

С.О. Семеріков, І.О. Теплицький  
м. Кривий Ріг,  
Криворізький державний педагогічний університет

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДИДАКТИЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В КУРСІ ІНФОРМАТИКИ**

Одна з основних тенденцій інформатизації навчання – його інтелектуалізація, створення нового типу навчаючих систем – інтелектуальних, в яких реалізовані теоретичні підходи і практичні досягнення такої міждисциплінарної області наукового знання, як штучний інтелект: розвиток ідей штучного інтелекту із самого початку спирався на його тісні взаємозв'язки з науками, які вивчають явища пізнання, розуміння, прийняття рішень людиною, тобто з психологією, логікою, лінгвістикою.

До сфери штучного інтелекту відносяться випадки такої обробки інформації, яка не може бути здійснена за допомогою чітких формалізованих (алгоритмічних) методів: задачі розпізнавання образів, розуміння тексту, доведення теорем, постановка діагнозу тощо [9]. При цьому в усіх випадках маються на увазі задачі, для яких невідомий і не може бути створений алгоритм розв'язування, тобто послідовність дій, добре визначених і виконуваних формальною системою в обмежений час.

Задачі штучного інтелекту характеризуються двома основними ознаками [1]. По-перше, в них використовується інформація в символній формі – літери, слова, знаки (на відміну від обробки даних у числовій формі). По-друге, у штучному інтелекті передбачається наявність вибору. Здійснення розумної ефективної дії в умовах невизначеності, або ж свобода вибору та дії є принциповою ознакою інтелекту людини, і спроби моделювати ці особливості інтелекту людини в штучному інтелекті відображають орієнтацію спеціалістів на дані психології та інших наук про людину [10].

Розвиток дидактичних можливостей штучного інтелекту пов'язаний з реалізацією двох виділених напрямків – створенням експертних систем, що оперують символічною інформацією, та інтелектуальних інтерфейсів (“помічників”, “майстрів” тощо), що надають процесу засвоєння знань інтерактивного та варіативного спрямування [2, 5, 6].

Побудову експертних систем як вид навчальної діяльності досліджували Г.О. Атанов, Н.Р. Балик [8], І.С. Іваськів [3, 4], І.М. Пустинникова [6, 7], Ю.С. Рамський [1, 8]. Так, І.С. Іваськівим були виділені найважливіші чинники активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, ефективність яких може бути підсилена при використанні в навчанні програмних засобів, що використовують здобутки штучного інтелекту:

- розвиток мотивації, посилення інтересу, в тому числі, до способів здобування знань;
- розвиток мислення, розумових здібностей учнів;
- індивідуалізація та диференціація навчання, розвиток самостійності;
- підвищення наочності навчання;
- збільшення арсеналу засобів пізнавальної діяльності, опанування сучасними методами наукового пізнання, пов'язаними із застосуванням комп'ютерів;
- розширення кола задач, вправ і практичних робіт у процесі навчання інформатики на основі систем, що базуються на знаннях;
- спрощення та збільшення швидкості введення інформації.

Пізнавальну діяльність учнів при роботі з експертними системами можна поділити на два класи: використання готових проблемно-орієнтованих експертних систем як інформаційно-довідкових систем, в яких зберігаються знання про предметну галузь, та наповнення бази знань [4].

Методологічною основою використання експертних систем як засобу активізації навчально-пізнавальної діяльності є метод моделювання. Моделювання виступає тут одночасно методом наукового пізнання, змістом навчального процесу та ефективним навчальним методом [10]. При використанні експертних систем як інструменту побудови моделей студент перетворюється з об'єкта

навчання на суб'єкт навчання, з пасивного спостерігача – у творця самого себе.

Експертні системи дають можливість формувати новий тип знань – знання про те, як одержувати нові знання. За допомогою експертних систем можна організувати такий вид пізнавальної діяльності, як заповнення знаннями власної експертної системи в заздалегідь обраній предметній галузі. При цьому студент може користуватись необхідною літературою – довідниками, підручниками, енциклопедіями, звертатися до баз знань з допомогою комунікаційних мереж тощо. За допомогою експертних систем забезпечується якісно нове вивчення предметної галузі, коли студент, працюючи як експерт, звітується перед викладачем шляхом створення і демонстрації власної експертної системи, а викладач оцінює роботу цієї системи, тестуючи її базу знань.

