

УДК 687.016.5:658.512

В роботі представлена розробка прототипу експертної системи гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу в оболонці «Рапана», яка забезпечує діалог у вигляді послідовних запитань системи і відповідей користувача з метою вибору ланцюга перетворень та необхідних прибавок для побудови конструкції виробів, що в нього входять

Ключові слова: ланцюг перетворення, експертна система, гнучка переорієнтація, продукційна модель, база знань

В работе представлена разработка прототипа экспертной системы гибкой переориентации производства женской верхней одежды в оболочке «Рапана», которая обеспечивает диалог в виде последовательных вопросов системы и ответов пользователя с целью выбора цепи преобразований и необходимых прибавок для построения конструкции входящих в него изделий

Ключевые слова: цепь превращений, экспертная система, гибкая переориентация, производственная модель, база знаний

РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ГНУЧКОЇ ПЕРЕОРІЄНТАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ЖІНОЧОГО ВЕРХНЬОГО ОДЯГУ

О. В. Захаркевич

Кандидат технічних наук, доцент

E-mail: zbir_vukladach@ukr.net

А. В. Почупрін*

E-mail: krapochka90@mail.ru

*Кафедра технології і конструювання швейних виробів
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

1. Вступ

Ринкові відносини висувають специфічні вимоги до організації будь-якого виробництва: гнучкість (здатність у будь-яку мить перейти на випуск нових видів продукції); оптимальність (здатність функціонувати з найменшими витратами); випуск продукції високої якості і точно у строк [1].

Мобільність системи є однією з умов швидкого пристосування її до умов ринку [2]. Згідно з твердженням [3], сучасні методи проектування швейних виробів не забезпечують необхідної мобільності виробництва в умовах частоті змінності моделей. Особливо гострим є завдання щодо застосування альтернативних методів проектування, зокрема на модульних засадах, що забезпечує створення різноманітних моделей шляхом компонування з обмеженої кількості конструктивних модулів в складових частинах, забезпечуючи при цьому їхню розмірну і функціональну сумісність.

2. Постановка проблеми

Методи типового проектування одягу спрямовані на розробку різноманітних систем моделей певного виду виробу.

При цьому не розглядається можливість переходу із одного виду виробів на інший. Тоді як будь-яке підприємство постійно змінює асортимент одягу, з яким працює (хоча б через сезонність).

Частково такі перетворення розглянуті у роботах [1 – 4]. Автором [4] введено поняття типологічного ряду, який містить сукупність моделей виробів зі спільною ознакою та передбачає можливість перетворення від вихідної моделі до останньої моделі такого ряду. У середині типологічного ряду жіночого верхнього одягу пропонується виділяти ланцюги перетворення (ЛП).

Переорієнтація виробництва може бути виконана із використанням згаданих ЛП [1, 4]. Умови, які визначають кількість видів виробів в ЛП, досі невідомі. Склад ланцюга не може бути визначений навіть орієнтовно на основі досвіду промисловості і торгівельних організацій, оскільки такого досвіду немає.

Визначення оптимальної кількості базових конструкцій (БК) виробів для ланцюга залежить від складу ЛП. Для ланцюга перетворення доцільно обрати мінімальну кількість або одну базову конструкцію, яка б дозволяла розробляти різні вироби плечової групи: спільну БК, що характеризується параметрами, які входять до області спільних значень БК різних видів виробів ЛП [5].

Номенклатура ЛП містить 596 найменувань [4]. Відповідно обрати один або хоча б декілька в певний момент часу, навіть спеціалісту зі значним стажем роботи і досвідом, практично неможливо. Окрім того, при виборі ЛП слід враховувати ряд зовнішніх факторів: мода, можливості і потужність підприємства, споживчий попит тощо. Такі фактори не завжди можна прогнозувати на значний період часу, а тим більше зі значною долею впевненості.

