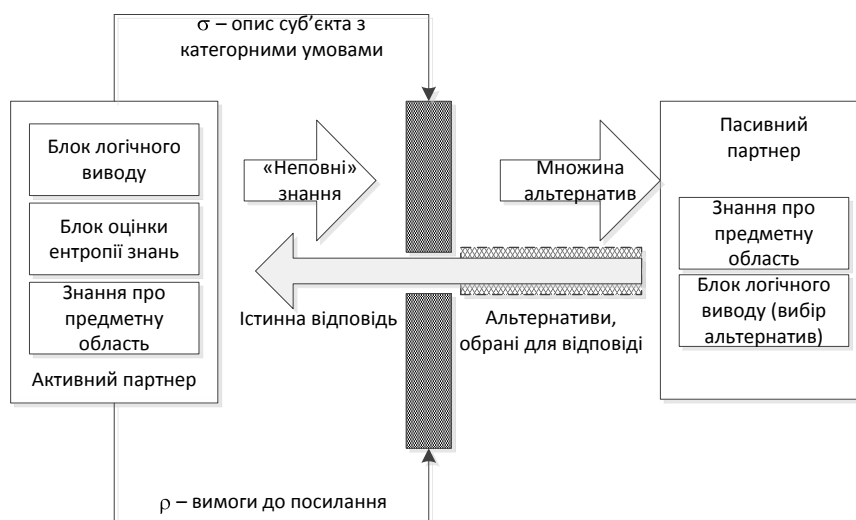


Рис. 2.15 – Тематична машина для динамічної побудови послідовностей «питання-відповідь» на основі оцінки невизначеності знань.

Налаштування цих фільтрів для предметної області і вимог конкретного користувача (чи класу користувача) необхідно зберігати в базі знань DiKB діалогомоделюючої системи.

Таким чином, приходимо до діалогового підходу до взаємодії користувача з

STD в автоматизованій системі. Знання, що регламентують діалогову поведінку STD із вбудованим інтелектуальним компонентом і учня, зберігаються в DiKB, а його «матеріалізація» здійснюється за допомогою машини діалогу.

Інтелектуальний STD реалізує свою поведінку за допомогою генерації послідовності *розумних сторінок* (Smartpages), які він надає користувачу. Ця послідовність відбиває як метод навігації, так і когнітивні навички учня й відповідає його когнітивним здібностям. Зміст і атрибути розумної сторінки відбивають персоналізований набір компонентів STD і відповідають когнітивним здібностям учня. Інтелектуальний STD не може зберігати набір заздалегідь підготовлених розумних сторінок, оскільки вони залежать від учня й повинні бути персоналізовані. Ідея полягає в тому, що розумна сторінка динамічно генерується, безпосередньо перед виводом. Зміст розумної сторінки, ключові маркери, пакети ресурсів і т.д., створюються в процесі складання відповідно до залежного від учня (персоналізованого) опису розумної сторінки. Опис розумної сторінки відбиває когнітивні характеристики того, якого навчають, і генерується вбудованим діалоговим компонентом STD відповідно до інформації, накопиченої в ході діалогу з учнем.

Однією з важливих характеристик STD із вбудованим інтелектуальним компонентом є його перманентна інтерактивність. Хайес [115] розрізняє два типи інтерактивних систем: *діалогові або розмовні системи й інструментальні системи*. У діалогових або розмовних системах користувач взаємодіє *із системою з метою спільного розв'язку проблеми*. Інструментальні системи повністю контролюються користувачем, з їхньою допомогою користувач формує послідовність команд без втручання системи.

Існує ще одна важлива відмітна характеристика інтерактивних систем – автономність. *Автономні інтерактивні системи*, проініціалізовані користувачем, функціонують повністю автономно, або використовують користувача як сенсор первинної інформації. Прикладом автономних інтерактивних систем можуть бути більшість продукційних експертних систем діагностичного типу. Діалогові

системи – не автономні. Процедурні й декларативні знання, необхідні для розв'язку завдання, розподілені між системою і її користувачем.

Важливою роллю інтелектуального STD є зменшення інформаційного перевантаження користувача шляхом покрокового селективного представлення релевантної інформації. Здатність еротематичної діалогової системи відображати персоналізовану інформацію запобігає інформаційному перевантаженню користувача. Зі сказаного випливає, що еротематичні діалогові системи, розглянуті в даній дисертаційній роботі, є найбільш підходящим типом систем для реалізації STD із вбудованим інтелектуальним компонентом.

Діалог, як метод вирішення проблем, припускає існування двох цілеспрямованих й взаємодіючих агентів, які формують загальну когнітивну систему.

Природній розподіл ролей агентів діалогу у випадку STD із вбудованим інтелектуальним компонентом, – це реалізація учнем ролі реактивного агента діалогу й реалізація STD ролі активного агента діалогу. Користувач логічно залежить від STD. Він не може сформулювати довільну відповідь, а повинен повернути STD релевантну порцію декларативних знань («chunk», згідно з Андерсоном [103]), оскільки в протилежному випадку діалог перетвориться на два окремі монологи.

Таким чином, у межах кроку STD і користувач передають один одному взаємозалежні порції декларативних знань. Розумна сторінка, яку STD передає користувачу, має логічну структуру питання, а порція знань, яка передається від користувача до STD – логічну структуру відповіді.

Будемо позначати відзначені порції знань, що мають логічну структуру питань і відповідей Smartpage і Ans-chunks відповідно. Smartpage є переносником інформації двох типів: фрагмента декларативних знань, з яких формується відповідь, називаного суб'єктом сторінки, і специфікації бажаної відповіді, називаною передумовою сторінки.

Суб'єкт сторінки – це «вихідний матеріал» для формування відповіді. Користувач у процесі генерації відповіді не використовує всі знання, що

зберігаються в його декларативній пам'яті, а тільки невеликий фрагмент цих знань, що задаються суб'єктом. Передумова визначає, яка частина суб'єкта сторінки повинна перейти у відповідь. Таким чином, загальну логічну структуру Smartpage і Ans-chunk представимо у вигляді:

$$\begin{aligned} \text{Smartpage} &= \overset{\text{def}}{\langle P, S \rangle}, \\ \text{Ans-chunk} &\in S, \end{aligned}$$

де: S, P – суб'єкт і передумова сторінки, відповідно. Будемо розглядати суб'єкт сторінки як набір слотів, що зберігають семантично родинні елементи, а передумову – як закодовану специфікацію відповіді:

$$\text{Smartpage} = \langle P, \{S_i\} \rangle \quad i = 1 \dots n,$$

де: $\{S_i\} \quad i=1 \dots n$ набір слотів суб'єкта сторінки.

Тоді Ans-chunk являє собою підмножина слотів суб'єкта сторінки:

$$\text{Ans-chunk} = \{S_i\} \quad i=1 \dots m; \quad m < n$$

Кожна Smartpage може породити безліч можливих відповідей, або Ans-chunks:

$$\text{ANS} = \{\text{Ans-chunk}_\beta\}, \beta = 1, \dots, k$$

STD із вбудованим інтелектуальним компонентом залежно від мети планує (очікує) одержати й розпізнати більш вузьку, ніж ANS, множину відповідей, названу розпізнаваною множиною відповідей і позначену як R_i (де i – номер кроку). Розпізнавана множина відповідей поєднує відповіді, яких STD потребує на даному кроці діалогу. Усі інші відповіді будемо кваліфікувати як нерозпізнавані – Nr_i .

Суб'єктно-перевагова структура Smartpage дозволяє визначитися з питанням розподілу вербального й невербального представлення інформації, що генерується STD. Ясно, що, принаймні, слоти суб'єкта можуть бути представлені невербально. Що стосується передумови, що має статус пояснювального компонента, то вона повинна мати вербальне представлення у вигляді тексту або мови.

В Smartpage слоти являють собою елементи вихідного тексту й супутні ресурси. Передумова трансформує Smartpage у міні-завдання й детермінує інтерактивність між користувачем і STD.

Таким чином, структура кожного кроку діалогу між STD із вбудованим інтелектуальним компонентом і учнем може бути описана за допомогою наступних елементів:

- ім'я кроку;
- ім'я Smartpage;
- множина R_i ;
- множина покажчиків на наступні кроки, що відповідає R_i ;
- покажчик на крок для випадку нерозпізнаних відповідей.

Взаємодія між STD із вбудованим інтелектуальним компонентом і користувачем передбачає проведення логічних висновків. Будемо розглядати два рівні висновків: висновок в межах кроку і висновки, які моделюються послідовністю кроків (сценарієм діалогу).

Висновок в межах кроку розіб'ємо на три фази: 1) висновок STD при підготовці Smartpage і до одержання Ans-chunk; 2) висновок користувача при підготовці Ans-chunk; 3) висновок STD після одержання Ans-chunk.

Основними елементами DiKB є: пам'ять питань (у нашій випадку – це пам'ять Smartpages) і метод доступу до пам'яті питань – Diam. З погляду логічного виводу DiKB може розглядатися як кінцевий набір інтерогативних гіпотез STD, із вбудованим інтелектуальним компонентом, щодо знань і когнітивних здібностей учня. Кожна гіпотеза еквівалентна деякому ланцюжку кроків у межах DiKB, і може бути описана відповідним правилом продукції.

Нижче розглянутий варіант реалізації машини діалогу у вигляді команди програмних агентів. Агент – це будь-яка частина свідомості, структура й поведінка якого відносно прості й зрозумілі, у той час, як взаємодія «команди» таких агентів може продуктувати феномен розумної поведінки, зрозуміти який значно складніше [54;119].

Довільний агент на кожному кроці діалогу демонструє специфічну поведінку, яка визначається його внутрішньою структурою й станом внутрішнього й зовнішнього світу машини діалогу. Тут під зовнішнім світом машини діалогу ми розуміємо модель знань учня, а під внутрішнім світом – модель знань STD із вбудованим інтелектуальним компонентом (сценарій діалогу), що зберігається, головним чином, в DiKB.

Пропонована машина діалогу розроблена з метою обробки довільного кроку, а поведінка кожного з агентів команди визначається логікою діалогового процесу, а не логікою предметної області. Усі особливості предметної області зберігаються в моделі внутрішнього світу (сценарії діалогу). *Агенти діють асинхронно, послідовно й циклічно передають активність один одному.* Комбінація процесу обміну знаннями й процесу дедуктивного висновку закладена в сценарії діалогу й відбита в структурі DiKB. Рис. 2.15 відображає структуру машини діалогу, представлену чотирма агентами: 1) презентаційний агент (Pre-agent); 2) перцептивний агент (Per-agent); 3) агент, що аналізує (A-agent); і 4) агент кроку (S-agent). Агенти на рис. 2.16 розташовані в циклічному порядку, який визначає послідовність їх активізації. Усі компоненти внутрішнього світу Машини діалогу розташовані всередині циклу.

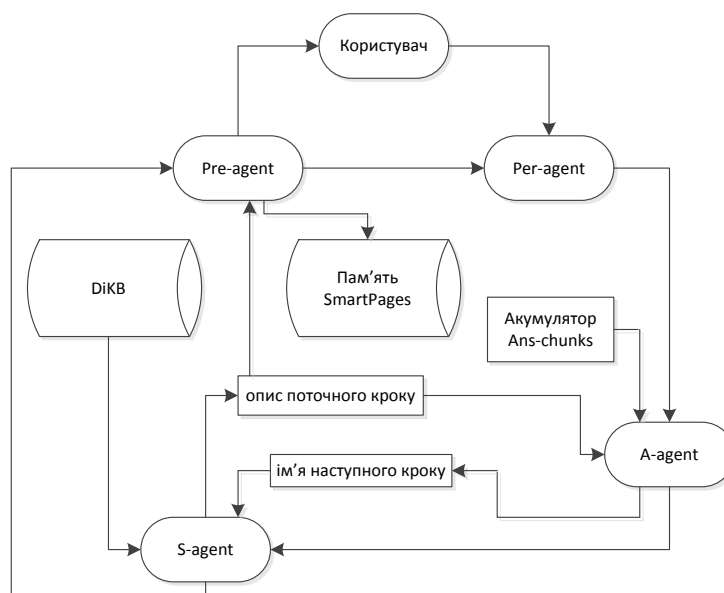


Рис. 2.16 – Архітектура машини діалогу для реалізації взаємодії користувача з STD

Презентаційний агент Pre-agent здійснює презентацію Smartpage rjhbcnedfxe. Наприклад, Smartpage може відповідати питанню, яке спроектоване для одержання фактів з метою виводу висновків про ступінь розуміння фрагмента вихідних даних користувачем. Взаємодія із зовнішнім світом односпрямована, від Pre-agent до користувача. Взаємодія із внутрішнім світом здійснюється в такий спосіб. Із блоку пам'яті, який зберігає опис поточного кроку, Pre-agent читає ім'я Smartpage, а потім – усю інформацію, необхідну для презентації Smartpage.

Перцептивний агент Per-agent сприймає Ans-chunks від користувача, акумулює їх в акумуляторі Ans-chunks. Таким чином, акумулятор Ans-chunks зберігає історію відповідей користувача. Взаємодія із зовнішнім світом односпрямована, від користувача до Per-agent. Відповіді реактивного агента діалогу сприймаються і кодуються за допомогою стандартного периферійного устаткування комп'ютера. Взаємодія із внутрішнім світом здійснюється в такий спосіб – Ans-chunks накопичуються в акумуляторі.

Агент, що аналізує (A-agent) розпізнає сприйнятий Ans-chunk шляхом його послідовного порівняння з елементами множини R_i , визначає ім'я наступного кроку. A-agent не взаємодіє із зовнішнім світом. Його взаємодія із внутрішнім світом здійснюється в такий спосіб. A-agent читає Ans-chunk з акумулятора й R_i із блоку пам'яті, що зберігає опис поточного кроку. Потім визначає ім'я наступного кроку й поміщає його в пам'ять імені наступного кроку.

Агент кроку S-agent обновляє опис поточного кроку. Агент кроку не взаємодіє із зовнішнім світом. Його взаємодія із внутрішнім світом здійснюється в такий спосіб. Агент кроку читає ім'я наступного кроку з відповідного блоку пам'яті й, потім, опис цього кроку з DiKB. Зчитані описи містяться в пам'яті описів поточного кроку.

Завдяки винесенню особливостей предметної області в діалогову базу знань DiKB на основі системи діалогового методу доступу можна побудувати проблемно-незалежний вирішувач задач (рис. 2.17).

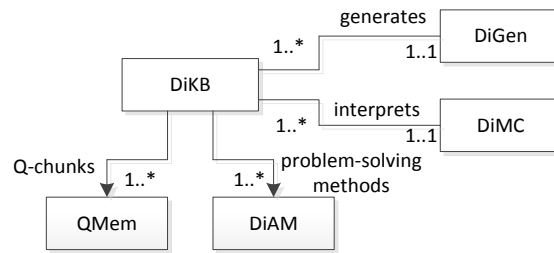


Рис. 2.17– Спрощена структура проблемно незалежного діалогового вирішувача задач.

Запропонований на основі машини діалогу вирішувач задач використано в засобах управління інформаційною взаємодією користувача з автоматизованою системою для адаптації сценаріїв взаємодії до вимог робочого процесу, задач і цілей конкретного користувача, його рівня знань і особливостей когнітивного портрету. Ці параметри можна врахувати в моделі діалогу (2.23), формуючи множини запитань і відповідей при побудові сценарію діалогу за алгоритмом на рис. 2.12.

2.5 Висновки по другому розділу

Запропоновано формулу (2.1) визначення показника ефективності роботи користувача з інформацією в системі, який враховує кількість помилок різного типу, яких користувач припустився на певному кроці робочого процесу (помилки несвоєчасного реагування на інформацію від системи, помилки прийняття помилкових рішень через недостатність контексту, помилки користувача через стан інформаційного перевантаження і стресу), їх вагу, встановлену в залежності від особливостей робочого процесу, час, витрачений на роботу з інформацією на даному кроці робочого процесу, критичність швидкості роботи користувача (вага параметру часу).

Визначено принципи управління інформаційною взаємодією користувача з автоматизованою системою і побудовано модель інформаційного потоку з переліком параметрів (2.2). Згідно запропонованої моделі, інформаційний потік, спрямований від системи для обробки користувачем, характеризується темпом подачі інформації, форматом представлення даних, складністю інформації (її

пов'язаністю з іншими блоками даних), і власне даними, що передаються. Запропоновано здійснювати персоналізовану адаптацію інформаційної взаємодії, впливаючи на параметри інформаційного потоку.

Досліджено алгоритм неадаптованої взаємодії користувача з інформацією від системи і запропоновано видозмінений алгоритм адаптованої взаємодії (рис. 2.4), який враховує принципи комплексного адаптивного підходу, описаного в розділі 1 і реалізує ідею управління інформаційною взаємодією користувача з системою через управління і персоналізовану адаптацію параметрів інформаційного потоку (2.2).

Для забезпечення можливості управління кожним з параметрів інформаційного потоку та врахування поточного стану користувача і особливостей робочого процесу на основі алгоритму адаптованої взаємодії і принципів комплексного адаптивного підходу сформульовано список функціональних вимог до засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою:

1. Адаптація до когнітивних особливостей користувачів:

- діагностування характеристик когнітивного портрету;
- переведення якісних результатів діагностування в нормовані кількісні дані;
- віднесення користувача до певної групи за набором характеристик.

2. Адаптація користувацького інтерфейсу:

- побудова шаблону інтерфейсу (автоматично чи з залученням користувача-технолога) з врахуванням особливостей робочого процесу (мінімальна необхідна кількість елементів виводу, їх тип);
- персоналізація інтерфейсу (з врахування характеристик когнітивного профілю користувача);
- обробка сигналів зворотного зв'язку від робочого місця для динамічного оцінювання якості інтерфейсу.

3. Адаптація до особливостей предметної області:

- структуризація файлів з даними від системи (показники датчиків, інформаційні масиви);
- побудова онтологічної мережі дерева предметної області (зв'язки між блоками даних основної, супутньої і довідкової інформації).

4. Адаптація діалогової взаємодії.

- побудова дерева сценарію діалогу користувача з системою (з урахуванням ролі і задач користувача);
- персоналізація дерева сценарію діалогу (з урахуванням особливостей сприйняття інформації користувачем та його рівня кваліфікації).

На основі переліку функціональних вимог створено функціональну модель засобів адаптації інформаційної взаємодії, де кожному блоку вимог відповідає окремий функціональний блок. Основними функціональними компонентами засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою є підсистема діагностування характеристик користувача (від неї надходять дані про особливості сприйняття інформації користувачем та його кваліфікацію), конструктор інтерфейсу (дозволяє управляти елементами виводу) і конструктор діалогів (забезпечує адаптивність системи до специфіки напрямку діяльності; сценарій діалогу дозволяє отримувати інформацію про цілі та поточний крок роботи системи). Необов'язковим, але важливим модулем є лексичний аналізатор, який дозволяє системі працювати з неструктурованою вхідною інформацією.

Для врахування при здійсненні персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою когнітивного портрету користувача створено модель користувацького інтерфейсу (2.4) як набору елементів виводу інформації, які характеризуються типом інформації, що виводиться, і положенням на екрані робочого місця користувача, і модель користувача, представленого когнітивним портретом (2.5), набором когнітивних, психофізіологічних і інтелектуальних характеристик. Досліджено вплив на процес взаємодії користувача з інформацією в системі і з користувацьким інтерфейсом різних груп характеристик когнітивного портрету. Обрано базис характеристик для складання когнітивного

портрету користувача, визначено методи діагностування характеристик, сформульовано алгоритм типізації користувачів. у вигляді набору правил виводу.

Створено модель предметної області як сукупності блоків знань (2.3), досліджено різні способи лексичного і лексико-семантичного опису предметної області, для управління формою організації блоків даних предметної області обрано засоби STD (тексту, розширеного ресурсами).

Досліджено принципи управління сценарієм взаємодії користувача з інформацію в системі як діалогом двох агентів. На основі модифікованого циклу Нейссера запропоновано алгоритм побудови діалогу для реалізації інформаційної взаємодії (рис. 2.13), створено модель діалогу як сукупності кроків (2.24, 2.25), що характеризуються множинами запитань активного агента і відповідей реактивного агента діалогу. Запропоновано використання машини діалогу на основі STD для побудови предметно-незалежного вирішувача задач, придатного для управління структурою сценарію інформаційної взаємодії користувача з системою з врахуванням особливостей довільної предметної області і специфіки робочого процесу.

3 АРХІТЕКТУРА І РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ

Тепер, коли було сформовано основні принципи роботи засобів управління взаємодією користувача з даними в системі, можна описати схему і принцип дії комплексу таких засобів, оцінити ефективність запропонованого підходу і засобів адаптації користувацьких інтерфейсів. Для цього використовуються як методика оцінювання якості ПЗ, так і результати апробації ПЗ в різних типах автоматизованих систем. Наводяться рекомендації до використання елементів програмних засобів користувачами автоматизованих систем різного призначення.

Задачі розділу:

- розробити архітектуру засобів управління процесом адаптації взаємодії користувача з інформацією в системі;
- дослідити і алгоритмічно описати процес роботи з засобами адаптації інформаційної взаємодії в складі автоматизованої системи з існуючим користувацьким інтерфейсом..
- надати рекомендації по використанню запропонованого комплексного підходу до адаптації процесу взаємодії користувача з інформацією в автоматизованій системі;
- провести оцінку ефективності запропонованого комплексного підходу та засобів адаптації інформаційної взаємодії.

3.1 Архітектура комплексу засобів управління інформаційною взаємодією користувача з системою

В розділі 2 на рис. 2.4 наведено алгоритм персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з даними в системі – починаючи від збору інформації від системи і завершуючи виводом даних на екран робочого місця користувача.

Вихідні дані від зовнішнього середовища збираються автоматизованою системою в єдиний інформаційний потік, який спрямований до користувача для обробки. Цей потік має вигляд файлу, який повинен для адаптації форми представлення бути розбитий на окремі змістові блоки за допомогою ключових слів-лексем. На етапі лексичного аналізу файл розбивається на окремі блоки, промарковані відповідно до слів-лексем. Інформація з блоків відображається за допомогою інтерфейсних елементів виводу відповідного типу. Кількість та тип елементів виводу робочого інтерфейсу користувача визначається з урахування специфіки його діяльності в системі і когнітивних особливостей самого користувача. Користувач отримує на екрані робочого місця фінальне представлення даних. Інформація про цілі і поточний етап роботи системи адаптації повинна виводитись в окремому довідковому вікні паралельно з інформацією від системи. Проведені дослідження [134] показали, що при поінформованості користувача про роботу системи адаптації інтерфейсу його довіра до системи зростає, і він з більшою вірогідністю буде позитивно сприймати маніпулювання користувацьким інтерфейсом і формою відображення інформації.

Етап лексичного аналізу – початковий етап обробки інформації від системи. Він сам складається з декількох підетапів, причому безпосередньому лексичному аналізу (тобто пошуку в файлі даних відомих системі лексем) передують не менш важливі фази структуризації файлу – рис. 3.1.

Слід зауважити, що розбиття файлу з інформацією від системи на змістові елементи повинно враховувати не тільки структуру файлу (лексеми), а й поточний стан користувацького інтерфейсу. Зокрема, не слід розбивати файл на більшу кількість змістових одиниць, ніж є елементів виводу в інтерфейсі. Якщо користувацький елемент не має необхідних для представлення окремих змістових елементів форм виводу, то потрібно вжити додаткових заходів – повідомити про це користувача-технолога (у випадку ручного налаштування користувацького інтерфейсу) або додати до інтерфейсу відповідний елемент (у випадку автоматичної адаптації).

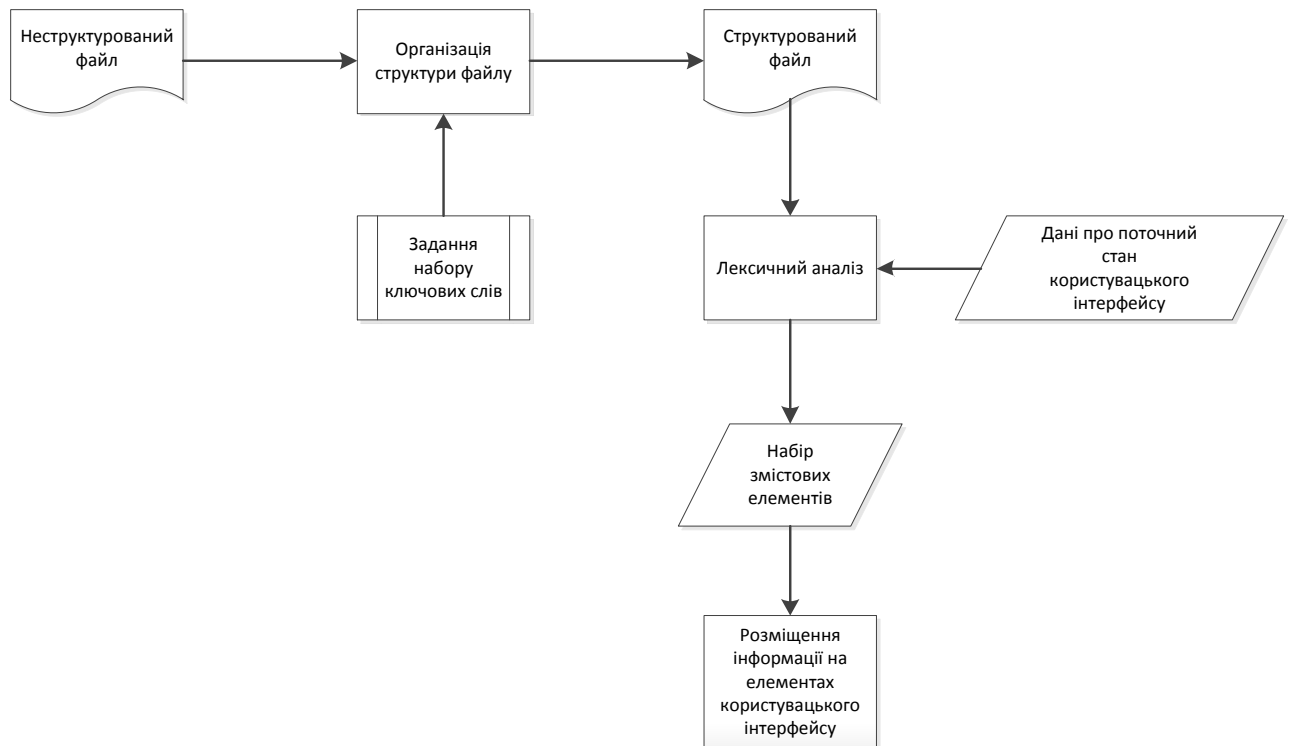


Рис. 3.1 – Процес лексичного аналізу інформації від системи

На рис. 2.4 в розділі 2 показано, що при виведенні інформації на екран робочого місця слід враховувати особливості сприйняття інформації користувачем, його рівень кваліфікації та специфіку напрямку діяльності. Все це в загальному випадку береться системою управління інтерфейсами з профілів користувача і спеціальності,

На рис. 1.1 в п. 1.3 було наведено схему взаємодії окремих компонентів програмного комплексу. Розглянемо тепер детальніше **базу знань** системи та модуль настройки інтерфейсу.

Для розуміння структури бази знань важливо представити, як в системі відбувається рух інформації. Зручним засобом для цього є діаграми потоків даних (Data Flow Diagram, DFD).

Дослідження руху інформації починається з найвищого, загального рівня, візуалізацією якого є DFD-0 (діаграма нульового рівня), яку можна побачити на рис. 3.2.

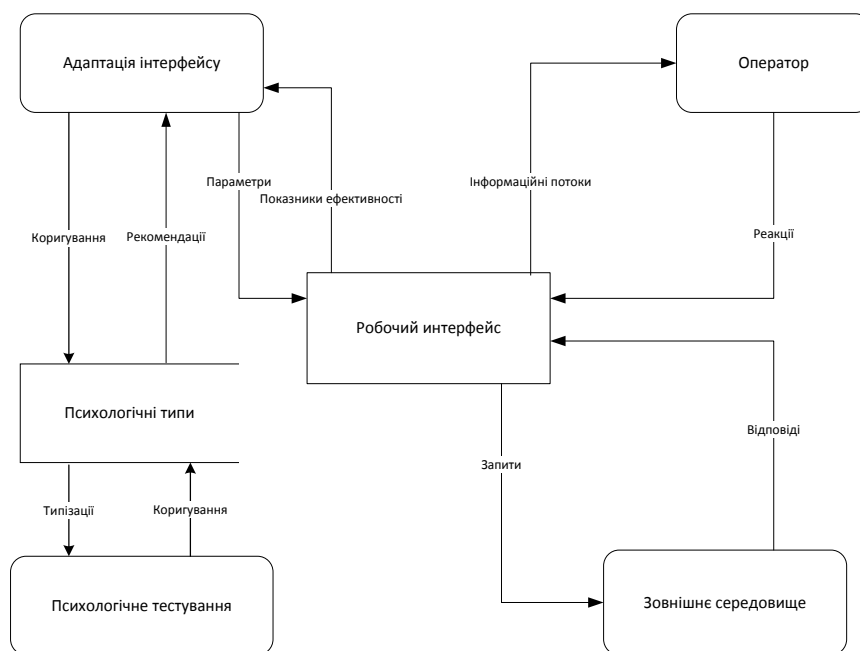


Рис. 3.2 – Система управління інформаційними потоками. Діаграма потоків даних нульового рівня (DFD-0)

Як видно з діаграми, робочий інтерфейс користувача обмінюється інформацією з навколишнім середовищем. Саме через інтерфейс цю інформацію отримує оператор (користувач). У відповідь оператор певним чином реагує, що впливає на поточний стан робочого інтерфейсу і просуває діалог з навколишнім середовищем. Саме підвищення ефективності цих реакцій оператора і є метою і функцією системи адаптації інтерфейсів.

