**О.М.Спірін**

(Житомирський державний педагогічний університет)

# РІЗНОРІВНЕВІ ПРОГРАМНІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПЕДАГОГІЧНОМУ ВУЗІ

На фізико-математичних факультетах вищих педагогічних закладів освіти навчальною програмою [1] з інформатики та обчислювальної техніки передбачається вивчення питань, пов'язаних з основами штучного інтелекту. Тому постає завдання належної підготовки студентів фізико-математичного факультету педагогічного вузу, з одного боку, для формування їх інформаційної культури, а з другого, - для забезпечення викладання студентами окремих спеціальностей курсу інформатики у середніх навчальних закладах. При цьому важливим є визначення змісту та обсягу навчального матеріалу, вибору відповідних форм організації навчального процесу при вивченні основ штучного інтелекту. Практика нашої роботи у вузі [2], дослідження зарубіжних та вітчизняних учених свідчать про ефективність використання модульної системи організації навчального процесу, диференційованого підходу та рейтингового контролю знань студентів.

Саме такі форми та підходи пропонуються нами до впровадження у процес викладання основ інформатики та обчислювальної техніки на фізико-математичному факультеті педагогічного вузу при вивченні питань, пов'язаних з основами штучного інтелекту.

Для реалізації вказаних форм та підходів необхідно визначити різнорівневі програмні вимоги щодо знань, умінь та навичок студентів з основ штучного інтелекту.

Спочатку проведемо аналіз існуючих програмних вимог. На нашу думку, вивчення основ штучного інтелекту на відповідних спеціальностях педагогічного вузу є недостатньо дослідженим, а програмні вимоги дещо занижені. Зокрема, програмою з інформатики та обчислювальної техніки для спеціальностей "математика і інформатика", "фізика і інформатика" тощо вказується, що студенти "повинні знати:

- поняття про системи штучного інтелекту; структуру та склад інтелектуальної системи;

- поняття про базу знань;

- поняття про мови логічного програмування;

- основні конструкції мови логічного програмування Пролог;

- поняття про експертні системи та їх розробку.

Студенти повинні вміти:

- створювати бази даних і знань засобами мови логічного програмування Пролог" [1, 10-11].

Програма з основ інформатики для спеціальностей "математика і фізика", "фізика і математика" передбачає розгляд тільки одного питання, пов’язаного зі штучним інтелектом - " Експертні системи. Експертні системи спеціального призначення" [1, 21]. При цьому не вказується, яким обсягом теоретичних знань та практичних умінь повинні володіти студенти.

Однак, програма з основ інформатики та обчислювальної техніки для середніх закладів освіти у більшому обсязі (особливо у порівнянні з програмою для спеціальностей "математика і фізика", "фізика і математика") містить питання, пов’язані з елементами штучного інтелекту. Наприклад, у програмі передбачено "подання знань у системах штучного інтелекту: логічні методи, семантичні мережі, фрейми. Логічний вивід. . . . Бази знань і логічний вивід в експертних системах. Пояснення в експертних системах." [3, 12]. У названій програмі вказується, що учні повинні знати "принципи роботи з ... експертними системами" [3, 12], що чітко не вимагається від студентів вузівською програмою. Особливо потрібно зазначити, що вказані програмні вимоги до знань учнів середньої школи знайшли своє опосередковане продовження і у вимогах до їх вмінь: екзаменаційні білети з основ інформатики і обчислювальної техніки для середніх закладів освіти (які обладнані персональними комп’ютерами типу IBM) у 1998 році містили практичні завдання по роботі з експертними системами з введення знань, проведення діалогу з експертними системами.

Крім того, методичні розробки вітчизняних учених та методистів орієнтують учителів інформатики середньої школи на більш глибоке (у порівнянні до вузівської програми) вивчення окремих питань, пов’язаних зі штучним інтелектом. Так, у методичних рекомендаціях щодо вивчення експертних систем (упорядники

Ю.С.Рамський, Н.Р.Балик) від учнів вимагається, що б на базовому рівні вони знали "призначення та принципи роботи експертної системи, приклади експертних систем, основні принципи організації діалогу в конкретній експертній оболонці" і вміли "вести діалог з експертною системою", а на підвищеному рівні - знали "основні методи зберігання і пошуку інформації, типи експертних систем та моделі подання знань, види механізмів виведення та логік, що лежать в їх основі, принципи організації діалогу в експертній системі" і вміли "працювати з експертною системою в двох основних режимах: 1) в режимі учня або користувача; 2) в режимі вчителя або експерта" [4,16 ]. У подальших методичних роботах згаданих авторів, серед іншого, вказується на те, що учні на базовому рівні повинні знати "напрями інтелектуалізації інформаційних технологій, що реалізуються в рамках штучного інтелекту", володіти "узагальненим способом діяльності по розв'язуванню задач в експертних системах", а на підвищеному – знати "основні проблеми, що розв'язуються в галузі штучного інтелекту", володіти "узагальненим способом діяльності по наповненню експертної оболонки" [9, 44-45].

