

**ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**Анотація.** У дослідженні розкрито особливості використання експертної системи для прогнозування результатів сесії студентів у закладах вищої освіти. Процес створення експертної системи не зводиться до строгої послідовності етапів прогнозування результатів сесії студентів у закладах вищої освіти, оскільки в ході її розробки приходиться неодноразово повертатися на більш ранні етапи і переглядати прийняті раніше рішення. Формалізація експертних систем є одним із наочних методів рішення задачі прогнозування результатів сесії на основі аналізу поточної успішності. Розроблено експертну систему прогнозування результатів сесії на основі аналізу поточної успішності. Для її реалізації вибрано продукційну модель побудови бази знань, оскільки вона є найбільш наочним засобом представлення знань і наближеною до логічних моделей, що дозволяє організовувати на її основі ефективні процедури виводу, і в той же час наочніше (ніж класичні логічні моделі) відображає знання. Суть продукційної моделі полягає в тому, що якщо виконуються певні правила умови, то потрібно зробити деяку дію. Вона володіє високою модульністю, зручністю внесення доповнень і змін, простотою логічного виводу. У процесі побудови продукційної моделі, чинники які були отримані в результаті створення та аналізу таблиць зв'язаності, і від яких залежить результат здачі сесії, розділено на три групи: успішність, відвідування, особисті чинники. Під час аналізу наочної області враховано якісні і кількісні показники. База знань є чотирирівневою, тобто вона має проміжні рішення. Продукційна модель відображається в мові логічного програмування Swi-Prolog, оскільки логічний вивід вже реалізовано в цьому пакеті, також ця мова програмування дозволяє створити зручний графічний інтерфейс. Побудова продукційної моделі експертної системи прогнозування результатів сесії на основі аналізу поточної успішності студентів є складним завданням, оскільки вхідні дані важко формалізуються.

**Ключові слова:** експертна система, Swi-Prolog, продукційна модель, прогнозування, поточна успішність, база даних, анкетування, результати сесії.

**EXPERT SYSTEM FOR PROJECTING STUDENTS 'SUCCESS IN HIGHER EDUCATION STAFF****Stratyichuk I.A.**

Lutsk National Technical University

[Stratiichuk@hotmail.com](mailto:Stratiichuk@hotmail.com)

**Abstract.** The study reveals the peculiarities of the use of an expert system for forecasting the results of student sessions in higher education institutions. The process of creating the EU is not limited to a strict sequence of these stages, as in the course of development it is necessary to return to earlier stages and to review decisions taken there. Formalization of expert systems is one of the visual methods for solving the task of forecasting the results of a session based on the analysis of current performance. Therefore, the construction of adequate models, as well as the development of methods and algorithms that allow establishing the correspondence between the parameters of mathematical models and real systems, are relevant scientific and applied tasks. In this paper, an expert system for forecasting the results of the session was developed on the basis of the analysis of current progress; for its realization, the production model of building a knowledge base was selected, since it is the most obvious means of representing knowledge and close to logical models, which allows to organize effective output procedures on its basis, and at the same time, more clearly (than the classical logic models) reflects knowledge. The production model draws the attention of developers to the visibility, high modularity, the convenience of making additions and changes, the simplicity of logical output. Also, this model is easily implemented in the language of the programming of Swi-Prolog, since the logical output is already implemented in this package, and this programming language allows you to create a convenient graphical interface. As a result of the research, the structure of the production model for constructing knowledge bases in the expert system of forecasting the results of the session delivery based on current progress will be created. Building a production model of an expert system for forecasting the results of a session on the basis of an analysis of current student progress is a complex task, since the input data is difficult to formalize.

**Key words:** expert system, Swi-Prolog, production model, forecasting, current progress, database, questionnaires, session results.

**ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В ВЫСШИЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ****Стратийчук И.А.**

Луцкий национальный технический университет

[Stratiichuk@hotmail.com](mailto:Stratiichuk@hotmail.com)

**Аннотация.** В исследовании раскрыты особенности использования экспертной системы для прогнозирования результатов сессии студентов в учреждениях высшего образования. Процесс создания ЭС не сводится к строгой последовательности этих этапов, поскольку в ходе разработки приходится неоднократно возвращаться на более ранние этапы и пересматривать принятые там решения. Формализация экспертных систем является одним из наглядных методов решения задачи прогнозирования результатов сессии на основе анализа текущей успеваемости. Поэтому построение адекватных моделей, а также разработка методов и алгоритмов, позволяющих установить соответствие между параметрами

математических моделей и реальными системами, является актуальным научно-прикладным задачам. В данной работе была разработана экспертная система прогнозирования результатов сессии на основе анализа текущей успеваемости, для ее реализации была выбрана продукционная модель построения базы знаний, поскольку она является наиболее наглядным средством представления знаний и приближенной к логическим моделям, позволяет организовывать на ее основе эффективные процедуры вывода и в то же время нагляднее (чем классические логические модели) отражает знания. Продукционная модель привлекает внимание разработчиков наглядностью, высокой модульностью, удобством внесения дополнений и изменений, простотой логического вывода. Также эта модель легко реализуется в языке логического программирования Swi-Prolog, поскольку логический вывод уже реализован в этом пакете, также этот язык программирования позволяет создать удобный графический интерфейс. В результате исследования будет создана структура продукционной модели построения баз знаний в экспертной системе прогнозирования результатов сдачи сессии на основе текущей успеваемости. Построение продукционной модели экспертной системы прогнозирования результатов сессии на основе анализа текущей успеваемости студентов является сложной задачей, поскольку входные данные трудно формализуются.

*Ключевые слова:* экспертная система, Swi-Prolog, продукционная модель, прогнозирования, текущая успеваемость, база данных, анкетирование, результаты сессии.

