

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Факультет прикладної математики

Методичні рекомендації
для самостійної роботи з дисципліни
«Експертні системи»

для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальності 113-Прикладна математика

Дніпро -2020

Уміщено загальні відомості та методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів вищої освіти за третім (освітньо-науковим) рівнем з дисципліни «Експертні системи». Основну увагу приділено рекомендаціям щодо самостійного вивчення тем дисципліни та самоконтролю знань.

Для здобувачів вищої освіти за третім (освітньо-науковим) рівнем факультету прикладної математики ДНУ, які навчаються за спеціальністю 113 Прикладна математика.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для самостійної роботи з дисципліни
«Експертні системи»

Укладач:

Притоманова Ольга Михайлівна

ЗМІСТ

1 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ».....	4
2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.....	7
3 ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	18

1 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ»

Метою вивчення дисципліни «Експертні системи» для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня спеціальності «Прикладна математика» є вивчення математичного апарату подання знань, основних методів та моделей, що дозволяють створювати експертні системи у різних сферах людської діяльності. У програмі багато уваги приділяється систематизації наявних математичних моделей представлення знань, виділення їх особливостей; розумінню відмінностей між моделями представлення знань та застосування найбільш ефективної для даної задачі моделі; навчанню отримувати, аналізувати та систематизувати знання експерта у конкретній предметній області, моделювати їх та будувати на їх базі програмно реалізовану експертну систему.

В результаті вивчення дисципліни «Експертні системи» здобувач вищої освіти повинен знати:

- формально-логічні засади систем штучного інтелекту;
- етапи проектування баз знань експертних систем;
- принципи побудови баз знань;
- математичні методи подання знань в експертних системах;
- основні принципи побудови продукційних моделей;
- основні принципи побудови семантичних мереж;
- основні принципи побудови фреймових моделей;
- методи інтелектуальної обробки даних;
- основні операції та визначення нечіткої логіки;
- стратегії та методи виведення для моделей подання знань;

вміти:

- вибирати формальний апарат для представлення знань, виходячи з особливостей предметної області;

– аналізувати та застосовувати існуючі, а при необхідності створювати нові, засоби реалізації дескриптивних моделей та стратегій і методів виведення для логічних та продукційних моделей подання знань в умовах автоматизованого або неавтоматизованого проектування за допомогою сучасних програмних і технічних засобів, використовуючи процедури вибору та проектування;

– розробляти бази знань за інформацією, отриманою з різноманітних джерел або експертів в умовах багатоекспертного середовища за допомогою мов подання знань, мов програмування штучного інтелекту, використовуючи методи виведення і прийняття рішень з нечіткими та конфліктуючими знаннями, методи оптимізації рішень;

– розробляти засоби придбання знань та механізм пояснень в умовах розробки експертних систем та рішення задач з області штучного інтелекту за допомогою програмного забезпечення.

Вивчення дисципліни буде сприяти досягненню таких компетентностей:

- здатність до інтелектуальної творчої діяльності, спрямованої на одержання нових знань, абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до проведення самостійних наукових досліджень, виявлення, постановки та розв'язання наукових проблем;
- здатність до створення адекватних математичних моделей на основі положень наукових теорій та відомостей про об'єкт дослідження;
- здатність обирати раціональні шляхи розв'язання поставлених задач, застосовувати сучасний математичний апарат та комп'ютерні технології;
- здатність застосовувати математичні моделі для дослідження складних процесів у природничих, технічних, економічних і соціальних системах;
- здатність аналізувати одержані результати, надавати їх інтерпретацію та визначати межі придатності;

- здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, світового досвіду у галузі математичного та комп'ютерного моделювання складних процесів і систем.

Наведені компетентності мають забезпечити такі результати навчання:

- уміти обґрунтовувати вибір математичної моделі на основі інтелектуального аналізу даних про об'єкт дослідження та наявного спектру моделей;
- уміти розробляти методики та обчислювальні алгоритми математичного та комп'ютерного моделювання складних природничих, технічних, економічних і соціальних систем;
- уміти розробляти програмне забезпечення для реалізації алгоритмів моделювання складних систем і процесів;
- уміти використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, при її зборі, аналізі, обробці та інтерпретації.