Спочатку система адаптації орієнтується на когнітивний профіль активного користувача (оператора), але в процесі роботи на процес роботи з інтерфейсами починають впливати показники ефективності реакції оператора на інформаційні потоки робочого інтерфейсу, оскільки когнітивний профіль, а тим більше психофізіологічний стан оператора змінюються з часом. Це також зумовлює необхідність коригування психологічного профілю активного оператора в базі знань для покращення якості адаптації інтерфейсів під час майбутніх сеансів роботи.

Дану діаграму необхідно деталізувати для визначення необхідних для роботи з інформаційними потоками структурних блоків. Для деталізації

використовуються діаграми потоків даних наступних рівнів (DFD-1, DFD-2 тощо).

Розглянемо блок «Оператор». DFD-1 для нього можна побачити на рис. 3.3.

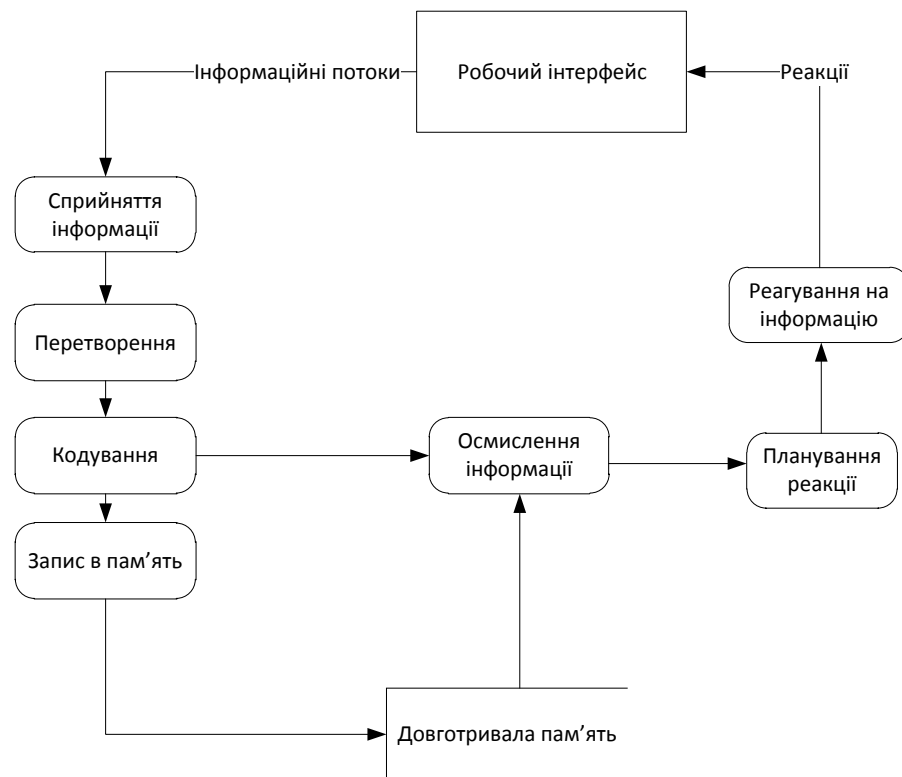


Рис. 3.3 – Робота оператора АСУ з інформацією (DFD-1 програмного комплексу адаптації інтерфейсів)

Ця діаграма представляє собою схему обробки інформації людиною. Взаємодія безпосередньо з робочим інтерфейсом відбувається на етапах сприйняття інформації та реагування на неї. Інші блоки представляють собою фактично «чорний ящик», деяке розуміння принципу роботи якого дозволяє отримати когнітивний профіль користувача. Цей профіль будується на основі аналізу реакцій на різні типи і форми інформації, що сприймається.

Програмна реалізація процесу обробки інформації ускладнена тим, що теоретична когнітивна психологія ще не розробила формалізованих описів для окремих етапів і процесу в цілому. Але блоки і сприйняття інформації і реагування на неї необхідно враховувати під час розробки системи управління інформаційними потоками, бо на цих етапах відстежуються характеристики потоків даних і проявляються особливості сприйняття операторів. Решта процесу

на даному етапі розвитку когнітивної психології перетворюється на «чорний ящик».

Розглянемо також DFD-1 для підсистеми автоматичного тестування операторів (рис. 3.4).

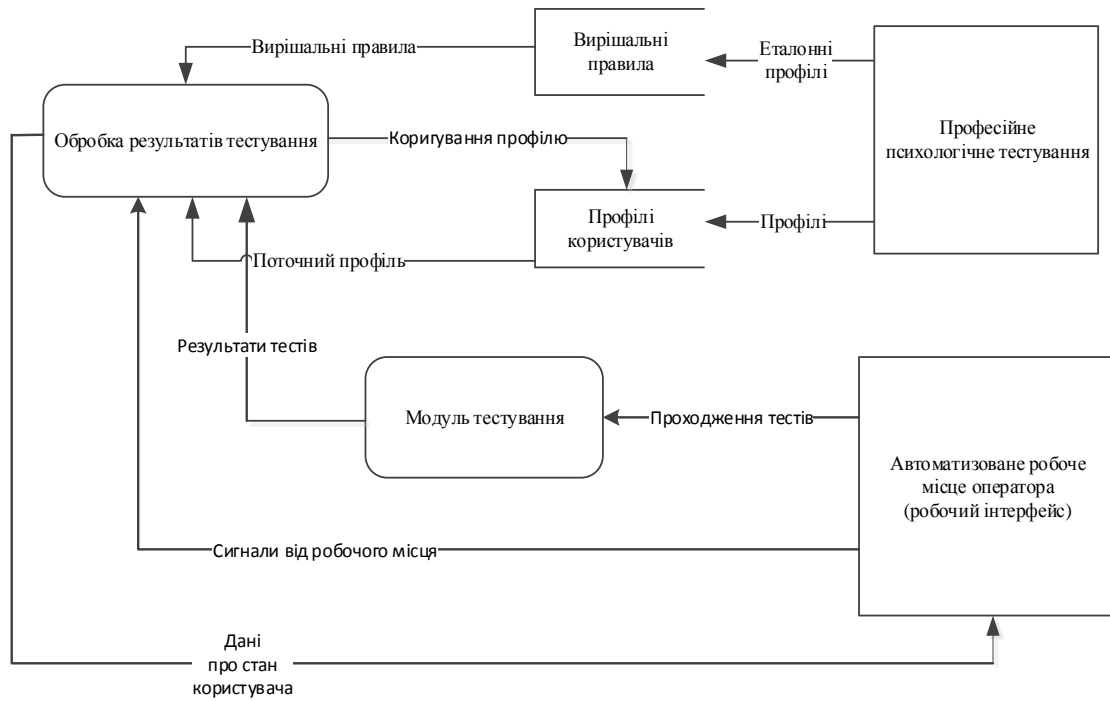


Рис. 3.4 – Підсистема автоматичного тестування. (DFD-1 засобів адаптації інтерфейсів)

Початкові профілі користувачів та вирішальні правила для тестів вводять ззовні (наприклад, професійним психологом). В подальшому когнітивні профілі користувачів постійно коригуються за результатами тестів (за результатами тестів може бути також заповнений початковий когнітивний профіль) та сигналами зворотного зв'язку від робочого місця оператора. Модуль обробки результатів тестування відповідає як за модифікацію профілів користувачів в БД, так і за відправлення даних про поточний психофізіологічний стан користувача (визначений за сигналами зворотного зв'язку від робочого місця), які використовуються, якщо потрібно внести зміни до персоналізованого робочого інтерфейсу під час сеансу роботи або скоригувати темп видачі інформації користувачу.

Як видно, когнітивні профілі операторів постійно коригуються за результатами тестів та сигналами зворотного зв'язку від робочого місця оператора.

Після створення інфологічної моделі бази знань (DFD) потрібно переходити від абстрактних інформаційних блоків до табличної структури. При цьому даталогічна модель бази знань повинна бути максимально компактною – це спрощує її подальшу програмну реалізацію.

Нам потрібні структури, що містять інформацію про оператора та його когнітивний портрет (точніше, когнітивний профіль, оскільки ми вже переходимо до комп'ютерного представлення). Також нам потрібно зберігати дані про еталонні профілі операторів для конкретних спеціальностей. В **Додатку Б** наведено табличні структури, створені для цього.

Технічна реалізація бази знань – це комп'ютерна база даних, яка враховує її особливості структури і обмеження. Основою для створення бази даних є даталогічна модель бази знань. табличні структури реалізуються у вигляді таблиць, зв'язки між ними – за допомогою посилань за ключем, обмеження – за допомогою тригерів та процедур.

Для реалізації бази даних програмного комплексу адаптації інтерфейсів було обрано мову Transact-SQL – універсальну, структурово прозору з багатим інструментарієм. Синтаксис Transact-SQL подібний до інших мов програмування високого рівня. Так, числові дані тут можуть бути цілими (*integer*), з плаваючою комою звичайної точності (*float*), подвійної точності (*double*) тощо, для символічних даних існують типи *text* та *varchar (nvarchar)*.

Скрипти створення та організації розробленої для програмного комплексу адаптації інтерфейсів бази даних можна розглянути в **Додатку В**.

3.2 Засоби управління користувачькими інтерфейсами в автоматизованій системі

Відповідно до моделі (2.3), користувачький інтерфейс автоматизованої системи складається з комбінації типових елементів – полів для відображення

текстової інформації, графіків, шкал, таблиць для зведення значень від різних елементів системи. На даний момент переважна більшість інтерфейсів представляють собою певного вигляду схеми – комбінацію графічного і текстового представлення інформація. Така форма є максимально універсальною, але не може врахувати індивідуальних особливостей всіх користувачів системи.

При цьому самі такі схеми вже є результатом обробки початкової інформації від системи, яка представляє собою в загальному випадку або цифрові дані, або блоки текстової інформації. Отже, настроювання інтерфейсу не призводить до спотворювання інформації, вона просто рекомбінується для представлення в максимальному зручному для сприйняття користувачем вигляді.

Процес налаштування користувачем інтерфейсом доцільно зробити подібним до створення шаблонів робочих вікон середовищах візуального програмування (як Delphi, C++ Builder, Microsoft Visual Studio). Користувачу доступні різні елементи виведення даних, згруповані на окремих панелях, наприклад, за формою представлення інформації. Користувач обирає потрібний елемент і розміщує його на полі інтерфейсу, пов'язуючи з джерелом даних. Однак на шаблоні обов'язково має бути присутнім хоча б один компонент для виводу загальної інформації – щоб не допустити втрати потенційно критичної інформації.

Отже, настроювання інтерфейсу користувача в запропонованих засобів адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою представляє собою створення окремих допоміжних панелей з можливістю в будь-який момент звернутися до повної інформації про систему, представленої в одному з популярних зараз видів користувацьких інтерфейсів – мнемосхеми, дерева блоків даних тощо.

Система управління інтерфейсами може також сама обирати зручну для користувача форму представлення інформації. Для цього потрібно розширити функції автоматичної частини системи, надати їй певних інтелектуальних властивостей.

По-перше, система повинна отримати дані про особливості сприйняття інформації користувачем, його когнітивний профіль. Цей профіль може бути

сформований як зовні систем (наприклад, за допомогою професійного психологічного тестування), так і самою системою – за рахунок проведення тестів прямо на робочому місці та/або спостереження за поведінкою і ефективністю діяльності користувача під час роботи з системою.

По-друге, в систему повинні бути закладені дані про специфіку процесу, з яким вона пов'язана. Наприклад, інформація про сферу діяльності автоматизованої системи (управління, проектування, навчання тощо) може вплинути як на вибір максимально доцільних елементів інтерфейсу, так і на ступінь автоматизації адаптації інтерфейсу користувача (від повністю автоматичної – до керованої виключно користувачем).

При адаптації характеристик інформаційних потоків до особливостей сприйняття і цілей користувачів використовується інтелектуальність автоматизованої системи.

Проте через підвищення рівня автоматизації виникають додаткові проблеми взаємодії користувачів системи з її інтелектуальними компонентами. Проблема може полягати в надмірній довірі до автоматики – тоді користувач втрачає пильність, може не зреагувати вчасно на критичну ситуацію, що зменшую загальну надійність системи. Якщо ж користувач, навпаки, не довіряє автоматичним компонентам системи (в основному це відбувається через те, що стратегія і цілі їх поведінки прихована від нього), то він витрачає час і ресурси на перевірку діяльності системи або ж взагалі відключає автоматику (такі ситуації часто трапляються в авіації – ссылка на один из материалов от Бурова). Це знижує ефективність роботи системи, а згодом, через підвищену втомлюваність користувача, страждає і її надійність.

Шляхом до вирішення цієї проблеми є надання користувачу автоматизованої системи засобів контролю поведінки інтелектуальних компонентів та інформувати його про обрану стратегію оптимізації та її поточні кроки. Можливість контролю роботи інтелектуальних компонентів має залежати від особливостей системи та рівня підготовки користувача. Наприклад, в АСУ користувачем системи є спеціаліст з високим рівнем професійної підготовки, який

несе відповідальність за прийняті рішення. Йому можна надати повний контроль за засобами адаптації і автоматизації. Користувачем же навчальних систем є, найчастіше, учень. Система має максимально ефективно вести його до мети, втручання користувача тут буде непрофесійним і призведе до зменшення ефективності системи. В даному випадку варто залишити лише інформування користувача про стратегію поведінки системи – розуміння її може стати додатковим мотивуючим фактором в процесі навчання.

Для початку процесу адаптації форми представлення інформації на екрані робочого місця її необхідно структурувати. Робота з окремими фрагментами (змістовними блоками) дозволяє більш точно управляти процесом адаптації. За розмітку інформаційного потоку від системи на змістовні блоки та подальшу їх обробку залежно від типу відповідає блок структурування та лексичного аналізу інформації програмного комплексу. Користувацький інтерфейс для даного блоку відсутній. Діяльність користувача (чи відповідного експерта, якщо рівень кваліфікації користувача недостатній) полягає в розділенні окремих блоків файлу з даними від системи спеціальними лексемами-токенами для подальшого розбиття лексичним аналізатором файлу даних від системи на змістові одиниці. Список лексем, що розпізнаються лексичним аналізатором, відповідає основним типам інформації:

- text – текстова інформація;
- graph – графічна інформація;
- audio – звукова інформація
- table – табличне представлення даних.

Винятком є робота з автоматизованими системами управління. Тут для файлів даних від системи існують усталені форми (обумовлені інструкціями та ДЕСТ), в яких всі дані розміщуються на строго визначених позиціях. Такі файли не потрібно проводити через лексичний аналізатор – достатньо зчитувати інформацію з тих позицій, які потрібні користувачу на даний момент.

В загальному випадку специфіка діяльності користувача визначається саме типом автоматизованої системи. Тому ціль визначається на початку сеансу

(наприклад, мінімізація часу реакції в автоматизованих системах керування) чи відсутня взагалі (в системах проектування ціллю діяльності користувача є виконання поставленого проектного завдання, але ця ціль не має відношення до процесу адаптації користувацького інтерфейсу і не впливає на нього). Справжня варіативність проявляється в системах навчання – різні цілі роботи з матеріалом визначають структуру діалогу. Спочатку користувач (або людина-тьютор) мають справу з лінійною структурою матеріалу (списком, який є в загальному випадку однозв'язним, але може містити довільні семантичні зв'язки між підтемами). Тоді у вікні редагування сценарію (рис. 3.5) користувач може вказувати, яка з тем матеріалу є пріоритетною для засвоєння, а також які додаткові теми будуть з нею пов'язані. Це дозволить підсистемі організації діалогової взаємодії побудувати сценарій діалогу для конкретного сеансу, враховуючи вказані цілі та вже існуючі в системі семантичні зв'язки.

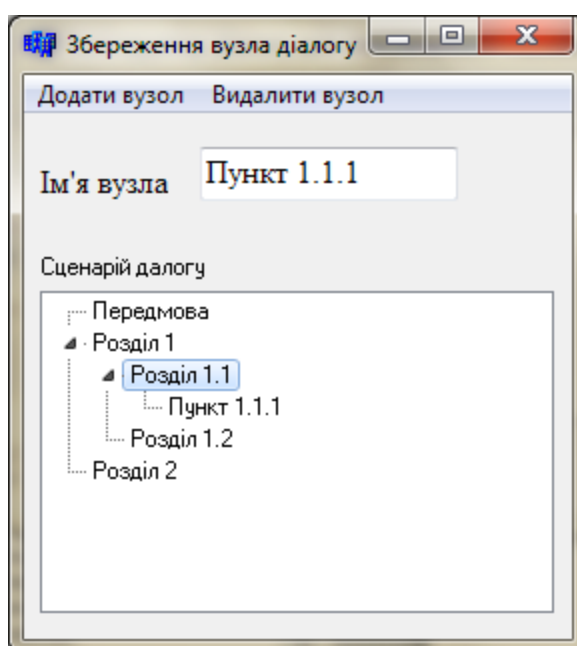


Рис. 3.5 – Вікно редагування вузлів діалогу

Тепер можна на основі алгоритму процесу адаптованої персонізованої інформаційної взаємодії користувача з системою (рис. 2.4, розділ 2) побудувати алгоритм роботи засобів адаптації в складі автоматизованої системи (рис. 3.6). Цей алгоритм передбачає існування базового неадаптованого ІК автоматизованої

системи та можливість від мови від застосування засобів адаптації через особливості робочого процесу чи за бажанням користувача.



Рис. 3.6 – Алгоритм роботи засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою

Розглянемо тепер поетапно взаємодію користувача з програмним комплексом адаптації користувацьких інтерфейсів в межах сеансу роботи на автоматизованому робочому місці.

В першу чергу користувачу надається вибір, чи бажає він користуватись системою адаптації користувацького інтерфейсу.

Якщо для користувача ще не існує обліковий запис, його необхідно створити, використовуючи інтерфейс адміністратора системи адапції.

Адміністратор авторизується в системі, використовуючи логін і пароль до БД програмного комплексу, після чого може створювати користувача з відповідною роллю в системі (опис ролей БД – в **Додатку В**). Також адміністратор може створювати резервну копію БД та відтворювати її з резервної копії.

В залежності від ролі користувача в системі змінюється набір функцій, з якими користувач може працювати, а відповідно і набір робочих вікон.

Користувач-менеджер (роль Manager в БД, див. **Додаток В**) відповідає за наповнення БД інформацію про користувачів операторів та про особливості технологічного процесу. В системі адаптації користувачького ынтерфейсу він працює з конструктором діалогу, конструктором інтерфейсу та засобами редагування когнітивних профілів користувачів-операторів.

Для відображення особливостей технологічного процесу в системі використовуються сценарії діалогу. В сценарії можна як задати послідовність дій користувача, так і вказати, з якими інформаційними блоками він буде працювати на кожному кроці. При роботі з конструктором діалогу система перевіряє, чи існує для спеціальності, вказаної в профілі користувача, сценарій роботи з інформацією. Якщо сценарій діалогу відсутній, про це виводиться повідомлення. В цьому випадку створюється новий файл для зберігання сценарію діалогу.

Після цього користувач бачить на екрані дерево сценарію діалогу. За відсутності потрібного файлу сценарію в папці, заданій в налаштуваннях програми, або даних про вузли діалогу в базі даних програми вікно буде порожнім.

Використовуючи меню «Діалог», можна завантажити файл сценарію діалогу, вказавши місце його зберігання на диску, або перейти до конструктора діалогу для створення нового чи модифікації існуючого дерева діалогу. В другому випадку відкриється вікно роботи з новими вузлами дерева діалогу.

При спробі додати вузол у нове дерево діалогу буде створено файл сценарію діалогу, але спочатку система видасть попередження, що такий файл не існує.

Після обробки потрібного блоку інформації для вузла діалогу та вибору пункту меню «Додати вузол» для користувача відображається форма збереження вузла діалогу.

В цьому вікні можна задати ім'я новго вузла та вказати позицію та рівень в дереві діалогу.

Після відкриття вікна конструктора інтерфейсу (рис. 3.7) користувач-менеджер повинен вибрати користувача-оператора, для якого потрібно створити або редагувати інтерфейс користувача (ІК). Користувач-мнеджер може редагувати інтерфейси тільки для користувачів-операторів, спеціальність яких співпадає з його власною. Після вибору система перевіряє, чи є в БД дані про когнітивний профіль користувача. Якщо профіль присутній, система виводить вікно з рекомендацією по конфігурації інтерфейсу. За відсутності профілю система повідомляє, що не може дати відповідних рекомендацій.

Для конструювання інтерфейсу користувач обирає тип елемента виводу за допомогою меню «Елементи виводу» та розміщує елемент на шаблоні інтерфейсу, вказавши мишкою лівий верхній його кут та перетягнувши з натиснутою лівою кнопкою миші курсор до правого нижнього кута розміщеного елемента.

Кнопка «Очистити» меню «Конструктор» повністю обнуляє поточний макет інтерфейсу. Кнопка «Зберегти» зберігає поточний макет в якості інтерфейсу активного користувача. Цей новий інтерфейс буде задіяно при наступному вході в систему відповідного користувача оператора.

Для користувача-оператора після авторизації в системі відображається дерево сценарію діалогу для його спеціальності (створене раніше користувачем-менеджером). У вікні дерева діалогу користувач вибирає потрібний вузол з доступних йому за сценарієм взаємодії з системою та натискає на кнопку «Перейти». Після його відбувається перехід до вікна адаптованого інтерфейсу, в інформаційних полях якого система виводить інформацію, пов'язану з обраним вузлом діалогу.

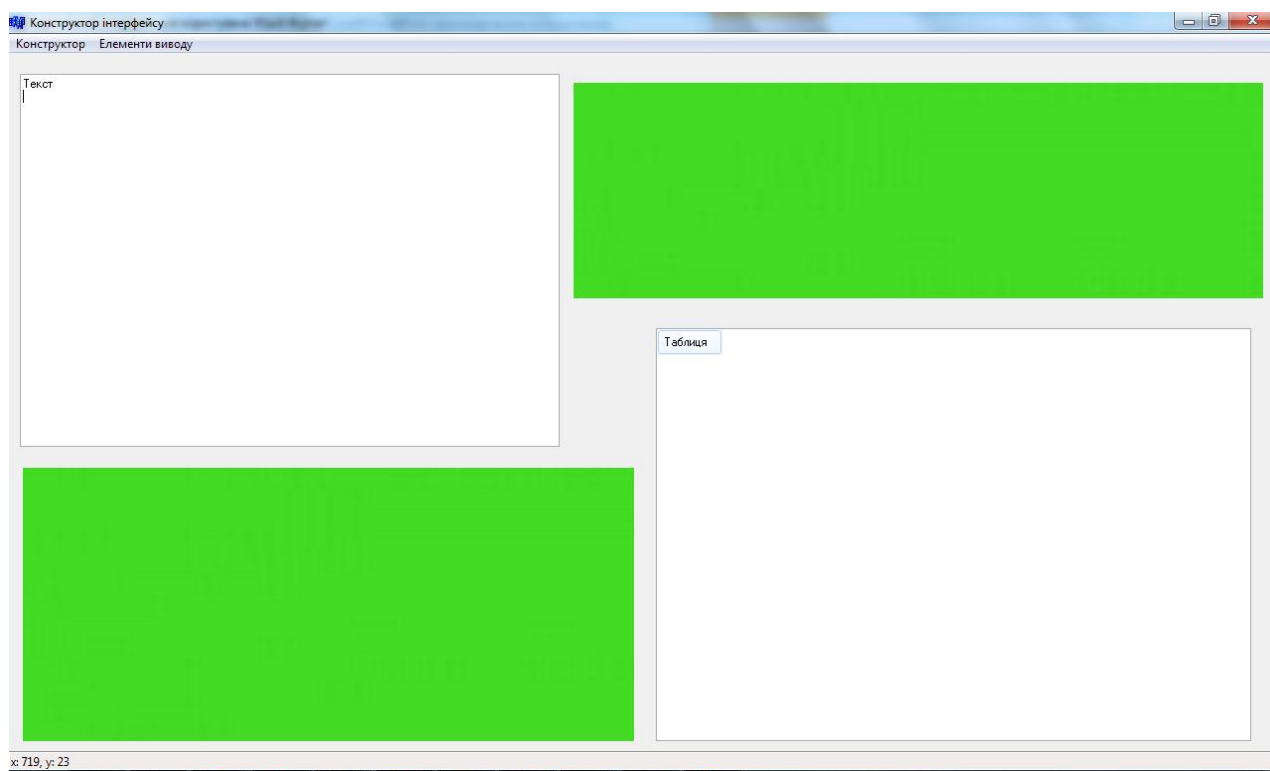


Рис. 3.7 – Налаштування ІК за допомогою конструктора

Початкова конфігурація цього інтерфейсу в залежності від автоматизованої системи, може бути задана при створенні облікового запису користувача чи залишатись порожньою до моменту ручного налаштування. В залежності від цього вікно інтерфейсу робочого місця може бути порожнім чи містити певні елементи виводу.

За замовчуванням при роботі з адаптованим інтерфейсом періодично перевіряється рівень уваги користувача. Кожні 5-30 секунд (інтервал змінюється після кожної перевірки, також користувач може власноруч встановити потрібне значення в налаштуваннях програми) подається звуковий сигнал, а на екрані з'являється кольорова точка, на яку за 5 секунд необхідно натиснути курсором миші. За весь сеанс роботи користувача з системою ведеться підрахунок своєчасних реакцій на перевірку рівня уваги. Результати відображаються в кінці сеансу роботи і потім використовуються системою для коригування когнітивного портрету відповідного користувача (рівень уваги користувача визначає бажану інтенсивність інформаційного потоку від системи).

Якщо необхідно тимчасово відключити перевірки рівня уваги користувача (наприклад, під час аварійної ситуації, коли потрібно мінімізувати відволікаючі

від інформації від системи фактори), пункт меню «Аварійна ситуація» зупиняє таймер наступної перевірки. Відновити сигнали перевірки можна повторним вибором цього ж пункту меню.

Для задіяння всього потенціалу системи адаптації інтерфейсу для користувача потрібно створити когнітивний профіль, на який система буде орієнтуватись при видачі рекомендацій та автоматичному налаштуванні інтерфейсу. Для створення когнітивного профілю використовуються спеціально відібрані методики діагностування характеристик користувача. Доступ до вікна вибору характеристики для діагностування здійснюється через меню основного робочого вікна, пункт «Діагностування».

Результати тестів обробляються за методиками, описаними в п. 2.2 та заносяться до БД, наповнюючи когнітивний профіль користувача. Чим повніший профіль, тим ефективніше зможе функціонувати механізм адаптації користувацького інтерфейсу.

Додатково когнітивний профіль користувача-оператора може бути відредагований вручну користувачем-менеджером на основі інформації від зовнішніх джерел (наприклад, зовнішнього тестування у психолога).

На основі характеристик в когнітивному профілі користувача можна, використовуючи методики, розроблені і випробувані в рамках досліджень когнітивної психології, надати рекомендації щодо оптимального компонування персоналізованого користувацького інтерфейсу і, за можливості, побудувати такий інтерфейс автоматично, запропонувавши його користувачу як базу для подальших модифікацій. Принцип роботи блоку автоматизації побудови інтерфейсу – прийняття положень методик когнітивної психології, внесених до БД програмного комплексу персоналізації інтерфейсів, в якості гіпотез і видача фінального висновку, застосовуючи механізм логічного виводу.

Конкретний сценарій роботи блоку автоматизації побудови інтерфейсів визначається обмеженнями, що накладені на конкретний робочий процес, правами та роллю користувача.

3.3 Особливості використання розроблених засобів та технологій для різних автоматизованих систем та ролей користувачів

При діалоговій взаємодії і система, і оператор виступають в якості агентів діалогу, які, діючи за певними сценаріями, прямують до визначеної для них мети.

Якщо для оператора сценарій та мета діалогової взаємодії є породженням цілей його професійної діяльності та процесів мислення і визначаються ним самим, то для агента-системи необхідно попередньо задати як мету діалогу, так і можливу поведінку в залежності від дії агента-користувача. Слід також враховувати, що кожний з агентів в процесі діалогу може виконувати як активну (задавати запитання), так і пасивну (надавати інформацію у відповідь на запитання) ролі.

Всі можливі ситуації діалогу та переходи між ними і формують сценарій діалогу, який представляє собою в цьому випадку мережу.

В дисертаційній роботі для моделювання діалогу запропоновано конструктор діалогу, який дозволяє користувачу системи формувати мережу сценарію діалогу з довільними вузлами і зв'язками між ними.