Наповнення бази знань експертної системи вимагає самостійності, творчого підходу, дає студенту можливість глибше розібратися в загальних і частинних рисах досліджуваних їм явищ, процесів і законів, а викладачу побачити, де саме уявлення студентів помилкові або не зовсім точні, і відкоригувати їх.

Завдання з побудови бази знань експертної системи можна використовувати використовуються при систематизації й узагальненні знань студентів та для контролю розділів, винесених на самостійне опрацювання. І.М. Пустинникова зазначає, що при такій навчальній діяльності студенти не просто репродуктивно відтворюють матеріал, а повинні систематизувати його, виділити основні поняття, правильно установити взаємозв'язки між ними [6].

Аналіз змісту робочих навчальних програм з інформатики у Криворізькому державному педагогічному університеті, виконаний у 1998 р., показав, що вивчення штучного інтелекту за ними просто не передбачено, незважаючи на те, що в курсі інформатики середньої школи на вивчення інструментальних засобів штучного інтелекту відводиться значний навчальний час.

Для подолання цієї невідповідності нами було запропоновано та введено вивчення штучного інтелекту на трьох рівнях:

1. Початковий рівень реалізовано у навчальній дисципліні “Шкільний курс інформатики”, що читається на I курсі всіх спеціальностей фізико-

математичного факультету.

На цьому рівні студенти знайомляться з одним з інструментальних середовищ для створення експертних систем: FirstClass, Visual Expert та BESS. Перші дві системи реалізують продукційний підхід зі зворотним виводом [8], третя ґрунтується на теоремі Байєса [6].

2. Базовий рівень реалізовано у навчальній дисципліні “Методика навчання інформатики”, що читається на IV курсі всіх спеціальностей фізико-математичного факультету.

На цьому рівні розглядаються комп’ютерні навчальні середовища, що являють собою мікросвіти та відносяться до так званих “пасивних” інтелектуальних навчаючих систем. Це інтелектуальні ігрові системи з певними правилами, в яких має місце навічіння шляхом так званого “занурення” в середовище. В основу таких систем покладено принцип “увінннн без навчання”. Найбільш яскравим прикладом такого мікросвіту є навчальне середовище Logo Writer [10].

У середовищі Logo Writer використовується мова Лого, що має розвинені графічні можливості, потужний апарат узагальненої обробки даних – чисел, слів, списків та аркушів (іншими словами, об’єктів) та є універсальною мовою програмування, орієнтованою на символне подання інформації, а, отже, й на розв’язання задач штучного інтелекту. Словникова організація команд Лого суттєво спрощує обробку символної інформації, що сприяє зменшенню обсягу програм та підвищенню їх наочності.

3. Підвищений рівень реалізовано у навчальній дисципліні “Методи математичного моделювання”, що читається на V курсі всіх спеціальностей фізико-математичного факультету.

В першій частині курсу “Методи математичного моделювання” в якості інструментального засобу моделювання використовуються середовища Xlisp, GCL, CLisp тощо; всі вони реалізують різні діалекти мови Лісп – “старшого брата” Лого, першої мови, створеної спеціально для розв’язання задач штучного інтелекту. На прикладі лабораторної роботи з обговорюваного курсу розглянемо, як реалізувати найпростішу експертну систему мовою Лісп.

Лабораторна робота розрахована на двогодинне заняття в аудиторії і передбачає 4 год. самостійної роботи.

На початку роботи дається означення експертної системи та виділяються її головні частини (машини виводу і база знань). База знань містить данні і знання з предметної області; спосіб рішення проблем, що використовується у машині виводу, не прив'язаний до даних із предметної області. Машина виводу – це універсальний механізм, що за допомогою правил бази знань будує нові висновки, задає додаткові питання і так далі доти, поки не прийде до якогось прийняттого кінцевого результату чи відповіді. Вихідні дані і висновки, отримані в результаті прийняття рішень, надалі будемо називати відомими системі фактами.

Робота експертних систем ґрунтується, в першу чергу, на великій базі знань. Найчастіше зустрічається подання знань за допомогою правил типу ЯКЩО-ТО (так, у статті [7] описується спосіб розкладання фізичних суджень на елементарні факти саме за такими правилами).