Зміст дисципліни розкривається у таких темах:

- Тема 1. Інтелектуальні системи. Архітектура системи, заснованої на знаннях.
- Тема 2. Експертні системи. Структура та функціонування експертної системи.
- Тема 3. Знання та їх властивості. Моделі подання знань.
- Тема 4. Інженерія знань. Теоретико-методичні аспекти добування й структурування знань.
- Тема 5. Методи практичного добування знань.
- Тема 6. Експертна оболонка Language Integrated Production System (CLIPS). Можливості системи.
- Тема 7. Факти і правила в CLIPS.
- Тема 8. Приклади програм в системі CLIPS. Приклад простої бази даних.
- Тема 9. Приклад бази знань з використанням порівняння за зразком та ін.

2 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

Тема 1. Інтелектуальні системи. Архітектура системи, заснованої на знаннях.

Контрольні питання і навчальні завдання до теми 1

1. Що таке штучний інтелект, яка в нього мета?
2. Які основні напрями досліджень в галузі штучного інтелекту ви знаєте?
3. Що таке інтелектуальна система, інтелектуальна задача?
4. Що таке властивість інтелектуальності?
5. Що таке інтелектуальні системи загального призначення?
6. Що таке спеціалізовані інтелектуальні системи?
7. Які ви знаєте проблемні області та їхні властивості?
8. Класифікація проблемних середовищ.
9. Класифікація задач, що вирішуються інтелектуальними системами.
10. Що таке система, заснована на знаннях?
11. Актуальність інтелектуальних системи, заснованих на знаннях.
12. Ієрархія рівнів систем, заснованих на знаннях.

Література до теми 1. [3, 4, 6, 8, 11]

Тема 2 Експертні системи. Структура та функціонування експертної системи.

Контрольні питання і навчальні завдання до теми 2

1. Що таке експертна система?
2. Які властивості мають експертні системи?
3. Класифікація експертних систем.
4. Життєвий цикл та методологія розробки експертних систем.
5. Хто такий експерт, інженер зі знань, програміст, користувач?
6. Що таке засіб побудови експертної системи?
7. У чому полягає концепція «швидкого прототипу»?

8. У чому полягають структура та функціонування експертної системи?

9. Чим експертні системи відрізняються від звичайних програмних застосувань і типових програм штучного інтелекту? Чи може програма, що не використовує методи штучного інтелекту, мати такі ж властивості?

10. У чому різниця між експертною системою й системою, заснованою на знаннях?

11. Чи є експертною системою програма прогнозування погоди в Київській області, яка виводить повідомлення такого роду: "Завтра погода не буде відрізнятися від сьогоднішньої"? Припустимо, що вона представляє сьогоднішню погоду в символному виді, легко модифікується й здатна до розширення, прекрасно працює й може пояснити, чому вона прийшла до певного висновку, вивівши приблизно таке повідомлення: "Добові зміни кліматичних умов у цю пору року малоймовірні".

12. Чи є експертною системою програма, яка формує прогноз погоди на певну дату (скажемо, 16 червня), узявши середні температуру повітря, кількість опадів, що випали, і кількість сонячних годин 16 червня за всі роки, починаючи з 1900?

13. Чи є система пошуку в мережі World Wide Web експертної? Якщо ні, то яких властивостей їй не вистачає для того, щоб кваліфікувати її як експертну систему пошуку потрібної Web-Сторінки?

14. Чому завдання придбання знань є вузьким місцем у проектуванні експертних систем? Які розв'язки пропонуються для усунення такої ситуації?

15. Поясніть зауваження про логічну й евристичну адекватність, яке ставиться до мови подання знань.

Література до теми 2 [1, 2, 3, 7, 10, 11]

Тема 3. Знання та їх властивості. Моделі подання знань.

Контрольні питання і навчальні завдання до теми 3

1. У чому полягає відміна знань від даних?

2. Які властивості мають знання?

3. Що таке інформація?
4. Що таке факт?
5. Ієрархія способів подання інформації.
6. Що таке дані, знання, метазнання?
7. Класифікація знань.
8. Особливості знань.
9. Поняття екстенціоналу та інтенціоналу.
10. Що таке теорія подання знань?
11. Класифікація моделей подання знань.
12. Порівняйте різні моделі подання знань.

