

**Національна академія наук України
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова**

МУШАК Андрій Ярославович

УДК 681.3

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИСТАНЦІЙНОГО
НАВЧАННЯ В ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЯХ**

01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

**Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Київ – 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України.

Науковий керівник доктор фізико-математичних наук, професор,
Проватар Олександр Іванович,
Київський національний університет
імені Т. Шевченка, завідувач кафедри інформаційних систем.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук, професор,
член-кореспондент НАН України,
Перевозчикова Ольга Леонідівна,
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України,
завідуюча відділом автоматизації програмування,

кандидат фізико-математичних наук,
Дерецький Валентин Олександрович,
Інститут програмних систем НАН України,
провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу
автоматизованих інформаційних систем.

Провідна установа: Інститут космічних досліджень НАН України та
Національного космічного агентства України.

Захист відбудеться «___» _____ 2004 р. о (об) ___ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 26.194.02 при Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова
НАН України за адресою:

03680 МСП Київ-187, проспект Академіка Глушкова, 40.

З дисертацією можна ознайомитися у науково-технічному архіві інституту.

Автореферат розісланий «___» _____ 2004 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

СИНЯВСЬКИЙ В.Ф.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток інформаційного суспільства характеризується підвищеними вимогами до рівня освіченості кожного його члена. Оскільки освіта створює фундамент розвитку будь-якої держави, то вона належить до стратегічно найважливіших напрямків впровадження телекомунікаційних та інформаційних технологій в Україні. Поступовий перехід до високоінтелектуального виробництва, невпинний розвиток інформаційних технологій, який супроводжується впровадженням їх у повсякденність і, загалом, зростання темпу життя вимагає від кожної особистості постійного вдосконалення набутого рівня знань та оволодіння кардинально новими знаннями. Іншими словами, мова йде про необхідність навчання протягом усього життя.

Для розв'язання окресленої глобальної задачі прийнятливими є всі доступні засоби. Маємо на увазі як традиційні, так і новітні форми навчання. Серед останніх чільне місце належить дистанційному навчанню через глобальні комп'ютерні мережі, оскільки воно має ряд істотних переваг в контексті сьогоденної ситуації порівняно із традиційним:

- забезпечує індивідуальний вибір траєкторії навчання: режиму, часу й швидкості;

- забезпечує постійний доступ студентів¹ до навчальних матеріалів;

- забезпечує постійний контакт з викладачем – студент може в будь-який момент звернутися до викладача за допомогою;

- дає можливість залучити закордонних викладачів. Використовуючи мережу Інтернет, вони можуть навчати одночасно всіх бажаючих з різних країн світу. Викладачам не потрібно переїжджати з країни в країну для проведення лекцій;

- забезпечує постійне спілкування між студентами з метою як обговорення поточних питань в ході опрацювання навчального матеріалу, так і для контактування за взаємними інтересами;

- привносить економічний ефект – збільшення кількості студентів не вимагає суттєвих додаткових витрат.

Технології дистанційного навчання знаходяться в стадії інтенсивного розвитку. Ряд важливих результатів, що стосуються розробки моделей, методів та технологій належать О.М. Довгялло, В.Н. Кухаренко, В.М. Томашевському, П. Коммерсу, І. Станчеву, Я. Вібе та іншим.

Ключовою задачею, що її вирішують сьогодні є створення методології, яка б містила, з одного боку, методи підвищення технологічності при моделюванні

¹ У даному реченні й далі, під словом „студент” слід розуміти кожного, хто навчається за програмою дистанційного курсу (наприклад, сюди відносяться учні середніх шкіл, студенти вузів, особи, які проходять перекваліфікацію, підвищують свій рівень знань та ін.).

процесів дистанційного навчання, а з іншого – методи дослідження та аналізу ефективності розглядуваного виду навчання.