У модельній експертній системі правила, що описують прийняття рішення, можна задавати у формі, близької до природної мови:

**(ЯКЩО** умова-1

**І** умова-2

...

**І** умова-і

**ТО** висновок-1

**І** висновок-2

...

**І** висновок-ј)

Умови та висновки – це прості висловлення природною мовою. Наприклад:

(ЯКЩО на лампочку подана напруга

**І** лампочка не горить

**ТО** лампочка, імовірно, перегоріла)

У модельній експертній системі факти подаються просто у вигляді списків символів. Наприклад, наведений список міг би описувати наші знання про яку-небудь тварину:

```
( (тварина має вовну) (тварина смугаста) (тварина жуйна))
```

База знань експертної системи Дарвін утвориться зі списків за правилами ЯКЩО-ТО. Наприклад:

```
(setq ПРАВИЛО12
  '(ЯКЩО тварина жуйна
    І тварина смугаста
    ТО тварина зебра)
)
```

Щоб правила можна було звести до фактів, їхні умови і висновки необхідно представляти списками фактів. Якщо умови правила є елементами деякого списку фактів, то застосування правила до цього списку фактів можна реалізувати шляхом додавання в список висновків із правила. Наприклад, застосувавши ПРАВИЛО12 до раніше представленого списку даних, можна зробити висновок: тварина, про яку йде мова – це зебра.

Знання модельної експертної системи про тварин містяться в базі знань, що містить 14 правил:

```
(setq ПРАВИЛО1
  '(ЯКЩО тварина має вовну
    ТО тварина ссавець)
)
```

...

```
(setq ПРАВИЛО14
  '(ЯКЩО тварина птах
    І тварина не вмiє літати
    І тварина плаває
    І тварина чорно-біла
    ТЕ тварина пінгвін)
)
```

Описані в такому вигляді правила легко зрозуміти як програмісту, так і

експерту, об'єднаних у особі студента. Функція АНАЛІЗУЙ бере список правил, аналізує кожне правило і перетворює його на структуру ПРАВИЛО, полями якої є: ім'я правила, умови і висновки.

Правила модельної експертної системи зберігаються в списку \*БАЗА-ЗНАНЬ\*:

```
(setq *база-знань*  
'(ПРАВИЛО1 ПРАВИЛО2 ПРАВИЛО3 ПРАВИЛО4 ПРАВИЛО5  
...  
ПРАВИЛО11 ПРАВИЛО12 ПРАВИЛО13 ПРАВИЛО14) )
```

Проаналізовані варіанти правил зберігаються в змінній \*ПРАВИЛА\* наступною командою:

```
(setq *ПРАВИЛА* (аналізуй *БАЗА-ЗНАНЬ*))
```

Експертна система зберігає відомі їй факти в списку \*ФАКТИ\*, що складається з елементів даних. У цьому випадку застосовність правила можна перевірити функцією ПЕРЕВІР-ПРАВИЛО і висновки правила можна при необхідності додати до фактів функцією ДОДАЙ-ВИСНОВКИ.

Машина виводу застосовує правила до відомих в поточний момент системі фактів для добування нових фактів доти, поки в результаті застосування не буде отриманий шуканий результат. Якщо в системі недостатньо інформації для подальшого пошуку рішення, то вона запитує в користувача додаткову інформацію і зберігає її у своєму списку фактів, а потім намагається ще раз застосувати до своїх правил нові додаткові факти і т.д.

Модельну експертну систему на самому верхньому рівні можна представити як дослідника-класифікатора (у нашому випадку – тварин), що намагається на основі своїх правил довести деяку гіпотезу.

Представимо можливі кінцеві результати у вигляді списку \*ГІПОТЕЗИ\*:

```
(setq *ГІПОТЕЗИ* '(  
  (тварина пінгвін)  
  ...  
  (тварина зебра)  
))
```

Усі ці гіпотези повинні зустрічатися в частині висновку деяких правил. При зворотному виведенні (стратегії роботи машини висновку, за якої рішення намагаються знайти, ідучи в оберненому напрямку від кінцевого результату) умови цих правил можна інтерпретувати як нові гіпотези, якщо висновок є кінцевим результатом, і так далі. Так система породжує гіпотези більш низького рівня доти, поки не знайде, що нових правил для породження гіпотез більше немає. Тоді система запитує умови правила безпосередньо в користувача, потім за допомогою нової інформації система намагається просунутися далі у своїх висновках:

Доказ гіпотези можна виконати за допомогою наступної процедури:

*Процедура Доведи:*

Дано: Доказувана гіпотеза.