Слід зазначити, що окремі посібники з інформатики для студентів вищих навчальних закладів включають розгляд питань, пов'язаних зі штучним інтелектом. Так, навчальний посібник "Інформатика" (автори М.І. Жалдак, Ю.С. Рамський) містить главу "Інтелектуалізація ЕОМ", у якій розглянуто структуру інтелектуальної системи, подання знань і логічний вивід, експертні системи та елементи мови Пролог [10, 286-318].

Занижені вузівські програмні вимоги можуть призводити до того, що студенти, однією з спеціальностей яких є "інформатика", будуть недостатньо підготовлені до роботи у середніх закладах освіти. Вони не володітимуть необхідними знаннями, вміннями та навичками з основ інформатики та обчислювальної техніки у питаннях, пов'язаних з вивченням елементів штучного інтелекту навіть у рамках програмних вимог середньої школи.

На нашу думку, прикладом неповного подання відомостей про мову логічного програмування Turbo-Prolog як про мову програмування високого рівня, призначену для розв'язання певного класу інтелектуальних задач, є методичні вказівки та

рекомендації для проведення лабораторних робіт, розроблені Триус Ю.В., Любченко К.М. [5]. У вказаних рекомендаціях подано загальні відомості про логічне програмування, мову Пролог, розглянуто структуру програми на Пролозі, інтегроване середовище Turbo-Prolog 2.0, детально описано розробку простих програм на Turbo-Prolog 2.0, організацію повторень та використання рекурсії; розроблено 5 лабораторних робіт. Разом з тим, у рекомендаціях нечітко визначено поняття бази даних, внутрішньої та зовнішньої бази даних у Turbo-Prolog 2.0, поняття бази знань; передбачено виконання лабораторних робіт тільки по створенню бази даних. Тому не акцентована увага студентів на те, що завдяки предикатам баз даних програма на Пролозі може модифікувати сама себе під час виконання, виключаючи з процесу доведення логічних цілей певні фрази та дописуючи нові. Це є важливою особливістю мови Пролог, на відміну від процедурних мов програмування. Така особливість є необхідною для розв’язання певного класу інтелектуальних задач, створення інтелектуальних систем. Завдяки вказаній особливості системи мають можливість "навчатися", поповнювати свої "знання", а робота з останніми "... лежить в основі сучасного періоду розвитку штучного інтелекту" [6, 8]. У рекомендаціях приклади програм та завдання на використання рекурсії носять переважно числовий характер (для аргументів предикатів, що визначають рекурсивні правила, використовуються тільки числові типи), але "... в штучному інтелекті особливе значення надається символьній, а не числовій інформації" [7, 11]. Рекомендації не містять жодних відомостей про списки, процедури для роботи зі списками, хоча характерною ознакою мов програмування штучного інтелекту є ефективна робота з ними. На нашу думку, написання у такому вигляді вказаних методичних матеріалів викликане недостатньою кількістю годин на вивчення розглядуваних питань; незбалансованістю між обсягом теоретичного матеріалу, передбаченого програмою, та необхідністю отримання умінь, навичок, їх закріплення студентами у межах малої кількості навчальних годин; відсутністю більш деталізованих програмних вимог щодо вивчення мови логічного програмування Пролог.