У дисертаційній роботі пропонується ряд моделей, методів та методик, які, в цілому, дозволяють говорити про створення елементів методології побудови курсів дистанційного навчання (КДН). Саме в цьому, а також у можливості використання в рамках запропонованого підходу різних технологій проектування та створення програмного забезпечення (в тому числі об'єктно-орієнтованих) і полягає актуальність роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з планами науково-технічних робіт у рамках тем: „Розробка і використання засобів телематики у науці та навчанні” (ДП.105.01), „Створення Національного центру гнучких дистанційних технологій навчання на базі Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН України, Міністерства освіти та науки України” (ДП.105.02), „Розробити комплекс програмно-технічних засобів для впровадження дистанційних технологій навчання, підвищення кваліфікації, підготовки та перепідготовки кадрів” (ДП.105.03).

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження – розробка елементів методології побудови інтерактивних дистанційних мультимедійних програм навчального призначення. Відповідно до поставленої мети в дисертаційній роботі ставляться й вирішуються такі задачі досліджень:

- розробити модель системи гнучкого дистанційного навчання (СГДН);
- розробити підхід до застосування елементів технології композиційно-структурного моделювання (КСМ-технології) в КДН;
- розробити математичні методи оцінки ефективності КДН та математичні моделі навчаючих курсів;
- дослідити оптимізаційні проблеми, що виникають при побудові КДН;
- розробити методіку послуговування засобами інтерактивної мультимедіа в дистанційному навчанні.

Об'єкт дослідження – процес дистанційного навчання (ПДН).

Предмет дослідження – узагальнений КДН.

Методи дослідження. У роботі використані підходи об'єктно-орієнтованого моделювання, за допомогою яких змодельована СГДН, методи математичної статистики, булевої алгебри, теорії оптимізації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у досягненні таких результатів:

- уперше розроблена функціональна модель СГДН, яка дозволила генерувати програмні коди об'єктних класів при побудові КДН; запропоновано методіку використання засобів інтерактивної мультимедіа в КДН;

– уперше розроблений підхід щодо використання КСМ-технології при розробці фрагментів КДН і запропонована математична модель з алгоритмами знаходження розв’язків задач при побудові навчаючих програм за КСМ-технологією;

– запропоновано нові статистичні моделі для оцінки ефективності КДН;

– побудовано математичні моделі задач для оптимізації апаратних і програмних ресурсів комп’ютерних систем при розробці КДН.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень покладено в основу таких практичних розробок: „Курс комунікаційних та інформаційних технологій” (<http://www.dlab.kiev.ua/cit/start.htm>), „Курс англійської мови для вчителів середніх шкіл” (<http://www.dlab.kiev.ua/edl/welcome.htm>), „Финансы предприятий” (<http://boy.dlab.kiev.ua/Finances&Credit/Pages/title.htm>), а також „Інтерактивна навчальна програма для викладачів з використанням телематики в дистанційному навчанні:

1. Проектування дистанційних навчальних курсів.

2. Мультимедіа в дистанційних навчальних курсах на основі WWW.

3. Основи Інтернету.” (<http://boy.dlab.kiev.ua/PRJ/3kursu/first.html>).

Розроблена методика послугоування засобами інтерактивної мультимедіа в КДН повністю готова до практичного використання науковими працівниками, розробниками навчальних програм та іншими спеціалістами.

Результати досліджень використовувалися й використовуються у ході виконання робіт з тем: „Розробка і використання засобів телематики у науці та навчанні” (ДП.105.01), „Створення Національного центру гнучких дистанційних технологій навчання на базі Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН України, Міністерства освіти та науки України” (ДП.105.02), при реалізації міжнародних проектів – Copernicus Project #1445 ”Flexible and distant learning through telematics networks: a case for teaching English, and Communication and Information Technologies” та проекту ”Multimedia applications for educational telematics network” (EU - DG-XIII, INCO-Copernicus 1225).

Особистий внесок здобувача. Участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі полягає у побудові моделі СГДН засобами стандарту UML, у розробці методики використання інтерактивної мультимедіа, в запропонованому підході до побудови КДН із використанням КСМ-технології програмування. Робота є результатом самостійних досліджень автора.