Значення: Значення функції – істина, якщо дану гіпотезу можна довести

Дії:

1. Якщо гіпотеза вже є в списку фактів, значить, вона доведена.
2. Якщо це не так, то зберемо всі правила, за допомогою яких можна було б довести гіпотезу, тобто ті правила, у частині висновку яких є гіпотеза, що перевіряється. Якщо будь-яке з цих правил можна безпосередньо застосувати до списку фактів, то гіпотеза доведена. Якщо жодне з вибраних правил не можна застосувати, то спробуємо довести застосовність якого-небудь правила, довівши всі умови правила, узявши їх як нові гіпотези і рекурсивно застосувавши процедуру Доведи.
3. Якщо описані дії не дають результату, то запитаємо в користувача, чи правильна гіпотеза (якщо тільки це вже не запитувалося), і, якщо вона правильна, то приєднаємо твердження до списку фактів. Приєднаємо твердження до списку \*ЗАПИТИ\* незалежно від відповіді, щоб потім це ж саме не довелося повторно запитувати.

Слід зауважити, що, хоча на підставі своїх правил модельна експертна система може задавати користувачу лише “розумні” (з погляду гіпотези) питання, однак першу гіпотезу доводиться вибирати у випадковий спосіб.



Наведемо фрагмент діалогу з експертною системою, вважаючи, що у першому прикладі користувач бачить перед собою пінгвіна, у другому – зебру, але тварин він не знає. За допомогою експертної системи він може визначити види цих тварин, даючи системі прості відповіді на її питання:

> (знавець\_тварин)

Це правда, що: тварина має пір'я

Так

Відповідно до правила правило3 : тварина птах

Це правда, що: тварина не вмє літати

Так

Це правда, що: тварина плаває

Так

Це правда, що: тварина чорно-біла

Так

Відповідно до правила правило14: тварина пінгвін

(тварина пінгвін)

> (знавець\_тварин)

Це правда, що: тварина має пір'я

Ні

Це правда, що: тварина вмє літати

Ні

Це правда, що: тварина має вовну

Так

Відповідно до правила правило1 : тварина ссавець

Це правда, що: тварина має копита

Так

Відповідно до правила правило7 : тварина жуйна

Це правда, що: тварина смугаста

Так

Відповідно до правила правило12 : тварина зебра

(тварина зебра)

Для закріплення навичок побудови експертних систем студентам пропонується ряд індивідуальних завдань. Наведемо приклад одного з варіантів:

1. Доповніть експертну систему меню, що містить наступні пункти:

- 1) зробити експертну оцінку
- 2) вивести інформацію про ...
- 3) пояснити останній висновок
- 4) завершення роботи

По першому пункту повинна запускатися машина виводу. По другому пункту повинен вводитися запит про об'єкт і виводитися всі правила і гіпотези, що його містять. По третьому пункту необхідно в зручній формі роздрукувати ланцюжок висновків останнього твердження (гіпотези) у виді послідовностей «Виходячи з того що ..., можна зробити висновок, що ...». Вибір четвертого пункту повинен приводити до завершення роботи системи.

2. Створіть експертну систему, що вирішує, яку формулу застосовувати при розв'язанні задач зі шкільного курсу фізики (розділи кінематика і динаміка). Як гіпотезу задайте формули, правила побудуйте на основі наступного фрагмента бази знань [4]:

питання(врахування\_причин)=Чи враховуються причини руху?

питання(рух\_тіла)=Який характер руху тіла?

питання(швидкість)=Який характер швидкості?

питання(сила)=Яка сила розглядається в задачі?

питання(зад\_сил)=Чи задані сили?

правило0: якщо розділ=кінематика то підрозділ=невизн.

правило1: якщо врахування\_причин=не\_враховуються то розділ=кінематика.

правило2: якщо врахування\_причин=враховуються то розділ=динаміка.

правило3: якщо розділ=кінематика і рух\_тіла=прямолінійний і швидкість=постійна то формула=  $X=X_0+V*t$  і формула=  $V=S/t$ .