## 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Розв'язання проблем прогнозування результатів сесії студентів у закладах вищої освіти в сучасних ринкових умовах є актуальним із багатьох причин: по-перше, підготовка кваліфікованих фахівців – це одне з головних завдань будь-якої освітньої установи; по-друге, управління процесом навчання студентів в умовах впливу низки зовнішніх чинників (дидактична концепція вищої освіти (навіщо? що? хто? кому? як?); дидактичне забезпечення освітнього процесу; зміст і структура освітньої програми відносно відповідних характеристик студентів (здоров'я, інтелектуальний розвиток тощо); науково-педагогічний персонал; політика забезпечення якості оцінювання навчальних досягнень студентів тощо) є складним завданням, як в організаційному, так і соціально-економічному аспектах, що вимагає системного підходу, розробки нових методів і моделей управління.

Експертні системи – це клас комп'ютерних програм, які пропонують рекомендації, проводять аналіз, виконують класифікацію, дають консультації і роблять прогноз. На відміну від програм, що використовують процедурний аналіз, експертні системи розв'язують проблеми у вузькій предметній площині (конкретній ділянці експертизи) на основі логічних міркувань. Такі системи часто можуть знайти розв'язок задач, які неструктуровані і неточно визначені. Вони (системи) через використання евристик компенсують відсутність структурованості, що корисно в ситуаціях, коли недостатня кількість необхідних даних або часу виключає можливість проведення повного аналізу [1].

У процесі побудови експертної системи прогнозування результатів сесії, на основі поточної успішності, виділимо наступні завдання дослідження:

- збір інформації про об'єкт дослідження, а саме про процес навчання і систему оцінювання студентів усіх курсів;

- вивчення методів побудови бази знань і вибір найбільш оптимального;
- представлення продукційної моделі побудови бази знань;
- вивчення механізмів логічного виводу;
- реалізація експертної системи в мові логічного програмування Visual Prolog.

Для експертної системи прогнозування успішності студентів вибрано продукційну модель побудови бази знань, оскільки вона є найбільш наочним засобом представлення знань і наближеною до логічних моделей, що дозволяє організовувати на її основі ефективні процедури виводу, і в той же час наочніше (ніж класичні логічні моделі) відображає знання. Крім цього, продукційна модель володіє високою модульністю, зручністю внесення доповнень і змін, простотою логічного виводу. В результаті дослідження буде розроблено структуру продукційної моделі побудови баз знань в експертній системі прогнозування результатів здачі сесії на основі поточної успішності студентів Луцького національного технічного університету (ЛНТУ).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Протягом останніх років фахівці в галузі інтелектуальних систем ведуть активні дослідження щодо створення та використання експертних систем, призначених для освітньої галузі. Так, зокрема А. Алексєєв [1], Н. Балик, Ю. Рамський [7], Ю. Шрейдер досліджують психолого-педагогічні аспекти використання експертних систем у навчанні. Наукові дослідження впливу інформаційно-комунікаційних технологій на підготовку фахівців з вищою освітою обґрунтовано в працях В. Бикова, Р. Горбатюка [2], Н. Черняшук [9] та ін. Особливу роль у дослідженні і розробці питань навчання основ штучного інтелекту відіграли

роботи з історії, теорії та практики програмування штучного інтелекту (А. Аверкін, А. Бакаєв, І. Братко, Ж. Лорьєр, Дж. Малпас, Д. Марселлус, Д. Поспелов, Г. Поспелов, Л. Стерлінг, Дж. Стобо та ін.).

Незважаючи на значний інтерес до проблеми дослідження штучного інтелекту, дотепер вона залишається недостатньо вивченою, а її психолого-педагогічна складова в умовах потребує кардинальних змін.

З огляду на це, **метою** дослідження є побудова продукційної моделі експертної системи прогнозування результатів сесії студентів на підставі аналізу поточної успішності та її реалізація в мові логічного програмування Visual Prolog.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В середині сімдесятих років у дослідженнях штучного інтелекту сформувався самостійний напрям, що отримав назву «експертні системи» (ЕС). Дослідження експертних систем передбачають розробку програм (пристроїв), які під час вирішення завдань, складних для експерта-людини, отримують результати, що не поступаються за якістю та ефективністю рішенням, які отримав експерт. У більшості випадків експертні системи вирішують завдання, що складно формалізуються, або завдання які не мають алгоритмічного рішення. До неформалізованих задач відносять: задачі не можуть бути задані в числовій формі; висновки не можна виразити в термінах точно визначеної цільової функції; не існує алгоритмічного розв'язку задачі; якщо алгоритмічний розв'язок є, то його не можна використовувати через обмеженість ресурсів (час, пам'ять). Крім того, неформалізовані задачі характеризуються помилковістю, неповнотою, неоднозначністю і суперечливістю вихідних даних про розв'язувану задачу.

Основними властивостями експертних систем є:

- залучення найбільш кваліфікованих експертів відповідної області для вирішення проблем;

- наявність *прогностичних можливостей*, за яких ЕС видає відповіді не тільки для конкретної ситуації, але й показує, як змінюються ці відповіді в нових ситуаціях, з можливістю детального пояснення яким чином нова ситуація призвела до змін;

- забезпечення *інституціональної пам'яті*, за рахунок входної до складу ЕС бази знань, що розроблена в ході взаємодій з фахівцями організації, і являє собою поточну політику цієї групи людей;

- *можливість* використання ЕС для навчання і тренування керівників різних установ [10].

Технологія розробки ЕС передбачає шість етапів: ідентифікацію, концептуалізацію, формалізацію, виконання, тестування, експлуатацію (рис. 1).