Апробація роботи. Результати досліджень, які включені до дисертації, доповідались на Міжнародній конференції „Современные проблемы дидактики высшей школы” (Донецьк, 1997); I Міжнародній науково-методичній конференції „Методичні та організаційні аспекти використання

мережі ІНТЕРНЕТ в закладах науки та освіти (ІНТЕРНЕТ – ОСВІТА – НАУКА – 98)” (Вінниця, 1998); VI Українській науково-методичній конференції „Нові інформаційні технології навчання в учбових закладах України (НІТН-98)” (Одеса, 1999); VII Міжнародній науково-практичній конференції з дистанційної освіти „Дистанционное образование: открытые и виртуальные среды” (Росія, Москва, 1999); VIII Чеському семінарі щодо використання комп’ютерів у школі ”POSKOLE ’99” (Чеська Республіка, Lázně Sedmihorky, 1999); I Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі” (Ірпінь, 2000); Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих учених „Комп’ютери. Програми. Інтернет. 2003” (Київ, 2003); регіональному семінарі за темою „Багатомовність в Інтернет”; керуючому зібранні за проектом ЕС Сорепікус №1445 „Гнучке дистанційне навчання через комп’ютерні мережі: навчання англійській мові та комунікаційним і інформаційним технологіям” і наукових семінарах, які проходили у відділі „Діалогових та навчаючих систем” Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем.

Публікації. Результати дисертації опубліковано в чотирьох статтях наукових журналів, у матеріалах трьох конференцій та тезах однієї конференції.

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, п’яти розділів, висновків, одного додатку, має загальний обсяг 145 сторінок. Містить 49 рисунків, 11 таблиць, список використаних літературних джерел, що включає 101 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми дисертації, зазначено на зв’язок роботи з науковими темами, сформульовані мета і задачі досліджень, викладена наукова новизна одержаних результатів, описано практичне значення одержаних результатів, зазначено особистий внесок здобувача, констатовано, де результати дисертації пройшли апробацію та наведені короткі відомості про публікації.

У першому розділі зазначено роль інформаційних і комунікаційних технологій в освіті та загальні тенденції використання в ній комп’ютерних засобів. Підкреслена значимість дистанційного навчання на основі глобальних комп’ютерних комунікацій на сучасному етапі розвитку суспільства; за допомогою цього напрямку в освіті представляється можливим вирішити питання безперервного навчання.

Зазначено ступінь впровадження дистанційного навчання в Україні. Проаналізовано ряд доступних курсів щодо рівня використання в них мультимедіа та вирішуваних за допомогою неї задач. Особлива увага звернута

на реалізацію в курсах комунікативної функції, оскільки від рівня якості взаємодії типу „викладач-студент” залежить ефективність дистанційного навчання загалом.

Розглянута еволюція систем дистанційного навчання, що її представляють у вигляді трьох генерацій.

У контексті програм навчального призначення дана коротка характеристика понять „мультимедіа” та „інтерактивна мультимедіа”.

Розглянуто види інтерактивності, а також інтерактивні засоби, що зазвичай використовують в курсах та цілі використання цих засобів та запропоновано два підходи щодо побудови курсів дистанційного навчання.

У другому розділі описано методику послуговування засобами інтерактивної мультимедіа для подання навчального матеріалу дистанційного курсу, методику застосування розглядуваних засобів для організації взаємодії студентів і викладача в дистанційному навчанні та методику використання цих засобів у навчальному середовищі. Кожна із них дає відповіді на такі запитання:

- для чого конкретно потрібно використовувати засоби інтерактивної мультимедіа, вирішуючи розглядувану дидактичну задачу?

- як правильно ними послуговуватися студентові і/або викладачеві?

- яких правил треба дотримуватися, щоб грамотно використовувати той чи інший засіб у ситуаціях, які найчастіше зустрічаються?

Як відомо, виучуваний матеріал дистанційного курсу складається з двох блоків, які спрямовані на донесення знань студентові та контролювання отриманих ним знань. Студент отримує знання опрацьовуючи лекційний матеріал. Під час виконання такого виду роботи студент здійснює ряд дій, які в кінцевому рахунку зводяться до послуговування такими засобами інтерактивної мультимедіа: гіпертекстом, графічними зображеннями, аудіо- та відеофрагментами, аудіо- та відеоконференцією. Розгляд кожного із цих засобів йде через призму вищезазначених ключових питань методики.

