



ДМИТРО ЛУБКО

**ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ
ТА БАЗИ ЗНАНЬ**

КУРС ЛЕКЦІЙ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

ЛУБКО Д.В.

ЕСПЕРТНІ СИСТЕМИ

ТА БАЗИ ЗНАНЬ

Курс лекцій

*Рекомендовано Вченою радою
факультету енергетики і комп'ютерних технологій
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
як навчальне видання для підготовки здобувачів
ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності
122 «Комп'ютерні науки» денної форми навчання*

Запоріжжя
2022

УДК 004.82(042)
Л82

Укладач:

Лубко Д.В., доцент кафедри комп'ютерних наук Таврійського ДАТУ

*Дозвіл до впровадження та видання надано Вченою радою
факультету енергетики і комп'ютерних технологій
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного*

Лубко Д.В.

Л-82 Експертні системи та бази знань: курс лекцій. / укл. Д.В. Лубко. –
Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. – 165 с.

У даному курсі лекцій викладено зміст дисципліни, систематизовано, розкрито та викладено теоретичний матеріал з основ експертних систем та баз знань; висвітлено основні положення роботи експертних систем реального часу; наведена методологія створення експертних систем та принципи створення баз знань; розглянуті методи роботи зі знаннями та рішення задач в експертних системах; описані інструментальні засоби проектування баз знань та експертних систем та сучасні програмні засоби побудови інтелектуальних систем; розглянута еволюція експертних систем та її перспективи розвитку, а також приведені та описані версії та різновидності мов для створення таких систем. Курс лекцій „Експертні системи та бази знань” призначено для здобувачів ступеня вищої освіти „Магістр” зі спеціальності 122 „Комп'ютерні науки”, а також для викладачів та студентів вищих навчальних закладів та всіх бажаючих, які цікавляться цим напрямком та даним предметною областю.

© Лубко Д.В.

© Таврійський державний
агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, 2022 рік

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
ТЕМА 1. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ТА БАЗИ ЗНАНЬ.	
ВВЕДЕННЯ.....	8
1.1 Визначення. Призначення експертних систем (ЕС).....	11
1.2 Завдання, які вирішують ЕС. Приклади.....	16
1.3 Класифікація ЕС.....	20
1.4 Архітектура ЕС.....	22
1.5 Структура та робота експертних систем.....	24
<i>Контрольні питання при вивченні теми 1.....</i>	<i>29</i>
ТЕМА 2. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.....	30
2.1 Введення в експертні системи реального часу (ЕСРЧ).....	30
2.2 Основні виробники ЕСРЧ.....	32
2.3 Архітектура ЕСРЧ.....	33
2.4 Основні компоненти ЕСРЧ.....	35
2.5 Розробка експертної системи. Теорема Байєса. Приклад.....	38
<i>Контрольні питання при вивченні теми 2.....</i>	<i>48</i>
ТЕМА 3. МЕТОДОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ.....	
СИСТЕМ.....	49
3.1 Методи створення експертних систем, які засновані на правилах.....	49
3.2 Методи створення експертних систем, які базуються на логіці.....	50
3.3 Принципи та базові етапи створення ЕС.....	51
3.4 Етапи розробки експертних систем.....	53
3.5 Взаємодія людей-розробників при створенні ЕС.....	56

3.6 Труднощі при розробці експертних систем.....	60
3.7 Методологія побудови експертних систем. Приклади.....	62
<i>Контрольні питання при вивченні теми 3.....</i>	<i>69</i>
ТЕМА 4. БАЗИ ЗНАНЬ. СТВОРЕННЯ БАЗ ЗНАНЬ.....	70
4.1 Введення у бази знань (БЗ). Визначення БЗ.....	70
4.2 Взаємодія БЗ з компонентами ЕС.....	71
4.3 Організація знань у робочій системі.....	75
4.4 Організація знань у базі даних.....	76
4.5 Характеристики знань БЗ.....	79
4.6 Методи придбання знань.....	81
4.7 Створення БЗ.....	83
<i>Контрольні питання при вивченні теми 4.....</i>	<i>86</i>
ТЕМА 5. МЕТОДИ РОБОТИ ІЗ ЗНАННЯМИ. РІШЕННЯ	
ЗАДАЧ В ЕС.....	87
5.1 Знання. Визначення.....	87
5.2 Підготовчий етап роботи із знаннями.....	93
5.3 Основний етап роботи із знаннями.....	94
5.4 Якісні знання.....	95
5.5 Критерії використання ЕС для вирішення завдань.....	96
5.6 Представлення знань в експертних системах.....	100
5.7 Пошук рішень в експертних системах.....	104
<i>Контрольні питання при вивченні теми 5.....</i>	<i>106</i>
ТЕМА 6. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ	
БЗ ТА ЕС.....	107
6.1 Введення.....	107
6.2 Аналіз традиційних мов програмування та представлення знань.....	108