Пропонуємо підхід до вивчення початків штучного інтелекту на фізико-математичному факультеті, який грунтується на:

- розгляді штучного інтелекту в курсі основ інформатики і обчислювальної техніки з позицій його історичного розвитку як науки;

- науково і методично обгрунтованому поєднанні теоретичних відомостей, відповідних практичних знань зі штучного інтелекту для формування інформаційної культури студентів;

- врахуванні методологічних засад та методичних досягнень у вивченні основ штучного інтелекту світової та вітчизняної науки;

- визначенні структури навчального матеріалу у послідовності, яка забезпечує можливість якісного і повного вивчення кожного наступного структурного елементу на основі раніше розглянутих;

- доступності навчального матеріалу для його якісного засвоєння студентами;

- забезпеченні можливості застосування одержаних теоретичних знань, практичних умінь та навичок до розв'язання окремих інтелектуальних задач, до роботи з інтелектуальними системами;

- забезпеченні індивідуалізації навчального процесу, підвищення ефективності самостійної роботи студентів на основі профільної та рівневої диференціації при вивченні основ штучного інтелекту.

Однією з проблем, яку ми намагались розв'язати, **є визначення змісту навчального матеріалу**, проведення аналізу, профільного і різнорівневого розподілу визначеного змісту для забезпечення диференційованого підходу у навчанні. Враховуючи історичний розвиток штучного інтелекту як науки, програмні вимоги до вивчення його елементів, досвід вищої школи у викладанні цієї дисципліни, з теоретичної точки зору вважаємо виправданим використання *логічного підходу* до вивчення штучного інтелекту [6,15], а з практичної - *мови логічного програмування Пролог* [8] і її діалекту Turbo-Prolog 2.0.

Пропонуємо таку структуру змісту навчального матеріалу з основ штучного інтелекту для фізико-математичного факультету педагогічного вузу:

I. ЛОГІЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

а) логіка предикатів першого порядку: атомарні формули, правильно побудовані формули, фразова форма, правило резолюції;

б) мова логічного програмування Пролог (діалект Turbo-Prolog 2.0):

- загальні відомості про мову Пролог: Пролог і процедурні мови, розв'язування задач на Пролозі, типи даних, операції;

- програма на Турбо-Пролозі: алфавіт, склад та синтаксис програми, структура програми, робоче середовище Турбо-Прологу 2.0, виконання програми, організація запитів, семантика програми;

- операції над термами: арифметичні операції, операції порівняння, операції перевірки типу, операції перетворення, операції обчислення значень функції;

- рекурсія: вихідна та вхідна рекурсії;

- управління ходом виконання програми: відсікання, правило повтору, позалогічні предикати вводу-виводу, робота з файлами, доступ до дискової операційної системи;

- типи даних користувача;

- структури даних: списки, бінарні дерева, графи;

- бази даних мови Пролог: внутрішня база даних, зовнішня база даних, подання баз даних;

- графіка, робота з екраном та вікнами, звуковий супровід;

- робота з текстом: літерні величини, обробка тексту, системи граматичного розбору;

- модульне програмування.

II. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

а) поняття штучного інтелекту: штучний інтелект як наука, інтелектуальні системи;

б) знання у системах штучного інтелекту:

- типи знань;

- подання знань: логічні методи, семантичні мережі, фрейми, продукції;

в) програмування штучного інтелекту;

III. ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

а) поняття експертної системи;

б) загальні відомості про архітектуру експертної системи:

- функціональна структура експертної системи: база знань, механізм виведення, блок спілкування, блок пояснення;
- операційна структура експертної системи: пошук, розмежування знань та управління, евристики, природна мова, автоматичне міркування;

в) класифікація експертних систем;

г) розробка експертних систем: системи з простим пошуком і розпізнанням образів, програмування експертних систем з евристиками, експертні системи та вивід в умовах невизначеності, контроль несуперечливості даних у базі знань, системи, що пояснюють свою поведінку, оболонки експертних систем.

Виходячи із запропонованого змісту навчального матеріалу, наступна проблема полягає у **визначенні програмних вимог до диференційованого формування знань та умінь студентів з основ штучного інтелекту**. При формулюванні вказаних вимог ми орієнтувались на два види диференціації:

за профілем - з одного боку, для спеціальностей “математика і фізика”, “фізика і математика”, та, з іншого боку, для спеціальності “математика і інформатика”;

за рівнем знань і умінь студентів на кожній спеціальності та за рівнем навчальної діяльності студентів.