Можливі використання конструктора діалогу:

- 1 В автоматизованих системах управління.
 - 1.1 Користувач оператор – організація власного робочого процесу.
 - 1.2 Проектувальник АСУ:
 - а) створення технічної документації;
 - б) створення супровідної документації.
 - 1.3 Технолог – налаштування АСУ відповідно до специфіки робочого процесу на об'єкті.
- 2 В автоматизованих системах проектування.
 - 2.1 Користувач-проектувальник - організація власного робочого процесу.
 - 2.2 Технолог – налаштування довідкової підсистеми відповідно до специфіки та цілей проекту.
- 3 В автоматизованих системах навчання.
 - 3.1 Користувач-учитель – побудова навчальної програми.

3.2 Користувач учень – вибір дисциплін з навчального плану.

При створенні технічної документації проектувальнику АСУ слід:

1. Окремі технічні документи виділити в окремі файли.
2. Визначити опорні документи як вузли діалогу найвищого рівня.
3. Допоміжні технічні документи додати до сценарію в якості вузлів нижчого рівня, вказавши посилання на них у вузлах вищого рівня.
4. При необхідності – додавати нові документи в якості вузлів відповідного рівня.

Виконання вказаних дій дозволяє швидко переглядати важливі технічні документи, звертаючись за необхідності до допоміжних для більш детального висвітлення окремих положень. Структурою документів можна користуватись, як переглядаючи її в ручному режимі, так і даючи відповідні запити довідковій підсистемі АСУ, яка зможе, пройшовши певний шлях в мережі, видати релевантну технічну інформацію з документів.

При створенні супровідної документації відмінність полягає лише у призначенні та змісті документів. Механізм побудови мережі при цьому – той самий. Призначення мережі супровідної документації – отримання допомоги та довідкової інформації про функції системи оператором АСУ або користувачем-проектувальником чи технологом в процесі налаштування АСУ та роботи з нею.

При налаштуванні АСУ відповідальний за цей процес співробітник (найчастіше – технолог об'єкту) працює з конструктором інтерфейсу вже після встановлення АСУ на об'єкті. Його задача при цьому – побудувати мережу сценарію діалогу довідкової підсистеми і налаштувати сценарій поведінки системи при роботі в штатному режимі.

Для цього необхідно:

1. Довідкову інформацію розбити на змістовні блоки.
2. Побудувати мережу **A** вузлів з блоків довідкової інформації.
3. Дані про технологічні процеси розбити за етапами робочого процесу.
4. Побудувати мережу **B** з блоків даних про технологічні процеси, враховуючи послідовність кроків процесу.

5. Пов'язати вузли мережі **Б** з тими вузлами мережі **А**, які містять довідкову інформацію про відповідні кроки технологічного процесу, при необхідності понизивши рівень вузлів мережі **А**.

Побудована таким чином за допомогою конструктора мережа сценарію діалогу дозволяє системі не тільки видавати довідкову інформацію для користувача в процесі його роботи, а й підказувати можливі наступні кроки.

Для побудови навчальної програми користувач-вчитель повинен:

- 1 Кожну навчальну дисципліну розбити на окремі теми чи тематичні блоки.
- 2 Кожен тематичний блок виділити в окремий файл.
- 3 Побудувати мережу сценарію діалогу з вузлів, що представляють тематичні блоки.
- 4 Відповідно до дидактичних матеріалів навчальної програми встановити зв'язки між вузлами мережі.

Користувач-учень не має прав змінювати мережу сценарію діалогу системи, але, якщо навчальний процес передбачає таку можливість, може переглядати її для визначення раритету опрацювання окремих тем чи навчальних дисциплін.

Максимально ефективно використання створеного комплексного підходу до адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою потребує впровадження в архітектуру системи всіх перерахованих в п. 2.4 функціональних компонентів, але для окремих задач може бути доцільним (з точки зору технічної реалізації) використання лише деяких із них.

Для роботи проектувальника автоматизованої системи необхідними є наступні блоки:

- підсистема діагностування характеристик користувача;
- конструктор діалогу;
- конструктор інтерфейсу.

Такий набір підсистем дозволяє проектувальнику визначити когнітивні профілі (набори психофізіологічних, когнітивних та інтелектуальних характеристик) потенційних операторів системи або задати їх вручну,

змодельовати за допомогою конструктора діалогу сценарій роботи оператора в системі для визначення необхідного набору інтерфейсних елементів на різних кроках роботи в системі, побудувати відповідні робочі інтерфейси за допомогою конструктора інтерфейсів.

Для роботи технолога доцільно використовувати наступні підсистеми:

- підсистема діагностування характеристик користувача;
- конструктор діалогу;
- лексичний аналізатор.

Аналогічно до випадку проектувальника, при налаштування АСУ технологом слід використати підсистему діагностування характеристик оператора для створення когнітивних профілів операторів. Дані з когнітивних профілів потім використовуються при конструюванні сценарію діалогу (разом з інформацією про специфіку робочого процесу). Лексичний аналізатор після налаштування (задається набір ключових слів) на основні формати вхідних даних дозволяє спростити процедуру структуризації вхідної інформації для занесення її у вузли мережі сценарію діалогу або безпосередньої видачі користувачу.

Розроблений в дисертаційній роботі адаптивний підхід може бути використаний для інтелектуалізації систем автоматизованого проектування (САПР), для чого до існуючої системи додаються модулі, які реалізують діалогове моделювання (рис. 3.8).

Кнопка «Очистити» меню «Конструктор» повністю обнуляє поточний макет інтерфейсу. Кнопка «Зберегти» зберігає поточний макет в якості інтерфейсу активного користувача. Цей новий інтерфейс буде задіяно при наступному вході в систему відповідного користувача оператора. Для користувача-оператора після авторизації в системі відображається дерево сценарію діалогу для його спеціальності (створене раніше користувачем-менеджером). У вікні дерева діалогу користувач вибирає потрібний вузол з доступних йому за сценарієм взаємодії з системою та натискає на кнопку «Перейти». Після його відбувається перехід до вікна адаптованого інтерфейсу, в інформаційних полях якого система виводить інформацію, пов'язану з обраним вузлом діалогу.

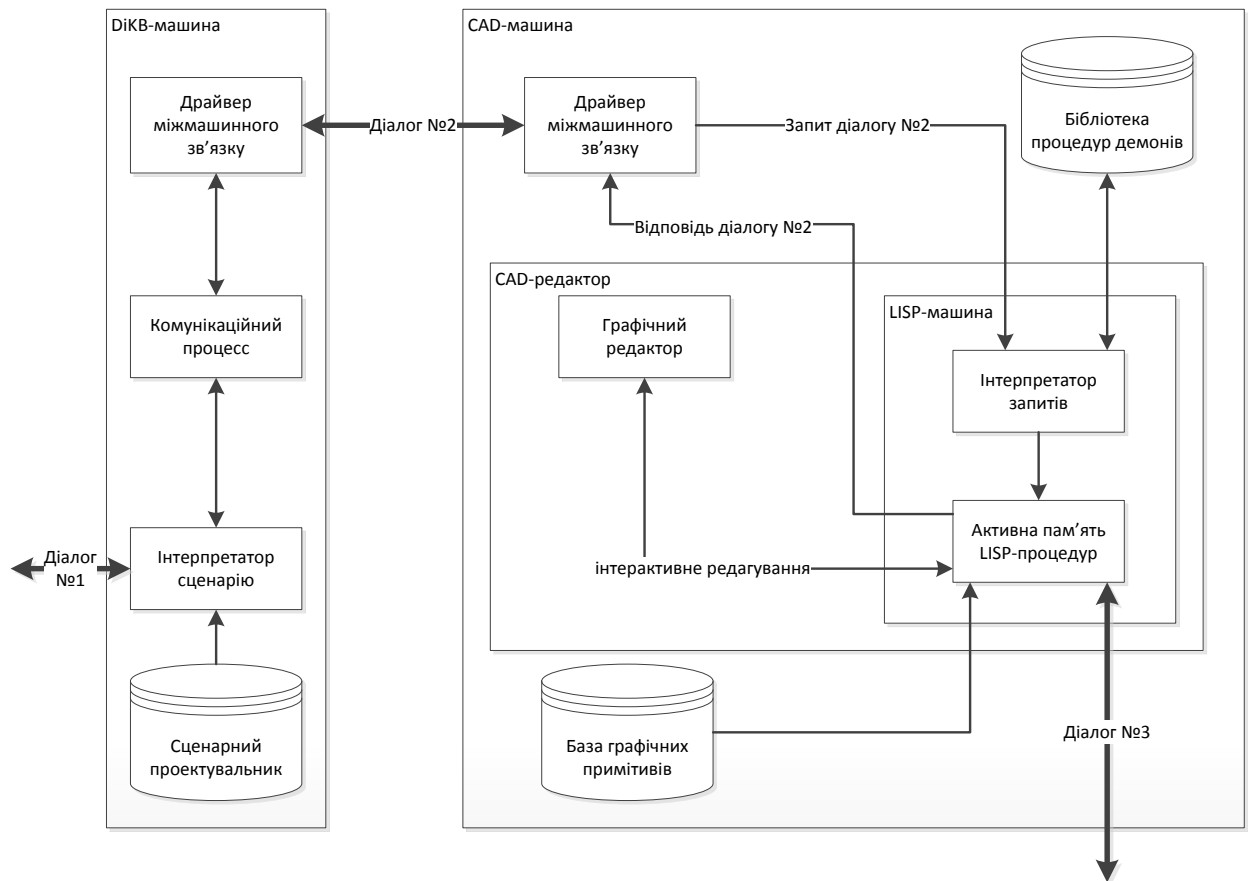


Рис. 3.8 – Організація двохмашинної інтелектуальної САПР

Драйвер міжмашинного зв'язку працює в режимі очікування і активізується тільки у разі появи даних, необхідних для передачі.

Основним компонентом CAD-машини є CAD-редактор. У його складі виділимо графічний редактор і LISP-машину.

Графічний редактор реалізує традиційні для САПР загального призначення функції і призначений для створення креслення проекту в інтерактивному режимі. Однак сам інтерактивний режим в інтелектуальній САПР відмінний від традиційного. Традиційним інтерактивним режимом редагування і відрисовки креслення будемо вважати такий режим, коли ініціатива створення креслення належить користувачеві, який у прийнятті рішень ґрунтується тільки на своїх знаннях і досвіді. Допомогти йому прийняти те чи інше рішення САПР нездатна.

В інтелектуальній САПР ініціатива в редагуванні і відрисовки креслення розподілена між користувачем, САПР загального призначення та Процесором діалогу. Останній виконує функції кваліфікується-ванного експерта в деякій

конкретній області проектування. Як правило, користувачеві досить ввести відповідь в ході діалогового процесу №1 і всі ресурси графічного редактора будуть використані для генерації креслення або його частини або без участі користувача, або з його мінімальною участю. Наприклад, для спрощення сценарію діалогу №1 можна точку розташування графічного об'єкта визначати не в ході діалогового процесу, а безпосередньо на екрані CAD-машини.

Для підтримки зазначеної технології відтворення використовуються можливості LISP-машини CAD-редактора. Основна роль у LISP-машині відводиться інтерпретатору запиту, сформованого в процесі діалогу №1 і переданого в CAD-машину по каналу машинної зв'язку. Основне завдання інтерпретатора - розпізнавання запиту, визначення процедури-демона, що відповідає запиту, активізація демона і передача йому параметрів запиту. Після завершення роботи демона управління передається інтерпретатору для обробки наступного запиту.

Процедури-демони є основним інструментом для виконання операцій автоматичної відрисовки стандартних графічних об'єктів. При роботі процедури-демона, в більшості випадків, від користувача потрібно тільки мінімальна активність: вказати точку прив'язки, розмір об'єкта тощо. В ідеальному випадку процедура-демон може являти собою параметризоване креслення, яке настраюється користувачем на конкретний проект за допомогою параметрів. Таким чином, бібліотека процедур-демонів є невід'ємною і дуже істотною частиною CAD-машини.

Активізація процедур-демонів здійснюється наступним чином. Початковий стан демона - це стан очікування унікальної умови активізації. Умова активізації може виникнути в результаті інтерпретації запиту, отриманого від DiKB-машини по каналу міжмашинного зв'язку. У результаті інтерпретації запиту генерується умова для активізації одного з демонів. Після активізації, демон отримує із запиту (якщо це необхідно) фактичні значення параметрів і виконує свою функцію. Після завершення роботи демон повертає ініціативу інтерпретатору запиту. Демон може передати ініціативу користувачеві (наприклад, для уточнення точки розташування

графічного об'єкта). У цьому випадку користувач сам повертає ініціативу інтерпретатору запиту.

3.4 Апробація засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою в АСУ ТП ЕС

Запропонований в дисертаційній роботі комплексний підхід було використано при розробці нової перспективної АСУ ТП енергетичних систем (ЕС). Було розроблено структурні схеми АСУ, що включають функціональні блоки засобів адаптації. При проектуванні АСУ ТП засоби адаптації використовувались як безпосередньо при роботі користувачів-проектувальників, так і для випробування тестових реалізацій ІК АСУ ТП.

АСУ енергетичних об'єктів створюються для автоматизації управління ТП об'єкта (підстанції, ПС) в нормальних, аварійних і післяаварійних режимах. Завдяки інтеграції в єдиний комплекс з системами релейного захисту (РЗ) та протиаварійної автоматики (ПА) забезпечується можливість управління ТП як в автоматизованому режимі, так і в автономному через пристрої РЗ і ПА. АСУ ТП об'єкта за рахунок концентрації інформації від мікропроцесорних пристроїв (МП) релейного захисту і автоматики (РЗА), МП керування вимикачами (КВ), контролерів, реєстраторів аварійних подій (РАП), лічильників електричної енергії (ЛЕЕ) і підсистем моніторингу дозволяє з робочого місця оперативного персоналу проводити повний контроль всіх ТП, виконувати контроль стану технологічного обладнання, керувати всіма комутаційними апаратами, простежувати зміна системних параметрів, забезпечити оперативний аналіз аварійної ситуації, діагностувати стан основного обладнання.

Такі системи являють собою складний програмно-технічний комплекс підсистем моніторингу та управління обладнанням ПС із застосуванням найсучасніших технологій в області автоматизації. В основу створення АСУ ТП покладені принципи відкритості архітектури та використання (підтримки) стандартних протоколів обміну інформацією, методів і алгоритмів її обробки. Така система являє собою інтегровану ієрархічну систему управління

енергетичним об'єктом, яка об'єднує функції повного моніторингу обладнання, параметрів процесу, оперативного і автоматизованого управління, виконану на базі сучасних мікропроцесорних приладів. Принцип модульної побудови системи підвищує рівень надійності роботи всієї АСУ ТП, отримання інформації про параметри процесів від двох і більше незалежних джерел і достовірність зареєстрованих параметрів. Додавання модуля персоналізації користувацьких інтерфейсів дозволяє зменшити інформаційне навантаження на користувача-оператора АСУ, підвищити ефективність його роботи з інформацією, що додатково підвищує рівні надійності та ефективності роботи всієї АСУ.

У керовані елементи ПС входять МП РЗА і МП ЛЕЕ, які дозволяють з відповідного автоматизованого робочого місця (АРМ) за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення проводити зміну конфігурації (зміна установок, груп установок, тарифних параметрів тощо). Використання при цьому конструктора діалогу з комплексу засобів адаптації дозволяє проводити модифікацію дерева сценарію діалогу користувача з відповідним АРМом, враховуючи ці зміни в конфігурації.

Ручне оперативне управління ключами-автоматами (КА) не відноситься до АСУ ТП і розглядається і уточнюється в рамках загального Технічного проекту. Внаслідок цього жорсткі норми регулювання пов'язані з управлінням енергетичними об'єктами, не поширюється на користувацький інтерфейс, що дозволяє використовувати різні його модифікації, включаючи і можливість адаптивної персоналізації.

Інформація про стан КА поступає від первинних датчиків. При отриманні одного сигналу від двох і більше джерел повинна проводитися верифікація отриманих даних. На основі отриманих і перевірених даних уточнюється стан КА і визначається оперативна схема електричних з'єднань ПС і режим роботи ПС, що відображається в АРМ і фіксується в диспетчерських відомостях. Персоналізація інтерфейсу дає можливість налаштовувати елементи робочого вікна для відображення всієї необхідної на даному етапі технологічного процесу інформації (від датчиків, загальної схеми, довідкової тощо) в зручному для користувача

форматі і дозволяє прискорити прийняття управлінських рішень на цій критичній ділянці.

Вимірювання параметрів технологічного процесу, параметрів роботи обладнання виконуються первинними датчиками, які об'єднані у відповідну підсистему. В АСУ ТП передбачені механізми перевірки достовірності сигналів від датчиків

Для кожного сигналу передбачається можливість контролю виходу за встановлені межі і повернення сигналу в норму. Передбачається можливість завдання до 4-х кордонів. Вихід за кордону (повернення в норму) кваліфікується як подія; при цьому вихід за аварійну кордон кваліфікується як тривога. Зазначені події реєструються в системі з присвоєнням позначки часу, відображаються на екранах операторських станцій, фіксуються в архіві і протоколах.

Сучасна АСУ ТП ПС повинна складатися з двох частин:

- системи моніторингу ТП і обладнання;
- системи управління підстанцією (СУП).

Система моніторингу – інтегрована система, яка працює в режимі реального часу, забезпечує збір і візуалізацію на АРМ персоналу даних від системи РЗ і ПА, системи відеоспостереження та окремих підсистем моніторингу. Проводить обробку, накопичення і архівацію даних у системі управління базами даних (СУБД), забезпечує трансляцію даних на інші ієрархічні рівні.

Система моніторингу підстанції (СМП) складається в загальному випадку з наступних підсистем:

- моніторингу схеми приєднань і системних параметрів;
- моніторингу власних потреб і оперативного струму підстанції;
- збору даних від мікропроцесорних пристроїв;
- моніторингу силового обладнання;
- контролю якості електричної енергії;
- моніторингу перехідних режимів;
- реєстрації аварійних подій;

- збору і обробки метеорологічних даних;
- передачі даних на верхні ієрархічні рівні;
- управління базою даних;
- візуалізації та диспетчерської документації (АРМ оператора ПС).

До складу кожної з цих підсистем можуть бути включені модулі системи персоналізації інтерфейсу. В СМП передбачається управління формою представлення інформації на екрані робочого місця, в СУП – виведення додаткової і допоміжної інформації для окремих етапів процесу управління.

Схему АСУ ТП можна побачити на рис. 3.9.

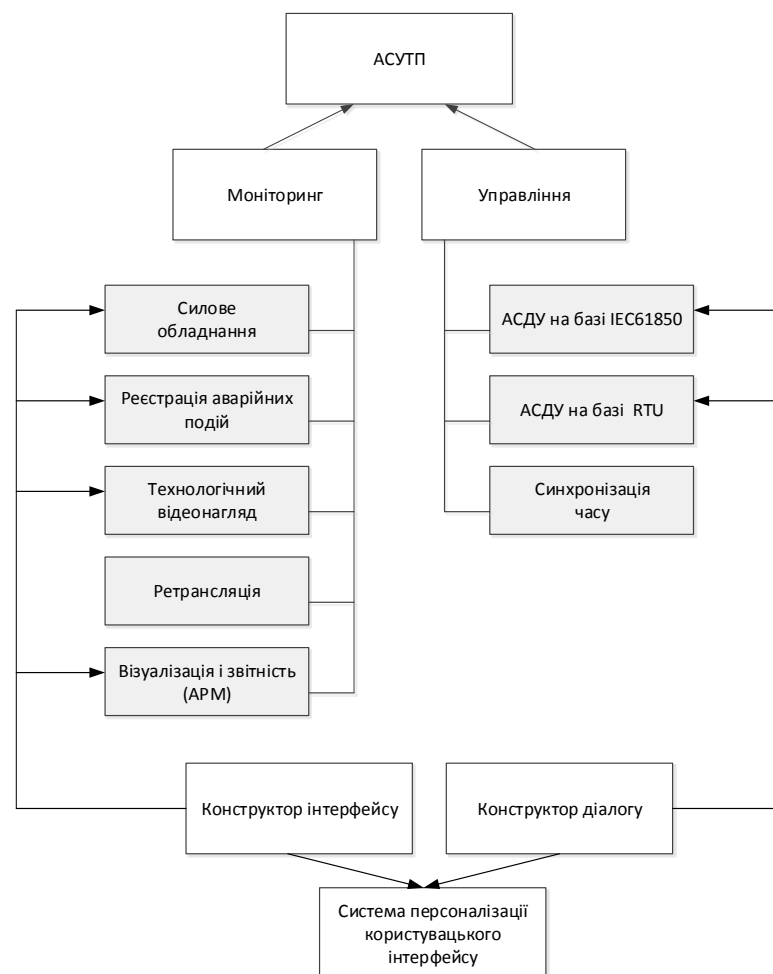


Рис. 3.9 – Функціональна схема АСУ ТП ПС з засобами адаптації інформаційної взаємодії

Всі підсистеми, які входять до системи моніторингу, повинні мати самодіагностику агрегатів, вузлів і каналів зв'язку. При порушенні в роботі обладнання підсистем має видаватися оперативному персоналу повідомлення

через АСУ ТП об'єкта. При використанні системи персоналізації інтерфейсу формат повідомлення може бути налаштований для дублювання у зручній для поточного оператора формі для прискорення реагування на ситуацію, що виникла.

АСУ повинна забезпечувати високонадійне управління елементами ПС в будь-яких експлуатаційних режимах, в режимах монтажу та наладки. При відмові будь-якого елемента АСУ або АСУ в цілому, повинна виключатися можливість самовільного формування та подання команди управління. Виконання АСУ, програмні та технічні засоби повинні допускати можливість подальшого розширення ПС (збільшення числа приєднань, блокувань тощо). Ефективно здійснювати це дозволяє включення до складу АСУ модуля конструктора діалогу. В цьому випадку всі обмеження можуть бути задані (та відредаговані за необхідності) для кожного окремого етапу.

Підсистема передачі даних на верхні ієрархічні рівні призначена для організації обміну між різними рівнями контролю та управління об'єктом. В якості основних пунктів верхнього рівня розглядаються диспетчерські центри НЕК «Укренерго» та Центральної енергосистеми. Зв'язок з АСУ верхніх рівнів виконується відповідно до вимог стандарту ІЕС 60870-5-101 або ІЕС 60870-5-104 (за наявності транспортного протоколу TCP/IP). Верхні рівні системи повинні мати власний пристрій (систему) синхронізації часу і не повинні впливати на процес синхронізації часу АСУ ТП підстанції.

Схему руху інформаційних потоків в АСУ можна побачити на рис. 3.10.

Засобами підсистеми повинна забезпечуватися можливість підготовки оперативно-диспетчерської і технологічної інформації, яка використовується вищими рівнями диспетчерського управління, і передачі підготовленої інформації відповідним абонентам як в режимі циклічного виконання, так і за запитом. Для такої передачі в АСУ ТП підстанції повинна формуватися інформація про поточний режим та стан основного електротехнічного обладнання об'єкта.

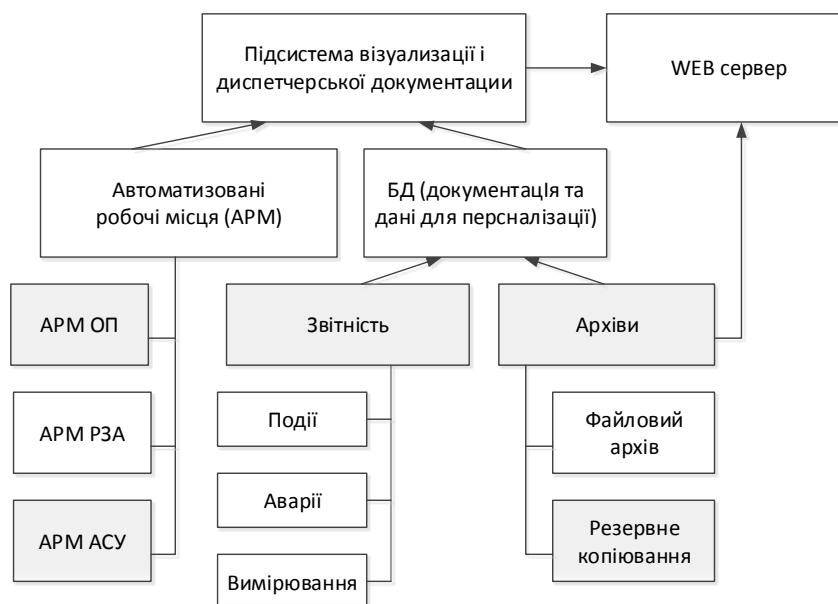


Рис. 3.10 – Діаграма потоків даних в АСУ ТП

Система персоналізації користувацького інтерфейсу дозволяє в рамках підсистеми передачі даних управляти формою представлення інформації та групування технологічної інформації для відображення на відповідних кроках процесу управління.

АСУ ТП повинна забезпечувати передачу аварійної інформації (включаючи дані осцилографування), забезпечити передачу даних архівів у відповідні служби оперативно-диспетчерського управління за допомогою електронної пошти.

З метою підвищення надійності та живучості системи управління в цілому передача диспетчерсько-технологічної інформації на вищі рівні ієрархії управління режимами в енергосистемі повинно не залежати від стану засобів верхнього рівня системи управління. На верхньому рівні системи управління передбачається використання модуля персоналізації для зменшення відставання оператора при обробці диспетчерсько-технологічної інформації та наближення до режиму управління сигналами в режимі реального часу.

В якості СУБД підстанції використовується СУБД Microsoft SQL Server. При використанні системи персоналізації користувацьких інтерфейсів в рамках цієї СУБД також функціонує БД когнітивних профілів операторів, сценаріїв діалогу з системою та персоналізованих налаштувань елементів інтерфейсу. Розміщення і режим роботи устаткування СУБД вибирається виходячи із

забезпечення максимальної надійності роботи. Передбачається дзеркальне дублювання інформації на незалежні носії. Апаратно СУБД розташовується на двох серверах промислового виготовлення із забезпеченням безперебійного живлення. Сервери працюють в режимі гарячого резерву.

Адміністрування БД виконує інженер АСУ ТП. Передбачається автоматичне створення копій (образів) БД на зовнішніх носіях (оптичні диски, магнітна стрічка тощо). Для системи персоналізації інтерфейсу інженеру АСУ ТП надається обліковий запис з роллю користувача-менеджера. Періодичність архівування визначається технічним керівництвом.

Підсистема візуалізації та диспетчерської (оперативної) документації включає в себе АРМ персоналу і виконує функції візуалізації і оперативного контролю параметрів процесу, організації діалогу оператора і системи, створення і ведення оперативної, інформаційно-довідкової документації. Підсистема створюється шляхом використання робочих станцій на Intel-Платформі. Програмне забезпечення повинно відповідати всім вимогам для програм написання та конструювання систем Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA).

Система виконує наступні функції:

- забезпечення обслуговуючого персоналу достовірною інформацією про стан і параметри роботи обладнання об'єкта;
- інтеграцію з системами РЗ і ПА;
- візуалізацію даних інформаційної СУБД про параметри режиму з метою прогнозування, своєчасного визначення та мінімізації наслідків порушень в роботі обладнання;
- інформаційну підтримку обслуговуючого персоналу для прийняття оптимальних рішень.

Передбачається наявність наступних АРМ:

- АРМ оперативного персоналу (ОП);
- АРМ персоналу служби РЗА;

- АРМ фахівця з силового обладнання;
- АРМ адміністратора АСУ ТП.

Всі АРМ повинні працювати в режимі постійного функціонування, який накладає особливі вимоги на засоби обчислювальної техніки – комп'ютери, допоміжне і мережеутворююче обладнання. Періодичність оновлення інформації від систем моніторингу реального процесу (від СУБД) на АРМ персоналу не повинна перевищувати 1с. Аналогічно до підсистеми передачі даних передбачається використання засобів персоналізації інтерфейсу для зменшення відставання оператора при обробці інформації від системи та наближення до режиму управління сигналами в режимі реального часу.

Кожне АРМ має забезпечувати можливість роботи користувача з оперативною документацією (журнали, графіки, тощо) в режимі введення та отримання інформації відповідно до власними повноваженнями в системі. Доступ до інформації, можливість управління, настроювання й адміністрування системи, доступ до кожного АРМ розмежовується контролем повноважень користувача. На рівні БД це означає використання механізму ролей, що може доповнювати базовий механізм системи персоналізації інтерфейсів.

АРМ ОП має бути зарезервованим (резервне АРМ ОП), і мати незалежний контур управління об'єктом (резервна АСУ). У нормальному режимі працює основне АРМ ОП, резервне АРМ ОП знаходиться в стані гарячого резерву. У разі порушення роботи основної системи управління, або виходу з ладу основного АРМ ОП, функції управління об'єктом передаються резервному АРМ ОП. Резервне АРМ ОП має повністю відтворювати мнемокадри основного АРМ ОП, і процеси управління не повинні відрізнятися від аналогічних основного АРМ ОП. АРМ ОП має отримувати всю необхідну інформацію про протікання технологічного процесу від усіх підсистем моніторингу через підсистему управління БД. У разі порушення роботи будь-якої підсистеми системи моніторингу, АРМ ОП може автономно функціонувати і виконувати всі функції з управління об'єктом. Апаратне забезпечення АРМ ОП повинно включати

відеопроєктор, для ретрансляції зображення монітора на широкоформатний екран, або плазмовий монітор з діагоналлю не меншою 100 см.