Перевірка засвоєння студентом знань передбачає проходження ним ряду контролюючих стадій. До них відносять тестування, вирішення завдань, виконання практики.

Під тестом розуміють завдання, що являє собою сукупність запитань, до кожного з яких дається список відповідей, одна з яких є правильною. Користувачеві пропонують вибрати правильну, на його думку, відповідь.

Завдання передбачають відшукування студентом розв’язку проблеми на основі вивченого матеріалу. Студентові не нав’язують метод вирішення завдання.

Практика – це чітко сформульований покроковий набір команд, призначений для виконання студентом, в основу якого покладено принцип „Вам необхідно зробити ...”.

Способи послуговування студентом засобами інтерактивної мультимедіа під час опрацювання ним навчального матеріалу подані у табл. 1.

Таблиця 1

Послуговування засобами інтерактивної мультимедіа для представлення навчального матеріалу

Дидактична ціль представлення навчального матеріалу	Засіб досягнення дидактичної цілі	Спосіб роботи студента з навчальним матеріалом	Засоби інтерактивної мультимедіа, які використовує студент для роботи з навчальним матеріалом
Донести знання до студента	Лекція	Читає	Гіпертекст
		Візуально сприймає	Графічні зображення, відеофрагменти
		Слухає	Аудіофрагменти, аудіоконференція
		Одночасно слухає і візуально сприймає	Відеофрагменти, відеоконференція
		Здійснює переходи на інші інформаційні ресурси	Гіпертекст, графічні зображення, відеофрагменти
Проконтролювати отримані студентом знання	Тести	Із списку відповідей для кожного запитання вибирає правильну відповідь	Гіпертекст, графічні зображення, аудіофрагменти, відеофрагменти, текстова конференція, аудіоконференція, відеоконференція
	Завдання	Знаходить розв'язок завдання. Спосіб знаходження розв'язку не оговорений	Гіпертекст, графічні зображення, відеофрагменти, аудіофрагменти
	Практика	Покроково виконує запропоновані вказівки	Гіпертекст, графічні зображення, аудіофрагменти, відеофрагменти

Отримання студентом знань за допомогою опрацювання навчального матеріалу передбачає не тільки його індивідуальну роботу, що зводиться до усвідомлення лекційного матеріалу, який є набором WWW-сторінок. Навіть у такому виді діяльності має місце взаємодія з викладачем (наприклад, в ході проведення аудіо- чи відеолекцій). Ідеєю найтіснішої взаємодії просякнутий будь-який дистанційний курс, що розробляється сьогодні на основі глобальних комп'ютерних комунікацій.

Взаємодія між студентом та викладачем у розглядуваному виді навчання має найвищий пріоритет, оскільки природа такого навчання, і що найголовніше – його ефективність визначаються активною участю викладача у процесі здобуття знань студентом.

Дана взаємодія має декілька видів: багаторазова взаємодія; строго детермінована (трьохетапна) взаємодія; колаборативна взаємодія; кооперативна взаємодія.

Багаторазова взаємодія – це вид взаємодії, який використовує студент з метою:

- отримання допомоги від викладача;
- висловлення своєї точки зору щодо представлення навчального матеріалу курсу;
- аналізування (виходячи з власної ініціативи) за змістом деякої частини навчального матеріалу курсу.

Строго детермінована взаємодія – це вид взаємодії, який з метою перевірки засвоєння студентом знань, передбачає виконання трьох етапів своєї реалізації:

- пропозиція викладача (ініціатора взаємодії) студенту пройти контролюючий етап;
- пересилання студентом викладачеві результатів проходження контролюючого етапу;
- повідомлення викладачем студенту результату оцінювання проходження контролюючого етапу.

Колаборативна взаємодія – це один із видів взаємодії, що полягає у реалізації студентами спільного проекту з метою закріплення навчального матеріалу.

Кооперативна взаємодія – це один із видів взаємодії, що зводиться до спільного вирішення студентами, на основі пропозиції викладача з метою закріплення навчального матеріалу, однієї і тієї ж задачі.

