53(07)
П89

1808

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА

ПУСТИННИКОВА Ірина Миколаївна

УДК 3973.23: 681.3: 658.56

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ

13.00. 02 – теорія та методика навчання (фізики)

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

БІБЛІОТЕКА
НПУ імені М.П. Драгоманова

Київ 1999

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова
100310439

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі загальної фізики та дидактики фізики Донецького державного університету, Міністерство освіти України

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук, професор
Атанов Геннадій Олексійович,
Донецький інститут соціальної освіти,
ректор

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук, професор
Шут Микола Іванович,
Національний педагогічний університет
ім. М.П.Драгоманова,
завідувач кафедри загальної фізики

кандидат педагогічних наук
Жук Юрій Олексійович,
Інститут засобів навчання
АПН України,
завідувач відділу дидактичних засобів

Провідна установа: Вінницький державний технічний університет
кафедра вищої математики
Міністерство освіти України, м. Вінниця

Захист відбудеться «26» жовтня 1999 р. о 15[30] годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.03 в Національному педагогічному університеті ім. М.П. Драгоманова /252601, м. Київ, вул. Пирогова, 9/

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова /252601, м. Київ, вул. Пирогова, 9/

Автореферат розіслано «22» вересня 1999 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Є.В.Коршак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. Становлення України як самостійної держави, соціально-економічні зміни в суспільстві висувають перед освітою задачу виходу вітчизняної науки на світовий рівень. Одним з основних напрямків в реалізації поставлених завдань є забезпечення розвитку освіти на базі нових прогресивних концепцій, впровадження до навчального процесу сучасних інформаційних технологій.

Під застосуванням нових інформаційних технологій звичайно розуміють використання комп'ютерів у всіх сферах людської діяльності. Проте це поняття є більш широким. Воно передбачає, що людина вміє користуватися сучасними засобами здобуття, обробки та систематизації знань.

Базисом глобального процесу інформатизації суспільства є інформатизація освіти. При цьому вона повинна випереджувати інформатизацію інших напрямків суспільної діяльності, оскільки саме тут формуються соціальні, психологічні, загальнокультурні, фахові передумови інформатизації суспільства.

Потреби суспільства й особистості визначили соціальне замовлення системі педагогічної освіти, яке полягає у підготовці вчителя, що володіє методикою застосування сучасних методів здобуття, обробки та систематизації знань в навчальному процесі та спроможного виховати комп'ютерно грамотних учнів.

Проте досі ще не сформовано єдиний погляд на застосування нових інформаційних технологій у галузі освіти, що можна пояснити відсутністю достатньо глибокого методологічного обґрунтування комп'ютерного навчання. Основний тягар комп'ютеризації освіти лежить на вчителях інформатики та обчислювальної техніки. Вчителя-предметники, як правило, не готові до застосування комп'ютерів у навчанні, оскільки не володіють не тільки методами розробки комп'ютерних технологій, але й методами їх використання. Для застосування комп'ютерів не тільки на уроках інформатики необхідно готувати викладачів конкретних дисциплін, які володіють методами розробки та використання комп'ютерних технологій.

Проблемі підготовки у вищій школі спеціаліста, знайомого з новими інформаційними технологіями навчання, психолого-педагогічним аспектам проблеми комп'ютеризації освіти, теоретичним та практичним питанням упровадження комп'ютерів до навчального процесу присвячені

дослідження Л.І. Анциферова, Г.О. Атанова, О.З. Власової, Ю.В. Горошко, О.М. Довгялло, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, В.О. Ізвозчикова, В.І. Клочко, Л.Л. Коношевського, Є.І. Машбиця, В.М. Монахова, В.О. Петрушина, Ю.С. Рамського, В.І. Сумського, P.Dillenbourg, P. A. M. Kommers, A. Pajva, J. Self, тощо.

Рівень розумового розвитку навчаємих визначається не тільки змістом знань, але й тими методами їх здобуття, якими повинні опанувати учні. Без систематичного застосування методів здобуття, обробки та систематизації знань неможливе ефективне навчання. Застосування цих методів для «навчання» ЕОМ детально вивчається у штучному інтелекті (науці про концепції, що дозволяють обчислювальним машинам робити такі речі, які у людей здаються розумними). Проте їх застосування при навчанні людини зараз є стихійним і не повністю усвідомлюється, їх потенціал щодо цього ще практично не розкрито. Тому, на наш погляд, базою інформатизації суспільства повинно бути застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні. Предметом досліджень штучного інтелекту (ШІ) є моделювання діяльності людей як у зовнішньому її прояві (розв'язування складних задач, розуміння мови, інтерпретація візуальної інформації), так і у внутрішньому (накопичення, представлення та використання знань). Розуміння механізмів цієї діяльності, розробка методів здобуття, представлення та обробки знань сприяє не тільки створенню машин, які «думають». Нині штучний інтелект розглядають як нову методологію психологічних, дидактичних та педагогічних досліджень, орієнтовану на моделювання індивідуальної поведінки людини, зокрема, при навчанні.