правило4: якщо розділ=кінематика і рух\_тіла=прямолінійний і швидкість=рівнозмінна то формула=  $a=(V-V_0)/t$  і формула=  $V=V_0+a*t$  і формула=  $X=X_0+V_0*t+A*t^2/2$ .

правило5: якщо розділ=кінематика і рух\_тіла=обертальний то формула=  $w=f/t$  і формула=  $V=w*r$  і формула=  $a=V^2/r$ .

правило6: якщо розділ=динаміка і зад\_сил=задані то підрозділ=рух\_під\_дією\_сил.

правило7: якщо розділ=динаміка і зад\_сил=не\_задані то підрозділ=законі\_ньютонна.

правило8: якщо розділ=динаміка і підрозділ=законі\_ньютонна то формула=  $F=M*a$  і формула=

$F_1 = -F_2$ .

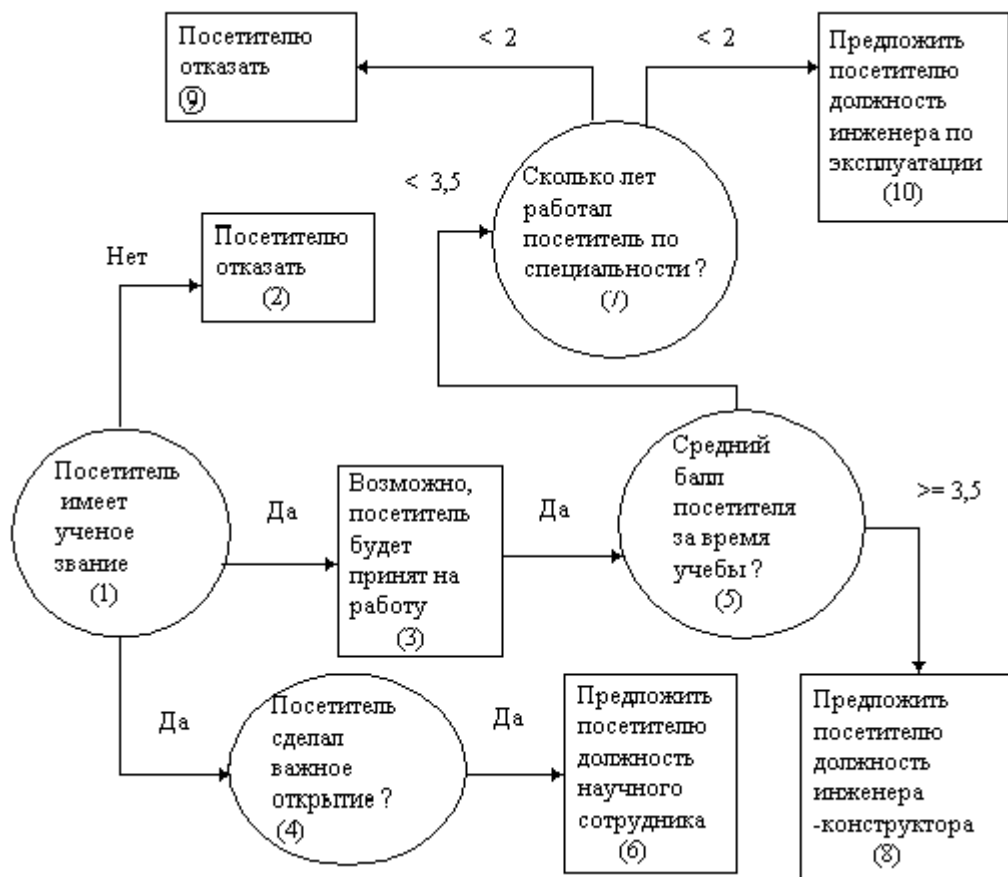
правило9: якщо розділ=динаміка і підрозділ=рух\_під\_дією\_сил і сила=сила\_тертя то формула=  $F = -k \cdot N$ .

правило10: якщо розділ=динаміка і підрозділ=рух\_під\_дією\_сил і сила=сила\_тяжіння то формула=  $F = G \cdot M_1 \cdot M_2 / r^2$ .