Таблиця 2 представляє шляхи послуговування студентом і викладачем засобами інтерактивної мультимедіа в ході реалізації взаємодії.

Таблиця 2

Послугування засобами інтерактивної мультимедіа для організації взаємодії

Вид взаємодії	Дидактична ціль взаємодії	Засоби інтерактивної мультимедіа, які використовують для взаємодії
Багаторазова взаємодія	Отримання студентом допомоги від викладача в ході опрацювання матеріалу лекції, який представлений за допомогою гіпертексту, графіки, аудіо- та відеофрагментів	Текстова конференція
	Отримання студентом допомоги від викладача після проведення лекції за допомогою аудіо- чи відеоконференції	Аудіоконференція, відеоконференція
	Отримання студентом допомоги від викладача під час тестування, вирішення завдань, виконання практики чи після отримання від викладача результатів тестування, оцінення розв'язку завдання чи виконання практики	Текстова конференція, аудіоконференція, відеоконференція
Строго детермінована (трьохетапна) взаємодія	Проходження студентом контролюючих етапів	Текстова конференція, аудіоконференція, відеоконференція
Колаборативна взаємодія	Виконання студентами робіт з метою закріплення навчального матеріалу: реалізація спільних проєктів, колективне вирішення задач тощо	Текстова конференція, аудіоконференція, відеоконференція
Кооперативна взаємодія		

Для того, щоб забезпечити оптимальне функціонування розглянутих взаємодій у всіх їх проявах і гарантувати ефективність ПДН в цілому, необхідне єдине середовище, яке було б дружнім для студента та викладача і за допомогою якого можна було б адмініструвати навчальний процес, підтримувати комунікативні можливості в ході навчання, надавати системну допомогу.

Третій розділ присвячено побудові моделі СГДН. Використовуючи методику Рационального Уніфікованого Процесу змодельовано систему, здійснивши її об'єктно-орієнтований аналіз. Модель побудована за допомогою об'єктно-орієнтованого засобу на базі UML – Rational Rose, що є на сьогодні прогресивною технологією у моделюванні. В рамках цієї моделі проаналізовано ПДН з метою вироблення формальних вимог до програмної реалізації СГДН і змодельовано систему з функціональної точки зору, роблячи акцент на інтерфейсі користувача (студента).

У ході аналізу ПДН, за допомогою діаграми прецедентів, означено його дійові особи та встановлено варіанти використання СГДН. Акторами системи є: абітурієнт (кандидат у студенти), студент, викладач, адміністратор.

Крім цього вводиться актор „Користувач”, що є узагальнюючою сутністю для чотирьох даних. Актори взаємодіють із системою, з метою використання її у своїх цілях. Варіанти використання системи, згідно термінології мови UML, носять назву „прецеденти”. Прецедент – це опис множини послідовностей дій (включаючи варіанти), виконуваних системою для того, щоб актор зміг отримати певний результат. Прецеденти специфікують бажану поведінку системи, але нічого не говорять про те, як її досягнути.

Серед означених прецедентів детально розглянуті лише ті, які стосуються інтерактивної взаємодії між студентом, викладачем та адміністратором. Такий розгляд зводиться до побудови для кожного прецеденту діаграми діяльності, діаграми класів (задля опису документообігу ПДН), діаграм послідовностей і кооперації (задля встановлення сценаріїв функцій ПДН) і на завершення передбачає побудову діаграми станів (для моделювання поведінки об'єкта „Студент”).

Побудова моделі СГДН з функціональної точки зору передбачає встановлення варіантів використання програмної реалізації СГДН (за допомогою діаграми прецедентів) (рис. 1) і опис інтерфейсів студента СГДН та сценаріїв цього інтерфейсу (за допомогою діаграм класів, діяльності, послідовностей і станів). На діаграмі розглядувані прецеденти зафарбовані чорним кольором.

Проведене моделювання дозволило встановити, що інтерфейс студента програмної реалізації СГДН повинен:

– забезпечити взаємодію між основними учасниками ПДН з метою реалізації всіх видів взаємодії;

- давати змогу викладачеві реалізувати найрізноманітніші контролюючі активності;
- давати студентові свободу вибору щодо форми сприймання навчального матеріалу.