Сформулюємо необхідні різнорівневі **програмні вимоги для спеціальності "математика і інформатика".**

***І рівень*** (мінімально-базовий, репродуктивний).

*Студенти повинні **знати**:*

поняття про логіку предикатів першого порядку як про теоретичну основу логічного програмування;

загальні відомості про мову Пролог: поняття про розв’язання задач на Пролозі, основні типи даних, поняття про основну операцію у Пролозі;

поняття про програму на Турбо-Пролозі: структура програми, факти та правила програми, синтаксис фактів та правил, поняття про операції над термами, виконання програми, введення даних та одержання результатів при організації запитів;

поняття про рекурсію на Пролозі, відсікання, поняття про списки, внутрішню та зовнішню базу даних, поняття про обробку тексту на Пролозі;

поняття штучного інтелекту, поняття про інтелектуальну систему, поняття про логічні методи подання знань, семантичні мережі, фрейми, продукції;

поняття про мови програмування, які використовуються для програмування штучного інтелекту;

сучасні досягнення світової та вітчизняної науки в галузі штучного інтелекту;

поняття експертної системи, принципи роботи експертної системи, поняття про базу знань, механізм виведення експертної системи, приклади експертних систем, основні принципи організації діалогу в експертній оболонці;

поняття про розробку експертних систем.

Студенти повинні ***вміти***:

завантажувати в робоче середовище Турбо-Прологу текст програми, виконувати запуск програми, виконувати прості та складні запити до програми;

відтворювати, редагувати, тестувати та модифіковувати текст Пролог-програми відповідно даній предметній області, змінам у ній;

відтворювати описання природною мовою фраз програми, пояснювати роботу стандартних предикатів;

за наведеними прикладами реалізовувати у програмах арифметичні операції, операції перевірки типу, обчислення значень функцій, перетворення;

створювати внутрішню базу даних та використовувати стандартні предикати для роботи з нею, продемонструвати можливість зміни тексту програми під час її роботи;

відтворювати приклади використання рекурсії для розв’язування задач із даними символьного типу;

подавати дані у вигляді списків, використовувати та описувати природною мовою приклади найбільш вживаних рекурсивних процедур для роботи зі списками;

доповнювати базу знань існуючої експертної системи новими знаннями, вести діалог з експертною системою.

***ІІ рівень*** (базовий, рівень аналогії).

Студенти (в доповнення до вимог І рівня) повинні ***знати:***

основні відомості з логіки предикатів першого порядку: означення аргумен-

ту, предикату, терму, поняття про правильно побудовані формули, фразову форму, правило резолюції;

етапи розв’язання задач на Пролозі, галузі та сфери застосування програмування на Пролозі;

синтаксис та семантику Пролог-програми, означення основної операції у Пролозі, приклади вдалого та невдалого співставлення структур, синтаксис директив, опцій компілятора та фраз програми, організацію та види запитів до програми;

означення вихідної та вхідної рекурсій, описання конструкції рекурсії, поняття "нескінченної" рекурсії, приклади використання рекурсії при розв’язуванні задач з числовими та символьними аргументами у предикатах рекурсивних правил, приклади класичних рекурсивних задач;

використання відсікання, правила повтору, позалогічних предикатів вводу-виводу, роботу із зовнішніми файлами;

роботу механізму повернення Турбо-Прологу;

типи даних користувача, структури даних: списки та найбільш вживані процедури для роботи зі списками, бінарні дерева, графи та приклади мовою Пролог на розв’язання задач для пошуку шляху у графі;

означення внутрішньої та зовнішньої баз даних, основні операції і предикати для роботи з внутрішньою та зовнішньою базами даних;

можливості Турбо-Прологу для роботи з текстом, принципи роботи лексичного аналізатора та систем граматичного розбору;

технологію написання програм для роботи в пакетному режимі, розробку проектів та модулів;

можливості використання у програмах на Пролозі роботи з вікнами, екраном, побудови графічних зображень, звукового супроводу;

напрямки розвитку штучного інтелекту як науки, приклади реалізації семантичних мереж, фреймів та правил продукцій на мові Пролог;

переваги та недоліки використання функціонального, логічного, об’єктно-орієнтованого програмування до розв’язання інтелектуальних задач;

основні методи зберігання і пошуку інформації, класифікацію експертних

систем, бази знань та види механізмів виведення в експертних системах, поняття блоку спілкування та блоку пояснення;

поняття про пошук, розмежування знань та управління, евристики, природну мову та автоматичне міркування в експертних системах;

принципи розробки експертних систем, що використовують простий пошук і розпізнання образів;

поняття про програмування експертних систем з евристиками, про експертні системи та вивід в умовах невизначеності.