У всьому світі посилено ведуться відповідні роботи у цій галузі. Проблемі застосування ШІ у навчанні присвячено багато міжнародних конференцій, які проходять як в нашій країні, так і за її межами. На цих конференціях розглядають питання, які прямо стосуються навчання, наприклад: представлення та використання знань; моделювання навчаємого; моделювання педагогічних взаємодій; різноманітні підходи до діагностики; машинне навчання; експертні системи; інтелектуальні навчаючі системи; навчаючі середовища тощо. При цьому більшість досліджень мають теоретичний характер. Рідко розглядається застосування розроблених теоретичних положень до конкретних дисциплін, практично відсутні роботи, присвячені застосуванню сучасних інформаційних технологій при вивченні фізики, при підготовці вчителів фізики.

При різкому зростанні обсягу інформації в навчальному процесі ускладнюється основна задача викладача - керування навчанням із використанням зворотного зв'язку на основі детальної діагностики знань

та вмінь учнів, виявлення причин виникнення у них помилок та розробки способів їх усунення. Допомогу в ефективному вирішенні цієї основної задачі можуть подати методи здобуття, зберігання та представлення знань, що є предметом інженерії знань - однієї з гілок ШІ. Використання цих методів дозволяє глибше зрозуміти структуру предметних знань, встановити зв'язки між предметними поняттями. Створені інструментальні засоби, найбільшою відомістю з яких користуються оболонки експертних систем, дозволяють застосувати комп'ютерні технології при вивченні різних навчальних дисциплін. Для наповнення оболонок експертних систем предметними знаннями необхідна розробка конкретних алгоритмів.

Відмічаючи теоретичне значення та практичну важливість цього питання та враховуючи недостатню його проробку, відсутність методики комплексного застосування сучасних інформаційних технологій при вивченні предметів природно-наукового та методичного циклу з метою підвищення ефективності навчання та поліпшення фахової підготовки майбутніх учителів, вважаємо актуальним дослідження проблеми підготовки у вищій школі спеціаліста за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Методики використання сучасних інформаційних технологій при навчанні фізиці розробляються на кафедрі загальної фізики та дидактики фізики Донецького державного університету у рамках таких проектів:

1. «Програмно-інформаційне та методичне забезпечення курсу фізики для технічних вузів» (наказ Міносвіти України № 68 від 31.03.1992, шифр 92-1/29).

2. «Дидактичне обгрунтування та розробка комп'ютерного навчаючого комплексу з фізики для вузів» (лист Міносвіти України № 12-01/1 від 20.07.1992, шифр ДонДУ 92-1/35).

Об'єктом дослідження є нові прогресивні інформаційні технології в навчанні.

Предметом дослідження є використання нових інформаційних технологій при підготовці вчителів фізики.

Концепція дослідження полягає в послідовному, системному, цілеспрямованому й ефективному використанні сучасних інформаційних технологій при формуванні предметних і професійно значимих знань і умінь майбутніх учителів фізики, що досягається шляхом спеціальної організації навчального процесу, у якому діалектично взаємодіють його складові:

- ієрархія понять і піраміда понять предметної галузі, яка встановлюється за допомогою асоціативних мереж;

- зв'язки між поняттями предметної галузі, які визначаються за допомогою продукційного методу;

- спеціальне навчання студентів методам встановлення ієрархії понять і зв'язків між ними;

- діагностуючі і плануючі експертні системи (у середовищі оболонки BESS);

- навчання студентів методам побудови діагностуючих і плануючих експертних систем (у середовищі оболонки BESS);

- відповідні засоби, методи і форми навчальної діяльності студентів, режим діяльнісних відношень як між студентами, так і між студентами і викладачами.

Метою дослідження є розробка методологічних і методичних основ ефективного використання окремих компонентів системи сучасних інформаційних технологій при вивченні фізики і підготовці вчителя фізики до використання цих технологій у своїй професійній діяльності.

Гіпотеза дослідження. Застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні дозволить одержати нові, більш глибокі уявлення про предметні знання, створити нові засоби керування навчальним процесом, організувати нові види навчальної діяльності студентів, підвищити ефективність навчальної діяльності.

Для досягнення поставленої мети і підтвердження гіпотези в процесі дослідження вирішувалися такі **задачі:**

1. Провести аналіз психолого-педагогічної, філософської, наукової, науково-методичної літератури із метою обґрунтування доцільності застосування сучасних інформаційних технологій при навчанні, зокрема, фізиці, і формуванні фахових умінь майбутніх учителів фізики.

2. За допомогою методів представлення знань провести аналіз і класифікацію елементів структури навчального матеріалу на прикладі фізики. Розробити методику встановлення ієрархії понять, побудови піраміди понять, встановлення характеру зв'язків між поняттями предметної галузі.

3. Розробити принципи побудови експертних систем різноманітних типів у середовищі оболонки BESS для навчання майбутніх учителів фізики. Розробити окремі компоненти методичної системи використання сучасних інформаційних технологій, зокрема, створення баз знань, на заняттях з фізики.

4. Експериментально підтвердити ефективність застосування запропонованих компонентів методичної системи при використанні

сучасних інформаційних технологій для навчання фізиці й у процесі професійно-методичної підготовки майбутніх учителів фізики.