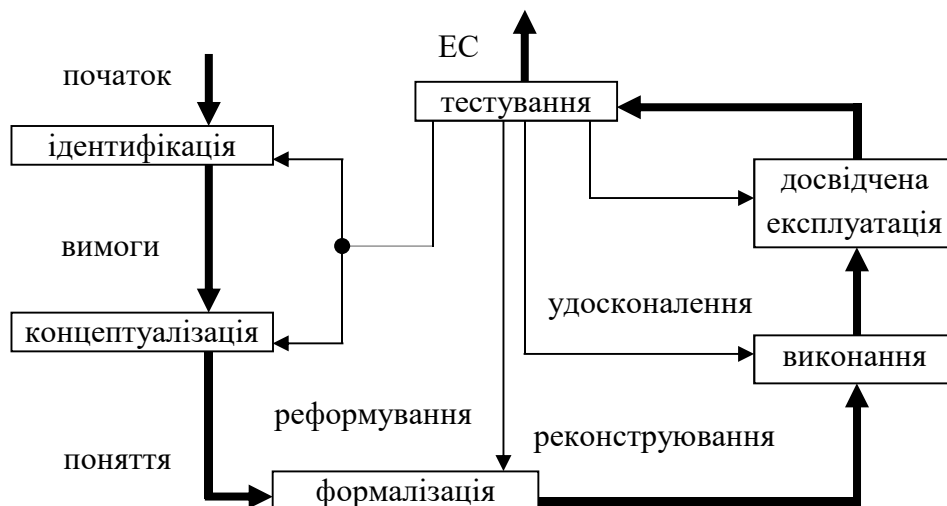


Рис. 1. Етапи створення ЕС

Обґрунтуємо послідовність дій, які необхідно виконати на кожному з етапів розробки експертної системи:

- *ідентифікації*: визначення задачі, експертів і типу користувачів;

- *концептуалізації*: аналіз предметної області; виділення основних понять та їхніх взаємозв'язків; визначення методів рішення задачі;

– *формалізації*: вибір програмних засобів розробки ЕС, визначення способів представлення всіх видів знань, формалізація основних понять;

– *виконання*: наповнення експертом бази знань, внаслідок чого процес набуття знань розділяють на: «витяг» знань з експерта; організацію знань, що забезпечує ефективну роботу ЕС; представлення знань у вигляді, зрозумілому для ЕС;

– *тестування*: експерт та інженер перевіряють компетентність ЕС. Процес тестування триває доти, поки експерт не переконається, що система досягла необхідного рівня компетентності;

– *експлуатації*: перевіряється придатність ЕС для користувачів. За результатами цього етапу можлива модернізація ЕС.

Процес створення ЕС не зводиться до строгої послідовності цих етапів, оскільки в ході її розробки приходиться неодноразово повертатися на більш ранні етапи і переглядати прийняті рішення. Формалізація експертних систем є одним із наочних методів рішення задачі прогнозування результатів сесії студентів на основі аналізу їх поточної успішності. Тому побудова адекватних моделей, а також розробка методів та алгоритмів, що дозволяють встановити відповідність між параметрами математичних моделей і реальними системами, є актуальним науково-прикладним завданням.

### 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для даної експертної системи вибрали продукційну модель, суть якої полягає в тому, що якщо виконуються певні правила умови, то потрібно зробити деяку дію. Вона (продукційна модель) застосовується в предметних галузях, де немає чіткої логіки і завдання вирішуються на основі незалежних правил (евристик).

#### 3.1. Математичне представлення продукційної моделі

Психологічні дослідження [2; 3; 9; 10] процесів ухвалення рішень показали, що приймаючи рішення людина використовує продукційні правила (правила продукцій). У загальному випадку продукційне правило можна представити:

$$i: S; L; A \rightarrow B; Q \quad (1)$$

де  $i$  – індивідуальний номер продукції;

$S$  – опис класу ситуацій, в якому дана структура може використовуватися;

$L$  – умова, за якої продукція активізується;

$A \rightarrow B$  – ядро продукції, наприклад: «ЯКЩО  $A_1, A_2, \dots, A_n$  ТО  $B$ ». Такий запис означає: «якщо всі умови від  $A_1$  до  $A_n$  є істиною, то  $B$  також істина» або ж «коли всі умови від  $A_1$  до  $A_n$  стають істиною, то слід виконати дію  $B$ ».

$Q$  – постумова продукційного правила, описує операції і дії (процедури), які необхідно виконати після виконання  $B$ . Наприклад, внести зміни до даних або в саму продукцію.

Залежно від кількості умов і дій у відповідних переліках розрізняють наступні типи правил: прості – одна умова і одна дія; складні – багато умов і дій; фіксуючі – багато умов і одна дія; такі, що розгалужується – одна умова і багато дій. У загальному випадку під умовою розуміється деяка пропозиція – зразок, за яким здійснюють пошук в базі знань, а під дією – дії, що виконуються за успішного результату пошуку, – це можуть бути реальні дії, якщо система управляє, або висновок – вивід, що є новим знанням, або деяка мета.

#### 3.2. Метод аналізу головних компонент

У літературних джерелах [1; 4; 5; 6; 7; 8] метод головних компонент виділено з факторного аналізу в самостійний метод. Його принципова відмінність полягає в наступному: метод головних компонент (МГК) – це класичний метод зниження розмірності вихідних даних шляхом визначення невеликого числа лінійних комбінацій вихідних ознак, які пояснюють значну частину дисперсії, що дає однозначне рішення. Метод головних компонент (в англійській літературі – *principal component analysis* (PCA)) є одним із найбільш розповсюджених методів факторного аналізу. Серед інших подібних методів, що дозволяють узагальнювати значення елементарних ознак МГК виділяється простою логічною конструкцією, й у той же час на його прикладі стають зрозумілими загальна ідея й цілі численних методів факторного аналізу. Метод головних компонент дає можливість по  $m$ -числу вихідних ознак виділити  $r$  головних компонент або узагальнених ознак. Простір головних компонент ортогональний. Математична модель методу головних компонент

базується на логічному припущенні, що значення множини взаємозалежних ознак породжують деякий загальний результат.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

##### 4.1. Методика використання експертної системи прогнозування успішності студентів у закладах вищої освіти

З метою реалізації продукційної моделі було проведено анкетування серед 87 магістрів Луцького НТУ, в якому студентам запропонували оцінити чинники, що впливають на їх ставлення до освітнього процесу.