Студенти (в доповнення до вимог I рівня) повинні ***вміти***:

у логіці предикатів першого порядку визначати резольвенту для двох даних фраз теорії;

використовувати трасування та його опції для налагодження тексту програми;

описувати за аналогією природною мовою та фразами програми предметну область, яку можна описати множиною фактів та 2-3 правилами;

проводити обчислення числових виразів, значень числових функцій у режимі безпосередніх обчислень та за допомогою фраз програми;

вводити дані у програму, виводити результати її роботи без породження побічних ефектів та з використанням позалогічних предикатів вводу-виводу;

використовувати аналогічно наведеним прикладам вихідну і вхідну рекурсії з використанням числових та символьних типів для аргументів предикатів рекурсивних правил;

описувати та реалізовувати за аналогією рекурсивні процедури для роботи зі списками;

використовувати вікна для введення даних та виведення результатів роботи програми, супроводжувати роботу програми виведенням найпростіших графічних зображень та звуком;

підключати до внутрішньої бази даних програми нові факти зі стороннього текстового файлу, зчитувати у програму на Турбо-Пролозі дані із зовнішнього файлу DOS та записувати результати роботи у файл;

використовувати списки, графи, процедури для роботи з ними до

розв’язування практичних задач, аналогічних раніше розв’язаним;

використовувати лексичний аналіз для роботи з текстом, модифікувати на Турбо-Пролозі приклади найпростіших граматик;

розробляти (модифікувати) програму для роботи в пакетному режимі;

працювати з експертною системою у режимі експерта, вносити зміни до бази знань системи: вводити нові дані та модифіковувати правила бази знань.

***ІІІ рівень*** (підвищений, творчий).

Студенти (в доповнення до вимог І-ІІ рівнів) повинні ***знати:***

різницю у підходах до опису способу розв’язування задач процедурними мовами та мовою Пролог, поняття змінної у процедурних мовах та у Пролозі, порівняння етапів розв’язку задач на процедурній мові та на мові логічного програмування, інтерпретацію фактів і правил Пролог-програми з точки зору логіки предикатів першого порядку, різницю між визначенням предикату, аргументу у логіці предикатів першого порядку та у Пролог-програмі;

порівняльну характеристику фраз Хорна та фраз мови Пролог;

порівняльну характеристику семантичних моделей Пролог-програми;

порівняльну характеристику організації введення та виведення даних у процедурних мовах та на  Пролозі, декларативний та процедурний смисл предикатів вводу-виводу у Турбо-Пролозі;

описання рекурсивного виконання правила повтору, різницю між правилом та методом повтору, схему метода повтору з *n* правилами повтору;

подання у вигляді схеми дій компілятора при виконанні правил у програмах, що розв’язують класичні (найбільш вживані) арифметичні, рекурсивні задачі, задачі з використанням списків, графів тощо, описувати особливості розв’язування таких задач;

переваги, недоліки, умови для використання певних способів подання структур даних та баз даних предметних областей на Пролозі;

шляхи та методи підвищення ефективності розв’язування задач на Пролозі;

можливості та умови використання мови логічного програмування Пролог до розв’язування інтелектуальних задач;

переваги та недоліки використання процедурних мов, мов функціонального,

логічного, об’єктно-орієнтованого програмування до розв’язування задач зі штучного інтелекту;

можливості та вимоги до реалізації у програмах на Турбо-Пролозі різних моделей подання знань: фрейму, семантичної мережі, продукції;

порівняльну характеристику інтелектуальної та експертної системи;

порівняльну характеристику експертних систем різних поколінь;

роботу інженера знань: технологію поповнення новими знаннями експертної системи та модифікації набутих знань;

Студенти (в доповнення до вимог I-II рівнів) повинні ***вміти***:

будувати модель предметної області та обгрунтовувати доцільність, повноту, несуперечливість об’єктів, відношень, процедур та функцій побудованої моделі;

використовувати процедурний, декларативний підхід, підхід у вигляді абстрактної машини до описання задач предметних областей та розробки програм на Пролозі;

описувати природною мовою та фразами програми недосліджену предметну область, для описання якої необхідне використання множини фактів та більш ніж 3-х різнотипних правил;

ефективно використовувати поєднання у програмах на Турбо-Пролозі стандартних предикатів, типів даних, процедур з типами даних користувача, раніше розробленими процедурами та програмами;

використовувати засоби Турбо-Прологу для подання різних моделей знань: семантичної мережі, фрейму, системи продукцій;

розробляти на Турбо-Пролозі демонстраційну версію експертної системи, що використовує метод співставлення зі зразком та простий пошук; при розробці забезпечити повну реалізацію складових операційної та функціональної структури системи.