Для розв'язання поставлених задач використовувалися такі **методи дослідження:**

- вивчення й аналіз психолого-педагогічної, філософської, наукової і науково-методичної літератури з метою виявлення стану і визначення шляхів розв'язання проблеми;
- аналіз матеріалів науково-методичних конференцій з комп'ютерних технологій із метою визначення, як широко й глибоко використовуються в навчанні сучасні інформаційні технології;
- аналіз програм, навчальних посібників, підручників і методичних рекомендацій за курсом загальної фізики;
- аналіз вузівського навчального процесу по фізиці;
- педагогічні спостереження, бесіди з викладачами і методистами вищої школи, вивчення, аналіз і узагальнення досвіду викладання фізики у вузах;
- інтерв'ювання студентів-фізиків;
- педагогічний експеримент;
- аналіз практичних робіт, виконаних із використанням сучасних інформаційних технологій;
- математичні методи обробки результатів педагогічного експерименту (χ^2, критерій знаків тощо).

Методологічною основою дослідження є сучасна теорія пізнання, її діалектичний метод, зокрема, застосування системного і діяльнісного підходів до об'єкта, що вивчається. У рамках системного підходу будь-яке педагогічне явище або процес розглядається як система, що несе деяку якісну визначеність. Діяльнісний підхід у навчанні означає, що керувати процесом засвоєння знань можна тільки через діяльність, у якій ці знання використовуються. При цьому навчаємий повинен усвідомити навчання як діяльність, інакше кажучи, стати суб'єктом цієї діяльності.

Дослідження проводилися в декілька етапів. На **першому етапі** (1992 - 1993 рр.) проведено аналіз психолого-педагогічної, наукової, науково-методичної літератури та матеріалів науково-методичних конференцій, присвячених проблемам штучного інтелекту, і визначені вихідні теоретичні засади розв'язання поставлених задач.

У результаті виконаної роботи на **другому етапі** (1993 - 1994 рр.) розроблені пропозиції щодо зміни існуючого підходу до фахової підготовки фізиків і вчителів фізики шляхом розробки та впровадження до

навчального процесу деяких інформаційних технологій, що дозволяють раціонально й ефективно досягти мети навчання.

На **третьому етапі** (1994 - 1996 рр.) проведено педагогічний експеримент по перевірці ефективності запропонованого підходу. Проведено коригування й уточнення алгоритмів побудови бази знань продукційним методом і побудови діагностуючих і плануючих експертних систем, визначені ефективні форми проведення занять.

На **четвертому етапі** (1996 - 1998 рр.) узагальнені та проаналізовані результати педагогічного експерименту.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

1) запропонована концепція навчання як процесу здобуття знань;

2) запропоновано підхід до структурування знань предметної галузі на рівні понять за допомогою методів представлення знань;

3) розроблені принципові засади використання експертних систем у навчанні;

4) розроблена методична основа підготовки вчителя фізики, спроможного використовувати сучасні інформаційні технології в навчанні.

Теоретична цінність дослідження полягає в тому, що:

- розроблена методика встановлення ієрархії предметних понять і побудови піраміди понять предметної галузі за допомогою асоціативних мереж;

- розроблена методика встановлення характеру зв'язків між поняттями предметної галузі за допомогою продукційного методу представлення знань;

- розроблено алгоритм створення продукційних баз знань предметної галузі;

- розроблені алгоритми побудови діагностуючих і плануючих експертних систем (у середовищі оболонки BESS).

Практична цінність дослідження полягає в тому, що:

- запропоновані два нових методи навчання вчителів фізики: навчання шляхом структурування понять предметної галузі, навчання шляхом побудови баз знань для експертних систем;

- проведена класифікація фізичних визначень і побудована ієрархічна структура понять з механіки;

- побудована продукційна база правил з кінематики;

- розроблені бази знань і експертні системи різноманітних типів з окремих тем курсу фізики.

На захист виносяться:

1. Технологія структурування понять предметної галузі за допомогою методів представлення знань.

2. Технологія використання експертних систем у навчанні.

3. Експериментальне підтвердження ефективності застосування сучасних інформаційних технологій при вивченні фізики і при фаховій підготовці вчителів фізики.

Вірогідність і обгрунтованість здобутих результатів забезпечується теоретико-методологічною обгрунтованістю вихідних позицій; критичним аналізом світового досвіду використання сучасних інформаційних технологій у навчанні; використанням комплексу методів дослідження, адекватних його цілям і задачам; практичною педагогічною діяльністю на фізичному факультеті ДонДУ; позитивними результатами педагогічного експерименту.

Апробація роботи. Основні теоретичні положення і результати дисертаційного дослідження доповідались на:

- 8-й Міжнародній PEG конференції "Meeting the Challenge of the New Technologies" (Болгарія, Созополь, 1997);
- Міжнародній конференції "East - West International Conference: Computer Technologies in Education" (Сімферополь, 1994);
- Міжнародній конференції "Knowledge - Dialogue - Solution" (Ялта, 1995);
- I, II і III Міжнародних конференціях "Комп'ютерні програми навчального призначення" (Донецьк, 1993, 1994, 1996);
- Міжнародній конференції "Сучасні проблеми дидактики вищої школи" (Донецьк, 1997);
- Міжрегіональній науково-практичній конференції "Соціально-педагогічні проблеми професійної підготовки майбутніх учителів" (Житомир, 1993);
- вузівській конференції професорсько-викладацького складу за підсумками науково-дослідної і методичної роботи (Донецьк, 1995);
- Республіканському методичному семінарі в Українському державному педагогічному університеті ім. М. П. Драгоманова (1997);
- опорній кафедрі фізики Донецького регіону (1997);
- обласному семінарі з проблем дидактики вищої школи в Донецькому державному університеті (1997);
- кафедрі загальної фізики і дидактики фізики Донецького державного університету (1994, 1996, 1997, 1998).