##### АНКЕТА

Шановні студенти, просимо Вас прийняти участь в анкетуванні на тему «Ваше ставлення до освітнього процесу». Просимо Вас відповісти на перших чотири питання, а решту питань оцінити за 7 бальною шкалою (від повної незгоди (1) до повної згоди (7))

1. Ваша стать?  
– жіноча;  
– чоловіча;
2. На якій спеціальності навчаєтесь?
3. Ваше навчання:  
– контрактне;  
– бюджетне;
4. Ви проживаєте в гуртожитку?  
– так;  
– ні;
5. «Стан в гуртожитку позитивно впливає на навчання» 1 2 3 4 5 6 7
6. «Пояснення викладачами нового матеріалу зрозуміло і доступно» 1 2 3 4 5 6 7
7. «Сприймати новий матеріал легко» 1 2 3 4 5 6 7
8. «База шкільної підготовки дозволяє добре навчатися в ЛНТУ» 1 2 3 4 5 6 7
9. «Викладачі пояснюють складно і швидко» 1 2 3 4 5 6 7
10. «Практичних занять вистачає, щоб засвоїти теоретичний матеріал» 1 2 3 4 5 6 7
11. «Предметів дуже багато, великий потік інформації» 1 2 3 4 5 6 7
12. «Вчитися в ЛНТУ складно і нецікаво» 1 2 3 4 5 6 7
13. «На самостійне опрацювання виносить більше інформації, ніж дається на лекціях»  
1 2 3 4 5 6 7
14. «Спеціальність не виправдовує надії» 1 2 3 4 5 6 7
15. «Краща мотивація в навчанні, це похвала викладача» 1 2 3 4 5 6 7
16. «Я навчаюся добре для того щоб отримувати стипендія» 1 2 3 4 5 6 7
17. «Вибір спеціальності правильний, набір предметів цікавий» 1 2 3 4 5 6 7
18. «Навчання для мене це самореалізація» 1 2 3 4 5 6 7
19. «Стипендія як мотивація мене не цікавить» 1 2 3 4 5 6 7
20. «Я поступив(ла) в ЛНТУ тому, що так хотіли мої батьки» 1 2 3 4 5 6 7
21. «У мене склалися хороші стосунки з одногрупниками і студентами інших груп» 1 2 3 4  
5 6 7
22. «Я беру активну участь в суспільному житті факультету і університету» 1 2 3 4 5 6 7

Оскільки працювати з переліченими нижче факторами та відповідними до них складниками важко, то для їх скорочення скористались методом аналізу головних компонент. Застосуємо його в пакеті SPSS 15.0. Вхідні дані продукційної моделі представлено в таблиці 1 .

## Вхідні дані

| Питання                                                                 | Змін на | Варіанти відповідей     |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| 1. На якому курсі ви вчитеся?                                           | KYRS    | • 1(1курс); 2(2-6 курс) |
| 2. Чи проживаєте ви в гуртожитку?                                       | LP      | • Yes; No               |
| 3. Чи хороші у Вас стосунки з одногрупниками?                           | LIO     | • Yes; No               |
| 4. Чи хороші у Вас стосунки з куратором?                                | LIK     | • Yes; No               |
| 5. Ваші батьки схвалюють Ваш вибір?                                     | LSR     | • Yes; No               |
| 6. Вам подобається Ваша спеціальність?                                  | LSS     | • Yes; No               |
| 7. Скільки годин в день Ви витрачаєте на виконання лабораторних робіт?  | PSP     | • 1; 2; 3               |
| 8. Скільки годин в день Ви витрачаєте на підготовку до лекцій?          | PSL     | • 1; 2; 3               |
| 9. Скільки раз на місяць ви відвідуєте бібліотеку?                      | PSB     | • 1; 2; 3               |
| 10. Скільки годин в день Ви витрачаєте на підготовку до лекцій?         | PL      | • 30; 60; 100           |
| 11. Оцініте по 100-бальній системі Ваші відвідування практичних занять? | PP      | • 30; 60; 100           |
| 12. Який у Вас середній бал минулої сесії??                             | YSB     | • 3; 4; 5               |
| 13. Ви задоволені результатами попередньої сесії?                       | YSS     | • Yes; No               |
| 14. Ваш середній бал атестата в школі?                                  | YHB     | • 3; 4; 5               |
| 15. Ваша школа має високий рівень по технічних предметах?               | YHY     | • Yes; No               |
| 16. Ваша поточна успішність, приблизно в балах?                         | YTB     | • 3; 4; 5               |
| 17. Ви вважаєте, що повністю віддаєтеся навчанню?                       | YTS     | • Yes; No               |

На основі цих даних будуємо базу знань продукційної моделі за допомогою простої конструкції: Якщо (умова), то (дія).

Після активування пакету SPSS 15.0. виведення первинних результатів отримуємо фактори, представлені нище:

*Фактор 1. «Пояснення і розуміння матеріалу»:*

- «Пояснення викладачами нового матеріалу зрозуміло і доступно»;
- «Сприймати новий матеріал легко»;
- «Викладачі пояснюють складно і швидко»;
- «Практичних занять вистачає, щоб засвоїти теоретичний матеріал»;
- «Предметів багато, значний потік інформації»;
- «Вчитися в «ЛНТУ» складно і нецікаво»;
- «На самостійну роботу виноситься більше інформації, ніж дається на лекціях»;
- «Спеціальність не виправдовує надії»;

– «У мене склалися хороші стосунки з куратором».

*Фактор 2 «Побутові чинники»:*

- «Обстановка в гуртожитку прихильно впливає на навчання»;
- «База шкільної підготовки дозволяє добре навчатися в ЛНТУ»;
- «Вибір спеціальності правильний, набір предметів цікавий»;
- «Навчання для мене це самореалізація»;
- «Я беру активну участь в суспільному житті факультету та університету».

*Фактор 3 «Інші»:*

- «Я поступив(а) в «ЛНТУ» тому що так хотіли мої батьки»;
- «У мене склалися хороші стосунки з одногрупниками і студентами інших груп»;
- «Куратор практично не приділяє уваги нашій групі»;
- «Я боюся, щоб мене не відрахували».

*Фактор 4 «Особисті чинники»:*

- «Рід занять»;
- «Спосіб життя»;
- «Економічне становище»;
- «Особливості характеру і самооцінка».

Створимо таблицю зв'язаності для першої стратегії «Вчиться на відмінно», яку може вибрати студент, і чинника «Пояснення і розуміння матеріалу» (табл. 2). Двовимірний аналіз дозволяє виявити чи існує взаємозв'язок між двома змінними.