АРМ ОП функціонує як оперативний центр моніторингу технологічних процесів об'єкта і управління об'єктом і включає в себе:

монітор мнемосхеми об'єкта;

- монітор аварійної та попереджувальної сигналізації;
- інформаційно-довідковий монітор (форма представлення інформації та її групування налаштовуються з використанням модулів конструктора діалогу та конструктора інтерфейсу);
- монітор системи відеоспостереження;
- систему акустичної (звукової) сигналізації (може дублюватися в зручній для сприйняття користувачем формі за використання модулів персоналізації інтерфейсу).

Перехід між мнємокадрами всередині одного монітора виконується з використанням ієрархічного (каскадного) побудови.

На моніторі мнемосхеми об'єкта відображається однолінійна схема електричних з'єднань підстанції з візуалізацією реального стану комутаційного обладнання і написів з диспетчерських найменувань елементів. Не допускається відображення схем без диспетчерських найменувань. З використанням системи персоналізації інтерфейсу передбачається можливість деталізації загальної схеми на окремі мнємокадри. При відображенні схем і мнемонічних символів система персоналізації дозволяє здійснювати виділення (кольором, спецсимволами тощо) в залежності від класу напруги і стану елемента.

Крім кольорового виділення передбачається миготіння елемента.

Розрахунки топологічного виділення елементів проводиться за двома алгоритмами - розрахунки за станом комутаційних апаратів і розрахунки за даними вимірювання аналогових величин. Специфіка топологічного виділення, режими відображення (статичний або миготіння) і форми мнемонічних символів елементів можуть бути задані при персоналізації інтерфейсу конкретних користувачів.

Управління апаратами підстанції виконується з контролем повноважень оператора з обов'язковим підтвердженням виконання операцій. Всі етапи операції управління, а також причини відмови системи при виконанні операції фіксуються в списку подій.

Система передбачає можливість виконання послідовності з двох і більше операцій з контролем можливості виконання наступної операції, яка базується на заздалегідь підготовлених алгоритмах (бланках). Послідовність операцій виконується з підтвердженням оператором кожного етапу, і може бути відмінена на будь-якому етапі. Необхідність та порядок проведення групових операцій управління визначаються з використанням модуля конструктора діалогу.

Монітор аварійної та попереджувальної інформації відображає у вигляді списку в режимі реального часу події (аварійні, попереджувальні) і повідомлення системи. У такий список потрапляють повідомлення від усіх підсистем моніторингу. Кожна подія може мати атрибут (набір атрибутів), що визначає реакцію системи на виникнення цієї події:

- за певних умов зміни, надання статусу аварій, з видачею акустичної (звукової) сигналізації (може дублюватися в зручній для сприйняття користувачем формі за використання модулів персоналізації інтерфейсу);
- реєстрації події в системі;
- роздруківка події на рулонному принтері (тверда копія);
- фіксування події у списку подій;
- запуск (зупинення) підпрограм.

Кожна подія повинна мати рівень пріоритету при вступі, реєстрації та відображенні в системі. За інших рівних умов події з вищим пріоритетом повинні оброблятися в першу чергу. Крім цього події можуть бути об'єднані в характеристичні групи для більш зручної обробки інформації користувачем.

Кожна подія, яке фіксується в списку подій, повинна мати такі ідентифікатори:

- позначку часу виникнення події і відмітку часу фіксації;

- позначку достовірності;
- позначку аварії (для подій, які також заносяться в список аварій);
- позначку режиму формування (оператором або системою);
- назва об'єкта (назва ПС, клас напруги, пристрій (РЗА, КА та інші));
- параметр події;
- назва сигналу;
- причина виникнення події (зміна стану, вихід за діапазон, втрата зв'язку, ін.).

Поява в системі події (в т.ч. і введеної вручну оператором), яка позначена як аварійна, має супроводжуватися візуальною та звуковою сигналізацією з автоматичним переходом до мнемокадру, який містить елемент, з яким пов'язано виникнення аварійної події. Він повинен візуально виділятися на фоні інших елементів (кольором, миготінням). Колір і режим миготіння визначаються, виходячи зі статусу аварійного сигналу та персоналізованих налаштувань інтерфейсу для конкретного користувача-оператора:

- активний, без виділення - стан сигналу відразу після його отримання. При наявності хоча б одного такого сигналу повинна працювати звукова сигналізація;
- активний, виділений - фактор, який призвів до появи аварійного сигналу залишається активним, персонал виділив інформацію про аварійний подію;
- неактивний, без виділення - фактор, який призвів до появи аварійного сигналу, зник, персонал не виділив інформацію про аварійний подію;
- неактивний, виділений - фактор, який призвів до появи аварійного сигналу зник, персонал виділив інформацію про аварійний подію; у такому і тільки в такому випадку аварійна подія зникає зі списку аварій.

Виділення позначок аварійних подій виконується з перевіркою рівня повноважень оператора з фіксацією в списку подій.

Аварійні події можуть бути об'єднані в характеристичні групи для більш зручної обробки інформації користувачем.

Для кожного елемента (в т.ч. всієї підстанції, класу напруги, для поля, приєднання, групи приєднань та ін.) Можуть застосовуватися програмні та зовнішні блокування. Список блокувань відображає активні блокування в системі і містить таку інформацію:

- дата і час встановлення (появи) блокування;
- причина блокування;
- назва об'єкта (назва ПС, клас напруги, приєднання, пристрій);
- назва сигналу;
- параметр (функція), яка блокована;
- монітор (АРМ) і користувач, який виконав блокування (для програмних блокувань).

Зміна блокування будь-якого параметра (функції) повинна фіксуватися в списку подій.

Докладний перелік сигналів і подій, пріоритетів і характеристичних груп, видів і ступенів блокування визначаються залежно від конкретного об'єкта.

На моніторі інформаційно-довідкової інформації може відображатися будь-яка інформація за запитом (в т.ч. мнемосхеми з можливістю перегляду і управління), таблиці (списки, графіки) вимірювань, створюється і ведеться оперативна документація. Саме для цього монітора через відсутність жорстких вимог до його характеристик та режиму роботи допускається максимальне використання можливостей засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії.

В рамках проектування різних варіантів реалізації монітору інформаційно-довідкової інформації були проведені експерименти для визначення ефективності роботи запропонованих засобів адаптації.

Група експериментів І. Перевірка точності діагностування характеристик когнітивного портрету і визначення когнітивного типу користувача.

Модулем автоматичної діагностики визначено характеристики когнітивних портретів 100 користувачів. За характеристиками когнітивних портретів

відповідні користувачі були віднесені модулем до певного когнітивного типу. Результати типізації було порівняно з типізацією користувачів професійними психологами. Витримку з результатів порівняння типізацій наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння визначених когнітивних типів користувачів

Характеристики							Тип (модуль)	Тип (психолог)
N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇		
0,7	0,7	0,2	0,4	0,6	110	95	<i>d</i> ₉	<i>d</i> ₉
0,3	0,6	0,8	0,6	0,4	90	90	<i>d</i> ₁₈	<i>d</i>₁₇
0,8	0,2	0,7	0,8	0,4	120	110	<i>d</i> ₁₃	<i>d</i> ₁₃
0,8	0,2	0,8	0,9	0,8	110	105	<i>d</i> ₁₅	<i>d</i> ₁₅
0,2	0,7	0,8	0,6	0,2	95	90	<i>d</i> ₁₆	<i>d</i> ₁₆

Помилки при типізації користувача за когнітивним портретом при використанні модуля автоматичної діагностики когнітивних характеристик складають менше 5%, що не виходить за межі похибки при роботі людини-психолога. Отже, можна зробити висновок про достовірність даних, отриманих при віднесенні користувача модулем до когнітивного типу для надання рекомендацій щодо побудови адаптованого і персоналізованого ІК.

Група експериментів II. Порівняння ефективності роботи користувачів при роботі з ІК різного ступеня адаптації.

Користувачам запропоновано ряд завдань, в ході яких вони працювали з даними з різних спеціальностей, виконуючи визначене для них завдання.

Користувачам було запропоновано декілька видів завдань для виконання.

Завдання «Сприйняття інформації» – опрацювання та засвоєння тексту з обраної спеціальності. Перехід до наступної порції даних здійснюється за натисканням кнопки переходу після переглядання користувачем всієї інформації в поточному блоці. Завдання «Тестування» – виконання тестових завдань обраної

спеціальності з використанням теоретичних матеріалів в якості довідки. Перехід до наступного запитання тесту відбувається після відповіді на поточне запитання.

Для завдань «Сприйняття інформації» та «Тестування» в якості інформації для обробки користувачем було обрано навчальні матеріали і тестові завдання з декількох спеціальностей. Обрані матеріали не пов'язані безпосередньо з робочими процесами АСУ ТП ЕС, але дають змогу оцінити ефективність адаптації процесу інформаційної взаємодії користувача з системою при роботі з даними різного типу.

Завдання «Керування» – подібно до завдання «Тестування», користувачу потрібно прийняти рішення, виходячи з інформації, представленої на екрані робочого місця. В якості джерела інформації використовується файл подій АСУ ТП ЕС, відповіді користувача порівнюються з відповідями професійного оператора АСУ ЕС, записаними для даного потоку подій.

Для кожного тесту засобами системи визначався час, витрачений на виконання завдання та кількість допущених помилок (окрім завдань «Сприйняття інформації») та розраховувався за формулою (1.1) розраховувався показник ефективності діяльності користувача. При роботі з матеріалами зі спеціальностей «Психологія» та «Економічна теорія» завдання «Сприйняття інформації» не пропонувалось. Завдання «Тестування» для цих спеціальностей також передбачає перевірку рівня засвоєння матеріалу, а показник ефективності для нього точніший.

Інтерфейси для експериментів були побудовані з використанням конструктора інтерфейсів – блоку засобів адаптації інформаційної взаємодії, який дозволяє розміщувати на екрані робочого місця користувача елементи виводу різного типу в різних комбінаціях (модель (2.3)) з врахуванням характеристик когнітивного портрету користувача (табл. 2.1, розділ 2). В конструкторі інтерфейсу на шаблоні графічний елемент виводу показаний прямокутником зеленого кольору, текстовий – білим прямокутником з позначкою «Текст» в лівому верхньому куті, табличний елемент виводу – білим прямокутником з позначкою «Таблиця» на синьому фоні в лівому верхньому куті. Кожне з завдань

експерименту виконувалось суб'єктом з використанням спочатку базового інтерфейсу, сформованого на основі типового ІК для подібних задач [66], потім – на переробленому адаптованому ІК, побудованому з врахуванням когнітивного типу користувача, і на завершення – з використанням персоналізованого ІК, побудованого з врахуванням характеристик індивідуального когнітивного портрету користувача та його оцінки попередніх версій інтерфейсу. Нижче наведено результати деяких експериментів серії.

Експеримент II.8. Суб'єкту №6 було надано для обробки (сприйняття інформації) навчальний посібник з теплофізики. Базовий інтерфейс (рис. 3.11) побудовано на основі типового інтерфейсу навчальної системи. Текстове поле використовується для виведення основного тексту матеріалу, графічне – для паралельного виведення схем і графіків описаних в матеріалі процесів.

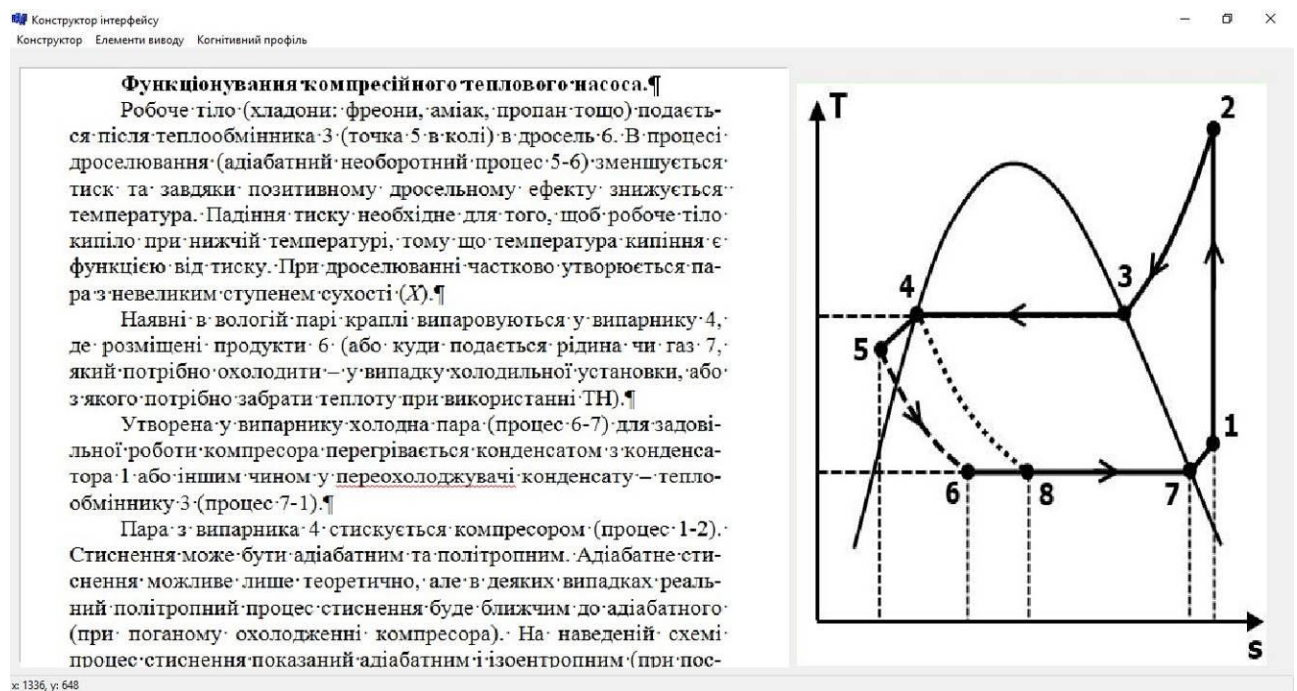


Рис. 3.11 – Базовий інтерфейс для експерименту II.8

Після діагностування когнітивного типу суб'єкту №6 за рекомендацією блоку конструювання інтерфейсу було додано табличний елемент (рис. 3.12) для відображення точок побудови графіків, які відображаються на графічному елементі, і характеристик описаних в матеріалі процесі і об'єктів.

Функціонування компресійного теплового насоса.¶

Робоче тіло (хладоны: фреоны, аміак, пропан тошо) подається після теплообмінника 3 (точка 5 в колі) в дросель 6. В процесі дроселювання (адіабатний необоротний процес 5-6) зменшується тиск та завдяки позитивному дросельному ефекту знижується температура. Падіння тиску необхідне для того, щоб робоче тіло кипіло при нижчій температурі, тому що температура кипіння є функцією від тиску. При дроселюванні частково утворюється пара з невеликим ступенем сухості (X).¶

Навні в вологій парі краплі випаровуються у випарнику 4, де розмішені продукти 6 (або куди подається рідина чи газ 7, який потрібно охолодити) – у випадку холодильної установки, або з якого потрібно забрати теплоту при використанні ТН.¶

Утворена у випарнику холодна пара (процес 6-7) для задовольної роботи компресора перегрівается конденсатом з конденсатора 1 або іншим чином у переохолоджувачі конденсату – теплообміннику 3 (процес 7-1).¶

Пара з випарника 4 стискується компресором (процес 1-2). Стиснення може бути адіабатним та політропним. Адіабатне стиснення можливе лише теоретично, але в деяких випадках реальний політропний процес стиснення буде ближчим до адіабатного (при поганому охолодженні компресора). На наведеній схемі процес стиснення показаний адіабатним і ізоентропним (при пос-

Джерело теплової	Технічний потенціал млн. Гкал/рік	
	2005 рік	2030 рік
Атмосферне повітря □	Необмежений	Необмежений
Теплота ґрунту □	370□	370□
Природні поверхневі води □	20□	20□
Морська вода □	10□	50□
Слабонагріті геотермальні води □	50□	30□
Шахтні води □	14□	18□
Вода систем оборотного водопостачання □	150□	300□
Системи водовідведення □	60□	120□
Вода очисних споруд □	15□	25□
Промислові □	7□	12□
Комунально-побутові □	8□	13□
Теплота конденсації продуктів згоряння котельних установок □	10□	10□
Вентиляційні та іррадіаційні вилки □	12□	20□

Рис. 3.12 – Адаптований інтерфейс для експейменту П.8

Для персоналізованого інтерфейсу (рис. 3.13) було на прохання користувача додано четвертий елемент виводу (за рекомендаціями блоку конструювання інтерфейсу – текстовий) для виведення додаткових пояснень для таблиць.

Функціонування компресійного теплового насоса.¶

Робоче тіло (хладоны: фреоны, аміак, пропан тошо) подається після теплообмінника 3 (точка 5 в колі) в дросель 6. В процесі дроселювання (адіабатний необоротний процес 5-6) зменшується тиск та завдяки позитивному дросельному ефекту знижується температура. Падіння тиску необхідне для того, щоб робоче тіло кипіло при нижчій температурі, тому що температура кипіння є функцією від тиску. При дроселюванні частково утворюється пара з невеликим ступенем сухості (X).¶

Навні в вологій парі краплі випаровуються у випарнику 4, де розмішені продукти 6 (або куди подається рідина чи газ 7, який потрібно охолодити) – у випадку холодильної установки, або з якого потрібно забрати теплоту при використанні ТН.¶

Утворена у випарнику холодна пара (процес 6-7) для задовольної роботи компресора перегрівается конденсатом з конденсатора 1 або іншим чином у переохолоджувачі конденсату – теплообміннику 3 (процес 7-1).¶

Призначення приміщень	Максимально допустима температура підлоги, °С
Робочі	25(28)
Житлові	25 – 28
Торгові	26 – 30
Ванна кімната, басейн	30 – 32
Ті, що рідко відвідуються	29 (35)

Робоче тіло (working fluid – англ.) – це газоподібна, або рідка речовина, що рухається в теплових машинах і змінює свої термодинамічні параметри.¶

Термодинамічні параметри: P – абсолютний тиск, Па; T – абсолютна температура, К; v – питомий об'єм, $\text{м}^3/\text{кг}$; V – повний об'єм, м^3 ; h – ентальпія, Дж/кг; u – питома внутрішня енергія, Дж/кг; s – питома ентропія, Дж/(кг·К).¶

Рис. 3.13 – Персоналізований інтерфейс для експейменту П.8

Таблиця 3.2 – Результати експерименту П.8. Тестовий суб'єкт №6. Спеціальність – теплофізика. Вид діяльності – сприйняття матеріалу

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
		0,8	0,7	0,2	0,4	
Когнітивний тип - 15						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	1	1	0	340	-	-
Адаптований	1	1	1	280	-	0,18
Персоналізований	1	2	1	260	-	0,24

Експеримент П.9. Суб'єкту №6 було надано методичний посібник з теплофізики для сприйняття інформації і тестування отриманих знань. Базовий і адаптований інтерфейси було побудовано аналогічно до експерименту 1 (рис. 3.11 та 3.12 відповідно), для персоналізованого інтерфейсу за рекомендацією блоку конструювання інтерфейсу відповідно до особливостей діяльності користувача було видалено табличний блок виводу і додано один текстовий і один графічний блок (рис. 3.14).

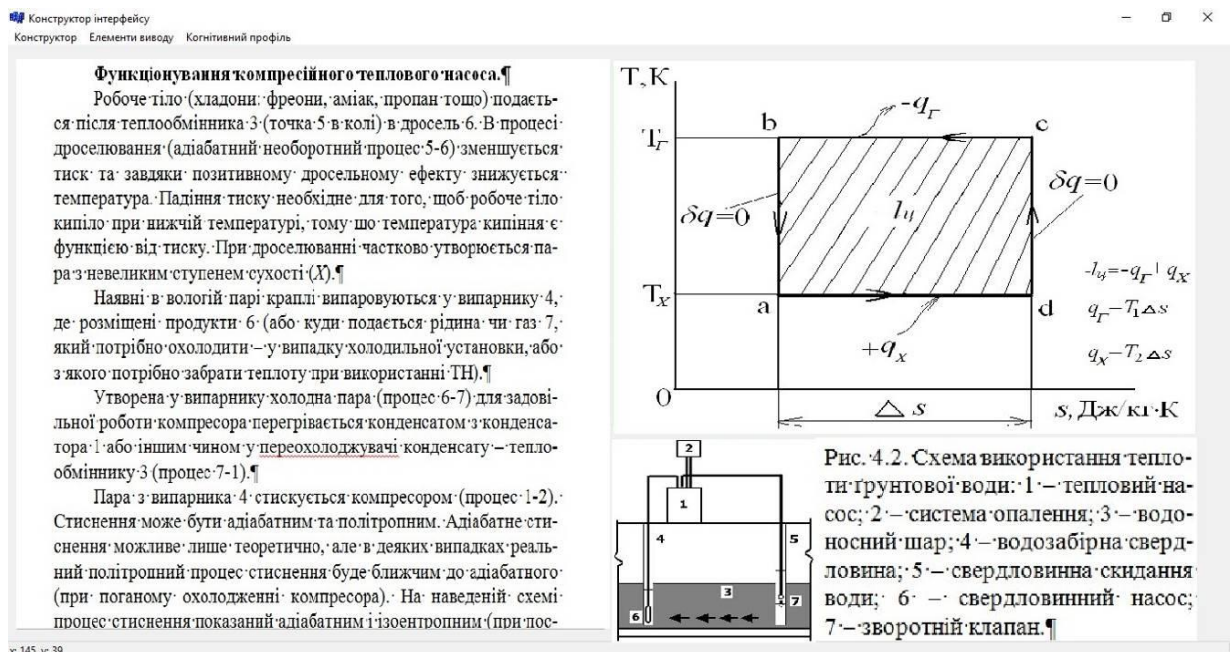


Рис. 3.14 – Персоналізований інтерфейс для експерименту П.9

Таблиця 3.3 – Результати експерименту П.9. Тестовий суб’єкт №6. Спеціальність – теплофізика. Вид діяльності – тестування

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
	0,8	0,7	0,2	0,4		
Когнітивний тип - 15						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Показник ефективності	
	графічних	текстових	табличних	Кількість помилок		
Базовий	1	1	0	620	2	1,26
Адаптований	1	1	1	550	2	1,42
Персоналізований	2	2	0	540	1	1,56

Експеримент П.14. Суб’єкту №11 було надано посібник з психології для проходження тестів за опрацьованими матеріалом. Базовий інтерфейс через особливості спеціальності побудовано на основі одного текстового елементу виводу (рис. 3.15).

Конструктор інтерфейсу
Конструктор Елементи виводу Когнітивний профіль

The screenshot displays a digital interface of a psychology textbook. It is divided into three vertical panels, each representing a page of text. The left panel is titled 'Глава 2 Ощущение' and contains text about the process of sensation and psychophysics. The middle panel is titled 'Глава 1. Ощущение' and includes a diagram (Fig. 2.1) illustrating the absolute threshold of sensitivity, showing a transition from 'Неощущаемые стимулы' to 'Ощущаемые стимулы' at a 'Порог'. The right panel is titled 'Психофизика ощущений' and contains text about the relationship between stimulus intensity and sensation. The interface includes standard window controls at the top right and a footer with the page number '25'.

Рис. 3.15 – Базовий інтерфейс для експерименту П.14

Для побудови адаптованого інтерфейсу враховано високі показники рефлексивності і лабільності в когнітивному портреті користувача, додано табличний елемент виводу для більш структурованого відображення матеріалу. (рис. 3.16).

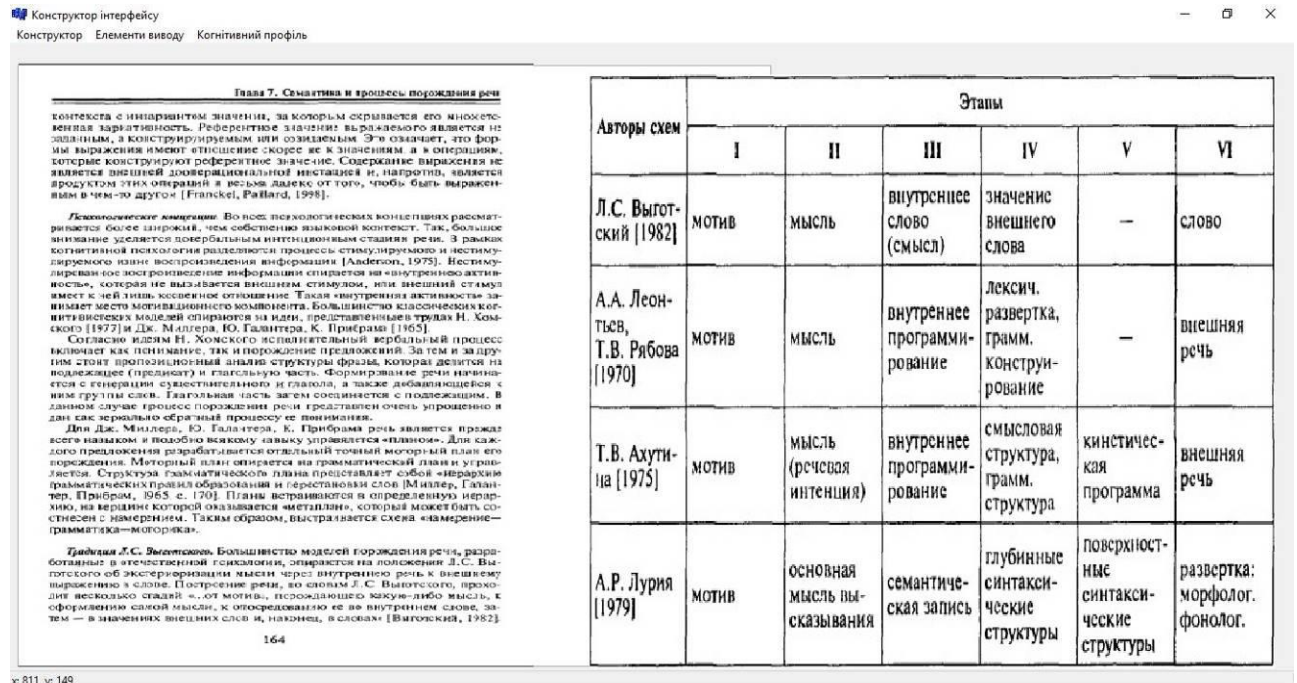


Рис. 3.16 – Адаптований інтерфейс для експерименту П.14

Для персоналізованого інтерфейсу на прохання користувача додано ще один текстовий елемент виводу (рис. 3.17) для статичного відображення основних понять матеріалу, що опрацьовується.

Для коректного відображення в доданому текстовому елементі виводу допоміжної інформації було скориговано сценарій діалогу користувача з системою, сформовано посилання на блоки тексту з основними поняттями матеріалу при переході до нового кроку опрацювання даних в системі. Для випадку, коли блок даних, що містить основні поняття поточного кроку роботи з інформацією, відображається в першому елементі текстового виводу, для другого елементу запрограмовано вивід окремого блоку базових понять матеріалу.

Глава 7. Семантика и процессы порождения речи

контекста с инвариантом значения, за которым скрывается его множественная вариативность. Референтное значение выражаемого является не заданным, а конструируемым или создаваемым. Это означает, что формы выражения имеют отношение скорее не к значениям, а к операциям, которые конструируют референтное значение. Содержание выражения не является внешней дооперациональной инстанцией и, напротив, является продуктом этих операций и весьма далеко от того, чтобы быть выраженным в чем-то другом [Frawley, Paillard, 1998].

Лексикологические концепции. Во всех психологических концепциях рассматривается более широкий, чем собственно языковой контекст. Так, большое внимание уделяется довербальным интенциональным стадиям речи. В рамках когнитивной психологии выделяются процессы стимулируемого и нестимулируемого извне воспроизведения информации [Alderson, 1975]. Нестимулируемое воспроизведение информации опирается на «внутреннюю активность», которая не вызывается внешним стимулом, или внешней стимул имеет к ней лишь косвенное отношение. Такая «внутренняя активность» занимает место мотивационного компонента. Большинство классических когнитивистских моделей опираются на идеи, представленные в трудах Н. Хомского [1977] и Дж. Миллера, Ю. Галантера, К. Прибрама [1965].

Согласно идеям Н. Хомского исполнительный вербальный процесс включает как понимание, так и порождение предложений. За тем и за другим стоит пропозиционный анализ структуры фразы, которая делится на подлежащее (предикат) и глагольную часть. Формирование речи начинается с генерации существительного и глагола, а также добавляющейся к ним группы слов. Глагольная часть затем соединяется с подлежащим. В данном случае процесс порождения речи представлен очень упрощенно и дан как зеркально обратный процесс ее понимания.