Впровадження результатів роботи. Результати дослідження впроваджені до навчального процесу на фізичному факультеті ДонДУ при навчанні фізиці, при підготовці вчителів фізики за спеціалізацією "Комп'ютерні технології навчання" (курс "Дидактичне проектування комп'ютерних технологій навчання" (разом із проф. Г.О. Атановим)), при виконанні трьох дипломних і шести курсових робіт у 1993 - 1998 рр.

Публікації. З теми дисертації опубліковано 15 робіт.

Структура й обсяг роботи. Дисертація викладена на 162 сторінках машинописного тексту, який складається зі вступу, чотирьох розділів і висновків. Крім того, робота містить список літератури - 234 найменування (у тому числі 25 - на іноземних мовах) на 22 сторінках; 20 рисунків і 13 таблиць на 21 сторінці, а також 8 додатків на 63 сторінках.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність дослідження, визначаються його мета, об'єкт, предмет, гіпотеза і основні задачі, наукова новизна, теоретична та практична цінність здобутих результатів, характеризуються методи дослідження та формулюються основні положення, що виносяться на захист.

У **першому розділі** дисертації розглянуті теоретичні принципи застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні; розглянуте навчання як з точки зору психології та дидактики, так і з точки зору штучного інтелекту (ШІ). При цьому навчання розглядається з позицій діяльнісного підходу. Ми притримуємося думки Є.І. Машбиця, який уточнюючи теорію П.Я. Гальперіна, у способі дії виділяє чотири частини: орієнтировку, орієнтировку на виконуючу частину, виконуючу та контрольну. Розглянуто модель учня, зокрема, предметну модель з фізики. Наводяться різні визначення терміну «знання» та розглянуто, в чому полягає відміна між знаннями та даними. Наведені різні точки зору на класифікацію знань. Запропоновано концепцію навчання як процесу здобуття знань, яка перегукується з діяльнісним підходом до навчання. Розглянуто моделі представлення знань (семантичні та асоціативні мережі, фрейми, обчислення предикатів першого порядку, продукційні системи). Описані різні види комп'ютерних систем, що базуються на знаннях. Детально розглянуті експертні системи (ЕС). Наведені та проаналізовані різні визначення ЕС, розглянуто класи ЕС. Розглянуто в чому полягає

відміна між традиційними ЕС та комп'ютерними навчаючими програмами. Розглянуто різні точки зору на поняття "інформаційні технології".

У **другому розділі** дисертації розглянуто структуру навчального матеріалу. Виділені основні його елементи, до яких відносимо закони, теореми, принципи, постулати та визначення. Детально розглянуті визначення, проведена їх класифікація.

Як вказувалося в першому розділі, процес навчання є діяльністю. Під час навчання, з точки зору сучасних інформаційних технологій, студент використовує процедуру здобуття знань з експерта-викладача, але частіше процес навчання є процесом здобуття знань з текстологічних джерел. Здобути знання - це означає зрозуміти зміст. Першим кроком до розуміння змісту тексту є виділення його понятійної структури, тобто понять та зв'язків між ними. Для того, щоб вчитель міг керувати процесом формування системи понять у свідомості учня, необхідно, щоб зв'язки між окремими поняттями були встановлені самим вчителем у навчальному матеріалі.

Людина, яка починає вивчати предмет, вже володіє достатніми знаннями, щоб було можливо сформувати перше предметне поняття. Наприклад, поняття «механічний рух» формується за допомогою визначення «Механічним рухом називають явище зміни взаємоположення тіл з часом» на основі понять «час», «взаємне положення» та «тіло», які не є предметними. Такі непредметні поняття віднесені до понять нульового рівня. Поняття «механічний рух», сформоване на базі понять лише нульового рівня, назване поняттям першого рівня. Поняття «траєкторія» базується на непредметному понятті «лінія» та поняттях першого рівня «рух» та «матеріальна точка». Воно є поняттям другого рівня.

Таким чином, процес формування понять є ієрархічним. Застосувавши цей підхід до всіх визначень, можна побудувати ієрархічну структуру будь-якого предмету, в якій кожне поняття займає своє місце на одному з рівнів, і показані існуючі між поняттями зв'язки. Якщо лише констатується факт наявності зв'язку між поняттями, то побудована структура має назву асоціативної мережі. Її зручно записати у вигляді списку понять, які розташовані послідовно та пронумеровані, тобто записати граф у явному вигляді (як текст). При цьому номер поняття визначається таким чином:

номер поняття : = «номер рівня поняття» . «порядковий номер поняття на цьому рівні».