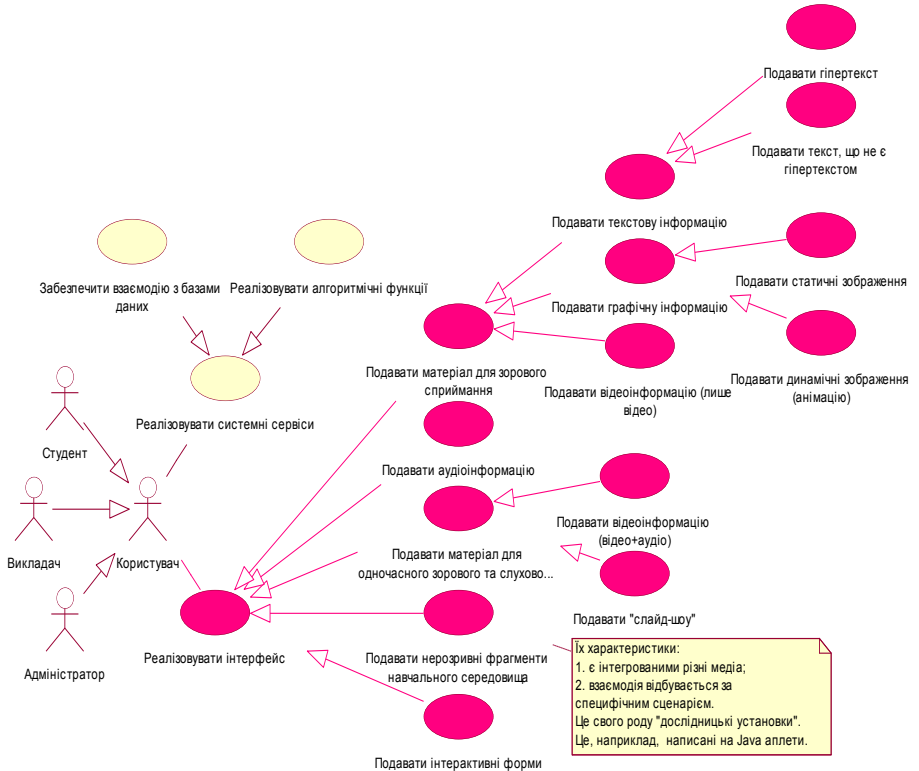


Рис. 1. Діаграма прецедентів „СГДН”. Функціональна модель системи

Генерація програмного коду (коду-каркасу) відбувається на основі діаграм класів. Нижче наведено приклад коду-каркасу мовою Java для класу „Запитання” на основі діаграми класів „Консультувати”.

```
public class Question
{
    public Student theStudent;
    public Tutor theTutor;
```

```
public ProtocolProkhodjennjaSpilkuvannja
theProtocolProkhodjennjaSpilkuvannja;
```

```
public Question()
{
}

/**
 * @roseuid 3DC9309B008C
 */
public boolean create()
{
}
}
```

Крім цього, у даному розділі досліджені питання застосування методів математичної статистики до проблематики дистанційного навчання. Дані методи доцільно залучати для аргументації як вибору предмета, який може бути опанований дистанційно, так і програми, за якою цей предмет має викладатися. Поточний контроль за перебігом навчального процесу та оцінювання динаміки навчання студентів можна здійснювати, включивши блок елементарної статистичної обробки результатів як сервісний до КДН.

Для вирішення такого типу задач використовується апарат перевірки статистичних гіпотез. Вхідною інформацією є як результати поточного анкетування, так і оцінювання викладачами досягнень студентів.

Сформульовано декілька постановок можливих задач, розв'язок яких може бути корисним при розробці чи застосуванні КДН, а потім коротко наведені і обґрунтовані статистичні критерії, які доцільно залучити до визначення бажаного результату.