Література до теми 3 [4, 5, 7, 9]

Тема 4. Інженерія знань. Теоретико-методичні аспекти добування й структурування знань.

Контрольні питання і навчальні завдання до теми 4

1. Що таке інженерія знань?
2. Що таке набуття знань?
3. Які ви знаєте методи витягу знань?
4. Що таке семантична мережа?
5. Компоненти семантичних мереж.
6. Класифікація семантичних мереж.
7. Прості та ієрархічні семантичні мережі.
8. Основні типи об'єктів та зв'язків між ними.
9. Види семантичних відношень.
10. Модифікація баз знань на семантичних мережах.
11. Операція порівняння зі зразком.
12. Принципи наслідування інформації в мережній моделі.
13. Побудова та використання семантичних мереж.
14. Бібліотека SNToolbox для моделювання семантичних мереж.
15. Переваги та недоліки семантичних мереж.

- 16.Що таке фреймова модель?
- 17.Що таке фрейм?
- 18.Формальний опис фрейму.
- 19.Класифікація фреймів.
- 20.Структури даних фрейму.
- 21.Фреймові мережі.
- 22.Що таке агрегат?
- 23.Що таке приєднана процедура?
- 24.Що таке фрейм-зразок, фрейм-екземпляр?
- 25.У чому полягає пошук за зразком?
- 26.Принципи наслідування інформації у фреймовій мережній моделі
- 27.Як здійснюється пошук інформації в базі знань на основі фреймів?
- 28.Яка інформація може бути подана у слотах фреймів?
- 29.Створіть фрейм-опис або рольовий фрейм поняття, події.
- 30.Переваги і недоліки фреймів.
- 31.Що таке сценарій?
- 32.Що таке логічна модель?
- 33.Що таке логічне зв'язування?
- 34.Що таке числення висловлень?
- 35.Що таке логіка предикатів першого порядку?
- 36.Переваги і недоліки логічних моделей.
- 37.Що таке продукція?
- 38.Що таке продукційна система?
- 39.Що таке машина логічного виведення?
- 40.Опишіть метод роботи машини логічного виведення.
- 41.Які ви знаєте стратегії вирішення конфліктів правил?
- 42.Що таке модель дошки оголошень?
- 43.Переваги і недоліки продукційних моделей.
- 44.Що таке дерева рішень?
- 45.Методи побудови дерев рішень.

46.Що таке асоціативні правила?

47.Методи видобування асоціативних правил.

Література до теми 4 [3, 5, 8]

Тема 5. Методи практичного добування знань.

Навчальні завдання до теми 5

Приклад 1. Текстологічні методи

З добуванням знань із текстів ми зіштовхуємося щодня. Цей спосіб завжди повинен передувати комунікативним методам, підготовляючи аналітика й знайомлячи його з термінологією й основними ідеями. Група текстологічних методів поєднує методи добування знань, засновані на вивченні спеціальних текстів з підручників, монографій, статей, методик й інших носіїв професійних знань. У буквальному значенні текстологічні методи не ставляться до текстології, науці, що народилася в руслі філології з метою критичного прочитання літературних текстів, вивчення й інтерпретації джерел з вузько прикладною задачею – підготовки текстів до видання. Зараз текстологія розширила свої границі включенням аспектів суміжних наук - герменевтики (науки правильного тлумачення древніх текстів - біблії, античних рукописів й ін.), семіотики, психолінгвістики й ін. Текстологічні методи добування знань, безумовно, використовуючи основні положення текстології, відрізняються принципово від її методології, по-перше, характером і природою своїх джерел (професійна спеціальна література, а не художня, живуча по своїх особливих законах), а по-друге, твердою прагматичною спрямованістю добування конкретних професійних знань. Серед методів добування знань ця група є найменш розробленою, по ній практично немає ніякої бібліографії, тому подальший виклад є як би введенням у методи вивчення текстів у тому вигляді, як це представляють автори.

Приклад 2. Комунікативні методи

Пасивні методи

Термін "пасивні" не повинен викликати ілюзій, у реальності ж пасивні методи жадають від інженера по знаннях не меншої віддачі, чим такі активні методи, як гри й діалог.