Якщо граф визначено явно, то зв'язки, які існують між поняттями, зручно показати після кожного поняття (крім понять нульового рівня) у вигляді посилання на ті поняття, які безпосередньо його формують. Вони

мають назву 0-субмножини даного поняття. Наприклад, поняттю «механічний рух» відповідає запис: 1.1. Механічний рух /0.1; 0.2; 0.3/. Це означає, що це поняття першого рівня, на цьому рівні воно має номер 1 та спирається на поняття 1 (час), 2 (положення) і 3 (тіло) нульового рівня.

Наступним кроком до структурування, тобто до розуміння навчального матеріалу, є визначення характеру та представлення зв'язків між поняттями побудованої асоціативної мережі. Для цього використано продукційний спосіб представлення знань, в якому знання записуються у вигляді правил (продукцій) «ЯКЩО-ТО». Умовна та заключна частини містять деякі факти предметної області. Для запису відношень між поняттями треба розбити спочатку визначення понять на елементарні факти. Наприклад, визначення "шлях - це довжина траєкторії" містить факт 1) скаляр дорівнює довжині траєкторії і факт 2) цей скаляр називають шляхом. Ці факти можна записати за допомогою триплету "об'єкт - атрибут – значення". Продукція буде мати вигляд:

ЯКЩО скаляр = (довжина - відношення - траєкторія)

ТО скаляр – назва – шлях.

Оскільки перший факт, на відміну від другого, містить зв'язок між двома об'єктами "скаляр" та "довжина", то для його запису використано предикат "дорівнює". Предикати вживаються також для запису зовнішніх дій на об'єкти, математичних операцій, тощо.

Проведена раніше класифікація визначень понять допомагає будувати продукційні правила. У дисертації детально розглянуто процес побудови правил для різних типів визначень. Наведено алгоритм побудови бази знань продукційним методом. У додатку наведений повний перелік продукцій з кінематики.

З точки зору діяльнісного підходу, висновок про знання навчаємого необхідно робити лише за результатами виконання їм яких-то дій з цими знаннями, оскільки знання пов'язані з тими чи іншими вміннями. Засвоїти знання – значить не тільки пам'ятати (репродуктивний рівень), а й розуміти, вміти користуватися. Одним з проявів розуміння є здатність пояснювати. Сформувати у студента здатність пояснювати можна за допомогою залучення його до побудови продукцій. Це є елементом навчального процесу, при застосуванні якого викладач вимагає від студента, щоб він перефразував визначення, виділив суттєві та несуттєві, загальні та відмітні, необхідні та достатні ознаки поняття, тобто не просто завчив визначення, а зрозумів його.

Вміння визначати місце кожного поняття у системі предметних понять особливо важливе для вчителя, тому що під час встановлення

асоціативних зв'язків між поняттями, майбутні вчителі вчаться виділяти субмножини понять, тобто ті поняття, без знання яких неможливе подальше навчання учня.

Третій розділ присвячено використанню у навчанні експертних систем (ЕС). Розглянуті недоліки оболонки BESS з точки зору можливості її застосування до діагностики знань/вмінь навчаємих. Запропонована удосконалена методика побудови діагностуючих ЕС на базі BESS, та описані алгоритми побудови діагностуючих та плануючих ЕС. Практична реалізація цих алгоритмів наведена у додатках.

Побудова баз знань ЕС – це ще одна форма роботи навчаємого з навчальним матеріалом. На базі цього підходу запропоновано принципово новий підхід до діагностики знань/вмінь навчаємих, який базується не на відповідях навчаємих на запитання, поставлені викладачем, а на тих запитаннях, які навчаємі самі придумують при створенні баз знань. Різновидом діагностики за запитаннями є перевірка викладачем таблиць відповідності між явищами (гіпотезами) та ознаками (симптомами), що їх характеризують. При побудові діагностуючих ЕС можливі два підходи: базою для побудови може бути, по-перше, якийсь теоретичний матеріал, або, по-друге, задача. Якщо базою є задача, то при побудові ЕС треба розробити цю задачу на підзадачі, сумарний спектр яких покриває спектр початкової задачі, тобто визначити всі вміння, необхідні для її розв'язання, та скласти список теоретичних питань, відповіді на які навчаємий повинен знати, щоб він міг розв'язати початкову задачу і всі підзадачі.

При використанні оболонки BESS для побудови баз знань необхідно визначити апріорні ймовірності та ймовірності підтвердження та спростування гіпотез симптомами. В роботі запропоновано формули для розрахунків цих ймовірностей, як при побудові плануючих, так і при побудові діагностуючих ЕС.

Четвертий розділ дисертації присвячено організації педагогічного експерименту та аналізу його результатів. У ньому дається обгрунтування вибору методів дослідження. Детальний опис чисельних методів дослідження наведено у додатку. Наш вибір методів дослідження детерміновано особливостями задач, що вирішувались, та особливостями самого дослідження. Об'єктивні обставини не дозволяють провести експеримент з великою кількістю студентів, і, таким чином, одержати великий масив даних. Тому ми використали спектр методів, що дають об'єктивні результати на масивах невеликого об'єму: спостерігання, самоаналіз, самооцінка, парне порівняння тощо.