Таблиця 2

**«Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) «Пояснення і розуміння матеріалу»**

|       |                                               | «Пояснення і розуміння матеріалу» |       |       |       | Total  |
|-------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                               | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                         | 35                                | 35    | 37    | 33    | 140    |
|       | «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5)          | 25,0%                             | 25,0% | 26,4% | 23,6% | 100,0% |
|       | % within «Пояснення і розуміння матеріалу»    | 79,5%                             | 79,5% | 86,0% | 86,8% | 82,8%  |
| 1     | Count                                         | 9                                 | 9     | 6     | 5     | 29     |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 31,0%                             | 31,0% | 20,7% | 17,2% | 100,0% |
|       | % within «Пояснення і розуміння матеріалу»    | 20,5%                             | 20,5% | 14,0% | 13,2% | 17,2%  |
| Total | Count                                         | 44                                | 44    | 43    | 38    | 169    |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 26,0%                             | 26,0% | 25,4% | 22,5% | 100,0% |

Аналогічним чином проводимо аналіз першої стратегії та інших факторів (табл. 3–13). Таблиця 3

**«Вчиться на відмінно» (Від 4.6 до 5) «Побутові чинники»**

|       |                                               | «Побутові чинники»: |       |       |       | Total  |
|-------|-----------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                               | 1                   | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                         | 37                  | 34    | 37    | 32    | 140    |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 26,4%               | 24,3% | 26,4% | 22,9% | 100,0% |
|       | % within «Побутові чинники»                   | 84,1%               | 89,5% | 84,1% | 74,4% | 82,8%  |
| 1     | Count                                         | 7                   | 4     | 7     | 11    | 29     |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 24,1%               | 13,8% | 24,1% | 37,9% | 100,0% |
|       | % within «Побутові чинники»                   | 15,9%               | 10,5% | 15,9% | 25,6% | 17,2%  |
| Total | Count                                         | 44                  | 38    | 44    | 43    | 169    |
|       | % within «Вчиться на відмінно»                | 26,0%               | 22,5% | 26,0% | 25,4% | 100,0% |

Таблиця 4

**«Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) «Особисті чинники»**

|       |                                               | «Особисті чинники» |       |       |       | Total  |
|-------|-----------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                               | 1                  | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                         | 37                 | 33    | 35    | 35    | 140    |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 26,4%              | 23,6% | 25,0% | 25,0% | 100,0% |
|       | % within «Особисті чинники»                   | 94,9%              | 76,7% | 81,4% | 79,5% | 82,8%  |
| 1     | Count                                         | 2                  | 10    | 8     | 9     | 29     |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 6,9%               | 34,5% | 27,6% | 31,0% | 100,0% |
|       | % within «Особисті чинники»                   | 5,1%               | 23,3% | 18,6% | 20,5% | 17,2%  |
| Total | Count                                         | 39                 | 43    | 43    | 44    | 169    |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 23,1%              | 25,4% | 25,4% | 26,0% | 100,0% |

Таблиця 5

**«Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) «Інші»**

|       |                                               | «Інші» |       |       |       | Total  |
|-------|-----------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                               | 1      | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                         | 34     | 31    | 38    | 37    | 140    |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 24,3%  | 22,1% | 27,1% | 26,4% | 100,0% |
|       | % within «Інші»                               | 82,9%  | 75,6% | 86,4% | 86,0% | 82,8%  |
| 1     | Count                                         | 7      | 10    | 6     | 6     | 29     |
|       | % within «Вчиться на відмінно» (від 4.6 до 5) | 24,1%  | 34,5% | 20,7% | 20,7% | 100,0% |
|       | % within «Інші»                               | 17,1%  | 24,4% | 13,6% | 14,0% | 17,2%  |
| Total | Count                                         | 41     | 41    | 44    | 43    | 169    |
|       | % within «Вчиться на відмінно»                | 24,3%  | 24,3% | 26,0% | 25,4% | 100,0% |

За даними таблиць 2–5 робимо висновки: на студентів, які не вибрали стратегію «Вчиться на відмінно» не впливає чинник «Пояснення і розуміння матеріалу», оскільки процентне співвідношення практично однакове 1 – 79,5 %, 2 – 79,5 %, 3 – 86,0 % і 4 – 86,8 %. Побутові чинники також не впливають на якість навчання, оскільки співвідношення відсотків практично однакове, лише особові чинники впливають на те, що студент не вибирає першу стратегію, а саме не вистачає внутрішньої мотивації, оскільки динаміка різниці процентних співвідношень очевидна, інші чинники не впливають. На студентів, які вибрали стратегію «Вчиться на відмінно» впливає чинник «Пояснення і розуміння матеріалу». Очевидно, якщо студент вибирає цю стратегію йому складніше сприймати новий матеріал, адже він хоче детально розібратися у всіх аспектах. Побутові чинники впливають на успішність студентів, але вони не є перешкодою навчання відмінників. Особисті чинники несуттєво впливають на відмінників, мотивація у таких студентів присутня. Інші чинники не впливають на успішність студентів, оскільки відсутня динаміка зміни відсотків.

Проведемо аналіз другої стратегії – «Вчиться добре». Отримані результати занесемо в таблиці 6–9.



Таблиця 6

**«Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) «Пояснення і розуміння матеріалу»**

|       |                                            | «Пояснення і розуміння матеріалу» |       |       |       | Total  |
|-------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                            | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                      | 19                                | 25    | 19    | 12    | 75     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5)  | 25,3%                             | 33,3% | 25,3% | 16,0% | 100,0% |
|       | «Пояснення і розуміння матеріалу»          | 43,2%                             | 56,8% | 44,2% | 31,6% | 44,4%  |
| 1     | Count                                      | 25                                | 19    | 24    | 26    | 94     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5)  | 26,6%                             | 20,2% | 25,5% | 27,7% | 100,0% |
|       | % within «Пояснення і розуміння матеріалу» | 56,8%                             | 43,2% | 55,8% | 68,4% | 55,6%  |
| Total | Count                                      | 44                                | 44    | 43    | 38    | 169    |
|       | «Вчиться добре»                            | 26,0%                             | 26,0% | 25,4% | 22,5% | 100,0% |