Активні індивідуальні методи

Активні індивідуальні методи добування знань на сьогоднішній день - найпоширеніші. У тім або іншому ступені до них прибігають при розробці практично будь-який ЕС.

До основних активних методів можна віднести:

- анкетування;
- інтерв'ю;
- ігри з експертом.

У всіх цих методах активну функцію виконує інженер по знаннях, що пише сценарій і режисирує сеанси добування знань. Гри з експертом істотно відрізняються від інших питальних методів.

Активні групові методи

До групових методів добування знань ставляться:

- рольові ігри;
- дискусії за "круглим столом" за участю декількох експертів;
- "мозкові штурми".

Основне достоїнство групових методів – це можливість одночасного "поглинання" знань від декількох експертів, взаємодія яких вносить у цей процес елемент принципової новизни від накладення різних поглядів і позицій. Активні групові методи звичайно використовуються як гостра приправа при добуванні знань, самі по собі вони не можуть служити джерелом більш-менш повного знання. Їх застосовують як додаткові до традиційних індивідуальних методів (спостереження, інтерв'ю й т.д.), для активізації мислення й поведіння експертів.

Література до теми 5 [3, 5, 8]

Тема 6. Експертна оболонка Language Integrated Production System (CLIPS). Можливості системи.

Навчальні завдання до теми 6

Завдання. Вивчити оболонку CLIPS.

Спочатку аббревіатура CLIPS була назвою мови — C Language Integrated Production System (тобто мова C, інтегрована із продукційними системами), зручної для розробки баз знань і макетів експертних систем. Тепер CLIPS являє собою сучасний інструмент, призначений для створення експертних систем (expert system tool). CLIPS складається з інтерактивного середовища - експертної оболонки зі своїм способом подання знань, гнучкої й потужної мови й декількох допоміжних інструментів. Зараз, завдяки добрій волі своїх творців, CLIPS є абсолютно вільно розповсюджуваним програмним продуктом. Експертні системи, створені за допомогою CLIPS, можуть бути запущені трьома основними способами:

- уведенням відповідних команд і конструкторів мови безпосередньо в середовище CLIPS;
- використанням інтерактивного віконного Windows;
- за допомогою програм-оболонок, що реалізують свій інтерфейс спілкування з користувачем і механізмів, що використовують, знань і логічного висновку CLIPS.

Синтаксис мови CLIPS можна розбити на три основних групи елементів, призначених для написання програм:

- примітивні типи даних;
- функції, що використовуються для обробки даних;
- конструктори, призначені для створення таких структур мови, як факти, правила, класи й т.д.

CLIPS підтримує 8 *примітивних типів даних*:

float, integer, symbol, string, external-address, fact-address, instance-name, instance-address.

Для зберігання числової інформації призначаються типи float й integer, для символічної - symbol й string.

Література до теми 6 [1]

Тема 7. Факти і правила в CLIPS.

Навчальні завдання до теми 7

Приклад 1. Факти

Факти — одна з основних форм подання інформації в CLIPS. Факти є фундаментальним поняттям теорії експертних систем і призначені для використання в *правилах* системи. Кожен факт представляє фрагмент даних, поміщених у поточний *список фактів системи (робочу пам'ять)*.

Факт може бути доданий у поточний список фактів системи (за допомогою команди `assert`), вилучений з нього (команда `retract`), змінений (`modify`) або продубльований (`duplicate`) користувачем, у процесі інтерактивної роботи в системі, або із програми. Кількість фактів, які може містити список фактів, а також кількість інформації, що втримується в кожному факті, обмежено тільки вільною пам'яттю вашого комп'ютера. У випадку виконання користувачем спроби додати в систему факт, що точно відповідає вже існуючому, дана операція буде ігнорована, хоча подібне поводження системи можна змінити.

Приклад 2. Упорядковані факти

(the pump is on)

(altitude is 10000 feet)

(grocery-list bread milk eggs)

Поля в упорядкованому факті можуть зберігати дані будь-якого примітивного типу CLIPS, за винятком першого поля, тип якого повинен бути `symbol`. Наступні слова зарезервовані й не можуть бути використані як перше поле: `test`, `and`, `or`, `not`, `declare`, `logical`, `object`, `exist` й `forall`.