Для Дж. Миллера, Ю. Галантера, К. Прибрама речь является прежде всего навыком и подобно всякому навыку управляется «планами». Для каждого предложения разрабатывается отдельный точный моторный план его порождения. Моторный план опирается на грамматический план и управляется. Структура грамматического плана представляет собой «иерархию грамматических правил образования и перестановки слов [Миллер, Галантер, Прибрам, 1965, с. 170]. Планы встраиваются в определенную иерархию, на вершине которой оказывается «металлан», который может быть соотношен с намерением. Таким образом, выстраивается схема «намерение—грамматика—моторика».

Традиция Л.С. Выготского. Большинство моделей порождения речи, разработанные в отечественной психологии, опираются на положения Л.С. Выготского об экстернировании мысли через внутреннюю речь к внешнему выражению в слове. Построение речи, по словам Л.С. Выготского, происходит несколько стадий «...от мотива, порождающего какую-либо мысль, к оформлению самой мысли, к опосредованию ее во внутреннем слове, затем — в значениях внешних слов и, наконец, в словах» [Выготский, 1982].

164

Авторы схем	Этапы					
	I	II	III	IV	V	VI
Л.С. Выготский [1982]	мотив	мысль	внутреннее слово (смысл)	значение внешнего слова	—	слово
А.А. Леонтьев, Т.В. Рябова [1970]	мотив	мысль	внутреннее программирование	лексич. развертка, грамм. конструирование	—	внешняя речь
Т.В. Ахутина [1975]	мотив	мысль (речевая интенция)	внутреннее программирование	смысловая структура, грамм. структура	кинестическая программа	внешняя речь
А.Р. Лурия [1979]	мотив	основная мысль высказывания	семантическая запись	глубинные синтаксические структуры	поверхностные синтаксические структуры	развертка: морфолог. фонолог.

Таким образом, в начале речевого процесса ставятся мотив, цель или на- значение будущей речи. Мотив порождает мысль, которая затем «совершается» или формируется в слове.

В дальнейшем эта идея была развернута в исследованиях А.Р. Лурии [Лурия, 1975] и А.А. Леонтьева и Т.В. Ахутиной (Рябовой) [Леонтьев, Рябова, 1970; Ахутина, 1975]. И.А. Зимняя, проанализировав модели, предложенные в данном направлении формализовала их в виде схемы-таблицы [Зимняя, 2001, с. 254], которую мы частично здесь приводим (рис. 7.4.).

Предложенные идеи развиваются и в лингвистических моделях, где сохраняются этапы замысла речевого высказывания и внутренней речи как глубинного компонента. Однако собственно лингвистические этапы получают более дифференцированное раскрытие в зависимости от типа речевого высказывания [Кубрякова и др., 1991].

Рис. 3.17 – Персоналізований інтерфейс для експерименту П.14

Таблиця 3.4 – Результати експерименту П.14. Тестовий суб’єкт №11. Спеціальність – психологія. Вид діяльності – тестування

Когнітивні характеристики	Полезалежність			Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності
	0,3	0,6	0,8			
Когнітивний тип - 12						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	0	1	0	960	3	1,06
Адаптований	0	1	1	880	2	1,23
Персоналізований	0	2	1	750	2	1,44

Експеримент П.15. Суб’єкту №11 було надано посібник з економічної теорії для проходження тестів за опрацьованими матеріалом. Базовий інтерфейс побудовано з використанням одного текстового елементу виводу для основного тексту матеріалу і одного графічного елементу – для виведення основних схем (рис. 3.18).

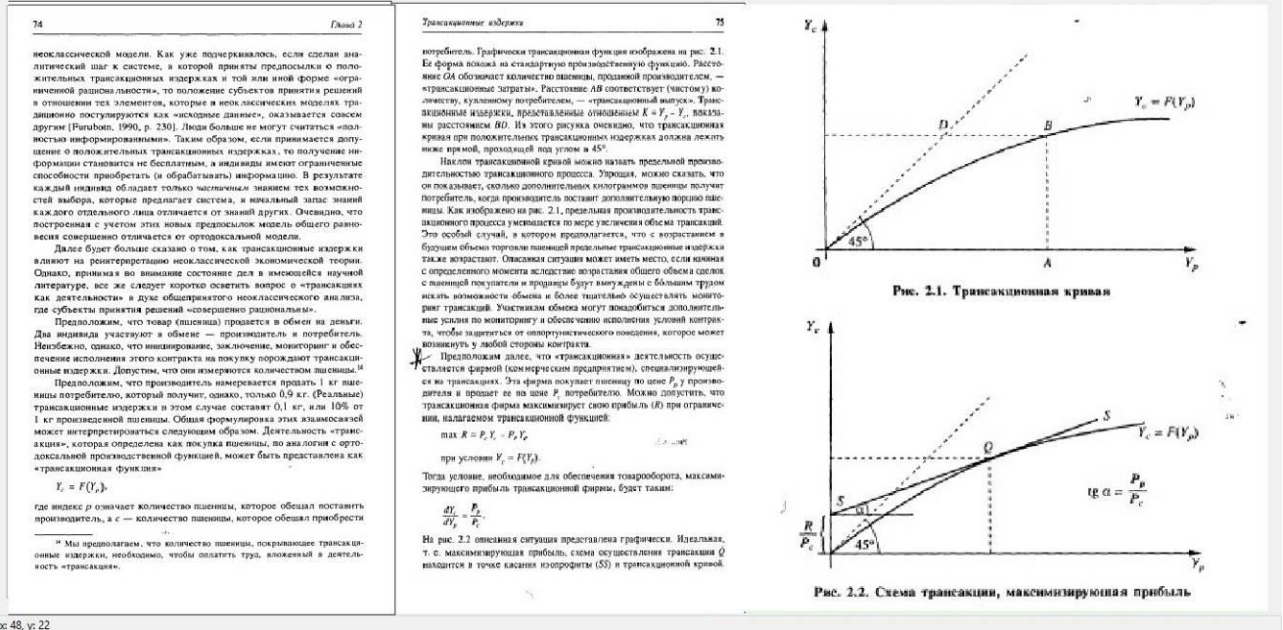


Рис. 3.18 – Базовый интерфейс для эксперименту II.15

Для побудови адаптованого ІК було використано додатковий табличний елемент (рис. 3.19) для відображення залежностей між величинами, до персоналізованого інтерфейсу через скаргу користувача на складність сприйняття даних при необхідному темпі було додано текстове поле виводу (рис. 3.20) для виведення пояснень до табличних значень.

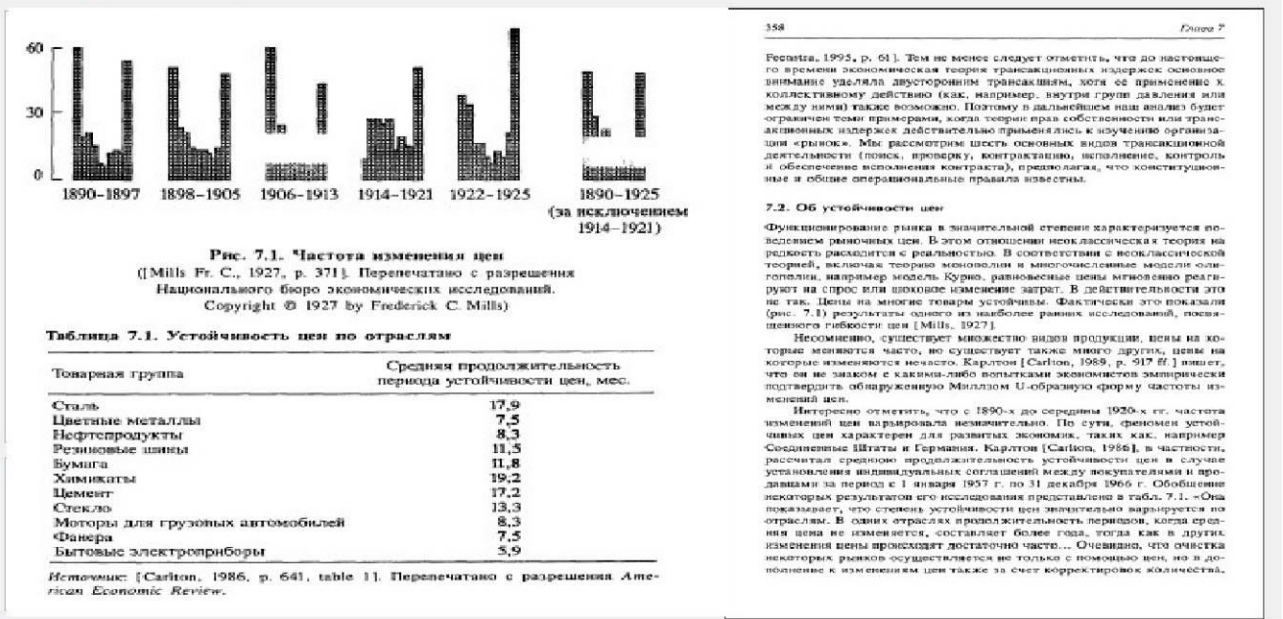


Рис. 3.19 – Адаптований інтерфейс для експерименту II.15

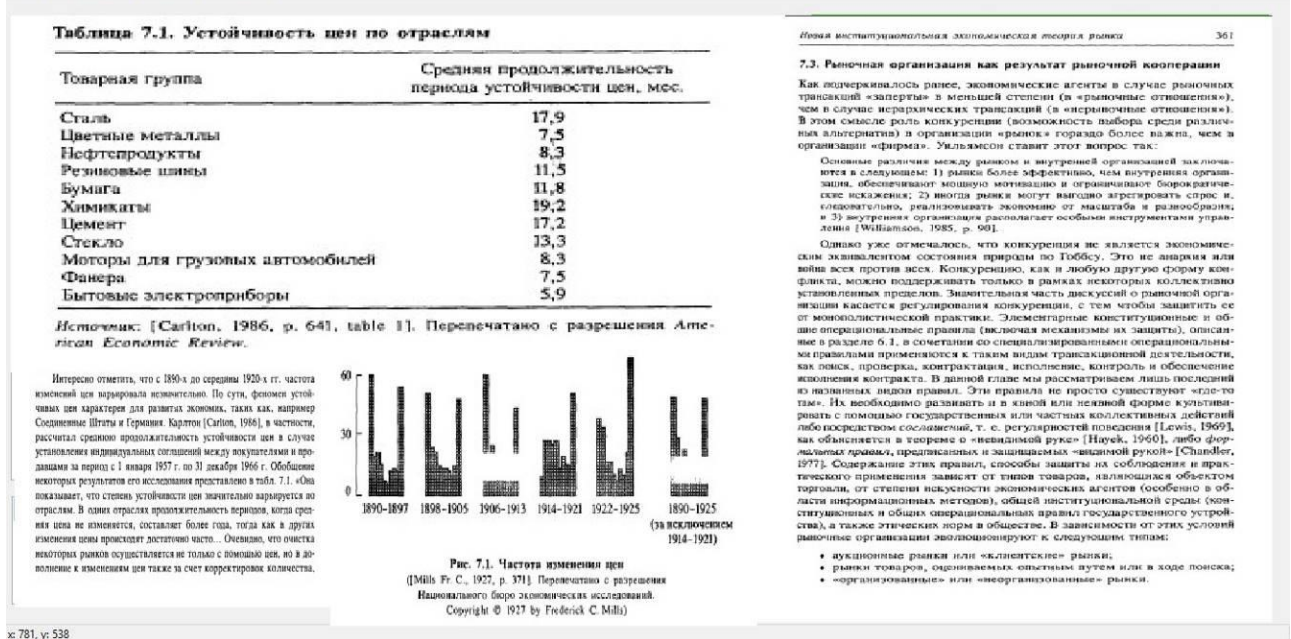


Рис. 3.20 – Персоналізований інтерфейс для експерименту II.15

Таблиця 3.5 – Результати експерименту II.15. Тестовий суб’єкт №11. Спеціальність – економічна теорія. Вид діяльності – тестування

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
	0,3	0,6	0,8	0,5		
Когнітивний тип - 12						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	1	1	0	850	4	1,13
Адаптований	1	1	1	830	2	1,30
Персоналізований	1	2	1	780	2	1,38

Експеримент II.29. Суб’єкту №19 було надано для обробки (сприйняття інформації) навчальний посібник з дисципліни «Методи оптимізації». Базовий інтерфейс побудований аналогічний до базового ІК в експерименті II.14 (рис. 3.15). Для побудови адаптованого ІК було враховано високі показники полезалежності, лабільності і ширини діапазону еквівалентності когнітивного

портрету суб'єкта №19 – додано по одному графічному, текстовому і табличному елементу виводу (рис. 3.21).

Конструктор інтерфейсу
— □ ×

Конструктор
Елементи виводу
Когнітивний профіль

где выпуклая комбинация $\alpha y + (1 - \alpha)x$ является набором, состоящим из $\alpha y_j + (1 - \alpha)x_j$ единиц товара $j, j = 1, 2, \dots, n$. На рис. 35 иллюстрируется множество предпочтений, удовлетворяющее этой аксиоме, где граница, множество безразличия для x , называется кривой безразличия; $y^1 \succ x$ и $y^2 \sim x$ в терминах функции полезности (предположение выпуклости) означает, что

$$P_a = \{y \in C \mid U(y) \geq a\}$$

является строго выпуклым для всех действительных чисел a , или равнозначно $U(\cdot)$ является строго квазивогнутой. Более сильное утверждение этой аксиомы, которое используется ниже, состоит в том, что при предположении, что $U(\cdot)$ является дважды дифференцируемой и имеет непрерывные вторые частные производные, матрица Гессе, состоящая из вторых частных производных, отрицательно определена

Примеры функций полезности

Тип функции полезности	Функция полезности	Ограничения
Квадратическая	$U(x) = ax + \frac{1}{2} x^T Bx$	$a + x^T B > 0$ B отрицательно определена
Логарифмическая (Бернулли)	$U(x) = \sum_{j=1}^n a_j \log(x_j - \bar{x}_j)$	$a_j > 0$ $x_j > \bar{x}_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$
Постоянной эластичности	$U(x) = \sum_{j=1}^n \frac{\alpha_j}{1 - b_j} (x_j - \bar{x}_j)^{1 - b_j}$	$\alpha_j > 0$ $0 < b_j < 1$ $x_j > \bar{x}_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$

Рис. 35. Множество предпочтений для $n = 2$

В табл. 6 приведены три типа функций полезности, соответствующие принятым допущениям. Заметим, что потребленные количества x в квадратическом случае должны быть ограничены; тогда будет удовлетворяться аксиома ненасыщения. Заметим также, что функция полезности с постоянной эластичностью сводится к логарифмической функции полезности по мере того, как все b_j приближаются к единице; в этом случае

$$MU_j = a_j (x_j - \bar{x}_j)^{-1}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Рис. 3.21 – Адаптований інтерфейс для експерименту II.29

За оцінку користувача, можна було додатково розпаралелити виведення інформації, тому для побудови персоналізованого ІК було використано додатково по одному текстовому і графічному елементу виводу (рис. 3.22) для виведення допоміжних схем розрахунку і пояснень до них.

Конструктор інтерфейсу
— □ ×

Конструктор
Елементи виводу
Когнітивний профіль

где выпуклая комбинация $\alpha y + (1 - \alpha)x$ является набором, состоящим из $\alpha y_j + (1 - \alpha)x_j$ единиц товара $j, j = 1, 2, \dots, n$. На рис. 35 иллюстрируется множество предпочтений, удовлетворяющее этой аксиоме, где граница, множество безразличия для x , называется кривой безразличия; $y^1 \succ x$ и $y^2 \sim x$ в терминах функции полезности (предположение выпуклости) означает, что

$$P_a = \{y \in C \mid U(y) \geq a\}$$

является строго выпуклым для всех действительных чисел a , или равнозначно $U(\cdot)$ является строго квазивогнутой. Более сильное утверждение этой аксиомы, которое используется ниже, состоит в том, что при предположении, что $U(\cdot)$ является дважды дифференцируемой и имеет непрерывные вторые частные производные, матрица Гессе, состоящая из вторых частных производных, отрицательно определена

Примеры функций полезности

Тип функции полезности	Функция полезности	Ограничения
Квадратическая	$U(x) = ax + \frac{1}{2} x^T Bx$	$a + x^T B > 0$ B отрицательно определена
Логарифмическая (Бернулли)	$U(x) = \sum_{j=1}^n a_j \log(x_j - \bar{x}_j)$	$a_j > 0$ $x_j > \bar{x}_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$
Постоянной эластичности	$U(x) = \sum_{j=1}^n \frac{\alpha_j}{1 - b_j} (x_j - \bar{x}_j)^{1 - b_j}$	$\alpha_j > 0$ $0 < b_j < 1$ $x_j > \bar{x}_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$

Рис. 36. Решение в точке касания для неоклассической задачи

Геометрически решение лежит в точке касания бюджетной линии и кривой безразличия, как показано на рис. 36. Наклон бюджетной линии равен $-p_1/p_2$, а наклон кривой безразличия $U(x_1, x_2) = \text{const}$ находится из выражения

Рис. 3.22 – Персоналізований інтерфейс для експерименту II.29

Таблиця 3.6 – Результати експерименту П.29. Тестовий суб’єкт №19. Спеціальність – методи оптимізації. Вид діяльності – сприйняття матеріалу

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
	0,8	0,2	0,8	0,8		
Когнітивний тип - 7						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	0	1	0	720	-	-
Адаптований	1	2	1	670	-	0,07
Персоналізований	2	3	1	600	-	0,17

Експеримент П.31. Суб’єкту №19 було надано для проходження тестів на перевірку засвоєння матеріалу методичний посібник з дисципліни «Методи оптимізації». Базовий інтерфейс побудовано за зразком ІК систем виконання розрахункових робіт з дисципліни «Методи оптимізації» (рис. 3.23).

Конструктор інтерфейсу
 Конструктор Елементи виводу Когнітивний профіль

Ця область характеризується інтегрованими функціями, які є першими частками провідних производствених функцій, які називаються предельними продуктами

$$\frac{\partial f}{\partial x_j}(x) = MP_j(x) \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Определим вектор предельного продукта как вектор-столбец

$$MP(x) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1}(x) \\ \frac{\partial f}{\partial x_2}(x) \\ \dots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n}(x) \end{pmatrix} = (MP_1(x), MP_2(x), \dots, MP_n(x))$$

Множество экономических областей является подмножеством пространства затрат

$$\{x \in F \mid MP(x) \geq 0\}$$

Первая основная аксиома утверждает, что существует особая область R выпуска экономически целесообразной области, для которой матрица Гессе производственной функции

$$H = H(x) = \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \right)(x)$$

отрицательно определена для всех x из R . В этой особой области применяются следующие утверждения

$$\{x \in F \mid f(x) \geq \varphi\}$$

являются вынужденными для каждого натурального числа φ . В ней также выполняются

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_j^2}(x) = \frac{\partial}{\partial x_j} (MP_j(x)) < 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

это соотношение называется законом убывающей отдачи (убывающей близости) во мере того как затраты одного вида добавляются к установленным объемам других затрат, в конечном счете достигаются особая область, в которой предельный продукт затрат снижается. Классическим примером этого закона является добавление все большего и большего количества труда в производство зерна на фиксированном участке земли. После достижения определенной точки дополнительный выпуск

продукции, производимой добрым человеком, будет падать вследствие исчерпания возможностей специализации и в связи с трудностями координации усилий.

Создание двух предельных областей, существует вынужденная область пространства затрат, называемая особой областью R и определенная соотношением

$$R = \{x \in F \mid MP(x) \geq 0\}. \quad H(x) \text{ отрицательно определена.} \quad (8.2)$$

Производственная функция в особой области характеризуется одной (двойкой) от расширения масштаба производства и экономическим замещением.

Доказано от расширения масштаба производством характеризуется производственной функцией с точки зрения «закон убывающей отдачи». Производственная функция в определенной точке производственной затрат T затраты увеличиваются по масштабу на число α от $\alpha x = (\alpha x_1, \alpha x_2, \dots, \alpha x_n)$, где $\alpha > 1$. Производственная функция характеризуется положительной эластичностью от расширения масштаба производства, если выпуск возрастает в той же пропорции, что и затраты

$$f(\alpha x) = \alpha^k f(x)$$

Тогда, например, удвоение всех затрат приводит к увеличению выпуска продукции в два раза. Аналогично производственная функция характеризует неэкономичность (убывающую близость) от расширения масштаба производства, если она возрастает в меньшей (меньшей) степени, чем все затраты

$$f(\alpha x) < \alpha^k f(x).$$

Конечно, производственная функция может характеризоваться постоянным эластом от расширения масштаба производства в одной точке пространства затрат и неэкономичным или убывающим эластом от расширения масштаба производства в другом. Локальным показателем измерения эластичности от расширения масштаба производства, определенным в некоторой точке пространства затрат, является эластичность производственной функции

$$e(x) = \frac{\alpha}{f(x)} \frac{\partial f(\alpha x)}{\partial \alpha} = \frac{\partial \ln f(\alpha x)}{\partial \ln \alpha}$$

Таблица 7

Производственные функции в случае двух видов затрат

Тип производственной функции	Производственная функция $q = f(x_1, x_2)$	Эластичность замещения σ	Эластичность производства e	Параметры
1	2	3	4	5
Линейная	$q = a_1 x_1 + a_2 x_2$	∞	1	a_j — предельный физический продукт затрат $j \geq 0, j = 1, 2$
Кубическо-двуквадратная	$q = k_1 x_1^3 + k_2 x_2^2$	1	$b_1 + b_2$	k_1 — фактор масштаба > 0 b_j — эластичность выпуска продукции по отношению к затратам $j \geq 0, j = 1, 2$
Затраты — минимум	$q = \min \left(\frac{a_1 x_1}{c_1}, \frac{a_2 x_2}{c_2} \right)$ или $(x_1 \geq c_1 \varphi, x_2 \geq c_2 \varphi, j = 1, 2)$	0	$1, \frac{a_1}{c_1} = \frac{a_2}{c_2}$	c_j — количество затрат вида j , необходимых для производства одной единицы продукции $j \geq 0, j = 1, 2$
Анализ способов производственной деятельности	$q = \sum_{k=1}^p d_k x_k$ или $\sum_{k=1}^p d_k x_k \leq x_j, j = 1, 2$	0	1	p — число способов производственной деятельности d_k — уровень интенсивности способа $k, k = 1, 2, \dots, p$ d_k — выпуск продукции при единичной интенсивности $k, k = 1, 2, \dots, p$ d_{jk} — количество затрат вида j , необходимых при единичной интенсивности способа $k, j = 1, 2, k = 1, \dots, p$
C постоянной эластичностью замещения	$q = a_1 x_1^{\lambda-1} x_2^{\lambda-1} + c x_1^{\lambda-1} x_2^{\lambda-1}$	$\frac{1}{\lambda}$	λ	c_0 — коэффициент анализа > 0 c_j — коэффициент расширения $\geq 0, j = 1, 2$ λ — степень однородности > 0 λ — коэффициент замещения $\lambda \geq -1$

Рис. 3.23 – Базовый интерфейс для эксперимента П.31

Для побудови адаптованого інтерфейсу враховано характеристики когнітивного портрету суб’єкту №19 і особливості предметної області дисципліни

«Методи оптимізації» – додано по одному тестовому і графічному елементу виводу (рис. 3.24) для відображення додаткових схем з поясненнями.

Конструктор інтерфейсу
Конструктор Елементи виводу Когнітивний профіль

Рис. 41. Кривые продукции

В качестве иллюстрации закона убывающей доходности могут служить кривые продукции, как это показано на рис. 41. На верхнем графике построена кривая продукции для затрат первого типа

$$P_1(x_1) = f(x_1, \bar{x}_2),$$

Тип функции	Функция полезности	Ограничения
Квадратическая	$U(x) = ax + \frac{1}{2} x^2 Bx$	$a + x^T B > 0$ B отрицательно определен
Логарифмическая (Вернейл)	$U(x) = \sum_{j=1}^n \alpha_j \log(x_j - x_j)$	$\alpha_j > 0$ $x_j > x_{j0} > 0$ $j = 1, 2, \dots, n$
Постоянной эластичности	$U(x) = \sum_{j=1}^n \frac{\alpha_j}{1 - \alpha_j} (x_j - x_{j0})^{1 - \alpha_j}$	$\alpha_j < 0$ $x_j > x_{j0} > 0$ $j = 1, 2, \dots, n$

х 1301, y: 528

Рис. 3.24 – Адаптований інтерфейс для експерименту П.31

При побудові персоналізованого інтерфейсу на прохання користувача прибрано табличний елемент виводу і додано один графічний елемент виводу (рис. 3.25).

Конструктор інтерфейсу
Конструктор Елементи виводу Когнітивний профіль

Сталія 3: $MP_1 < 0$

это исключает симметричность стадий 1 и 3. Такой вывод может быть получен при сравнении рис. 40 и рис. 41. На рис. 41 затраты второго вида зафиксированы в размере \bar{x}_2 , показываемым горизонтальной линией на рис. 40. Точки \bar{x}_1 и \bar{x}_1 на рис. 40 соответствуют аналогично обозначенным точкам на рис. 41. Соответственно \bar{x}_2 на двух рисунках складно из того, что если затраты второго вида остаются неизменными на уровне \bar{x}_2 , то возрастание x_1 вдоль этой горизонтальной линии на рис. 40 приводит к увеличению выпуска, пока не будет достигнуто \bar{x}_1 . После \bar{x}_1 горизонтальная линия проходит через все более низкие изокванты, потому что максимальный выпуск находится в точке \bar{x}_1 , как показано на рис. 41. Соответственно \bar{x}_2 на двух рисунках следует из уравнения (8.7). Слева от \bar{x}_1 на рис. 40 изокванты имеют положительный наклон, потому что $MP_1 < 0$. По (8.7) это условие выполняется, только если $MP_1 > AP_1$, что характеризует область слева от \bar{x}_1 на рис. 41. Таким образом, если функция показывает постоянный доход от масштаба, то стадия 1 и 3 не только симметричны, но они соответствуют областям снаружи разделяющих линий. Экономическая область, в которой предельные продукты отрицательны и изокванты имеют отрицательный наклон, соответствуют стадии 2, где предельный продукт ниже среднего и положительный.

Некоторые частые типы производственных функций в случае двух видов затрат представлены в табл. 7. Для линейной производственной функции характерна линейная зависимость выпуска от затрат. Производственная функция Кобба-Дувалса выражает логарифм выпуска как линейную функцию логарифма затрат [97, 98]. Производственная функция затрат-выпуска есть одна из специальных пропорций, которыми для производства одной единицы продукции определяется количество затрат каждого вида [99, 100, 101]. Производственная функция линейно-производственной деятельности обобщает производственную функцию затрат-выпуска на случай, когда существует p элементарных процессов, называемых «активностями», каждый из которых может протекать при любой отрицательной «интенсивности». Выпуск, произведенный при единичной интенсив-

Рис. 35. Множество предпочтений для $n = 2$

Рис. 36. Решение в точке касания для неоклассической задачи

Геометрически решение лежит в точке касания бюджетной линии и кривой безразличия, как показано на рис. 36. Наклон бюджетной линии равен $(-p_1/p_2)$, а наклон кривой безразличия $U(x_1, x_2) = \text{const}$ находится из выражения

х 1346, y: 657

Рис. 3.25 – Персоналізований інтерфейс для експерименту П.31

Таблиця 3.7– Результати експерименту П.31. Тестовий суб’єкт №19. Спеціальність – методи оптимізації. Вид діяльності – тестування

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
	0,8	0,2	0,3	0,8		
Когнітивний тип - 7						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, хв.:с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	0	1	1	810	5	1,11
Адаптований	1	2	1	750	4	1,28
Персоналізований	2	2	0	720	2	1,50

Експеримент П.54. Суб’єкту №43 було надано для проходження тестів на перевірку засвоєння матеріалу методичний посібник з дисципліни «Методи оптимізації», аналогічний використаному в експерименті П.31. Базовий інтерфейс побудовано аналогічний (рис. 3.23). При побудові адаптованого інтерфейсу додано по одному табличному і текстовому елементу виводу (рис. 3.26), враховуючи низький показник полезалежності і високий – лабільності в когнітивному портреті суб’єкту №43.

Для побудови персоналізованого інтерфейсу враховано оцінку адаптивного ІК суб’єктом №43 як такого, що «одночасно видає забагато інформації», видалено один табличний елемент виводу (рис. 3.27).

Незважаючи на уповільнення виводу інформації на екран у випадку персоналізованого ІК, суб’єкт №43 швидше впорався з завданням, припустившись меншої кількості помилок.