Висока насиченість інформаційного середовища і ризик прийняття хибного рішення підвищує актуальність використання інформаційних технологій, як засобу підтримки процесу прийняття управлінських рішень [1].

Одним із способів вирішення неформалізованих або слабо формалізованих задач є використання методів штучного інтелекту і створення експертних систем (ЕС) [6].

Таким чином, метою даного дослідження є розробка прототипу експертної системи гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу для виключення можливих хибних рішень у найбільш поширених проектних ситуаціях.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- структурувати предметне середовище гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу;
- сформувати базу знань експертної системи;
- побудувати продукційну модель експертної системи.

3. Літературний огляд

Науковці світу успішно реалізують елементи штучного інтелекту та ЕС на різних етапах проектування: для оцінки якості креслень конструкції одягу [6], формування промислового асортименту одягу [7], вибору моделей одягу для формування гармонійного образу індивідуальних споживачів [8], розпізнавання типу тілобудови [9], проектування спеціального і корпоративного одягу [10] та ін.

Типові ЕС мають таку структуру: база даних, база знань (БЗ), механізм виведення (розв'язувач), підсистема пояснень, інтерфейс користувача [11].

Найпростішим способом розробки ЕС є використання «пустої» оболонки, що відповідає за своїм призначенням і будовою концептуальної моделі (або моделі іншого виду) предметного середовища, яке підлягає розгляду. Підходи до створення концептуальної моделі ЕС гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу викладені у статті [1]. В ній обґрунтовано вибір «пустих» оболонок для розробки прототипів ЕС. Для розробки ЕС в даній роботі обрано «пусту» оболонку ЕС «Рапана», яка розповсюджується безкоштовно через веб-ресурс [12] і здатна вирішувати задачі різних галузей промисловості.

Регулювання гнучкості конструкторсько-технологічної підготовки оновлення асортименту розглянуто в роботах Славінської А. Л. [3]. Запропонована нею концепція базується на поєднанні аксіологічних і морфологічних взаємозв'язків для ситуаційних перетворень асортименту на прикладі жіночого жакета.

Ланцюг перетворення жіночого плечового одягу складається з певних видів виробів. Кожний виріб може бути представлений однією із систем моделей, викладених у [2]. Конкретних рекомендацій щодо практичного використання розробленої номенклатури ЛП на сьогоднішній день не існує. Очевидно, що результати представлені у роботах [1 – 5] мають бути враховані при формуванні предметного середовища БЗ ЕС гнучкої переорієнтації швейного виробництва.

4. Розробка прототипу експертної системи гнучкої переорієнтації виробництва

Для створення БЗ обрано текстологічний метод, а для структуризації і аналізу знань – методи факторного і кластерного аналізу. В якості вихідних джерел інформації використано результати попередніх досліджень авторів даної роботи, методичної літератури з конструювання, технології, організації виробництва [2 – 5], маркетингових досліджень [7]. Результат текстологічного дослідження – список понять предметного середовища гнучкої переорієнтації виробництва. Такий список хаотичний, а тому не дозволяє організувати БЗ.

Для цього виконано послідовні процедури факторного та кластерного аналізів за допомогою засобів спеціалізованого пакету PASW Statistics. Таку процедуру виконують лише для показників, що подані у числовому вигляді і не мають розмірності [13], тому постає питання формального опису понять, що належать предметному середовищу. Формальний опис представлений кодовим цифровим позначенням за переліком характеристик понять: належність до певного асортименту; вид проектування (2D, 3D); етап життєвого циклу виробу, який характеризує поняття; вид даних, які описуються цим поняттям (цифрові, текстові); наявність розрахунків; об'єкт, на який впливає поняття.

Для кластеризації використано метод міжгрупових зв'язків. В результаті отримано дендрограму (рис. 1), на ієрархічних рівнях якої поняття розміщені так, щоб підкреслити їх взаємну спорідненість на рівні розглядуваних ознак.