Приклад 3. Неупорядковані факти

```
(client (name "Joe Brown") (id X9345A))  
(point-mass (x-velocity 100) (yvelocity -200))  
(class (teacher "Martha Jones")(#-students 30)(Room "37A"))  
(grocery-list (#-of-items 3) (items bread milk eggs))
```

Порядок слотів у неупорядкованому факті не важливий. Наприклад, всі наведені нижче факти вважаються ідентичними:

```
(class (teacher "Martha Jones")(#-students 30)(Room "37A"))  
(class (#-students 30)(teacher "Martha Jones")(Room "37A"))  
(class (Room "37A")(#-students 30)  
(teacher "Martha Jones"))
```

На відміну від фактів, наведених вище, упорядковані факти з наступного приклада не є ідентичними:

```
(class "Martha Jones" 30 "37A")  
(class 30 "Martha Jones" "37A")  
(class "37A" 30 "Martha Jones")
```

Очевидними перевагами застосування шаблонів є більше висока читабельність і незалежність слотів від порядку їхнього визначення. CLIPS надає досить багатий набір можливостей для роботи з фактами за допомогою відповідних конструкторів, операцій і функцій. Ці можливості включають створення шаблонів за допомогою конструктора `deftemplate`, створення, зміна, видалення, пошук фактів, перегляд, збереження й завантаження списку фактів, визначення списку визначених фактів за допомогою конструктора `deffacts` і багато чого іншого.

Приклад 4. Правила

CLIPS підтримує евристичну й процедурну парадигму подання знань. Для подання знань у процедурній парадигмі CLIPS надає такі механізми, як глобальні змінні, функції й родові функції. У цій темі ми розглянемо такий спосіб подання знань, як *правила*. Правила в CLIPS служать для подання евристик або так званих "емпіричних правил", які визначають набір дій,

виконуваних при виникненні деякої ситуації. розробник експертної системи визначає набір правил, які разом працюють над рішенням деякої задачі.

Правила складаються з *передумов* і *наслідку*.

Передумови називаються також “ЯКЩО-частиною” *правила*, *лівою частиною правила* або *LHS правила* (left-hand side of rule).

Наслідок називається *T-частиною правила*, *правою частиною правила* або *RHS правила* (right-hand side of rule).

Передумови правила являють собою набір умов (або умовних елементів), які повинні задовольнитися, для того щоб правило виконалося.

Приклад 5. Необхідні для подальшої роботи шаблони й факти

(deffacts data-facts

(data 1.0 blue "red")

(data 1 blue)

(data 1 blue red)

(data 1 blue RED)

(data 1 blue red 9.9))

(deftemplate person

(slot name)

(slot age)

(multislot friends))

(deffacts people

(person (name Joe)(age 20))

(person (name Bob)(age 20))

(person (name Joe)(age 34))

(person (name Sue)(age 34))

(person (name Sue)(age 20))

Література до теми 7 [3, 5, 8, 11]

Тема 8. Приклади програм в системі CLIPS. Приклад простої бази даних.

Література до теми 8 [1, Додаток Д.1.1]

Тема 9. Приклад бази знань з використанням порівняння за зразком та ін.

Література до теми 9 [1, Додаток Д.1.2-Д.1.7]

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

1. Баклан І.В. Експертні системи. Курс лекцій: навчальний посібник. - К.: НАУ, 2012. 132 с.
2. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.
3. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. Навчальний посібник. – К.: Слово, 2004. – 352 с.

Додаткова:

4. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 864 с.
5. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.
6. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 286 с.
7. Carver N. and Lesser V. (1994). The evolution of blackboard control architectures. In Expert Systems with Applications: Special Issue on the Blackboard Paradigm and its Applications, 7(1), p. 1-30.
8. Altos, CA: Morgan Kaufmann. Giarratano J. and Riley G. (1994). Expert Systems: Principles and Programming, 2nd edn.
9. Harmon P. and Sawyer B. (1990). Creating Expert Systems for Business and Industry. New York: Wiley.
10. Neale I. M. (1988). First generation expert systems: a review of knowledge acquisition methodologies. Knowledge Engineering Review, 3(2), p. 105-145.
11. Waterman D. A. (1986). A Guide to Expert Systems. Reading, MA: Addison-Wesley.