Педагогічний експеримент щодо визначення ефективності застосування сучасних інформаційних технологій до професійної підготовки вчителів фізики проводився в ДонДУ з 1994 по 1998 рік. На протязі експерименту було визначено експериментальні та контрольні групи. В експериментальних групах професійна підготовка проводилась із застосуванням сучасних інформаційних технологій, а в контрольних – традиційно. На протязі експерименту ми змогли прослідкувати динаміку зростання формування основних знань та вмінь студентів з фізики та формування основних професійних якостей майбутніх вчителів фізики.

Оцінювались такі знання та вміння студентів–фізиків: а) знання фізичних визначень; б) вміння встановлювати необхідні та достатні ознаки понять; в) вміння аналізувати поняття та відношення між ними; г) знання іншого конкретного матеріалу (закони, теореми, принципи, постулати); д) вміння виділяти ті властивості та якості, які є суттєвими для перетворення об'єктів навчальної діяльності (орієнтовна частина способу дії); е) вміння виробляти план виконання перетворення об'єкту (орієнтовка на виконавчу частину способу дії); ж) вміння перетворювати об'єкт (виконавча частина способу дії); з) вміння співвідносити продукт дії з поставленою перед навчаємим задачею (контрольна частина способу дії).

Оцінки сформованості основних знань та вмінь були також проведені для студентів контрольних груп. У переважній більшості випадків вони нижчі, ніж у студентів експериментальних груп. Тобто, застосування сучасних інформаційних технологій сприяє формуванню вище названих знань та вмінь. Цей висновок підтверджується також результатами складання іспитів з фізики (табл. 1).

Таблиця 1.

Результати складання іспитів з фізики
студентами–першокурсниками (1995/96 навчальний рік)

Навчальна дисципліна	Експериментальна група		Контрольна Група	
	Середній балл	Якість знань	Середній балл	Якість знань
Механіка	3,2	17%	3,2	17%
Молекулярна фізика	3,7	33%	3,3	17%

У 1994/95 навчальному році сучасні інформаційні технології при вивченні фізики застосовувались лише у другому семестрі. При цьому спостерігалось достовірне поліпшення екзаменаційних результатів

(порівняно з першим семестром). Це було визначено за допомогою методу χ^2 ("хі-квадрат"). Ми отримали значення $\chi^2 = 4{,}2 > 3{,}8$, де 3,8 – це табличне значення для рівня достовірності 5 %. Таким чином, застосування сучасних інформаційних технологій сприяє підвищенню успішності.

При підготовці вчителів фізики з 1994 року введено спеціалізацію "Комп'ютерні технології навчання", у рамках якої читається курс "Дидактичне проектування комп'ютерних технологій навчання". При вивченні цього курсу від студента вимагається виділити матеріал з фізики, який він використовує при розгляді сучасних інформаційних технологій; встановити асоціативні зв'язки між тими предметними поняттями, які входять до цього матеріалу; конкретизувати зв'язки між цими поняттями, побудувавши фрагменти продукційних баз знань; розробити прості плануючі та діагностуючі ЕС з вибраної теми.

При виконанні цих завдань одним з побічних продуктів діяльності є такі професійні знання та вміння: а) вміння визначати місце даного поняття у системі фізичних понять; б) розуміння навчального матеріалу; в) вміння встановлювати необхідні та достатні ознаки поняття; г) вміння виділяти суттєве та несуттєве у навчальному матеріалі; д) вміння задавати навідні питання; е) вміння розбивати задачі на підзадачі. Аналіз оцінки та самооцінки сформованості цих знань/вмінь показав, що на початку експерименту для навчаємих характерна підвищена самооцінка. Це ми пов'язуємо з тим, що у студентів ще немає еталонів, які б дозволили їм аналізувати свою діяльність. Наприкінці вивчення курсу самооцінка і оцінка діяльності студентів майже збігаються, що свідчить про формування у студентів навичок аналізу своєї діяльності. Крім того, при цьому підвищилась оцінка сформованості цих вмінь. Цей результат підтверджується критерієм знаків.

Основні висновки та результати дослідження можна сформулювати таким чином:

1. На основі аналізу наукової літератури з дидактики, психології, штучного інтелекту показано, що теоретичною основою застосування сучасних інформаційних технологій у навчанні повинні бути методи інженерії знань. У той же час, відсутні методологічні і методичні основи розробки і застосування сучасних інформаційних технологій у процесі формування предметних і професійно значимих знань і умінь майбутніх учителів фізики.

2. За допомогою методів представлення знань проведені аналіз і класифікація елементів структури навчального матеріалу на прикладі фізики; розроблено методику встановлення ієрархії понять предметної

галузі і побудови піраміди фізичних понять; установлений характер зв'язків між поняттями предметної галузі; розроблені принципи й алгоритм побудови продукційної бази знань з фізики.

3. Розроблено методологічні і методичні засади підготовки учителя фізики до використання структурування понять предметної галузі у своїй професіональній діяльності.

4. Розглянуто побудову баз знань експертних систем як одну з форм навчальної діяльності і розроблені принципи й алгоритми побудови діагностуючих і плануючих експертних систем.