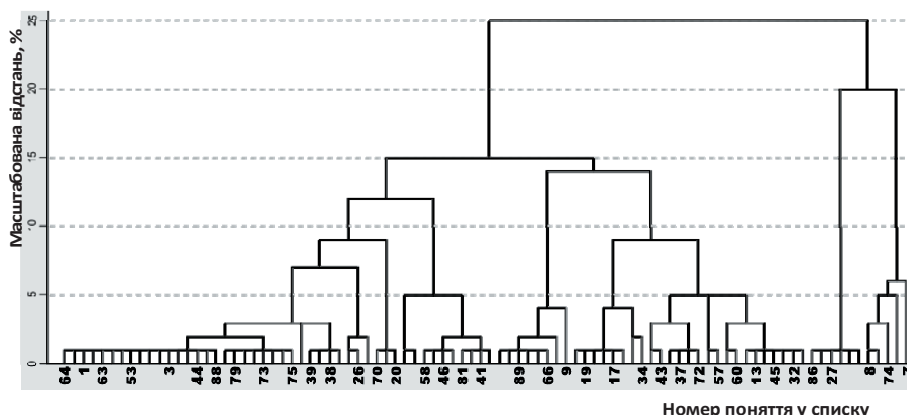


Рис. 1. Дендрограма зв'язків між поняттями предметного середовища гнучкої переорієнтації жіночого плечового одягу

В результаті виконаного кластерного аналізу виділено 12 умовних груп, що формуються поняттями із найближчими зв'язками, які різняться між собою менше, ніж на 20 % (позначка 5 на шкалі масштабування дендрограми).

Оболонка «Рапана» передбачає діалог із користувачем в межах окремих задач, які входять в єдину тему. Тоді прототип ЕС доцільно формувати як тему, в яку входять 12 задач, кожна із яких відповідає одній із умовних груп.

Продукційна модель ЕС передбачає наявність знань про взаємозв'язки між поняттями. Взаємозв'язки між поняттями представлені у вигляді графів у ярусно-паралельній формі, які сформовані за методикою викладеною у [5]. Графи окремих груп представлено природною мовою на рис. 2. Вирішення задачі «Вибір ЛП» (рис. 2, а) нерозривно пов'язане із вирішенням задачі вибору прибавок (рис. 2, б), оскільки вони мають спільні поняття («довжина виробу» та «силует»). Типові прибавки, які є результатом вирішення задачі «Вибір прибавки на силует» (рис. 2, б) характеризують типову БК, яка приймає безпосередню участь у вирішенні задачі вибору типової або спільної БК для обраного раніше ланцюга (рис. 2, в).

Таким чином, згадані групи доцільно розглядати паралельно.

Основою будь-якої ЕС є структурована сукупність знань. При формуванні правил знання можуть бути

відомі і невідомі. За основу відомих прийнято базу даних трансформованих елементів, описану в праці [1].

Довжина раціональних ЛП коливається від 1 до 9 [4]. Задача виявлення рекомендованої довжини ланцюга на даний момент часу не має вирішення, а отже відноситься до невідомих знань. Проте, в нечітких продукційних системах представлення знань кожне правило може мати кількісну оцінку ступеню істинності правила. оболонка ЕС «Рапана» відноситься саме до нечітких продукційних систем. Тому приймаємо, що довжина ланцюга може бути введена користувачем із вказівкою долі впевненості.

Будь-який ЛП містить різні види виробів, БК яких ймовірно різні, тому виникає необхідність групування видів виробів за рекомендованими типовими БК. Отримані дані формують триплети: *Типова БК (вид виробу, БК)*, а залежно від того, які види виробів переважують у ЛП, утворені триплети: *Типова БК (ЛП, БК)*.

Аналогічні дії виконані для групування ЛП за сезоном носіння виробів, що до них входять. Результати групувань використано для формування правил.