6.3 Інструментальний комплекс для створення експертних систем.....	118
<i>Контрольні питання при вивченні теми 6.....</i>	122
ТЕМА 7. СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПОБУДОВИ	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ	123
7.1 Об'єктно-орієнтована мова Visual Basic.....	123
7.2 Можливості мови Visual Basic для створення ЕС.....	126
7.3 мова логічного програмування Visual Prolog.....	132
7.4 Інтегроване інструментальне середовище GURU.....	135
7.5 Інтегроване інструментальне середовище G2 для створення інтелектуальних систем реального часу.....	138
<i>Контрольні питання при вивченні теми 7.....</i>	144
ТЕМА 8. ЕВОЛЮЦІЯ ЕС. ПЕРСПЕКТИВИ ЕС. ВЕРСІЇ МОВ..	145
8.1 Введення.....	145
8.2 Історичний розвиток. Еволюція.....	146
8.3 Перспективи розвитку ЕС.....	150
8.4 Версії мов логічного програмування Пролог.....	153
8.5 Великомасштабні експертні системи. Приклади.....	160
<i>Контрольні питання при вивченні теми 8.....</i>	162
РЕКОМЕНДОВАНА ТА ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	163

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АІС – автоматизована інформаційна система

БД – бази даних

БЗ – бази знань

ЕС – експертна система

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

ЗОС – знаннеорієнтовані системи

ІЗ – інструментальний засіб

ІІ – інтелектуальний інтерфейс

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

ІС – інтелектуальні системи

ІІС – інтелектуальні інформаційні системи

ІІС – інформаційно-пошукові системи

МСШІ – методи та системи штучного інтелекту

НМ – нейронні мережі

ОС – операційна система

ПРОЛОГ (або **PROLOG**) – мова логічного програмування

ПЗ – програмні засоби

ПМІ – природно-мовний інтерфейс

СШІ - системи штучного інтелекту

ТЗ – технічне завдання

ШІ – штучний інтелект

ШНМ – штучна нейронна мережа

ЧЯ – чорний ящик

ВСТУП

В наш час, в умовах інформаційного суспільства, переваги в конкурентній боротьбі вже не визначаються ні розмірами країни, ні її природними ресурсами. Зараз все вирішує рівень освіти і обсяг знань, накопичених суспільством. У недалекому майбутньому, а в окремих випадках вже зараз, процвітати будуть держави, які зуміють перевершити інші в створенні і освоєнні нових знань. Особливу роль в цьому відіграють інформаційно-комунікаційні технології, зокрема технології проектування та створення експертних систем та баз знань.

Експертна система - це методологія адаптації алгоритму успішних рішень однієї сфери науково-практичної діяльності в іншу. З поширенням комп'ютерних технологій - це тотожна (подібна, заснована на оптимізуючому алгоритмі чи евристиках) інтелектуальна комп'ютерна програма, що містить знання й аналітичні здібності одного чи кількох експертів в деякій галузі застосування і здатна робити логічні висновки на основі цих знань, тим самим забезпечуючи вирішення специфічних завдань (консультування, навчання, діагностування, тестування, проектування тощо) без участі експерта (фахівця в конкретній проблемній галузі). Визначається також як система, яка використовує базу знань для вирішення завдань (видачі рекомендацій) у певній предметній галузі. Цей клас програмного забезпечення спочатку розроблявся дослідниками штучного інтелекту в 1960-ті та 1970-ті та здобув комерційне застосування, починаючи з 1980-х. Часто термін система, заснована на знаннях, використовується як синонім експертної системи, однак можливості експертних систем ширші за можливості систем, заснованих на детермінованих (обмежених, реалізованих на поточний час) знаннях.

Переваги експертних систем наступні: переважає можливості людини при вирішенні надзвичайно громіздких проблем; не має упереджених думок, тоді як експерт може користуватися побічними знаннями і легко піддається впливу зовнішніх факторів; не робить поспішних висновків, нехтуючи певними етапами знайдення рішення; забезпечує діалоговий режим роботи; дозволяє роботу з інформацією, що містить символічні змінні; забезпечує коректну роботу з інформацією, яка містить помилки, за рахунок використання імовірнісних методів досліджень; дозволяє проводити одночасну обробку альтернативних версій; за вимогою пояснює хід кроків реалізації програми; забезпечує можливість обґрунтування рішення та відтворення шляху його прийняття.