Ета область характеризується неотрицательностью всех первых частных производных производственной функции, которые называются предельными продуктами:

$$\frac{\partial f}{\partial x_j}(\mathbf{x}) = MP_j(\mathbf{x}) \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Определим вектор предельного продукта как вектор-строку

$$MP(\mathbf{x}) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}(\mathbf{x}), MP_1(\mathbf{x}), MP_2(\mathbf{x}), \dots, MP_n(\mathbf{x}) \right),$$

тогда экономическая область является подмножеством пространства затрат

$$\{ \mathbf{x} \in I \mid MP(\mathbf{x}) \geq 0 \}.$$

Вторая основная аксиома утверждает, что существует особая область R , выходящая за пределы экономической области, для которой матрица Гессе производственной функции

$$H = H(\mathbf{x}) = \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2}(\mathbf{x}) \right)$$

отрицательно определена для всех \mathbf{x} из R . В этой особой области производственные возможности

$$\{ \mathbf{x} \in I \mid f(\mathbf{x}) \geq q^0 \}$$

являются вынужденными для каждого неотрицательного числа q^0 . В ней также выполняется

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_j^2}(\mathbf{x}) = \frac{\partial}{\partial x_j} (MP_j(\mathbf{x})) < 0, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

это соотношение называется законом убывающей отдачи (убывающей эффективности): по мере того как затраты одного вида приближаются к установленному объему других затрат, в конечном счете достигается особая область, в которой предельный продукт затрат снижается. Классическим примером этого закона является добавление все большего и большего количества труда в производстве зерна на фиксированном участке земли. После достижения определенной точки дополнительный выпуск

Производственные функции в случае двух видов затрат

Тип производственной функции	Производственная функция $q = f(x_1, x_2)$	Эластичность замещения ϵ	Эластичность производства σ	Параметры
1	2	3	4	5
Линейная	$q = a_1 x_1 + a_2 x_2$	∞	1	a_j — предельный физический продукт затрат $j \geq 0, j = 1, 2$
Кобби—Дугласа	$q = b_0 x_1^{b_1} x_2^{b_2}$	1	$b_1 + b_2$	b_0 — коэффициент шкалы > 0 b_j — эластичность выпуска продукции по отношению к затратам $j \geq 0, j = 1, 2$
Затраты — выходы	$q = \min \left(\frac{x_1}{c_1}, \frac{x_2}{c_2} \right)$ для $\{x_j \geq 0, q \geq 0, j = 1, 2\}$	0	1, $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{c_2}{c_1}$	c_j — количество затрат вида j , необходимое для производства одной единицы продукции $\geq 0, j = 1, 2$
Анализ способов производственной деятельности	$q = \sum_{k=1}^p a_k y_k$, $\sum_{k=1}^p d_k y_k \leq x_j, j = 1, 2$	0	1	p — число способов производственной деятельности y_k — уровень интенсификации способа $k, k = 1, 2, \dots, p$ d_k — выпуск продукции при единичной интенсификации $k, k = 1, 2, \dots, p$ $d_{j,k}$ — количество затрат вида j , необходимое при единичной интенсификации способа $k, j = 1, 2; k = 1, \dots, p$
С постоянной эластичностью замещения	$q = \alpha_1 \alpha_2 x_1^{-\alpha_1} x_2^{-\alpha_2} \left(\frac{x_1}{\alpha_1} + \frac{x_2}{\alpha_2} \right)^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}}$	$\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}$	α	α_0 — коэффициент шкалы > 0 α_j — коэффициент распределения $\geq 0, j = 1, 2$ α — степень однородности > 0 β — коэффициент замещения ≥ -1

Примеры функций полезности

Тип функции полезности	Функция полезности	Ограничения
Квадратическая	$U(\mathbf{x}) = a\mathbf{x} + \frac{1}{2} \mathbf{x}^T B \mathbf{x}$	$a + \mathbf{x}^T B > 0$ B отрицательно определена
Логарифмическая (Бернулли)	$U(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^n a_j \log(x_j - \bar{x}_j)$	$a_j > 0$ $x_j > \bar{x}_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$
Постоянная эластичности	$U(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^n \frac{a_j}{1 - b_j} (x_j - \bar{x}_j)^{1 - b_j}$	$a_j > 0$ $0 < b_j < 1$ $x_j > \bar{x}_j \geq 0$ $j = 1, 2, \dots, n$

В табл. 6 приведены три типа функций полезности, соответствующие принятым допущениям. Заметим, что потребленные количества \mathbf{x} в квадратическом случае должны быть ограничены; тогда будет удовлетворяться аксиома ненасыщения. Заметим также, что функция полезности с постоянной эластичностью сводится к логарифмической функции полезности по мере того, как все b_j приближаются к единице; в этом случае

$$MU_j = a_j(x_j - \bar{x}_j)^{-1}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Рис. 3.26 – Адаптований інтерфейс для експерименту II.54

Ета область характеризуется неотрицательностью всех первых частных производных производственной функции, которые называются предельными продуктами:

$$\frac{\partial f}{\partial x_j}(\mathbf{x}) = MP_j(\mathbf{x}) \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Определим вектор предельного продукта как вектор-строку

$$MP(\mathbf{x}) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}(\mathbf{x}), MP_1(\mathbf{x}), MP_2(\mathbf{x}), \dots, MP_n(\mathbf{x}) \right),$$

тогда экономическая область является подмножеством пространства затрат

$$\{ \mathbf{x} \in I \mid MP(\mathbf{x}) \geq 0 \}.$$

Вторая основная аксиома утверждает, что существует особая область R , выходящая за пределы экономической области, для которой матрица Гессе производственной функции

$$H = H(\mathbf{x}) = \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2}(\mathbf{x}) \right)$$

отрицательно определена для всех \mathbf{x} из R . В этой особой области производственные возможности

$$\{ \mathbf{x} \in I \mid f(\mathbf{x}) \geq q^0 \}$$

являются вынужденными для каждого неотрицательного числа q^0 . В ней также выполняется

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_j^2}(\mathbf{x}) = \frac{\partial}{\partial x_j} (MP_j(\mathbf{x})) < 0, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

это соотношение называется законом убывающей отдачи (убывающей эффективности): по мере того как затраты одного вида приближаются к установленному объему других затрат, в конечном счете достигается особая область, в которой предельный продукт затрат снижается. Классическим примером этого закона является добавление все большего и большего количества труда в производстве зерна на фиксированном участке земли. После достижения определенной точки дополнительный выпуск

продукции, производимой дополнительным человеком, будет падать вследствие истощения возможностей специализации и в связи с трудностями координации усилий.

Согласно двум приведенным аксиомам, существует выходящая область пространства затрат, называемая особой областью R и определяемая соотношением

$$R = \{ \mathbf{x} \in I \mid MP(\mathbf{x}) \geq 0 \}, \quad H(\mathbf{x}) \text{ отрицательно определена.} \quad (3.2)$$

Производственная функция в особой области характеризуется отлаженной (доходной) и расширяющейся масштаба производств в экономическом отношении.

Двадцать три расширения масштаба производств характеризует производственная функция с точки зрения единичного выпуска продукции, если все затраты увеличиваются в одинаковой пропорции. Предположим, что в определенной точке пространства затрат I затраты увеличиваются по масштабу на число α : $\alpha \mathbf{x} = (\alpha x_1, \alpha x_2, \dots, \alpha x_n)$, где $\alpha > 1$. Производственная функция характеризуется постоянным эффектом от расширения масштаба производства, если выпуск возрастает в той же пропорции, что и затраты

$$f(\alpha \mathbf{x}) = \alpha f(\mathbf{x}).$$

Так, например, удвоение всех затрат приводит к удвоению выпуска продукции в два раза. Аналогично производственная функция характеризуется возвратными (убывающими) эффектами от расширения масштаба производства, если она возрастает в большей (меньшей) степени, чем все затраты

$$f(\alpha \mathbf{x}) > (<) \alpha f(\mathbf{x}).$$

Конечно, производственная функция может характеризоваться постоянным доходом от расширения масштаба производства, в одних точках пространства затрат и возрастающим или убывающим доходом от расширения масштаба производства в других. Локальным показателем измерения дохода от расширения масштаба производства, определенным в некоторой точке пространства затрат, является эластичность производств

$$\epsilon(\mathbf{x}) = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \frac{\alpha}{f(\alpha \mathbf{x})} \frac{\partial f(\alpha \mathbf{x})}{\partial \alpha} = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \frac{\partial \ln f(\mathbf{x})}{\partial \ln \alpha}.$$

Рис. 3.27 – Персоналізований інтерфейс для експерименту II.54

Результаты експерименту II.54 свідчать про недостатність орієнтації в деяких випадках тільки на когнітивні та інтелектуальні характеристики користувача. Психофізіологічний параметр «Обсяг уваги» може також суттєво впливати на оптимальну структуру ІК.

Таблиця 3.8 – Результати експерименту П.54. Тестовий суб'єкт №43. Спеціальність – методи оптимізації. Вид діяльності – тестування

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
		0,2	0,7	0,8	0,6	
Когнітивний тип - 4						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	0	1	1	1050	3	0,97
Адаптований	0	2	2	970	1	1,18
Персоналізований	0	2	1	900	1	1,27

Експеримент П.98. Даний експеримент максимально наближений за задачами і особливостями робочого процесу до реального використання АСУ ТП ЕС, базовий інтерфейс сформовано на основі типового інтерфейсу таких автоматизованих систем (рис. 3.28).

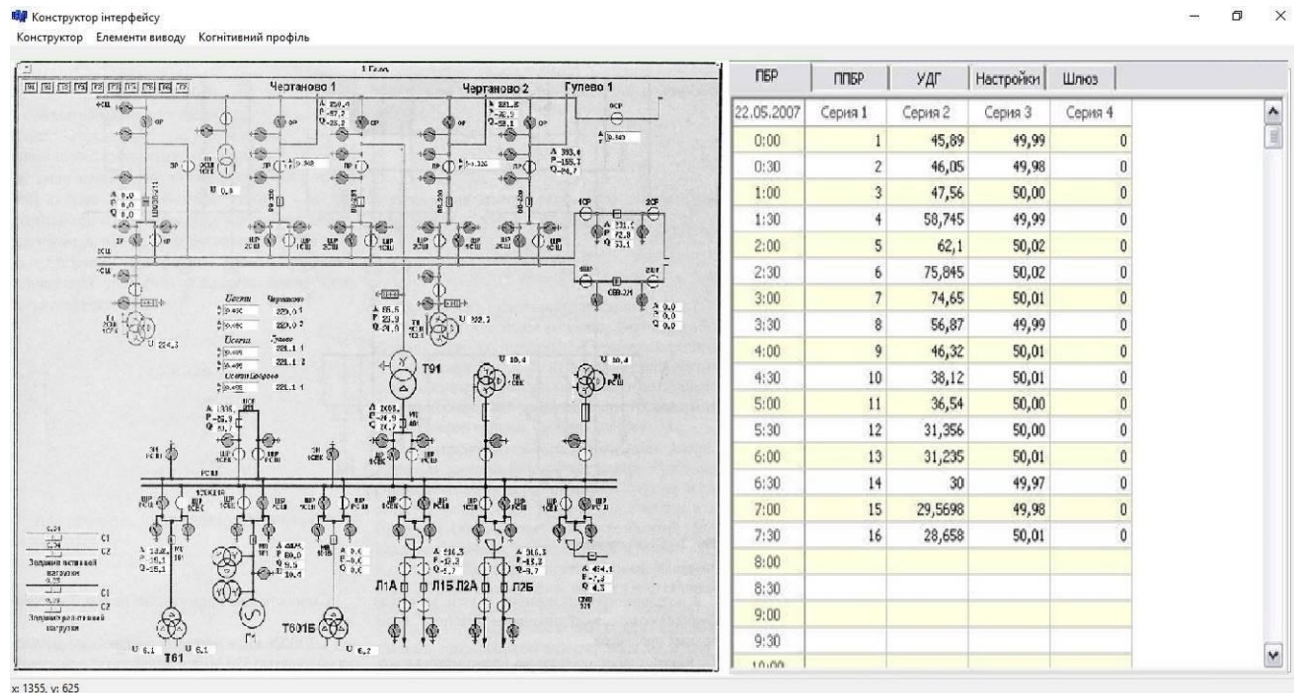


Рис. 3.28 – Базовий інтерфейс для експерименту П.98

З врахуванням характеристик когнітивного портрету суб'єкту №74 адаптований інтерфейс побудовано з додаванням до базового ІК двох текстових елементів виводу (рис. 3.29).

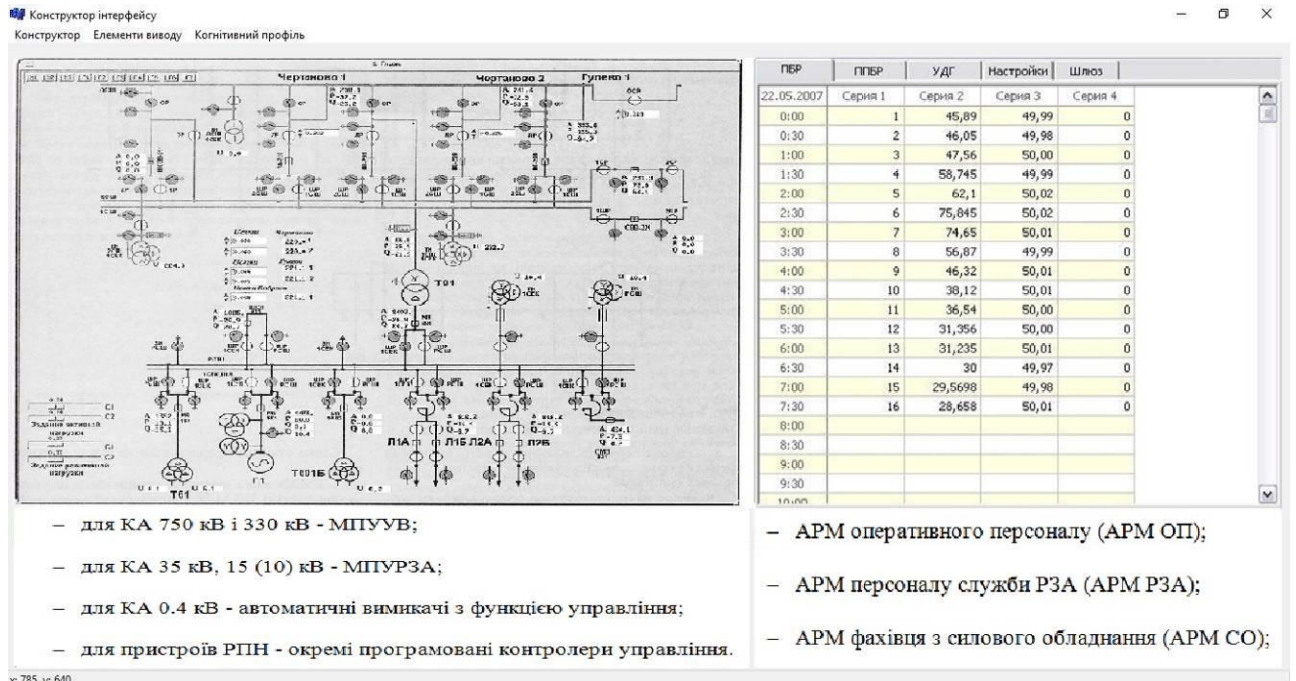


Рис. 3.29 – Адаптований інтерфейс для експерименту П.98

На вимогу суб'єкта №74 збільшити рівень паралельності користувацького інтерфейсу для побудови персоналізованого ІК використано додатково по одному текстовому і графічному елементу виводу (рис. 3.30) для виведення загальної схеми енергостанції.

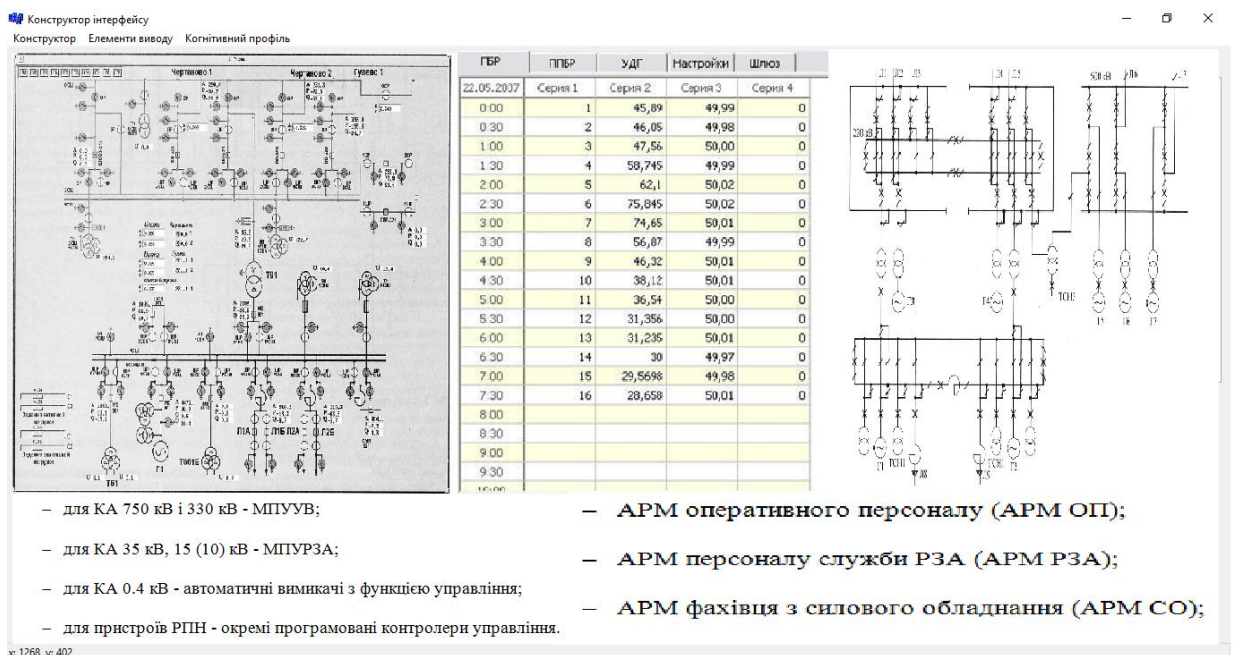


Рис. 3.30 – Персоналізований інтерфейс для експерименту П.98

Таблиця 3.9 – Результати експерименту П.98. Тестовий суб'єкт №74. Спеціальність – Управління ЕС. Вид діяльності – Керування

Когнітивні характеристики	Полезалежність	Рефлексивність	Лабільність	Діапазон еквівалентності		
	0,6	0,7	0,8	0,8		
Когнітивний тип - 14						
Інтерфейс	Кількість елементів			Швидкість виконання завдання, с	Кількість помилок	Показник ефективності
	графічних	текстових	табличних			
Базовий	1	0	1	620	1	1,84
Адаптований	1	2	1	600	0	2,00
Персоналізований	2	2	1	590	0	2,03

Динаміка показників ефективності свідчить про те, що адаптація користувацького інтерфейсу до особливостей когнітивного профілю користувача підвищує ефективність його діяльності та дозволяє зменшити кількість помилок при опрацювання інформації.

При використанні для адаптації узагальненого когнітивного типу користувача замість його індивідуального когнітивного профілю підвищення ефективності дещо менше, ніж при персоналізації взаємодії з даними, проте цей підхід до адаптації підходить для більшої кількості автоматизованих систем, включаючи види діяльності з високим рівнем відповідальності оператора, оскільки дозволяє обмежити кількість шаблонів інтерфейсу для контролю і узгодження. В більшості випадків вимоги користувачів до персоналізації ІК розвивали напрямом, заданий рекомендаціями блоку конструювання інтерфейсів. Однак в деяких експериментах (наприклад, П.29, П.54 і П.98) видно, що рекомендації з адаптації ІК недостатньо враховують бажаний користувачем рівень паралельності представлення інформації, що вказує на можливу необхідність приділити більше уваги інтелектуальним характеристикам когнітивного портрету

при віднесення користувачів до когнітивного типу та при наданні рекомендацій блоком конструювання інтерфейсів.

Група експериментів III. Порівняльний аналіз роботи у базовому та персоналізованому інтерфейсах.

Суб'єктам було запропоновано опрацювати 20 файлів з реальної АСУ ТП (журнал подій і помилок системи у форматі COMTRADE) з використанням базового інтерфейсу керування (рис. 3.28), а потім – з використанням персоналізованого інтерфейсу. Для кожного сеансу опрацювання файлу було виміряно кількість помилок різного типу і час, витрачений на роботу з файлом. На основі вимірювань було за формулою (1.1) обчислено показник ефективності.

Розглянемо результати експериментів для суб'єктів №11, №43 і №74

Для суб'єкту №74 такий інтерфейс вже було побудовано (експеримент II.98, рис. 3.30), для суб'єктів №11 і №43 при побудові персоналізованих ІК (рис. 3.31, рис. 3.32) було враховано їх схильність до текстового формату представлення інформації, але графічний елемент виводу було залишено у робочому вікні через вимоги до робочого процесу операторів АСУ ТП ЕС (наявність графічного елементу виводу для відображення загальної схеми керованого об'єкту у вигляді мнемосхеми)

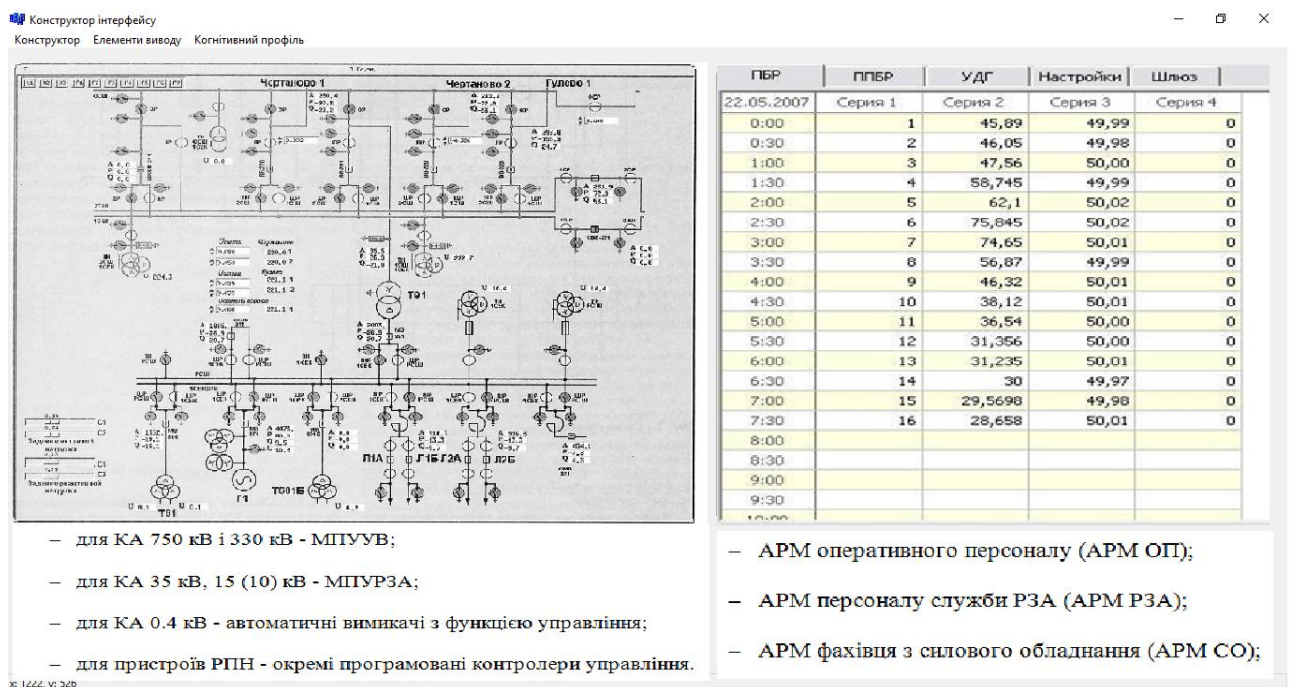


Рис. 3.31 – Персоналізований інтерфейс для експерименту III.11

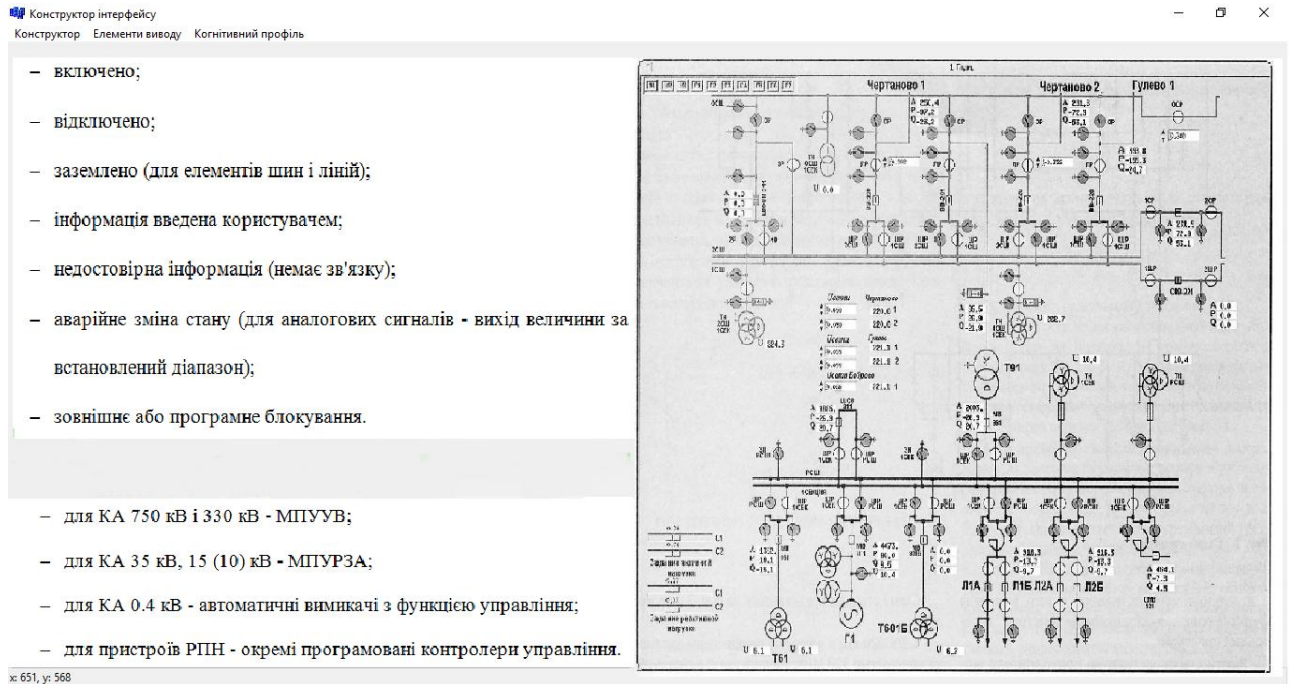


Рис. 3.32 – Персоналізований інтерфейс для експерименту III.43

Витримку з результатів експерименту для декількох з сеансів обробки файлу з даними в форматі COMTRADE зведено до таблиці 3.10. В останніх стовпцях таблиці виділено випадки максимального і мінімального зростання показника ефективності для кожного з суб'єктів.

Таблиця 3.10 – Результати вимірювання показника ефективності в експериментах III.11, II.43, III.74

№	Базовий інтерфейс			Персоналізований інтерфейс			Зростання показника ефективності, %		
	Суб. №11	Суб. №43	Суб. №74	Суб. №11	Суб. №43	Суб. №74	Суб. №11	Суб. №43	Суб. №74
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,02	0,87	1,73	1,25	1,15	1,95	22,5	32,2	12,7
5	1,05	0,92	1,89	1,15	1,12	2,02	9,5	21,7	6,9
6	0,96	0,99	1,58	1,13	1,29	1,76	17,7	30,3	11,4
8	1,20	1,12	1,35	1,35	1,40	1,59	12,5	25,0	17,8
11	0,98	0,91	1,55	1,19	1,09	1,75	21,4	19,8	12,9

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	1,13	1,02	1,68	1,28	1,35	2,01	13,3	32,4	19,6
13	1,18	1,05	1,85	1,42	1,28	2,15	16,8	21,9	16,2
17	0,93	0,90	1,82	1,20	1,19	2,10	29,0	32,2	15,4
19	0,91	0,88	1,64	1,03	1,14	1,93	10,8	29,5	17,7
20	0,99	0,93	1,52	1,26	1,26	1,81	27,3	35,5	19,1

За результатами експерименту видно зростання показника ефективності до 20% для суб'єкта №74. У випадку суб'єктів №11 і №43, когнітивні портрети яких вказують на схильність до роботи з текстовим форматом даних з невисоким темпом, приріст показника ефективності навіть більший (до 30% для суб'єкта №11 і понад 30% для суб'єкта №43), що вказує на позитивний вплив персоналізації інформаційної взаємодії користувача з системою на ефективність такої взаємодії. За особистими враженнями суб'єктів, при роботі з персоналізованими ІК вони менше нервували і втомлювалися.

Значні відмінності в величині зростання показника ефективності для різних сеансів обробки інформації з використанням сталого персоналізованого інтерфейсу можуть бути пояснені додатковими особливостями файлів з інформацією, складністю даних, обсягом інформації, які, в такому випадку, недостатньо враховуються при побудові персоналізованого адаптованого ІК.

3.5 Висновки по третьому розділу

На основі запропонованого в другому розділі набору функціональних блоків, списку функціональних вимог до засобів підтримки персоналізованої адаптивної взаємодії користувача з автоматизованою системою та розробленого алгоритму процесу комплексної адаптації інформації для видачі її користувачу системи (рис. 2.4, розділ 2) створено інфологічну модель комплексу засобів адаптації (рис. 3.2), а також більш деталізовані DFD-діаграми для підсистем адаптації інтерфейсу (рис. 3.3) та тестування (рис. 3.4). На базі інфологічної

моделі запропоновано даталогічну модель та технічну реалізацію засобів адаптації.