Правило може містити значну кількість умов. Проте однозначно виявити зв'язок між багатьма незалежними змінними і однією залежною складно. Тому формування умов виконано поетапно. На першому етапі представлено вибір ЛП в залежності від довжини ЛП (від 1 до 9) та вихідного виробу, заданого користувачем (табл. 1).

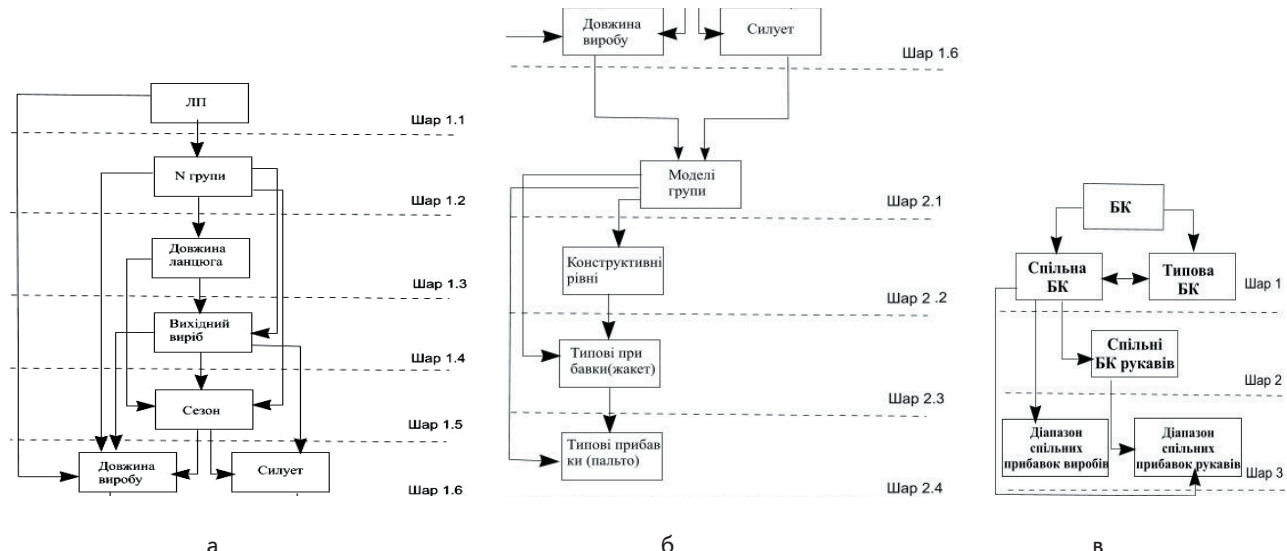


Рис. 2. Графи понять у ярусно-паралельній формі для задач: а – «Вибір ЛП», б – «Вибір прибавки на силует», в – «Вибір БК»

Таблиця 1

Вибір ланцюга перетворення за довжиною ЛП і вихідним виробом (фрагмент)

Вихідний виріб	Довжина ЛП								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Анорак	1-2; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12 1-28	1-9-3; 1-10-4; 1-10-6; 1-9-8; 1-2-15; 1-12-16; 1-10-21; 1-28-26; 1-12-28-30; 1-28-35	1-9-3-5; 1-10-4-7; 1-9-3-13; 1-12-16-17; 1-10-21-18; 1-10-21-22; 1-10-21-29; 1-10-21-32	1-9-3-5-14; 1-12-16-17-19; 1-9-3-13-23; 1-10-21-32-27; 1-10-21-32-31	1-9-3-13-23-24; 1-9-3-13-23-33; 1-10-21-32-27-34	1-9-3-13-23-24-25	1-9-3-13-23-24-25-20	-	-
...
Фрак	-	-	-	-	-	-	34-27-32-21-10-1-28-35	-	-

Таблиця 3

Усереднена частота зустрічності ЛП для анорака (фрагмент)