5. Запропонований новий підхід для діагностики знань/умінь майбутніх учителів фізики на основі питань, що складаються самими навчаємими при побудові баз знань експертних систем. Розроблено методологічні і методичні основи технології використання експертних систем при підготовці вчителя фізики.

6. Експериментально підтверджено, що вивчення фізики з використанням сучасних інформаційних технологій сприяє: кращому розумінню студентами навчального матеріалу; прискоренню формування всіх частин способу дії; виробці якостей, які дозволяють виконувати найважливіші професіональні функції вчителя.

Результати роботи дозволяють провести ряд нових досліджень по розвитку сучасних інформаційних технологій. Наприклад, методи структурування понять можуть бути узагальнені на фізичні процеси і закони. На основі побудованої структури навчального матеріалу може бути розроблена система навігації навчального гіпертексту. Розроблене представлення фізичних знань може бути використане при створенні інтелектуальних навчаючих систем.

За результатами досліджень, представлених в дисертації, опубліковано 10 робіт, які відображають її основний теоретичний і практичний зміст.

1. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Структурирование понятий предметной области с помощью методов представления знаний // Искусственный интеллект. - 1996. - N 2. - С. 29 - 52 (дисертанта - 0,6 друк. арк.).

2. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение путем построения баз знаний для экспертных систем // Искусственный интеллект. - 1998. - № 2. - С. 42 - 48 (дисертанта - 0,4 друк. арк.).

3. Atanov G., Pustynnikova I. Expert Systems Design Using the Bayesian Expert System Shell for Learning Physics // New Media and Telematic Technologies for Education in Eastern European Countries / Eds. P.A.M. Kommers, A.M. Dovgiallo, V.A. Petrushin, P.L. Brusilovsky. -

Enschede: Twente University Press, 1997. - Pp. 215 - 219 (дисертанта - 0,2 друк. арк.).

4. Пустынникова И.Н. Методология конструирования диагностирующей экспертной системы (на базе оболочки BESS) // Вісник Донецького університету. - Серія А. Природничі науки. - 1998. - № 1. - С. 182 - 187 (0,3 друк. арк.).

5. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Диагностика знаний / умений с помощью экспертных систем: Учебное пособие для студентов физического факультета. - Донецк: ДонГУ, 1997. - 64 с. (дисертанта - 2,5 друк. арк.).

6. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Создание экспертных систем с помощью BESS // Международная конференция "Знания - Диалог - Решение". Сборник научных трудов. - Том 2. - Крым, Ялта, 1995. - С. 315 - 323 (дисертанта - 0,6 друк. арк.).

7. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Применение методов искусственного интеллекта при обучении (с иллюстрацией по физике) // Современные проблемы дидактики высшей школы: Сб. избр. трудов Междунар. конф. - Донецк: ДонГУ, 1997. - С. 71 - 87 (дисертанта - 0,8 друк. арк.).

8. Atanov G.A., Pustynnikova I.N. Representation and Structuring of Domain Knowledge by the Semantic Networks and Productions Methods // Proceedings of the 8th International Conference: Meeting the Challenge of the New Technologies. - Sozopol, Bulgaria, 1997. - Pp. 392 - 393 (дисертанта - 0,08 друк. арк.).

9. Atanov G.A., Pustynnikova I.N. An Experience of Application of the Expert System for Diagnostics in Molecular Physics // East-West International Conference. Computer technologies in education. Proceedings. - Part 2. - Crimea, Ukraine, 1994. - P. 119 (дисертанта - 0,07 друк. арк.).

10. Пустынникова И.Н. Определение вероятностей подтверждения и опровержения гипотезы при диагностике знаний/умений // Компьютерные программы учебного назначения: Тез. докл. III Междунар. конф. - Донецк: ДонГУ, 1996. - С. 36 (0,07 друк. арк.).

Пустинникова І.М. Сучасні інформаційні технології в підготовці вчителя фізики. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізики). – Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, Київ, 1999.

Розглянуто навчання як процес здобуття знань. Запропоновані нові види навчальної діяльності: шляхом структурування понять та шляхом побудови баз знань для ЕС. Розроблено методологічні і методичні засади

підготовки вчителя фізики до використання структурування понять предметної галузі у своїй професіональній діяльності. Запропонований принципово новий підхід для діагностики знань/умінь студентів на основі питань, що складаються самими студентами при побудові баз знань ЕС. Розроблено технологію використання ЕС при підготовці вчителя фізики. Експериментально підтверджено, що застосування сучасних інформаційних технологій сприяє: кращому розумінню студентами навчального матеріалу; прискоренню формування всіх частин способу дії; виробці якостей, які дозволяють виконувати найважливіші професіональні функції вчителя.

Ключові слова: навчання; фізика; структурування; асоціативні мережі; продукційні правила; експертні системи; діагностика знань / вмінь; бази знань.

Пустынникова И.Н. Современные информационные технологии в подготовке учителя физики. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения (физики). – Национальный педагогический университет им. М.П. Драгоманова, Киев, 1999.