правило11: якщо розділ=динаміка і підрозділ=рух\_під\_дією\_сил і сила=сила\_пружності то формула=  $F = -k \cdot X$ .

правило12: якщо розділ=динаміка і підрозділ=рух\_під\_дією\_сил і сила=декілька\_сил то формула=  $m \cdot a = F_1 + F_2 + \dots + F_N$ .

3. Створіть експертну систему «Прийом на роботу», що реалізує наступну схему:



4. Створіть експертну систему «Класифікатор птахів», що розрізняє орла, сокола і горобця, використовуючи як принципи класифікації ім'я об'єкта, довжину дзьоба, колір пір'я, розмах крил, висоту та аеродинамічні принципи польоту.

Перше завдання спрямоване на краще опанування технології створення експертних систем, поглиблення знань про принцип роботи машини висновку.

В другому завданні вимагається виконати перетворення текстової інформації, в третьому – інформації, поданої у вигляді схеми. Четверте завдання є найскладнішим – в ньому студент виступає і як програміст, і як експерт, тому саме на таких завданнях найкраще перевіряється рівень володіння матеріалом.

Досвід впровадження застосування штучного інтелекту в процес навчання інформатики у Криворізькому державному педагогічному університеті дозволив зробити такі висновки:

1. Систематичне і цілеспрямоване використання прикладних програмних засобів штучного інтелекту дозволяє суттєво поглибити розуміння студентами навчального матеріалу, надати навчанню дослідницького спрямування, активізувати навчально-пізнавальну діяльність, реалізувати індивідуальний підхід до навчання.

2. Методологічною основою використання експертних систем як засобу активізації навчально-пізнавальної діяльності є метод моделювання. При використанні експертних систем як інструменту побудови моделей студент перетворюється з об'єкта навчання на суб'єкт навчання, а моделювання виступає тут одночасно методом наукового пізнання, змістом навчального процесу та ефективним навчальним методом.

3. Побудова експертних систем є специфічним видом навчальної діяльності, що дає можливість формувати новий тип знань – знання про те, як одержувати нові знання. За допомогою експертних систем забезпечується якісно нове вивчення предметної галузі, коли студент, працюючи як експерт, звітується перед викладачем шляхом створення і демонстрації власної експертної системи, а викладач оцінює роботу цієї системи, тестуючи її базу знань.

4. Для більш повної реалізації дидактичних можливостей штучного інтелекту бажаним є введення на спеціальностях “Математика та основи інформатики”, “Фізика та основи інформатики” спецкурсу “Системи штучного інтелекту” (на III–IV курсах).

## Література

1. Гокунь О.О., Жалдак М.І., Машбиць Ю.І. та ін. Основи нових інформаційних технологій навчання. Посібник для вчителів. – К.: Віпол, 1997. – 262 с.
2. Жалдак М.И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе. Дисс. ... докт. пед. наук. – М., 1989. – 48 с.
3. Іваськів І.С. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів на основі систем штучного інтелекту при навчанні інформатики в старшій школі: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 2000. – 250 с.
4. Іваськів І.С., Рамський Ю.С., Балик Н.Р. До питання про розробку інструментальної експертної системи // Матеріали Всеукр. конф. молодих науковців “Інформаційні технології в науці та освіті”. – Черкаси, 1997. – С. 9–14.
5. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – К.: Наук. думка, 1992. – 196 с.
6. Пустынникова И.Н. Построение баз знаний экспертных систем как вид учебной деятельности. // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збір. наук. праць: В 3-х т. – Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2002. – Т. 3. – С. 197–20.
7. Пустинникова І.М., Камуз Г.В. Використання структурування знань предметної галузі за допомогою методів штучного інтелекту при вивченні фізики // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збір. наук. праць: В 3-х т. – Кривий Ріг: Вид. відділ НМетАУ, 2002. – Т. 2. – С. 276–280.
8. Рамський Ю.С., Балик Н.Р. Методичні основи вивчення експертних систем у школі. – К.: Логос, 1997. – 128 с.
9. Семеріков С.О. Експертна система для оцінки наслідків впливу людини на екосистему // Охорона довкілля: екологічні, освітянські, медичні аспекти. Матер. Всеукр. конф. – 2 частина. – Кривий Ріг: КДПІ. – 1997. – С. 66-69.
10. Теплицький І.О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 2001. – 164 с.