Умова 1, 2		Анорак		Умова 1, 2		Анорак	
		ЛП	Частота зустрічності, %			ЛП	Частота зустрічності, %
Довжина ЛП	1	1-2	8,48	Довжина ЛП	3	1-9-3-5	10,26
		1-9	18,75			1-10-4-7	8,73
		1-10	26,58			1-9-3-13	12,63
		1-11	2,24			1-12-16-17	7,55
		1-12	13,72			1-10-21-18	13,80
		1-28	30,22			1-10-21-22	15,60
	2	1-9-3	7,73		1-10-21-29	13,64	
		1-10-4	7,34		1-10-21-32	17,44	
		1-10-6	7,56		1-9-3-5-14	16,57	
		1-9-8	4,94		1-12-16-17-19	12,63	
		1-12-15	2,75		1-9-3-13-23	23,83	
		1-12-16	4,89		1-10-21-32-27	21,18	
		1-10-21	11,97		1-10-21-32-31	25,80	
		1-28-26	7,5		1-9-3-13-23-24	34,56	
1-28-30		7,45	1-9-3-13-23-33	30,03			
1-28-35		7,45	1-10-21-32-27-34	35,41			
6	1-9-3-13-23-24-25	100	8	-	-		
7	1-9-3-13-23-24-25-20	100	9	-	-		

У табл. 1 ЛП позначені числами, кожне з яких відповідає порядковому номеру виду виробу у розробленій номенклатурі жіночого верхнього одягу.

У табл. 1 на перетині вихідного виробу у i-му стовпці та обраної довжини ЛП у j-ому рядку розташовані один чи декілька ЛП. Тобто виконувані дії є проміжними, визначають умови для наступних дій, і утворюють конфліктну множину продукційної системи. Тому, якщо клітинка містить більше одного ЛП, то для вибору найбільш раціонального із них сформовано правила, в яких обмежуюча умова – сезон носіння другого виробу у кожному ЛП. Умова 1 правила викладена у рядку заголовка табл. 2, а умова 2 – у стовпці заголовка. Аналогічні таблиці складені окремо для всіх можливих довжин ЛП.

Вибір ЛП здійснюється аналогічно попередньому. Проте, навіть після цього результатом, який відповідає заданим умовам, може бути більше одного ЛП.

В результаті дослідження номенклатури ЛП виявлено, що в ній найчастіше зустрічаються ланцюги із п'яти видів виробів. Мінімальна кількість виробів, що входять до ЛП, – два. Така кількість виробів відповідає довжині шляху один. Кожен ЛП містить певну кількість елементарних ланцюгів, при чому елементарним є ЛП із довжиною шляху один. У загальній номенклатурі ЛП жіночого плечового одягу встановлено частоту зустрічності елементарних ланцюгів, яка оцінена як із трансформуванням від першого виробу до другого, так і навпаки. Частоту зустрічності ЛП запропоновано визначати як середнє значення частот зустрічності елементарних ланцюгів, що входять до його складу. Тоді серед ЛП, кількість яких обмежена виконанням умов, викладених у табл. 1 – 2, рекомендовано обирати ЛП із максимальною частотою зустрічності.

Правило вибору прибавок на свободу облягання на конструктивних рівнях стану виробу для типових БК подано у табл. 4. Вони представлені у клітинці на перетині умов: умови 1 (силует), умови 2 (група виробів) та умови 3 (БК). Прибавки для БК, що є спільною для обраного ЛП, знаходять на перетині рядка із умовами 1 та 2 (група виробів і форма рукава) і умовою 3 (силуети виробів ЛП).