При резком увеличении объема информации в учебном процессе усложняется основная задача преподавателя – управление обучением с использованием обратной связи на основе детальной диагностики знаний и умений учащихся, выявления причин возникновения у них ошибок и разработки способов их устранения. Помощь в эффективном решении этой основной задачи могут оказать методы извлечения, хранения и представления знаний, являющиеся предметом инженерии знаний – одной из ветвей искусственного интеллекта. Использование этих методов позволяет глубже понять структуру предметных знаний, установить связи между предметными понятиями.

В первой главе диссертации рассмотрены теоретические принципы применения современных информационных технологий в обучении; рассмотрено обучение как с точки зрения психологии и дидактики, так и с точки зрения искусственного интеллекта. Описаны различные модели обучаемого, в частности, предметная модель по физике. Предложена концепция учения как процесса извлечения знаний, которая перекликается с деятельностным подходом к обучению. Рассмотрены модели представления знаний и различные виды экспертных систем (ЭС). Рассмотрены основы применения информационных технологий в обучении.

Во второй главе диссертации рассмотрена структура учебного материала. Выделены основные его элементы, к которым относятся законы, постулаты и определения. Проведена классификация определений.

Во время обучения, с точки зрения информационных технологий, обучаемый использует процедуру извлечения знаний из эксперта-преподавателя, но чаще процесс обучения является процессом извлечения знаний из текстологических источников. Первым шагом извлечения знаний является выделение понятийной структуры текста, т.е. понятий и связей между ними. Для того, чтобы преподаватель мог управлять процессом формирования системы понятий в сознании учащегося, необходимо, чтобы связи между отдельными понятиями были установлены самим преподавателем в учебном материале.

Процесс формирования понятий является иерархическим. Для усвоения самых простых предметных понятий необходимо знание понятий бытового уровня или понятий из других областей науки. Эти понятия мы назвали понятиями нулевого уровня, а простейшие предметные понятия – понятиями первого уровня. Далее, опираясь на понятия нулевого и первого или только первого уровня обучаемый усваивает более сложные предметные понятия, называемые понятиями второго уровня, и т.д. Рассматривая связи, существующие между понятиями на уровне определений, можно построить иерархическую структуру, в которой каждое понятие занимает место на одном из уровней. Если лишь констатируется факт наличия связи между понятиями, то построенная структура называется ассоциативной сетью. Для выявления характера и представления связей между понятиями используется продукционный способ представления знаний. Проведенная ранее классификация определений помогает построить продукционные правила. Приводится алгоритм построения базы правил продукционным методом. Рассмотрено структурирование понятий, как вид учебной деятельности. В приложении приведена структура курса "Механика" и база продукционных правил по кинематике.

Третья глава посвящена использованию в обучении ЭС. Обоснована целесообразность применения теоремы Байеса при построении диагностирующих и планирующих ЭС, рассмотрены недостатки оболочки BESS с точки зрения ее пригодности для диагностики знаний/умений обучаемых. Предложена усовершенствованная методика построения диагностирующих ЭС. Для определения априорных вероятностей и вероятностей подтверждения и опровержения гипотез симптомами предложены соответствующие формулы. Разработаны алгоритмы построения диагностирующих и планирующих ЭС. Рассмотрено построение баз знаний, как вид учебной деятельности. Предложен принципиально новый подход для диагностики знаний/умений обучаемых, который основывается не на ответах учащихся, а на тех вопросах и заданиях, которые составляют сами обучаемые при построении ЭС.

Четвертая глава посвящена организации педагогического эксперимента и анализу его результатов. В ходе эксперимента были

выделены экспериментальные и контрольные группы. В экспериментальных группах подготовка учителей физики проводилась с применением современных информационных технологий, а в контрольных – традиционно. В ходе эксперимента прослеживалась динамика формирования основных знаний и умений будущих учителей физики. Для определения эффективности применения современных информационных технологий при подготовке учителей физики использовался спектр методов, которые дают объективные результаты на массивах небольшого объема: метод парного сравнения, метод "хи-квадрат", биномиальный критерий (критерий знаков). По результатам эксперимента все методы позволяют утверждать, что применение современных информационных технологий при подготовке учителей физики повышает эффективность обучения.

Ключевые слова: обучение; физика; структурирование; ассоциативные сети; продукционные правила; экспертные системы; диагностика знаний / умений; базы знаний.

Pustynnikova I.N. Modern informational technologies as a tool for preparation of physics teachers. - Manuscript.

Candidate of Pedagogical thesis, specialisation 13.00.02 - "theory and methods of teaching Physics". – M.P. Dragomanov National Pedagogical University, Kyiv, 1999.

Learning as a process of extraction of knowledge is considered. Two new kinds of learning are offered: by a way of structuring the domain concepts and by construction of the knowledge bases for expert systems (ES). Methodological and methodical proofs of preparation of physics teachers to the use of structuring the domain concepts for their professional activity are developed. A new approach for diagnostics of knowledge/skills, based on questions asked by students will constructing the ES knowledge bases is proposed. A technology of the use of ES for preparation of the teacher of physics is developed. It is confirmed experimentally that the use of modern information technologies promote to: best understanding the educational material by the students, acceleration of formation of all parts of the way of actions; formation of qualities, which allow to execute major professional functions of the teacher.

Key words: learning; physics; structuring; associative nets; production rules; expert systems; diagnostics of knowledge / skills; knowledgebases.