Для визначення різнорівневих **програмних вимог для спеціальностей "математика і фізика"," фізика і математика"** вважаємо за доцільне взяти за основу вимоги I-го та II-го рівнів для спеціальності "математика і інформатика" та проводити навчання студентів вказаних спеціальностей на базовому та підвищеному рівнях.

**Базовий** рівень.

Студенти повинні *знати* відповідно вимогам І-го рівня для спеціальності "математика і інформатика", за виключенням таких питань:

поняття про логіку предикатів першого порядку.

Студенти повинні *вміти* відповідно вимогам І-го рівня для спеціальності "математика і інформатика", за виключенням наступного:

за наведеними прикладами реалізувати у програмах операції перетворення.

**Підвищений** рівень.

Студенти повинні *знати* відповідно вимогам ІІ-го рівня для спеціальності "математика і інформатика", за виключенням таких питань:

основні відомості з логіки предикатів першого порядку: означення аргументу, предикату, терму, поняття про правильно побудовані формули, фразову форму, правило резолюції;

синтаксис опцій компілятора;

поняття "нескінченної" рекурсії, приклади класичних рекурсивних задач;

робота із зовнішніми файлами;

графи як структури даних, приклади мовою Пролог на розв’язання задач для пошуку шляху у графі;

основні операції і предикати для роботи із зовнішньою базою даних;

технологія написання програм для роботи в пакетному режимі, розробка проектів та модулів;

можливості використання у програмах на Пролозі роботи з вікнами, екраном, побудови графічних зображень, звукового супроводу;

поняття про програмування експертних систем з евристиками, про експертні системи та вивід в умовах невизначеності.

Студенти повинні *вміти* відповідно вимогам ІІ-го рівня для спеціальності "математика і інформатика", за виключенням наступного:

у логіці предикатів першого порядку визначати резольвенту для двох даних фраз теорії;

використовувати трасування та його опції для налагодження тексту програми;

використовувати вхідну рекурсію до розв’язування задач;

використовувати вікна для введення даних та виведення результатів роботи програми, супроводжувати роботу програми виведенням найпростіших графічних зображень та звуком;

зчитувати у програму на Турбо-Пролозі дані із зовнішнього файлу DOS та записувати результати роботи у файл;

використовувати графи, процедури для роботи з ними до розв’язування практичних задач;

розробляти програму на Турбо-Пролозі для роботи в пакетному режимі.

Література:

1. Програми для фізико-математичних факультетів педагогічних інститутів. Збірник №4: Інформатика та обчислювальна техніка, основи інформатики, чисельні методи, математична логіка і теорія алгоритмів, теорія ймовірностей і математична статистика, шкільний курс інформатики та методика її викладання, обчислювальна практика, державний екзамен з інформатики з методикою викладання. - К.: РУМК, 1992.

2. Спірін О.М. Деякі проблеми вивчення основ штучного інтелекту в курсі інформатики // Нові технології навчання. - К.: ІЗМН, 1997. - Вип. 21. - С. 47-54.

3. Програма для середніх закладів освіти. Основи інформатики та обчислювальної техніки. - К.: “Перун”, 1996.

4. Вивчення експертних систем у курсі основи інформатики і обчислювальної техніки: Методичні рекомендації / Укл. Ю.С.Рамський, Н.Р.Балик. - К.: УДПУ, 1995.

5. Триус Ю.В., Любченко К.М. Мова логічного програмування Turbo-Prolog. - Методичні вказівки та рекомендації для проведення лабораторних робіт. - Черкаси: ЧДУ, 1997.

6. Аверкин А.Н. и др. Толковый словарь по искусственному интеллекту. - М.: Радио и связь, 1992.

7. Лорьер Ж. Системы искусственного интеллекта. / Пер. с фр. по ред. В.Л.Стефанюка. - М.: Мир, 1991.

8. Братко И. Программирование на языке Пролог для искусственного интел-

лекта. - М.: Мир, 1990.

9. Рамський Ю.С., Балик Н.Р. Методичні основи вивчення експертних систем у школі. – К.: Логос, 1997. – 114 с.

10. Жалдак М. І., Рамський Ю.С. Інформатика: Навчальний посібник / За ред. М.І. Шкіля. – К.: Вища школа, 1991.