Процес налаштування користувачем інтерфейсом запропоновано зробити подібним до створення шаблонів робочих вікон середовища візуального програмування (як Delphi, C++ Builder, Microsoft Visual Studio). Налаштування інтерфейсу користувача при цьому представляє собою створення окремих допоміжних панелей з можливістю в будь-який момент звернутися до повної інформації про систему, представленої в одному з популярних зараз видів користувацьких інтерфейсів – мнемосхеми, дерева блоків даних тощо.

Система управління інтерфейсами може також сама обирати зручну для користувача форму представлення інформації. Для цього запропоновано розширити функції автоматичної частини системи, надати їй певних інтелектуальних властивостей.

На рис. 3.6 наведено алгоритм роботи користувача з засобами персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії в складі автоматизованої системи з власним робочим інтерфейсом.

Надано рекомендації по застосування створених засобів адаптації як у формі єдиної системи, так і у вигляді окремих компонентів в складі створюваних автоматизованих систем. Для різних типів автоматизованих систем та різних типів їх користувачів рекомендації надано у вигляді покрокових інструкцій або опису необхідного для певних типів діяльності наборів функцій та компонентів програмних засобів.

Проведено апробацію розроблених засобів адаптації інформаційної взаємодії на етапі розробки перспективної АСУ ТП ЕС. Використання елементів комплексу засобів адаптації при створенні автоматизованої системи полегшило роботу проектувальників з проектною документацією, а впровадження елементів аналізу когнітивного портрету користувачів та персоналізації ІК в функціональну схему та програмну реалізацію системи АСУ дозволило з більшою ефективністю провести оцінку якості різних проектів ІК.

На базі створеної АСУ ТП ЕС проведено експерименти для визначення ефективності створених засобів адаптації.

За результатами експериментів групи I встановлено, що модуль автоматичного діагностування характеристик когнітивного портрету користувачів визначає параметри профілю та проводить групування користувачів за когнітивним типом з високою точністю (менше 5% помилок в порівнянні з роботою професійних психологів). Точність діагностування характеристик профілю та типізації користувачів не поступається точності роботи професійних психологів, що дозволяє говорити про можливість використання створених засобів діагностування для автоматичної побудови когнітивних профілів користувачів та надання рекомендацій при побудові адаптованих ІК.

Експерименти групи II показали значне (в окремих випадках – до 50%) підвищення показника ефективності (розрахованого за запропонованим в розділі 1 виразом (1.1)) при використанні користувацького інтерфейсу, адаптованого до когнітивного типу користувача. При використанні для адаптації узагальненого когнітивного типу користувача замість його індивідуального когнітивного профілю підвищення ефективності дещо менше, ніж при персоналізації взаємодії з даними, проте цей підхід до адаптації підходить для більшої кількості автоматизованих систем, включаючи види діяльності з високим рівнем відповідальності оператора, оскільки дозволяє обмежити кількість шаблонів інтерфейсу для контролю і узгодження. В більшості випадків вимоги користувачів до персоналізації ІК розвивали напрямок, заданий рекомендаціями блоку конструювання інтерфейсів. Однак в деяких експериментах (наприклад, II.29, II.54 і II.98) видно, що рекомендації з адаптації ІК недостатньо враховують бажаний користувачем рівень паралельності представлення інформації, що вказує на можливу необхідність приділити більше уваги інтелектуальним та психофізіологічним характеристикам когнітивного портрету при віднесення користувачів до когнітивного типу та при наданні рекомендацій блоком конструювання інтерфейсів.

В експериментах групи III було перевірено стійкість позитивного впливу використання персоналізованого інтерфейсу на ефективність роботи користувачів з інформацією при керуванні технічними об'єктами. За результатами експериментів можна зробити висновок про значне підвищення ефективності роботи, особливо у випадку користувачів, не схильних спочатку до виконання завдань даного типу. Підвищення показника ефективності роботи з інформацією для них складає до 40% у порівнянні з підвищенням до 20% для користувачів, чий когнітивні портрети вказують на високу ефективність при роботі з ПК на основі мнемосхем.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язана науково-технічна задача підвищення ефективності взаємодії користувачів складних автоматизованих систем з інформацією, зниження рівня інформаційного навантаження на користувача шляхом створення методів і засобів комплексного підходу до адаптації процесу взаємодії користувача з автоматизованою системою з урахуванням особливостей поточних робочих задач та характеристик когнітивного портрету користувача, в тому числі отримано наступні результати.

1. Проведений аналіз сучасного стану проблеми підвищення ефективності роботи користувача з інформацією в автоматизованих системах, яка виникла внаслідок зростання кількості автоматизованих систем різного призначення, а також зростання кількості інформації, яку повинен при прийнятті рішення обробляти користувач, дозволяє зробити висновок про актуальність теми дисертаційного дослідження. Огляд публікацій, які присвячені дослідженням, пов'язаним з цією проблемою, показав, що недостатня увага приділяється дослідженню можливості комплексної адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою.
2. Сформульовано принципи комплексного підходу до адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою. За основу комплексного підходу взято когнітивний підхід до адаптації інформаційної взаємодії. Особливості робочого процесу та предметної області в рамках комплексного підходу враховуються для створення початкового адаптованого представлення інформації в системі для видачі її користувачу. Подальша адаптація здійснюється за рахунок внесення до користувацького інтерфейсу і сценарію взаємодії користувача з системою змін, визначених характеристиками когнітивного портрету користувача. Запропоновано формулу визначення показника ефективності роботи користувача. На основі показника ефективності введено критерій оптимальності ітеративного процесу адаптації і ознаку зупинки процесу.

3. Визначено принципи управління інформаційною взаємодією користувача з автоматизованою системою і побудовано модель інформаційного потоку. Досліджено алгоритм неадаптованої взаємодії користувача з інформацією від системи і запропоновано видозмінений алгоритм адаптованої взаємодії, який враховує принципи комплексного адаптивного підходу і реалізує ідею управління інформаційною взаємодією користувача з системою через управління і персоналізовану адаптацію параметрів інформаційного потоку. Сформульовано список функціональних вимог до засобів персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою, створено функціональну модель засобів адаптації інформаційної взаємодії.
4. Для врахування когнітивного портрету користувача при здійсненні персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії користувача з системою створено модель користувацького інтерфейсу і модель користувача, представленого когнітивним портретом, набором когнітивних, психофізіологічних і інтелектуальних характеристик. Досліджено вплив різних груп характеристик когнітивного портрету на процес взаємодії користувача з інформацією в системі і з користувацьким інтерфейсом. Обрано базис характеристик для складання когнітивного портрету користувача, визначено методи діагностування характеристик, сформульовано алгоритм типізації користувачів.
5. Створено модель предметної області як сукупності блоків знань, досліджено різні способи лексичного і лексико-семантичного опису предметної області, для управління формою організації блоків даних предметної області обрано засоби STD (тексту, розширеного ресурсами). Досліджено принципи управління сценарієм взаємодії користувача з інформацією в системі як діалогом двох агентів. На основі модифікованого циклу Нейссера запропоновано алгоритм побудови діалогу для реалізації інформаційної взаємодії, створено модель діалогу як сукупності кроків, що характеризуються множинами запитань активного агента і відповідей реактивного агента діалогу. На основі STD побудовано модель предметно-

незалежного вирішувача задач, придатного для управління структурою сценарію інформаційної взаємодії користувача з системою з врахуванням особливостей довільної предметної області і специфіки робочого процесу.

6. На основі списку функціональних вимог до засобів підтримки персоналізованої адаптивної взаємодії користувача з автоматизованою системою та розробленого алгоритму процесу комплексної адаптації інформації створено архітектуру комплексу засобів адаптації, інфологічну модель такого комплексу. На базі інфологічної моделі запропоновано даталогічну модель та технічну реалізацію засобів адаптації. Розроблено алгоритм роботи користувача з засобами персоналізованої адаптації інформаційної взаємодії в складі автоматизованої системи з власним робочим інтерфейсом.
7. Проведено апробацію розроблених засобів адаптації інформаційної взаємодії на етапі розробки перспективної АСУТП ЕС. Проведено експерименти для визначення впливу запропонованого підходу до адаптації інформаційних потоків на ефективність діяльності користувача автоматизованої системи. Експеримент показав значне (в окремих випадках – до 50%) підвищення показника ефективності при використанні користувацького інтерфейсу, адаптованого до когнітивного типу користувача.

Результати випробувань розроблених засобів адаптації та впровадження елементів інформаційної технології, що лежить в їх основі, дозволяють зробити висновок про підвищення ефективності інформаційної взаємодії користувача з автоматизованою системою та прийняття рішень на основі оброблених даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абу-Даввас Вахееб Абдел-Вахаб. Моделирование диалогового процесса при разработке персонализированных компьютерных обучающих систем: автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук. / Абу-Даввас Вахееб Абдел-Вахаб – Институт проблем моделирования в энергетике НАН Украины. – К., 1999. – 19 с.
2. Алексеев В.В. Моделирование информационного воздействия на эргатический элемент в эрготехнических системах. / Алексеев В.В. – М.: Стенсвил, 2003. – 163 с.
3. Анастаси А. Психологическое тестирование / Анастаси А., Урбина С. – СПб., 2001. – 688 с.
4. Бень А.П. Методы построения интеллектуальных адаптивных интерфейсов «человек-компьютеризированная система» на основе модели пользователя: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Бень А.П. – Херсон: Херсон. гос. технич. ун-т., 2000. – 194 с.
5. Бодалев А.А. Общая психодиагностика / Бодалев А.А., Столин В.В. – СПб., 2000. – 440 с.
6. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов / Брауэр В. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.
7. Верлань А.А. Логічний вивід та керування в системі неформального програмування / Верлань А.А., Нечипоренко О.В., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова «Моделювання та інформаційні технології». – Київ, 2010. – Вип. 56. – С. 20-26.
8. Верлань А.Ф. Діалогове моделювання як метод розв'язування задач обробки знань у навчальних системах / Верлань А.Ф., Чмир І.О., Фуртат Ю.О. – Педагогічна і психологічна науки в Україні: зб. наук. праць: в 5 т. – Т. 3: Загальна середня освіта. – К.: Педагогічна думка, 2012. – С. 334-343.
9. Верлань А.Ф. Интеллектуальный тьютор в системах обучения / Верлань А.Ф., Чмырь И.А., Велев Д. – Международная научная

- конференция «Приложение на информационните и комуникационни технологии в икономиката и образованието», 2-3 декември 2011 г., – УНСС, София, 2011. – Сборник докладов.– С. 317-326.
- 10.Верлань А.Ф. Когнитивное управление в интеллектуальных обучающих системах / [Верлань А.Ф., Ус М.Ф., Пискун А.В., Федорчук А.В.] – Черкассы, 2002. – 104 с.
- 11.Верлань А.Ф. Когнитивные основы и особенности моделирования диалогового процесса / Верлань А.Ф., Чмырь И.А., Велев Д., Фуртат Ю.О. – Сборник трудов конференции «Моделирование-2012». – Київ, 2012. – С. 442-445.
- 12.Верлань А.Ф. Логическая структура транзакции эротетического диалога / Верлань А.Ф., Чмир І.О., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2011. – Вип. 5. – С. 37-56.
- 13.Верлань А.Ф. Объектно-ориентированная организация интеллектуальных систем компьютерного моделирования / Верлань А.Ф., Митько Л.О., Олецкий О.В., Фуртат Ю.О. – Матеріали Першої Міжнародної науково-технічної конференції «Обчислювальний інтелект (ОІ-2011)». – Черкаси, 2011, 10-13 травня. – С. 23-24.
- 14.Верлань А.Ф. Объектно-ориентированное моделирование: Учеб. пособие. / Верлань А.Ф., Чмырь И.А. – Одесса: НАДУ, 2005. – 243 с.
- 15.Верлань А.Ф. Особенности оперативного тестирования на рабочем месте операторов систем поддержки принятия решений (СППР) / Верлань А.Ф., Сопель М.Ф., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць “Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.” Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський:

Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2010.
– Вип. 3. – С. 37-45.

16. Верлань А.Ф. Построение формальной модели вопросно-ответного взаимодействия пользователя с автоматизированной системой / Верлань А.Ф., Чмырь И.А., Фуртат Ю.О. – Электронное моделирование.– 2014.– Том 36.– № 1.– С. 41–48.
17. Верлань А.Ф. Человеческий фактор надежности сложных систем и его учет в разработке когнитивно-ориентированных технологий поддержки принятия решения / Верлань А.Ф., Сопель М.Ф., Фуртат Ю.О., Чмир І.О. – Матеріали Першої Міжнародної науково-технічної конференції «Обчислювальний інтелект (ОІ-2011)». – Черкаси, 2011, 10-13 травня. – С. 150.
18. Bechhofer S. OilEd: A Reasonable Ontology Editor for Semantic Web / [Bechhofer S., Horrocks I., Goble Z., Stevens R.] – Joint German/Austrian conf. on Artificial Intelligence (KI'01). – Berlin: Springer-Verlag, 2001. – P. 396-408.
19. Воробьёв Г. Автоматизированная система профориентационного тестирования на ПЭВМ / Воробьёв Г.– М., 1988. (Препр./ АН СССР. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика»).
20. Гаврилов Н.А. Способы представления информации при организации дистанционного обучения / Гаврилов Н.А. – М.: Открытое образование, 2003. – № 3. – С. 35-39.
21. Гадецкая З.М. Разработка объектно-ориентированных моделей визуального внимания / Гадецкая З.М., Нагорный В.А. Жирякова И.А. – Тези міжнарод. наук. конф. «Сучасний менеджмент у виробництві та гуманітарній діяльності», 5-6 квітня 2005 р. – Черкаси: Східноєвропейський ун-т економіки і менеджменту; 2005. – С. 39.
22. Гадецька З.М. Маркетингові методи моделювання і адаптації систем електронного навчання / [Гадецька З.М., Ус М.Ф., Костьян Н.Л., Ель-Мурр П.А.] – Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН

- України ім. Г.Є. Пухова. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова, 2006. – Вип. № 37. – С. 103-110.
- 23.Галіцин В.К. Системи моніторингу / Галіцин В.К. – К.: КНЕУ, 2000. – 231 с.
- 24.Глебов И.А. Теоретико-методические проблемы надежности систем энергетики. / [Глебов И.А., Розанов М.Н., Чельцов М.Б. и др.] – Новосибирск: Наука, 1985. – 224 с.
- 25.Гребінник В.А. Трикомпонентна модель подання знань для проектування інтелектуальних агентів та експертних систем: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.23 / Гребінник В.А. – Х.: Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, 2003. – 19 с.
- 26.Гужва В.М. Моделювання мультиагентних систем для управління логістичними процесами на підприємствах: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.03.02 / Гужва В.М. – К.: Київ. нац. екон. ун-т, 2002. – 17 с.
- 27.Доровской В.А. Методы и модели формирования баз знаний полиэргатических систем [под ред. В.М. Михайленко] / Доровской В.А. – Кривой Рог: Наука і освіта, 2000. – 188 с.
- 28.Драклін В.И. Общение конечных пользователей с системами обработки данных / Драклін В.И., Попов Э.В., Преображенский А.Б.– М.: Радио и связь, 1988. – 288 с.
- 29.Дьоміна В.М. Методи та моделі оцінювання знань в автоматизованих системах тестування: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Дьоміна В.М. – Х.: Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, 2002. – 19 с.
- 30.Емельянов Г.М. Построение динамической модели естественного языка применительно к разработке естественно-языковой базе данных / Емельянов Г.М., Зайцева Е.И., Михайлов Д.В. – Искусственный интеллект. – 2002, № 2. – С. 443-447.
- 31.Задачи и методы профессиональной психодиагностики / [под ред. Войтко В.И., Гильбуха Ю.З.] – К., 1981. – 186 с.
- 32.Заде Л. Понятие о лингвистической переменной и ее применении к принятию приближенных решений / Заде Л. – М.: Мир, 1976. – 167 с.

33. Катаєва Є.Ю. Модель інформаційної взаємодії в орієнтованих на управління учбовим процесом системах контролю знань і навчання / Катаєва Є.Ю. – Радіoeлектроніка та інформатика. – 2003, № 1. – С. 134-137.
34. Ковальчук А.М. Розробка адаптивного інтерфейсу користувача для програмного забезпечення наближення експериментальних даних: автореферат дисертації на соискание ученой степени кандидата технических наук. / Ковальчук А.М. – К.: ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, 2002. – 22 с.
35. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки / Колесников А.В. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 711 с.
36. Колос В.В. Эволюция и тенденции развития информационно-образовательных сред / Колос В. В. – К.: УСиМ, 2005. – № 5. – С. 73-82.
37. Констейбл Р. О классах схем программ. / Констейбл Р., Грис Д. – М.: Мир, Кибернетический сборник. – 1977. – Вып. 14 – С 22-177.
38. Крылов. А.О. Модели адаптивных пользовательских интерфейсов систем автоматизации проектирования в строительстве: автореферат дисертації на соискание ученой степени кандидата технических наук. / Крылов. А.О. – М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2011. – 16 с.
39. Кузнецов В.Б. Представление ЭВМ неформальных процедур: продукционные системы / Кузнецов В.Б. [с послесл. Д.А. Поспелова] – М.: Наука, 1989. – 160 с.
40. Кузнецов В.Е. Представление в ЭВМ неформальных процедур. / Кузнецов В.Е. – М.: Наука, 1989. – 158 с.
41. Мейтус В.Ю. Интеллектуализация информационных технологий / Мейтус В.Ю. – Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): міжвідом. наук. зб. [відп. ред. М.Г. Твердохліб]. – К.: КНЕУ, 2001. – Вип. 65 – С. 286 – 292.
42. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / Мелихов А.Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. – М.: Наука, 1990. – 272 с.

- 43.Методика «Интеллектуальная лабильность» – Режим доступа:
http://psylab.info/Методика_«Интеллектуальная_лабильность»
- 44.Методика «Свободная сортировка объектов» – Режим доступа:
http://psylab.info/Методика_«Свободная_сортировка_объектов»
- 45.Методика «Фигуры Готтшальдта» – Режим доступа:
http://psylab.info/Методика_«Фигуры_Готтшальдта»
- 46.Методика и техника исследований операторской деятельности / [отв. ред. Волков В.Г.] – М.: Наука, 1985. – 176 с.
- 47.Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / [под ред. Д. А. Поспелова]. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
- 48.Нечипоренко О.В. Семантична інформація та лінгвістичні змінні в інформаційних технологіях / Нечипоренко О.В., Верлань А.А., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання». Сер.: Технічні науки. – Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 2009. – Вип. 2. – С. 128-136.
- 49.Ночевнов Д.П. Методи та засоби адаптивного інформаційного пошуку на основі моделі користувача: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Ночевнов Д.П. – Черкаси: Черкаський держ. технол. ун-т., 2005. – 21 с.
- 50.Павлова С.В. Ергатична система керування нелінійним нестационарним об'єктом в особливих критичних режимах: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.03 / Павлова С.В. – К.: Ін-т космічних досліджень НАН України та Національного космічного агентства України, 2000. – 17 с.
- 51.Петрушенко А.Н. О диалоговых преобразованиях схем программ в алгебре термов и пространстве достижимости / Петрушенко А.Н. – Кибернетика и вычислительная техника. – 1997. – Вып. 112. – С. 74-79.
- 52.Петрушин В.А. Интеллектуальные обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) / Петрушин В.А. – Техническая кибернетика. – 1993, № 2. – С. 164-189.
- 53.Радванська Л.М. Моделі, методи та засоби підвищення ефективності інтерфейсу «користувач – ЕОМ» у системах організаційного управління:

- автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. / Радванська Л.М. – Херсон: ХГТУ, 1999. – 17 с.
54. Раїд М.О. Алькавасмі. Когнітивний процесор діалогу на основі об'єктних моделей сприйняття і уваги: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Раїд М.О. – НАН України; Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – К., 2005. – 20 с.
55. Романов А.А. Логико-семантическая модель причинно-следственных связей в нечеткой системе / Романов А.А., Шемакин Ю.И. – НТИ. Сер. 2. Информационные процессы и системы, 1990, N 6. – С. 26-32.
56. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / Ротштейн А.П. - Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.
57. Ротштейн А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / Ротштейн А.П. – Винница: Континент-ПРИМ, 1996. – 132 с.
58. Сопель М.Ф. Об организации адаптивного пользовательского интерфейса в автоматизированных системах / Сопель М.Ф., Фуртат Ю.О. – Известия ЮФУ. Технические науки, № 1 (150). 2014 г. - Таганрог: Технологический институт Южного федерального университета, 2014. – С. 100-110.
59. Стефанюк В.Л. К созданию интеллектуальной операционной системы / Стефанюк В.Л., Алексеева Е.Ф. – Алгоритмы обработки экспериментальных данных. – М.: Наука, 1986. – С. 64-76.
60. Танака Х. Модель нечеткой системы, основанная на логической структуре / Танака Х., Цукияма Т. – Нечеткие множества и теория возможностей : пер. с англ. [под ред. Р. Р. Ягера] – М.: Радио и связь, 1986. – С. 186-189.
61. Тесля Ю.М. Застосування моделі інформаційної взаємодії для прийняття рішень у проектах / [Тесля Ю.М., Оберемок І.І., Катаєва Є.Ю., Аль-Шукрі Фатхі Мохамед Ахмед] / Черкаси: Вісник ЧДТУ. – 2002, № 1. – С. 154-159.
62. Тесля Ю.М. Інформаційна технологія автоматизованого навчання та контролю знань як елемент системи управління учбовим процесом /

[Тесля Ю.М., Мисник Л.Д., Катаєва Є.Ю., Придворна О.О.] – Вісник Вінниць. політехн. ін-ту. – 2000, № 3. – С. 92-97.

63. Тест «Самооценка психических состояний» (по Айзенку) – Режим доступу: <http://psylist.net/praktikum/saaiz.htm>
64. Тест «Сравнение похожих рисунков» – Режим доступу: http://psylab.info/Тест_«Сравнение_похожих_рисунков»
65. Титенко С.В. Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі / Титенко С.В., Гагарін О.О. – Зб. тр. міжнарод. конф. «Интеллектуальный анализ информации-2006». – К.: Просвіта, 2006. – С. 298-307.
66. Уильсон Кристофер. Разработка графических динамических пользовательских интерфейсов для АСУ ТП / Уильсон Кристофер – Режим доступу: <http://asutp.ru/?p=600212>
67. Ус Г.О. Моделювання діалогової взаємодії в інтелектуальних системах / Ус Г.О., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – Київ, 2012. – Вип. 63. – С. 12-17.
68. Ус М.Ф. Використання когнітивних моделей оператора для розв'язання проблеми інформаційного перевантаження / Ус М.Ф., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – Київ, 2010. – Вип. 54. – С. 18-23.
69. Ус М.Ф. Економічний ризик та методи його вимірювання: навч.-метод. посібник / Ус М.Ф., Гадецкая З.М. – Черкаси: Східноєвропейський ун-т економіки і менеджменту, 2005. – 64 с.
70. Ус М.Ф. Когнитивное моделирование в обучающих компьютерных системах / Ус М.Ф., Пискун А.В., Дейнека А.Н. – Зб. наук. пр. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – К., 2001. – Вип. 9. – С. 46-53.

71. Ус М.Ф. Модели коммуникации с машинными знаниями / Ус М.Ф. – Проблемы бізнесу: зб. наук. праць. – Черкаси.: Ін-т управління бізнесом, 1997. – 3-й вип. – С. 91-97.
72. Ус М.Ф. Модель діалогу для побудови взаємодії користувача з системами підтримки рішень / Ус М.Ф., Піскун О.В., Ус Г.О. – Моделювання та інформаційні системи в економіці (Машинна обробка інформації): міжвідом. наук. зб. [відп. ред. М.Г. Твердохліб] – Вип. 65 / – К.: КНЕУ, 2001. – С. 66-71.
73. Ус М.Ф. Онтологічні підходи до оцінки когнітивного рівня слухача в умовах «електронного» навчання / Ус М.Ф., Гадецька З.М., Ель-Мурр П.А. – Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – К., 2006. – Вип. 38. – С. 150-155.
74. Ус М.Ф. Организация адаптивного тьютора / Ус М.Ф. – Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Львів: Світ, 1998. – Вип. 4. – С. 129-136.
75. Ус М.Ф. Поведінкова модель діалогу для систем підтримки прийняття рішень / [Ус М.Ф., Піскун О.В., Гадецька З.М., Ус Г.О.] – Зб. наук. пр. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – К., 2001. – Вип. 11. – С. 88-93.
76. Філенко І.О. Психодіагностика функціональних станів операторів динамічних і енергетичних автоматизованих систем: автореф. дис. канд. психол. наук: 19.00.03 / Філенко І.О. – Х.: Українська інженерно-педагогічна академія, 2005. – 19 с.
77. Фуртат Ю.О. Автоматизация процесса диагностирования когнитивных и психофизиологических характеристик пользователей автоматизированных рабочих мест / Фуртат Ю.О. – Приложение на информационните и комуникационни технологии в икономиката и образованието: Сборник доклади от международна научна конференция. – Софія, 2-3 грудня 2011 р. – С. 237-241.

78. Фуртат Ю.О. Влияние адаптивных пользовательских интерфейсов на эффективность функционирования автоматизированных систем / Фуртат Ю.О. – Тези доповідей XXXIII науково-технічної конференції «Моделювання». – Київ, 2014. – С. 8.
79. Фуртат Ю.О. Доцільність використання когнітивних моделей оператора в СППР» / Фуртат Ю.О. – Тези конференції – XXIX Щорічна науково-технічна конференція молодих вчених і спеціалістів ПІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – Київ, 2010, 12–13 січня. – С. 16.
80. Фуртат Ю.О. Использование агентных технологий диалогового моделирования в системах автоматического диагностирования характеристик управляемых объектов и состояния операторов АСУ / Фуртат Ю.О. – Матеріали Другої Міжнародної науково-технічної конференції «Обчислювальний інтелект (ОІ-2013)». – Черкаси, 2013, 14-18 травня. – С. 440.
81. Фуртат Ю.О. Использование встроенного интеллектуального компонента для адаптации текста» / Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – Київ, 2011. – Вип. 61. – С. 48-53.
82. Фуртат Ю.О. Использование персонализированного тьютора для учёта индивидуальных особенностей обучаемого в интеллектуальных системах обучения / Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2012. – Вип. 6. – С. 238-242.
83. Фуртат Ю.О. К вопросу о создании автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений в процессе государственных закупок» / Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць Інституту проблем

- моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – Київ, 2009. – Вип. 52. – С. 31-37.
84. Фуртат Ю.О. Концепція взаємодії: оператор-адаптивний інтерфейс в системах підтримки прийняття рішень / Фуртат Ю.О. – Тези виступів та доповідей учасників Всеукраїнської науково-практичної конференції «Наука-2010: проблеми та перспективи розвитку». – Черкаси, 2010, 22-23 квітня. – С. 12.
85. Фуртат Ю.О. Надійність оператора в складних системах в енергетиці / Фуртат Ю.О. – Тези XXX Щорічної науково-технічної конференції молодих вчених і спеціалістів ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – Київ, 2011, 12–13 січня. – С. 30.
86. Фуртат Ю.О. О влиянии адаптивных пользовательских интерфейсов на надежность и эффективность функционирования автоматизированных систем / Фуртат Ю.О. – Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 1 (89). – С. 71–75.
87. Фуртат Ю.О. Персонализация в интеллектуальных системах обучения / Фуртат Ю.О. – Тези доповідей V Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації» на базі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 2012. – С. 61-62.
88. Фуртат Ю.О. Про структуру і функціональні характеристики програмних засобів персоналізації інтерфейсів автоматизованих систем / Фуртат Ю.О., Велев Д. – Тези доповідей VI Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації» на базі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 2014. – С. 173.
89. Фуртат Ю.О. Процесс адаптации информационных потоков в сложных системах с настраиваемым пользовательским интерфейсом» / Фуртат Ю.О.

- Тези доповідей XXXII науково-технічної конференції «Моделювання». – Київ, 2013. – С. 5.
90. Фуртат Ю.О. Управление информационными потоками в АСУ энергетических объектов / Фуртат Ю.О. – Тези доповідей XXXI науково-технічної конференції «Моделювання». – Київ, 2012. – С. 12.
91. Фуртат Ю.О. Формализация и моделирование когнитивных процессов операторов сложных систем / Фуртат Ю.О. – Збірник тез доповідей учасників наукової конференції «Економіка та менеджмент підприємництва в параметрах національної економічної моделі України та в умовах глобалізації», присвяченої 50-ти річчю першого космічного польоту Юрія Олексійовича Гагаріна. – Черкаси, 2011, 14-15 квітня. – С. 111.
92. Фуртат Ю.О. Функціональні основи засобів адаптації користувацьких інтерфейсів до когнітивних особливостей користувачів в автоматизованих системах / Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2013. – Вип. 8. – С. 120-131.
93. Ходаков Д.В. Моделі, методи та засоби адаптивності користувацького інтерфейсу: автореферат дисертації на соискание ученой степени кандидата технических наук. / Ходаков Д.В. – Херсон: ХГТУ, 2003, 19 с.
94. Чмир І.О. Про класифікацію знань і їх представлення в гібридних інтелектуальних системах для забезпечення діяльності програмних діалогових агентів / Чмир І.О., Фуртат Ю.О. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2015. – Вип. 12. – С. 125-130.