Мета цього курсу лекцій – надання знань по основах створення експертних систем та баз знань, засвоєння студентами базових принципів та отримання основних навичок подання і обробки інформації з інтелектуальних систем; надання знань основних методів рішення задач, їх класифікації та планування, представлення знань в інтелектуальних системах, з питань експертних систем, створення баз знань, сформувані у студентів знання, вміння та навички необхідні для рішення інтелектуальних задач. Для її досягнення у ході лекційного курсу розглядаються загальні методи рішення задач та їх класифікація. Вивчаються основи теорії створення простих та складних інтелектуальних систем. На лабораторних заняттях і в ході самостійної роботи здійснюється практичне закріплення отриманих теоретичних знань, а також даються основи програмування в різних інтелектуальних програмних середовищах.

Завданнями дисципліни „Експертні системи та бази знань” – є надання знань по основах створення експертних систем та баз знань в системах штучного інтелекту та інтелектуальних системах, а також вивчення

принципів роботи в експертних системах та принципів програмування у різних інтелектуальних програмних середовищах.

Даний курс лекцій містить перелік умовних скорочень, вступ, основні розділи та рекомендовану і використану літературу. Після кожної теми лекційного заняття наведені контрольні питання до кожної теми.

Курс лекцій призначений для студентів вищих навчальних закладів різного рівня акредитації, які вивчають дисципліну «Експертні системи та бази знань». Також даний курс та теми з неї будуть корисні та цікаві викладачам та студентам при вивченні суміжних предметів, таких як: «Інтелектуальні інформаційні системи», «Методи та системи штучного інтелекту», «Основи обчислювального інтелекту», «Технології розробки та проектування інформаційних систем», «Технології розробки та проектування інтелектуальних систем». Також даний курс буде в нагоді і всім, хто цікавиться питаннями розробки та проектування експертних систем та баз знань для поглиблення своїх теоретичних знань та практичних вмінь.

ТЕМА 1

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ТА БАЗИ ЗНАНЬ. ВВЕДЕННЯ.

ПЛАН

1.1 Визначення. Призначення експертних систем (ЕС).

1.2 Завдання, які вирішують ЕС. Приклади.

1.3 Класифікація ЕС.

1.4 Архітектура ЕС.

1.5 Структура та робота експертних систем.

Література: [1-13]

1.1 Визначення. Призначення експертних систем (ЕС)

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ – це один з напрямків інформатики, метою якої є розробка комп'ютерних систем, здатних виконувати функції, що традиційно вважаються інтелектуальними, - розуміння мови, логічний висновок, використання накопичених знань, навчання, планування дій, розпізнавання образів, а також навчатися і пояснювати свої розв'язки. До таких систем відносять: експертні системи (expert systems), системи для чисельного обґрунтування ухвалення рішення (decision support systems), системи для розпізнавання образів (текстів, зображення, мови, тощо).

Одним з напрямків штучного інтелекту є напрямок проектування експертних систем та розробки баз знань.

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА (ЕС) – це обчислювальна система, у яку включені знання фахівців про деяку проблемну область і яка в межах цієї області здатна ухвалювати експертні рішення.

Під **експертною системою** розуміють набір програм, що виконує функції експерта при рішенні задач з деякої наочної області. ЕС видають ради, проводять аналіз, дають консультації, ставлять діагноз.

Головною перевагою ЕС, що визначає порівняно високий інтерес до них як до методів штучного інтелекту, є можливість накопичення знань і збереження їх тривалий час. У відмінності від людини до будь-якої інформації ЕС підходять об'єктивно, що покращує якість експертизи, що проводиться. При рішенні задач, що вимагають обробки великого об'єму знань, можливість виникнення помилки при переборі дуже мала.

На початку восьмидесятих років в дослідженнях по штучному інтелекту сформувався самостійний напрям, що отримав назву «Експертні системи» (ЕС). Мета досліджень ЕС полягає в розробці програм, які при рішенні задач, важких для експерта-людини, отримують результати, не поступливі за якістю і ефективності рішенням отримуваним експертом.

ЕС призначені, головним чином, для вирішення практичних завдань, що виникають в слабо структурованій наочній області, що важко формалізується.

ЕС були першими системами, які привернули увагу потенційних споживачів продукції штучного інтелекту.

З експертними системами пов'язані деякі поширені помилки.

Помилка перша: ЕС робитимуть не більш того, чим може експерт, що створив дану систему. Для спростування даного постулату можна побудувати самонавчальну ЕС в області, в якій взагалі немає експертів, або об'єднати в одній ЕС знання декількох експертів, і отримати в результаті систему, яка може те, чого жоден з її творців не може.

Помилка друга: ЕС ніколи не замінить людини-експерта. Вже замінює, інакше навіщо б їх створювали?

Програмні засоби (ПЗ), що базуються на технології експертних систем, або інженерії знань, набули значного поширення в світі.