Таблиця 2

Вибір ЛП за сезоном носіння для довжини ланцюга 2 (фрагмент)

Вихідний виріб	Сезон носіння 2 виробу		
	Осінь-весна	Зима	Літо
Анорак	1-10; 1-11; 1-12; 1-28	1-2	1-9
Дафлкот	2-1	2-1; 2-15	2-1; 2-9
Макінтош	3-13	3-5	3-9
Міське пальто	4-7; 4-10	-	-
Ольстер	5-6; 5-14	-	-
Пальто	6-7; 6-8; 6-10	-	-
Пальто халат	-	-	8-9

У табл. 3 – фрагмент правила вибору ЛП за вихідним виробом, довжиною шляху ланцюга та усередненою частотою зустрічності (кольором виділені клітинки з ЛП, що мають найвищу частоту зустрічності).

5. Апробація результатів досліджень

Прототип ЕС гнучкої переорієнтації виробництва жіночого плечового одягу представлений з використанням пустої оболонки ЕС «Рапана» [12]. Комплекс «Рапана» містить у собі два компоненти: «Когнітограф» – програма для розробників БЗ ЕС та «Експерт-Win32» – програма для користувачів.

Робота з програмою «Експерт-Win32» не вимагає спеціальної підготовки, оскільки діалог відбувається природною мовою. Користувач запускає програму у вигляді послідовності діалогових запитань і варіантів відповідей до них (рис. 3). Відповідь на запитання системи щодо наявності БК (рис. 3, а) не залежить від досвіду користувача, а лише констатує факт. Тоді як питання визначення довжини ланцюга (рис. 3, б), сезону носіння (рис. 3, в) та вихідного виробу (рис. 3, г) вимагають введення коефіцієнта довіри, оскільки залежать від значної кількості суб'єктивних факторів, які потребують окремих досліджень. Силует виробу визначається напрямом

моди на обраний виріб (рис. 3, д). Результатом діалогу є перелік необхідних прибавок, що рекомендовані для конструювання виробів, які увійшли у запропонований системою ЛП (рис. 3, е).