Таблиця 7

**«Вчиться добре (від 3.6 до 4.5) «Побутові чинники»**

|       |                                           | «Побутові чинники»: |       |       |       | Total  |
|-------|-------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                           | 1                   | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                     | 18                  | 18    | 18    | 21    | 75     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) | 24,0%               | 24,0% | 24,0% | 28,0% | 100,0% |
|       | % within «Побутові чинники»:              | 40,9%               | 47,4% | 40,9% | 48,8% | 44,4%  |
| 1     | Count                                     | 26                  | 20    | 26    | 22    | 94     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) | 27,7%               | 21,3% | 27,7% | 23,4% | 100,0% |
|       | % within «Побутові чинники»:              | 59,1%               | 52,6% | 59,1% | 51,2% | 55,6%  |
| Total | Count                                     | 44                  | 38    | 44    | 43    | 169    |
|       | «Вчиться добре»                           | 26,0%               | 22,5% | 26,0% | 25,4% | 100,0% |

Таблиця 8

**«Вчиться добре (від 3.6 до 4.5) «Особисті чинники»**

|       |                                           | «Особисті чинники»: |       |       |       | Total  |
|-------|-------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                           | 1                   | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                     | 16                  | 19    | 17    | 23    | 75     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) | 21,3%               | 25,3% | 22,7% | 30,7% | 100,0% |
|       | % within «Особисті чинники»:              | 41,0%               | 44,2% | 39,5% | 52,3% | 44,4%  |
| 1     | Count                                     | 23                  | 24    | 26    | 21    | 94     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) | 24,5%               | 25,5% | 27,7% | 22,3% | 100,0% |
|       | % within «Особисті чинники»:              | 59,0%               | 55,8% | 60,5% | 47,7% | 55,6%  |
| Total | Count                                     | 39                  | 43    | 43    | 44    | 169    |
|       | % within «Вчиться добре»                  | 23,1%               | 25,4% | 25,4% | 26,0% | 100,0% |

Таблиця 9

**«Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) «Інші»**

|       |                                           | «Інші» |       |       |       | Total  |
|-------|-------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                           | 1      | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                     | 19     | 20    | 15    | 21    | 75     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) | 25,3%  | 26,7% | 20,0% | 28,0% | 100,0% |
|       | % within «Інші»                           | 46,3%  | 48,8% | 34,1% | 48,8% | 44,4%  |
| 1     | Count                                     | 22     | 21    | 29    | 22    | 94     |
|       | % within «Вчиться добре» (від 3.6 до 4.5) | 23,4%  | 22,3% | 30,9% | 23,4% | 100,0% |
|       | % within «Інші»                           | 53,7%  | 51,2% | 65,9% | 51,2% | 55,6%  |
| Total | Count                                     | 41     | 41    | 44    | 43    | 169    |
|       | % within «Вчиться добре»                  | 24,3%  | 24,3% | 26,0% | 25,4% | 100,0% |

Відповідно робимо висновки: на студентів, які не вибрали стратегію «Вчиться добре» впливають лише особисті чинники, студенти відмовляються від неї з причин внутрішньої мотивації, оскільки динаміка різниці відсоткових співвідношень очевидна. На студентів, які вибрали стратегію «Вчиться добре» впливає чинник «Пояснення і розуміння матеріалу». Якщо студент вибирає стратегію «Вчиться добре» йому легко сприймати новий матеріал, побутові чинники не впливають, динаміка відсутня. Особисті чинники не впливають на студентів, які навчаються на оцінку «добре».

Аналогічно проведемо аналіз третьої стратегії – «Вчиться погано» (табл. 10–13).

Таблиця 10

**«Вчиться погано» (від 3 до 3.5) «Пояснення і розуміння матеріалу»**

|       |                                            | «Пояснення і розуміння матеріалу» |       |       |       | Total  |
|-------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                            | 1                                 | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                      | 34                                | 28    | 30    | 31    | 123    |
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3.5)   | 27,6%                             | 22,8% | 24,4% | 25,2% | 100,0% |
|       | % within «Пояснення і розуміння матеріалу» | 77,3%                             | 63,6% | 69,8% | 81,6% | 72,8%  |
| 1     | Count                                      | 10                                | 16    | 13    | 7     | 46     |
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3.5)   | 21,7%                             | 34,8% | 28,3% | 15,2% | 100,0% |
|       | % within «Пояснення і розуміння матеріалу» | 22,7%                             | 36,4% | 30,2% | 18,4% | 27,2%  |
| Total | Count                                      | 44                                | 44    | 43    | 38    | 169    |
|       | % within «Вчиться погано»                  | 26,0%                             | 26,0% | 25,4% | 22,5% | 100,0% |

Таблиця 11

**«Вчиться погано» (від 3 до 3.5) «Побутові чинники»**

|   |                                     | «Побутові чинники»: |       |       |       | Total  |
|---|-------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|
|   |                                     | 1                   | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0 | Count                               | 33                  | 24    | 33    | 33    | 123    |
|   | % within «Вчиться погано» (від 3 до | 26,8%               | 19,5% | 26,8% | 26,8% | 100,0% |
|   | % within «Побутові чинники»:        | 75,0%               | 63,2% | 75,0% | 76,7% | 72,8%  |
| 1 | Count                               | 11                  | 14    | 11    | 10    | 46     |

|       |                                          |       |       |       |       |        |
|-------|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3.5) | 23,9% | 30,4% | 23,9% | 21,7% | 100,0% |
|       | % within «Побутові чинники»:             | 25,0% | 36,8% | 25,0% | 23,3% | 27,2%  |
| Total | Count                                    | 44    | 38    | 44    | 43    | 169    |
|       | % within «Вчиться погано»                | 26,0% | 22,5% | 26,0% | 25,4% | 100,0% |