95. Чмырь И.А. «Процессор диалога» – инструментальная система для разработки диалоговых приложений / Чмырь И.А., Ус М.Ф., Харитоненко И.О. – Международ. конференция-ярмарка «Технология программирования 90-х»: тез. докл. – К., 1991. – С. 57-58.
96. Чмырь И.А. Когнитивные модели для диалоговых агентов / [Чмырь И.А., Ус М.Ф., Гадецкая З.М., Акопф С.Х.] – Вісник Академії дистанційної освіти. – 2004, № 2. – С. 68-73.
97. Чмырь И.А. Когнитивные основы и концептуальный базис диалогового процесса / Чмырь И.А., Верлань А.Ф., Ус М.Ф. – К.: УСИМ, 2002, № 6. – С. 54-60.
98. Чмырь И.А. Многоагентная система моделирования диалогового поведения / Чмырь И.А., Абу-Даввас В.А. – Технічні та сільськогосподарські науки: Придніпровський наук. вісник. – Дніпропетровськ: Наука і освіта. – 1998, № 66 (133). – С. 27-36.
99. Чмырь И.А. Основы теории интеллектуальных систем обучения: учеб. пособие. / Чмырь И.А., Ус М.Ф., Пискун А.В., Кальмус Н.В. – Одесса: Издательский Центр ОГАХ, 2001. – 124 с.
100. Чмырь И.А. Проблема моделирования «неискренности» реактивного агента в диалоговом процессе / Чмырь И.А., Фуртат Ю.О. – Приложение на информационните и комуникационни технологии в икономиката и образованието: Сборник доклади от международна научна конференция. – Софія, 2-3 грудня 2011 р. – С. 237-241.
101. Шкала тревоги Спилбергера – Режим доступа: http://psylab.info/Шкала_тревоги_Спилбергера
102. A Customizable User Interface. – Режим доступа: <http://wiki.fluidproject.org/display/fluid/A+Customizable+User+Interface>
103. Anderson J.R. The Architecture of Cognition / Anderson J.R. – Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1983. – 360 p.

104. Anderson-Inman L. Hypertext Literacy: Observations From the ElectroText Project / [Anderson-Inman L., Horney M.A., Chen D.T., Lewin L] – Language Arts, 71(4), 1994, – P. 279-287.
105. Anderson-Inman L. Transforming text for at-risk readers / Anderson-Inman L., Horney M. – In (Eds.). Handbook of literacy and technology: Transformations in a post-typographic world [eds. D. Reinking, L Labbo, M. McKenna, R. Kieffer] – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1998. – P. 15-43.
106. Britt A.M. Learning from history texts: From causal analysis to argument models. / [Britt A.M., Rouet J.F., Georgi M.C., Perfetti C.] – Teaching and Learning in History [eds. G. Leinhart, I.L. Beck, C. Stainton] – Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1994. – P. 47-84.
107. C37.111-1999 – IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems. – Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=798772&isnumber=17337>
108. Chimir Igor. Psychological Foundations and Conceptual Basis of Dialogue Processes / [Chimir Igor, Verlan Anatoli, Us Michail, Sagatov Aziz] – Second World Conference On Intelligent Systems For Industrial Automation (WCIS-2002): Proceedings – Tashkent, Uzbekistan, June 4-5, 2002. – P. 356-363
109. Chimir I.A. Using domain-independent dialog-based problem solver to facilitate database management / Chimir I.A., Furtat Yu.O. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2012. – Вип. 7. – С. 227-232.
110. Customizable User Interface. Hitachi ID Identity Manager – Режим доступу: <http://hitachi-id.com/identity-manager/technology/ui-customization.html>

111. Furtat Yu.O. Of some approaches to the personalized user interface organization in automated systems / Furtat Yu.O, Diachuk O.A. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2014. – Вип. 10. – С. 192-201.
112. Furtat Yu.O. Customizable Adaptive User Interfaces Implementation in Automated Systems as Way of Increasing their Reliability and efficiency / Furtat Yu.O. – The Advanced Science Journal (ISSN 2219-746X) – Volume 2014 Issue 2. – P. 16-19.
113. Furtat Yu.O. STD Implementation in Automated Learning Systems through Dialog Modeling / Furtat Yu.O. – Матеріали Міжнародної конференції «International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education ICAICTSEE – 2014». – P. 295-299.
114. Harmon Paul. Expert Systems. Artificial Intelligence in Business / Harmon Paul, King Davis – John Willey, 1985. – 283 p.
115. Hayes P. Changes in human-computer interfaces on the space station: why it needs to happen and how to plan for it / Hayes P. – Humans in Automated and Robotic Space Systems. National Academy of Sciences. – Washington D.C., 1985. – P. 151-175.
116. Horney M.A. The ElectroText Project: Hypertext Reading Patterns of Middle School Students. / Horney M.A., Anderson-Inman L. – Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 3(1), 1994, – P. 71-91.
117. Jiming Liu. An Adaptive User Interface Based On Personalized Learning / Jiming Liu, Chi Kuen Wong, Ka Keung Hui. – IEEE Intelligent Systems. – Volume 18 Issue 2, March 2003. – P. 52-57
118. Martin J. Application Development Without Programmers / Martin J. – U.K, Carnforth, Savant Institute, 1981. – 368 p.

119. Minsky M. The Society of Mind / Minsky M. – Published by Simon and Schuster., 1988. – 336 p.
120. Morzy Tadeusz. Implementing Adaptive User Interface for Web Applications / [Morzy Tadeusz, Wojciechowski Marek, Zakrzewicz Maciej and others]. – Proceedings of the International IIS: IIPWM'03 Conference held in Zakopane, Poland, June 2–5, 2003 – Poznan University of Technology, Poznan, Poland, 2003. – P. 97-104.
121. Nesterov Sergey. A Human operator function reliability statistical modelling for preliminary system safety and risk assessment. / Nesterov Sergey – Defence And Systems Institute University of South Australia, 2008. – SimTecT 2008 Conference Proceedings, P 65-70.
122. Newell A. Unified Theories of Cognition / Newell A. – Harvard University Press, 1994. – 561 p.
123. Noy N. PROMPT Suite: Interactive Tools For Ontology Merging And Mapping / Noy N., Musen M. – Stanford Medical Informatics, Stanford Univ, 2003. – P. 983-1024.
124. Qing Xue. A Conceptual Architecture for Adaptive Human-Computer Interface of a PT Operation Platform Based on Context-Awareness / [Qing Xue, Xuan Han, Mingrui Li, Minxia Liu]. – Beijing Institute of Technology, School of Mechanical Engineering, Beijing, China: Discrete Dynamics in Nature and Society. – Volume 2014 (2014) – P. 35-47.
125. Reinecke Katharina. Culturally Adaptive User Interfaces: dissertation submitted to the Faculty of Economics, Business Administration and Information Technology of the University of Zurich / Reinecke Katharina –Zurich, 2010. – 260 p.
126. Shiwei Cheng. Adaptive user interface of product recommendation based on eye-tracking / [Shiwei Cheng, Xiaojian Liu, Pengyi Yan and others]. – Proceedings of the 2010 workshop on Eye gaze in intelligent human machine interaction. –P. 94-101.

127. Sopel M.F. The method of domain model creation using frames in the development of monitoring systems / Sopel M.F., Velev D.D., Furtat Yu.O. – Збірник наукових праць «Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки.» Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка. – 2013. – Вип. 8. – С. 110-119.
128. The Perseus Project [ed. Crane G.R.] Режим доступу: <http://www.perseus.tufts.edu>.
129. Us M. Tutor Behavior Models and Their Program Realization for Intelligent Teaching Systems / Us M., Piskun O., Kertanov O. – Sixth International Conference on Advanced Computer Systems: Proceedings – Technical University of Szczecin, 18-19 November 1999. – P. 297-302.
130. Verlan A.F. Constructing Tests and Dialog Modeling Using Ontological Engineering / Verlan A.F., Furtat Yu.O. – Матеріали Міжнародної конференції «International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education ICAICTSEE – 2013». – P. 726-730.
131. Verlan A.F. Information Display Management in Automated Systems / Verlan A.F., Furtat Yu.O., Velev D. – Матеріали Міжнародної конференції «International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education ICAICTSEE – 2012». – P. 47-53.
132. Verlan A.F. Methods for Flexible User Interfaces Adaptation in Complex Automated Systems / Verlan A.F., Furtat Yu.O. – Seventh World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation WCIS-2012, November 25-27, 2012. – Tashkent, Uzbekistan, 2012. – Proceedings. – P. 47-50.
133. VUE. Customizable User Interface – Режим доступу: <http://www.evertz.com/products/VUE>

134. Wickens Christopher D. Imperfect and Unreliable Automation and Its Implications For Attention Allocation, Information Access and Situation Awareness. / Wickens Christopher D. – Technical Report ARL-00-10/NASA-00-2, Aviation Research Lab Institute of Aviation in University of Illinois, 2000. – 28 p.

ДОДАТКИ

Додаток А. Приклади погано формалізованих задач обробки знань

Задача 1. Передача декларативних знань із урахуванням індивідуальної здатності реактивного агента до сприйняття матеріалу.

Задача полягає в тому, що реактивному агенту повинен бути переданий деякий обсяг декларативних знань. Увесь обсяг знань розбивається на безліч елементарних навчальних епізодів, що мають інтеррогативний характер, і передаються реактивному агенту за різну кількість кроків залежно від його індивідуальної здатності до сприйняття матеріалу.

Алгоритм розв'язування задачі 1. Реактивному агенту передається епізод Q_1 . Якщо на епізод Q_1 отримана відповідь A_1 , то весь обсяг знань передається реактивному агенту за один крок. Ланцюг: $Q_1 - Q_2$. Відповідь A_1 означає високу індивідуальну здатність до сприйняття матеріалу.

Якщо на епізод Q_1 отримана відповідь A_2 , то весь обсяг знань передається реактивному агенту за три кроки. Ланцюг: $Q_1 - Q_3 - Q_4 - Q_2$. Відповідь A_2 означає середню індивідуальну здатність до сприйняття матеріалу.

Якщо на епізод Q_1 отримана відповідь A_3 , а на епізод Q_5 – відповідь A_6 , то весь обсяг знань передається реактивному агенту за чотири кроки. Ланцюг: $Q_1 - Q_5 - Q_6 - Q_7 - Q_2$. Одержання відповіді A_6 на епізод Q_5 , за умови, що на епізод Q_1 отримана відповідь A_3 , означає низьку індивідуальну здатність до сприйняття матеріалу.

Якщо на епізод Q_1 отримана відповідь A_3 , а на епізод Q_5 – відповідь A_9 , то весь обсяг знань передається реактивному агенту за шість кроків. Ланцюг: $Q_1 - Q_5 - Q_8 - Q_9 - Q_6 - Q_7 - Q_2$. Одержання відповіді A_9 на епізод Q_5 , за умови, що на епізод Q_1 отримана відповідь A_3 , означає дуже низьку індивідуальну здатність до сприйняття матеріалу.

Нерозпізані відповіді реактивного партнера припускають або повторення попереднього епізоду (випадок Q_1), або повернення на найближчу точку розгалуження (випадок Q_5).

Задача 2. Збір вихідних даних, що детермінують параметри обчислювальної процедури.

Алгоритм розв'язування задачі 2. Від реактивного агента необхідно одержати набір числових даних (одне дане за один крок), який визначає значення параметрів процедури, асоційованої з позицією Q_2 . Процедура, асоційована з позицією Q_2 , може реалізовувати деякий суцільно обчислювальний алгоритм, або формувати запит до проблемної бази даних, або забезпечувати зв'язок із системою автоматизованого проектування загального призначення, і т.п. Кількість даних, необхідних для роботи процедури, різна і визначається реактивним агентом.

Додаток Б. Таблиці БД для опису когнітивного портрету оператора АСУ

Таблиця В.1— «Оператор»

Код: tbOper				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Номер	tcKey	integer	Так	Так
Ім'я	tcFName	nvarchar	Ні	Так
Прізвище	tcLName	nvarchar	Ні	Так
Ідентифікатор	tcID	nvarchar	Ні	Ні
Спеціальність	tcSpec	nvarchar	Ні	Ні
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Спеціальність	n,1	Має спеціальність		
Когнітивні характеристики	1,1	Має когнітивні характеристики		
Психофізіологічні характеристики	1,1	Має психофізіологічні характеристики		
Інтелектуальні характеристики	1,1	Має інтелектуальні характеристики		
Обмеження				
Значення поля «Ідентифікатор» є унікальним.				

Таблиця В.2— «Інтелектуальні характеристики»

Код: tbIntel				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Номер	tcKey	integer	Так	Так
Приналежність	tcBelong	nvarchar	Ні	Так
Ригідність	tcIQ	float	Ні	Ні
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Оператор	1,1	Відноситься до оператора		
Спеціальність	1,1	Є еталонним профілем для спеціальності		

Таблиця В.3— «Когнітивні характеристики»

Код: tbCogn				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Номер	tcKey	integer	Так	Так
Приналежність	tcBelong	nvarchar	Ні	Так
Лабільність	tcLability	float	Ні	Ні
Діапазон еквівалентності	tcRange	float	Ні	Ні
Полезалежність	tcFDep	float	Ні	Ні
Рефлексивність	tcRefl	float	Ні	Ні
Ригідність	tcFlex	float	Ні	Ні
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Оператор	1,1	Відноситься до оператора		
Спеціальність	1,1	Є еталонним профілем для спеціальності		

Таблиця В.4— «Психофізіологічні характеристики»

Код: tbPsyPhys				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Номер	tcKey	integer	Так	Так
Приналежність	tcBelong	nvarchar	Ні	Так
Схильність до ризику	tcRisk	float	Ні	Ні
Якість оперативної пам'яті	tcOperM	float	Ні	Ні
Об'єм уваги	tcAttAm	float	Ні	Ні
Координація	tcCoord	float	Ні	Ні
Концентрація	tcConcentr	float	Ні	Ні
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Оператор	1,1	Відноситься до оператора		
Спеціальність	1,1	Є еталонним профілем для спеціальності		

Таблиця В.5 – «Спеціальність»

Код: tbSpec				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Номер	tcKey	integer	Так	Так
Назва	tcName	nvarchar	Ні	Так
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Оператор	1,n	Належить операторам		
Когнітивні характеристики	1,1	Здано еталонні когнітивні характеристики		
Психофізіологічні характеристики	1,1	Задано еталонні психофізіологічні характеристики		
Інтелектуальні характеристики	1,1	Задано еталонні інтелектуальні характеристики		
Обмеження				
Значення поля «Ідентифікатор» є унікальним.				

Таблиця В.6 – «Елемент інтерфейсу»

Код: tbIntElem				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Приналежність	tcBelong	varchar	Ні	Так
Ліва межа	tcLeft	integer	Ні	Ні
Права межа	tcRight	integer	Ні	Ні
Верхня межа	tcTop	integer	Ні	Ні
Нижня межа	tcBottom	integer	Ні	Ні
Тип	tcType	varchar	Ні	Ні
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Оператор	1,n	Належить операторам		

Таблиця В.7 – «Вузол бази знань»

Код: tbKnowledge				
Список атрибутів				
Назва	Код	Тип	К	О
Спеціальність	tcTopic	varchar	Ні	Так
Назва	tcName	varchar	Так	Так
Шлях до файлу	tcPath	varchar	Ні	Ні
Батьківський вузол	tcParent	varchar	Ні	Ні
Список зв'язків				
Таблиця	Зв'язок	Відношення		
Спеціальність	n , n	Відноситься до спеціальності		

Додаток В. Скрипти створення та організація структури бази знань (БЗ)

Створення БЗ

```

CREATE DATABASE dbTesting
ON
(
    -- файл для хранения системной информации о БД --
    NAME          = flSystemInfo,
    FILENAME      = 'D:\projects\Testing\db\flSystemInfo.mdf',
    SIZE          = 100MB,
    MAXSIZE       = 100MB,
    FILEGROWTH    = 0MB
),
FILEGROUP fgUserData
(
    -- файл для хранения пользовательской информации --
    NAME          = flUserData,
    FILENAME      = 'D:\projects\Testing\db\flUserData.ndf',
    SIZE          = 100MB,
    MAXSIZE       = 100MB,
    FILEGROWTH    = 0MB
)
LOG ON
(
    -- файл журнала --
    NAME          = flLogData,
    FILENAME      = 'D:\projects\Testing\db\flLogData.ldf',
    SIZE          = 10MB,
    MAXSIZE       = 10MB,
    FILEGROWTH    = 0MB
)

```

Таблиці БЗ

```

USE dbTesting
GO

-- 1, Специальность --
CREATE TABLE tbSpec
(
    tcKey          int          PRIMARY KEY IDENTITY,
    tcName         varchar(MAX) NOT NULL

```

```
)
GO

-- 2, Оператор --
CREATE TABLE tbOper
(
    tcKey          int          PRIMARY KEY IDENTITY,
    tcFName        varchar(MAX) NOT NULL,
    tcLName        varchar(MAX) NOT NULL,
    tcLogin        varchar(MAX),
    tcSpec         varchar(MAX) NOT NULL
)
GO

-- 3, Когнитивный профиль --
CREATE TABLE tbCogn
(
    tcBelongs      varchar(MAX),
    tcLability     float,
    tcRange        float,
    tcFDep         float,
    tcReflRes      int,
    tcRefltime     int,
    tcFlex         float
)
GO

-- 4, Психофизиологический профиль --
CREATE TABLE tbPsyPhys
(
    tcBelongs      varchar(MAX),
    tcRisk         float,
    tcOperM        float,
    tcAttAm        float,
    tcCoord        float,
    tcConcentr     float
)
GO

-- 5, Интеллектуальный профиль --
```

```

CREATE TABLE tbIntel
(
    tcBelongs varchar(MAX),
    tcIQ          int
)
GO

-- 6, Элемент интерфейса --
CREATE TABLE tbIntElem
(
    tcBelongs varchar(MAX),
    tcLeft     int,
    tcRight    int,
    tcTop      int,
    tcBottom   int,
    tcType     varchar(3)
)
GO

----- 7, Блок знаний --
CREATE TABLE tbKnowledge
(
    tcTopic      varchar(MAX) NOT NULL,
    tcPath       varchar(MAX),
    tcName       varchar(MAX) NOT NULL,
    tcNext       varchar(MAX)
)
GO

```

Триггер для забезпечення унікальності назви спеціальності

```

CREATE TRIGGER SpecialityUniqueName
ON tbSpec
INSTEAD OF INSERT
AS
    IF EXISTS (SELECT tbSpec.tcName FROM tbSpec, INSERTED WHERE tbSpec.tcName =
INSERTED.tcName)
    BEGIN
        RAISERROR ('Такая специальность уже существует в БД', 16, 1)
    END

```

```

        ROLLBACK TRAN
    END
    ELSE
        INSERT INTO tbSpec (tcName) SELECT tcName FROM INSERTED

```

Реалізація процедури коректної зміни інформації про спеціальність

```

REATE PROC SpecUpdateName
    @OldName    varchar (max),
    @NewName    varchar (max)
AS
    UPDATE tbSpec SET tcName = @NewName WHERE tcName = @OldName
    UPDATE tbOper SET tcSpec = @NewName WHERE tcSpec = @OldName
    UPDATE tbCogn SET tcBelongs = @NewName WHERE tcBelongs = @OldName
    UPDATE tbIntel SET tcBelongs = @NewName WHERE tcBelongs = @OldName
    UPDATE tbPsyPhys SET tcBelongs = @NewName WHERE tcBelongs = @OldName
    UPDATE tbKnowledge SET tcTopic = @NewName WHERE tcTopic = @OldName

```

Організація доступу до БЗ на основі ролей БЗ

```

USE dbTesting
EXEC sp_addrole 'Operator'
EXEC sp_addrole 'Manager'

```

```

-----
-----

GRANT SELECT ON tbOper to Operator
GRANT SELECT ON tbSpec to Operator
GRANT ALL ON tbCogn to Operator
GRANT ALL ON tbIntel to Operator
GRANT ALL ON tbPsyPhys to Operator
GRANT ALL ON tbIntElem to Operator
GRANT ALL ON tbKnowledge to Operator

```

```

-----
-----

GRANT ALL ON tbSpec to Manager
GRANT SELECT ON tbOper to Manager
GRANT UPDATE ON tbOper to Manager

```

```
GRANT DELETE ON tbOper to Manager
GRANT SELECT ON tbCogn to Manager
GRANT UPDATE ON tbCogn to Manager
GRANT DELETE ON tbCogn to Manager
GRANT SELECT ON tbIntel to Manager
GRANT UPDATE ON tbIntel to Manager
GRANT DELETE ON tbIntel to Manager
GRANT SELECT ON tbPsyPhys to Manager
GRANT UPDATE ON tbPsyPhys to Manager
GRANT DELETE ON tbPsyPhys to Manager
GRANT DELETE ON tbIntElem to Manager
```

Додаток Г. Довідки про використання та акти впровадження результатів

Довідка про використання
результатів науково-практичної розробки
«Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСК (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)»

До КНУТД було передано опис виконаної в ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАНУ науково-практичної розробки «Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСУ (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)» (керівник Верлань А.Ф., відповідальний виконавець Фуртат Ю.О.), що містить принципи і результати побудови адаптивної інформаційної технології, що призначена для діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик користувачів АСК, організації оперативної взаємодії користувача (оператора) у формі діалогу, автоматичної чи ручної настройки користувацького інтерфейсу з урахуванням особливостей професійної діяльності користувача та сприйняття ним інформації.

Матеріали отриманої науково-практичної розробки використані при розробці нових програм підготовки спеціалістів по профілю кафедри автоматизації та комп'ютерних систем. Зокрема, мають місце наступні застосування.

1. Елементи методики діалогової взаємодії користувача з інформацією про стан керованого об'єкту та довідковою інформацією використані при розробці архітектури та програмних засобів автоматизованої системи навчання та підготовки спеціалістів.
2. Методика та засоби діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик користувачів АСК використовуються для створення когнітивних профілів спеціалістів при роботі з навчальною інформацією.

Адаптивна інформаційна технологія, що описана в представленій науково-практичній розробці, представляє інтерес для розробників автоматизованих систем навчання і повинна знайти ефективне застосування в педагогічній діяльності при підготовці спеціалістів.

Київський національний університет
технології та дизайну
кафедра автоматизації та комп'ютерних систем
д.т.н., проф.



В.Г. Здоренко

Довідка про використання
результатів науково-практичної розробки
«Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСК (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)»

До ХНУБА було передано виконану в ПІМЕ ім. Г.Є. Пухова НАНУ на основі дисертаційної роботи Фуртата Ю.О. науково-практичної розробку «Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСУ (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)» (керівник Верлань А.Ф., відповідальний виконавець Фуртат Ю.О.). НІПР містить опис і результати побудови адаптивної інформаційної технології діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик користувачів автоматизованих систем та організації оперативної взаємодії користувача у формі діалогу з автоматичною чи ручною настройкою користувацького інтерфейсу з урахуванням особливостей сприйняття інформації користувачем.

Матеріали отриманої НІПР використані при розробці нових комп'ютерних систем проектування архітектурних об'єктів. Зокрема, елементи методики діалогової взаємодії користувача з системою та онтологічної організації інформації використані при розробці довідкової системи програмних засобів проектування.

Інформаційна технологія, що описана в представленій науково-практичній розробці, представляє інтерес для розробників автоматизованих систем, зокрема проектування, і може знайти застосування в галузях людської діяльності, де активно використовуються подібні системи.

Харківський національний університет
будівництва і архітектури,
кафедра теплогазопостачання, вентиляції
і використання вторинних енергоресурсів,
д.т.н., проф.

А.О. Редько



Довідка про використання
результатів науково-практичної розробки

«Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСК (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)»

До КНУБА було передано науково-практичну розробку «Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології задач прийняття формування інформаційних потоків в АСК (стосовно управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)» (керівник Верлань А.Ф., відповідальний виконавець Фуртат Ю.О.), виконану на основі дисертаційної роботи Фуртата Ю.О. в ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАНУ. НІР містить принципи і результати побудови адаптивної інформаційної технології, що призначена для діагностування когнітивних та психофізичних характеристик користувачів АСУ, організації оперативної взаємодії користувача (оператора) у формі діалогу, автоматичної чи ручної настройки користувацького інтерфейсу з урахуванням особливостей професійної діяльності користувача та сприйняття ним інформації.

Матеріали отриманої НІР використані при розробці нових методик навчання з використанням автоматизованих систем. Зокрема, мають місце наступні застосування:

1. Елементи методики діалогової взаємодії користувача з інформацією про стан керованого об'єкту та довідковою інформацією використані при створенні сценаріїв роботи користувача в системах комп'ютеризованого навчання, а також при створенні супровідної документації.
2. Методика та засоби діагностування когнітивних та психофізичних характеристик користувачів використовуються при розробці індивідуальних навчальних планів для використання в автоматизованих системах навчання і підготовки спеціалістів.

Інформаційна технологія, що описана в представленій науково-практичній розробці, представляє інтерес для організації та установ, які використовують автоматизовані системи для проектування та в процесі навчання та підготовки спеціалістів, і може знайти в таких організаціях ефективне застосування.

Завідуючий кафедри інформаційних технологій
проектування та прикладної математики
Київського національного університету
будівництва і архітектури,
заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор

Підпис професора Михайленка В.М. засвідчую
вчений секретар Вченої ради КНУБА
кандидат технічних наук, доцент


В.М. Михайленко


О.С. Петренко



Довідка про використання
результатів науково-практичної розробки
«Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСК (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)»

До ІТТФ НАНУ було передано науково-практичної розробку «Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСУ (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)» (керівник Верлань А.Ф., відповідальний виконавець Фуртат Ю.О.), виконану в ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАНУ на основі дисертаційної роботи Фуртата Ю.О. НІП містить опис і результати побудови функціональних та структурних основ адаптивної інформаційної технології діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик користувачів автоматизованих систем та організації оперативної взаємодії користувача у формі діалогу з автоматичною чи ручною настройкою користувацького інтерфейсу з урахуванням особливостей сприйняття інформації користувачем.

Матеріали отриманої НІП використані при розробці нових методик взаємодії операторів автоматизованих систем керування технічними об'єктами та системами в енергетиці, зокрема, при визначенні темпу подачі та об'єму інформації, що надходить від системи керування до користувача системи. Також запропоновані методики оперативного діагностування психофізіологічних характеристик застосовані для відстеження рівня втомлюваності користувача системи протягом сеансу роботи.

Описана в представленій науково-практичній розробці інформаційна технологія, представляє інтерес для проектувальників і користувачів автоматизованих систем керування і може знайти застосування в галузях людської діяльності, де активно використовуються подібні системи, наприклад, в енергетиці.

Інститут технічної теплофізики НАН України
Завідувач відділу малої енергетики
чл.-кор. НАН України,
заслужений діяч науки і техніки,
докт. техн. наук, проф.

Н.М. Фіалко





ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор МПП «АНІГЕР»

Д.В. Дашенко

19.09.2013 р.

АКТ

про результати науково-практичної розробки

«Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСУ (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)»

До МПП «АНІГЕР» було передано опис виконаної в ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України науково-практичної розробки «Структурні та функціональні основи адаптованої до когнітивних особливостей користувачів (операторів) технології формування інформаційних потоків в АСУ (стосовно задач прийняття управлінських рішень, проектування та професійної підготовки)» (керівник Верлань А.Ф., відповідальний виконавець Фуртат Ю.О.), що містить принципи і результати побудови адаптивної інформаційної технології, що призначена для діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик користувачів АСУ, організації оперативної взаємодії користувача (оператора) у формі діалогу, автоматичної чи ручної настройки користувацького інтерфейсу з урахуванням особливостей професійної діяльності користувача та сприйняття ним інформації.

Матеріали отриманої науково-практичної розробки використані на етапах проектування, дослідження та випробування в процесі розробки нового типу АСУ енергетичного об'єкту (підстанції). Зокрема, мають місце наступні застосування.

1. Архітектура програмного комплексу, що запропонована в науково-практичній розробці, використана при побудові інтерфейсної та довідкової підсистем створюваної АСУ.
2. Елементи методики діалогової взаємодії користувача з інформацією про стан керованого об'єкту та довідковою інформацією використані при розробці архітектури та програмних засобів АСУ, а також при створенні супровідної та технічної документації.
3. Методика та структура засобів діагностування когнітивних та психофізіологічних характеристик операторів використовуються при розробці систем професійної підготовки користувачів створюваної АСУ та проектуванні користувацького інтерфейсу з адаптивними властивостями.

Адаптивна інформаційна технологія, що описана в представленій науково-практичній розробці, представляє інтерес для розробників АСУ і повинна знайти ефективне застосування при проектуванні, експлуатації автоматизованих систем управління та навчанні їх користувачів.

Заступник директора МПП «АНІГЕР»
кандидат технічних наук
лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки



М.Ф. Сопель