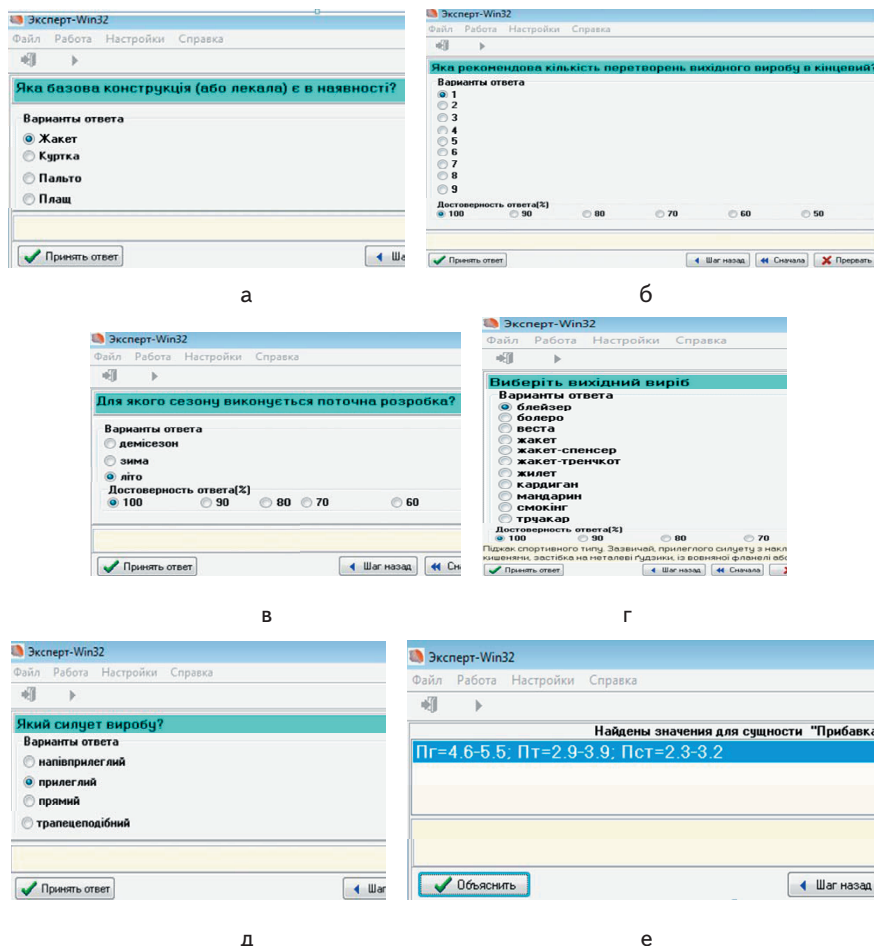


Рис. 3. Діалогові вікна прототипу ЕС гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу: а – вибір БК; б – вибір довжини ЛП; в – вибір сезону носіння; г – вибір вихідного виробу; д – вибір силуету; е – результат

Для перегляду проміжних результатів слід натиснути клавішу Обьяснить. Пояснення результатів – на рис. 4, а.

Обьяснение результатов диалога
 Вопрос: "Яка базова конструкція (або лекала) є в наявності?"
 Ответ: "Жакет"
 Вопрос: "Яка рекомендована довжина ланцюга?"
 Ответ: "1"
 Вопрос: "Для якого сезону виконується поточна розробка?"
 Ответ: "літо"
 Вопрос: "Вибір вихідний виріб"
 Ответ: "блейзер"
 -Сработало правило 651. Подзадача: Вибір, КД = "100"
 "Ланцюг перетворення" принимает значение: "Блейзер-Жакет"
 если "Базовая конструкция" Равно "Жакет"
 и "Длина ланцюга" Равно "1"
 и "Жакет" Равно "блейзер"
 и "Сезон носіння 2-го виробу" Равно "літо"
Определено: "Ланцюг перетворення" принимает значение "Блейзер-Жакет" КД = 100
 -Сработало правило 652. Подзадача: Вибір, КД = "100"
 "Група виробів" принимает значение: "3"
 если "Ланцюг перетворення" Равно "Блейзер-Жакет"
Определено: "Група виробів" принимает значение "3" КД = 100
 -Сработало правило 653. Подзадача: Вибір, КД = "100"
 "Тип БК?" принимает значение: "типова"
 если "Ланцюг перетворення" Равно "Блейзер-Жакет"
Определено: "Тип БК?" принимает значение "типова" КД = 100
 Вопрос: "Який силует виробу?"
 Ответ: "прилеглий"
 -Сработало правило 650. Подзадача: Вибір, КД = "100"
 "Прибавка" принимает значение: "Пг=4.6-5.5; Пт=2.9-3.9; Пст=2.3-3.2"
 если "Група виробів" Равно "3"
 и "Силует" Равно "прилеглий"
 и "Тип БК?" Равно "типова"
Определено: "Прибавка" принимает значение "Пг=4.6-5.5; Пт=2.9-3.9; Пст=2.3-3.2" КД = 100

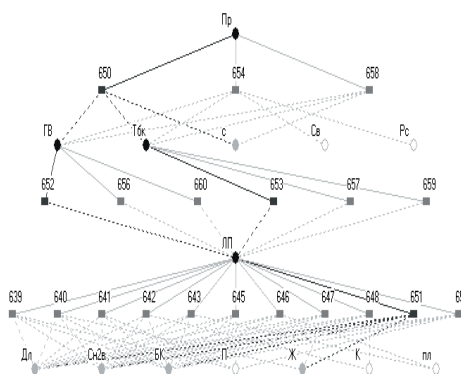


Рис. 4. Результат діалогу: а – пояснення результатів; б – шлях прийняття рішення

Шлях прийняття рішення можна переглянути в підпрограмі ЕС «Рапана» Когнітограф (рис. 4, б).