Таблиця 12

**«Вчиться погано» (від 3 до 3.5) «Особисті чинники»**

|       |                                          | «Особисті чинники»: |       |       |       | Total  |
|-------|------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                          | 1                   | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                    | 25                  | 34    | 34    | 30    | 123    |
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3    | 20,3%               | 27,6% | 27,6% | 24,4% | 100,0% |
|       | % within «Особисті чинники»:             | 64,1%               | 79,1% | 79,1% | 68,2% | 72,8%  |
| 1     | Count                                    | 14                  | 9     | 9     | 14    | 46     |
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3.5) | 30,4%               | 19,6% | 19,6% | 30,4% | 100,0% |
|       | % within «Особисті чинники»:             | 35,9%               | 20,9% | 20,9% | 31,8% | 27,2%  |
| Total | Count                                    | 39                  | 43    | 43    | 44    | 169    |
|       | % within «Вчиться погано»                | 23,1%               | 25,4% | 25,4% | 26,0% | 100,0% |

Таблиця 13

**«Вчиться погано» (від 3 до 3.5) «Інші»**

|       |                                          | «Інші» |       |       |       | Total  |
|-------|------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
|       |                                          | 1      | 2     | 3     | 4     | 1      |
| 0     | Count                                    | 29     | 31    | 35    | 28    | 123    |
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3.5) | 23,6%  | 25,2% | 28,5% | 22,8% | 100,0% |
|       | % within «Інші»                          | 70,7%  | 75,6% | 79,5% | 65,1% | 72,8%  |
| 1     | Count                                    | 12     | 10    | 9     | 15    | 46     |
|       | % within «Вчиться погано» (від 3 до 3.5) | 26,1%  | 21,7% | 19,6% | 32,6% | 100,0% |
|       | % within «Інші»                          | 29,3%  | 24,4% | 20,5% | 34,9% | 27,2%  |
| Total | Count                                    | 41     | 41    | 44    | 43    | 169    |
|       | % within «Вчиться погано»                | 24,3%  | 24,3% | 26,0% | 25,4% | 100,0% |

За результатами, представленими у таблицях 10–13, робимо висновки, що на студентів, які вибрали стратегію «Вчиться погано» впливає чинник «Пояснення і розуміння матеріалу», їм складно сприймати новий матеріал, побутові чинники не впливають, динаміка відсутня, особисті чинники не діють на них, а інші чинники мають позитивний вплив. У процесі створення продукційної моделі наочну область, тобто чинники які були отримані в результаті побудови та аналізу таблиць зв'язаності, і від яких залежить результат задачі сесії, розбили на три групи: успішність, відвідування, особисті чинники. Під час аналізу наочної області враховано якісні і кількісні показники. База знань є чотирирівневою, а це означає що вона має проміжні рішення. Структуру продукційної моделі представлено на рисунках 2–5.

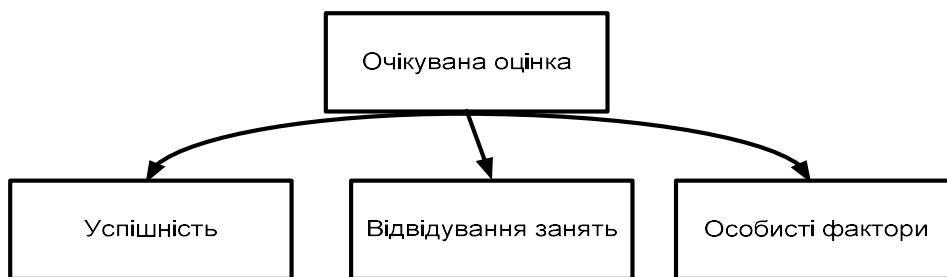


Рис. 2. Загальна структура продукційної моделі

У свою чергу кожен із цих чинників складається з однієї підсистеми критеріїв, за якими відбувається оцінка міри впливу кожного з них (рис. 3–5).

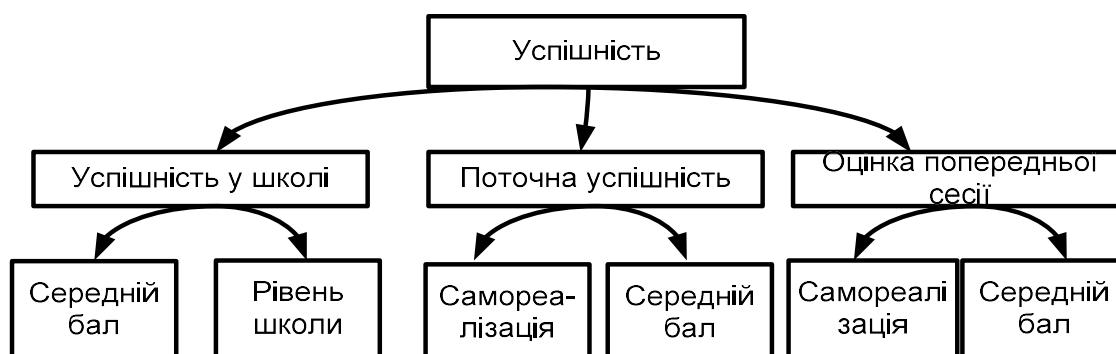


Рис. 3. Чинники, від яких залежить успішність

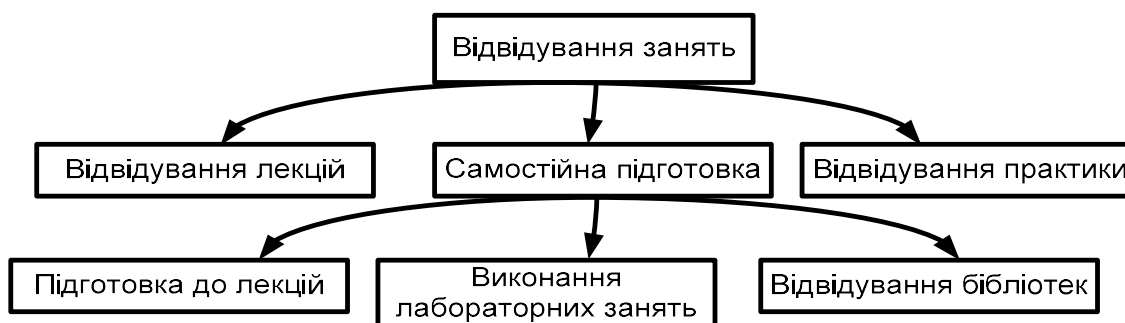


Рис. 4. Чинники, від яких залежить відвідування

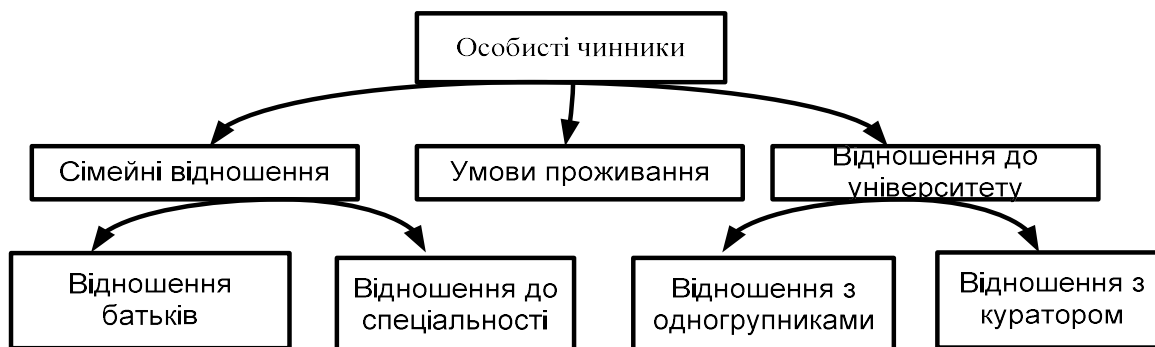


Рис. 5. Чинники, від яких залежать особисті критерії

Базу даних експертної системи прогнозування результатів сесії наповнює користувач (у даному випадку студент), відповідаючи на такі питання:

1. Чи проживаєте Ви в гуртожитку? (Yes or No).
2. Чи хороші у Вас стосунки з одногрупниками? (Yes or No).
3. Чи хороші у Вас стосунки з куратором групи? (Yes or No).
4. Чи схвалюють батьки Ваш вибір професії? (Yes or No).
5. Вам подобається обрана спеціальність? (Yes or No).
6. Скільки годин у день Ви витрачаєте на виконання лабораторних робіт (1, 2, 3)?
7. Скільки годин у день Ви витрачаєте на підготовку до лекцій (1, 2, 3)?
8. Скільки разів на місяць Ви відвідуєте бібліотеку (1, 2, 3)?
9. Оцініть за 100-бальною шкалою Ваші відвідування лекцій?
10. Оцініть за 100-бальною шкалою Ваші відвідування практичних занять?
11. Який у Вас середній бал минулої сесії (3, 4, 5)?
12. Ви задоволені результатами попередньої сесії? (Yes or No).
13. Ваш середній бал атестата в школі (3, 4, 5)?
14. Ваша школа має високий рівень з технічних предметів? (Yes or No).
15. Ваша поточна успішність, приблизно в балах (3, 4, 5)?
16. Ви вважаєте, що повністю віддаєтеся навчанню? (Yes or No).
17. На якому курсі Ви навчаєтесь?

### 3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У представленому дослідженні розроблено експертну систему прогнозування успішності студентів у закладах вищої освіти на основі аналізу поточної успішності та охарактеризовано методику її використання. З метою її реалізації вибрано продукційну модель, оскільки вона за засобами виводу є наближеною до логічних моделей, а за наочністю проста, володіє високою модульністю та простотою реалізації. Під час розроблення продукційної моделі чинники які були отримані в результаті побудови та аналізу таблиць зв'язаності, і від яких залежить результат здачі сесії, розбито на три групи: успішність, відвідування, особисті чинники. Побудова продукційної моделі експертної системи прогнозування результатів сесії на основі аналізу поточної успішності студентів є складним завданням, оскільки вхідні дані важко формалізуються.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми створення та використання експертної системи для прогнозування успішності студентів у закладах вищої освіти. Подальшого дослідження потребує порівняльний аналіз використання експертної системи для прогнозування успішності студентів у закладах вищої освіти в Україні і закордоном, а також необхідність провести розрахунок ефективності системи, застосовуючи методи регресійного аналізу. Для цього, наприклад, можна реалізувати експертну систему в іншому пакеті MatLab/Simulink за допомогою Fuzzy Logic Toolbox.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексєєв А. А., Костіна Н. І., Кононець О. Я. Фінансово-економічні експертні системи. Навчальний посібник. – К. : Видавничий дім «Скарби», 2004. – 208 с.
2. Горбатюк Р. М. Теоретико-методичні засади професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю : дис... доктора пед. наук : 13.00.04 / Р.М. Горбатюк ; Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2011. – 437 с.
3. Євдокимов О. В. Нові педагогічні технології організації навчання студентів: Дис. канд. пед. наук: 13.00.01. / Харківський держ. пед. університет ім. Г. С. Сковороди. – Х. : 1997. – 181 с.
4. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів. Експертні системи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://pidruchniki.ws/10811007/informatika/ekspertni\\_sistemi](http://pidruchniki.ws/10811007/informatika/ekspertni_sistemi)
5. Ситник В. Ф. Основи інформаційних систем: Навчальний посібник. – К. : КНЕУ, 2001 – 420 с.
6. Спірін О. М. Диференційований підхід у вивченні основ штучного інтелекту в курсі інформатики фізико-математичного факультету вищого педагогічного закладу / дис... кандидата пед. наук : 13.00.04 / О. М. Спірін ; Київський національний університет імені Тарса Шевченка. – Київ, 2001. – 237 с.
7. Рамський Ю. С., Балик Н. Р. Вивчення експертних систем у курсі основи інформатики і обчислювальної техніки: Методичні рекомендації. – К. : УДПУ, 2005. – 80 с.

8. Широчин В. Слово об интеллекте. – Киев : Наукова думка, 2008. – 250 с.
9. Chernyashchuk N. Technology of management of the quality of training of future engineers-teachers under conditions of master course of technical university. International Journal of «ScienceRize», 10 (18), 2017. – С. 56–62.
10. Roberts R. The power of Turbo prolog : the natural language of artificial intelligence. – Blude Ridge Summit: TAB Books, 2007. – 195 p.