На рис. 4, б буквені позначення – коди сутностей, що входять до правил; цифрові позначення – номери правил, які використовує ЕС для отримання відповіді на запитання користувача. Прийняття рішення передбачає виконання правил 651, 652, 653 та 650; задіяні сутності: Ж (жакет, БК – базова конструкція, Сн2в – сезон носіння, Дл – довжина ланцюга, ЛП – ланцюг перетворення, ГВ – група виробів, Тбк – типова базова конструкція).

6. Висновки

Розроблена структурно-логічна модель БЗ ЕС у вигляді графа понять у ярусно-паралельній формі дозволяє визначити послідовність переходу із одного поняття в інше та отримати необхідну інформацію для формування структури бази знань гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу.

Продукційна модель бази знань експертної системи в табличній формі містить правила для вирішення підзадач з вибору конкретного ЛП і необхідних прибавок, що рекомендовані для конструювання виробів, які увійшли у запропонований системою ланцюг перетворення. Прототип ЕС гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу в оболонці «Рапана» забезпечує діалог з користувачем у вигляді послідовних запитань системи і відповідей користувача. Таким чином, створено необхідні передумови для подальшого розвитку методів штучного інтелекту в процесах управління конструкторською підготовкою швейного виробництва та для зменшення ризику прийняття хибних рішень в умовах швидкої зміни проектних ситуацій.

Література

1. Захаркевич, О. В. Основні підходи до формування концептуальної моделі експертної системи гнучкої переорієнтації виробництва жіночого верхнього одягу [Текст] / О. В. Захаркевич // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 1. – С. 207–211.

2. Славінська, А. Л. Методи типового проектування одягу: Навчальний посібник [Текст] / А. Л. Славінська. – Хмельницький: ХНУ, 2008. – 159 с.
3. Славінська, А. Л. Концепція регулювання гнучкості конструкторсько-технологічної підготовки асортименту в умовах підприємства [Текст] / А. Л. Славінська, О. М. Штомпіль // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 4. – С. 173–178.
4. Захаркевич, О. В. Формування раціональних ланцюгів перетворення жіночого плечового одягу [Текст] / О. В. Захаркевич // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 2. – С. 73–76.
5. Захаркевич, О. В. Розробка спільної базової конструкції типологічного ряду жіночого плечового одягу [Текст] / О. В. Захаркевич // Тези доповідей науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу ІТДС за результатами науково-дослідної роботи за 2009-2010 рр. Хмельницький, 2010. – С. 11-12.
6. Гниденко, А. В. Разработка архитектуры экспертной системы оценки качества чертежей конструкций одежды [Текст] / А. В. Гниденко, Л. П. Юдина, В. Е. Кузьмичев // Швейная промышленность. – 2007. – № 5. – С. 52–54.
7. Нигматова, Ф. У. Формирование промышленного ассортимента одежды на базе экспертной системы [Текст] / Ф. У. Нигматова, Х. А. Алимова // Швейная промышленность. – 2009. – № 2. – С. 27–28.
8. Expert system for clothing style selection [Electronic resource] / Moscow State University of Design and Technology. Division of garments technics. – RusHighTech. Know-how from Russia, 2010-2012. – Available at: <http://www.rushightech.com/en/technology/expert-system-clothing-style-selection.html>.
9. Kuang-rong, Hao An Expert System for Special Body Shapes Recognition in Apparel Made-to-Measure [Electronic resource] / Hao Kuang-rong, Dong Miao, Chen Bin, Ding Yong-sheng // IEEE Xplore Digital Library. – Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5459854&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org>.
10. Santos, Michele An expert system to support clothing design process [Electronic resource] / Michele Santos, Francisco Rebelo // ACM Digital Library. – Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1784393>.
11. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
12. Экспертная система «Рапана» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://esrapana.narod.ru/>.
13. Журавлев, Ю. И. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения [Текст] / Ю. И. Журавлев, В. В. Рязанов, О. В. Сенько. – М.: Фазис, 2005. – 159 с.