Під нульовою гіпотезою H_0 мається на увазі гіпотеза про відсутність значимості відмінності оцінки ознаки за різними групами, що співставляються. Відповідно альтернативна гіпотеза H_1 є гіпотезою про значимість відмінності. У випадку ненаправлених гіпотез виконується перевірка того, чи значення ознак є різним, а при направлених гіпотезах – чи показник за першою групою перевищує показник за другою групою. Найчастіше значимість останньої відмінності є бажаним результатом, оскільки вказує на наявність прогресу показника і напрямок удосконалення, наприклад, КДН. Якщо порівнюються ознаки лише за двома групами, то в першій групі висновок виконується за представленою вибіркою $\{x_n\}_{n=1}^N$ або за утвореним на основі неї варіаційному ряді $x_1^*, x_2^*, \dots, x_N^*$, в другій групі – за вибіркою $\{y_m\}_{m=1}^M$ або за утвореним по ній варіаційному ряді $y_1^*, y_2^*, \dots, y_M^*$, причому значення ознаки за першою

групою у випадку направлених критеріїв припускається більшим, ніж за другою. При застосуванні рангових критеріїв для двох сукупностей за рядом значень $\{x_n, y_m\}_{n=1}^N \{m=1\}^M$ утворюють варіаційний ряд $\{z_k\}_{k=1}^{N+M}$. Значення номера k у варіаційному ряді $\{z_k\}_{k=1}^{N+M}$, яке відповідає відліку x_n чи y_m , є рангом цього відліку, відповідно $Rang(x_n)$ і $Rang(y_m)$. Якщо є декілька однакових z_k , ранг для відповідних їм відліків обчислюється як середнє номерів цих рівних між собою z_k . Ранги для співставлення більшої кількості вибірок обчислюються аналогічно. Через α позначено помилку першого роду, тобто ймовірність відхилення H_0 , коли вона є справедливою.

Наприклад, для задач порівняння успішності різних груп студентів; класифікації груп студентів, що вже навчалися, за результатами залікових тестувань; аналізу результатів опитувань груп студентів на етапі дослідної апробації курсів щодо вдалості вибраної форми подачі матеріалу і т. п. доцільним може бути використання

– Q-критерію Розенбаума: направлена гіпотеза H_0 (рівень $\{x_n\}_{n=1}^N$ не перевищує рівень $\{y_m\}_{m=1}^M$) відхиляється, якщо $Q \geq Q_\alpha(N, M)$, де $Q_\alpha(N, M)$ – критичне табличне значення для критерію Розенбаума, визначене для плинних значень N і M , $Q=S_1+S_2$, $S_1=\{\text{кількість } x_n^*, n=1,2,\dots,N, \text{ які більші за } y_m^*\}$, $S_2=\{\text{кількість } y_m^*, m=1,2,\dots,M, \text{ які менші за } x_n^*\}$. Необхідною є умова $N, M \geq 11$, $N \approx M$. Якщо Q-критерій Розенбаума не виявляє відмінності, доцільно додатково скористатися, наприклад, ϕ^* -критерієм Фішера;

– G-критерію знаків. Гіпотеза H_0 (переважаючий напрям зміни показників є випадковим) відхиляється, якщо $G \geq G_\alpha(v)$, де $G_\alpha(v)$ – критичне табличне значення для критерію знаків, визначене для плинного значення $v=\{\text{кількості пар } (x_n, y_n), \text{ таких, що } x_n \neq y_n\}$, G – кількість пар (x_n, y_n) , у яких напрям зміни значення x_n на y_n не є переважаючим;

– біноміального критерію m . Гіпотеза H_0 (частота наявності певної ознаки не перевищує наперед задану величину p) відхиляється, якщо $m \geq m_\alpha(N, m, p)$, де m – емпірична частота наявності ознаки у вибірці $\{x_n\}_{n=1}^N$, $m_\alpha(N, m, p)$ – критичне табличне значення біноміального критерію, яке залежить, крім рівня значимості α і об'єму вибірки N , також від співвідношення теоретичної p та емпіричної m частот.

В кінці розділу розглянуті прості модельні приклади розв'язування деяких із запропонованих задач.

У четвертому розділі описані елементи КСМ-технології з метою використання деяких з них для побудови КДН. Ця технологія дозволяє збільшити продуктивність праці розробників прикладних програмних систем (ППС) (що до них відносять і програми навчального призначення), покращити якість та надійність таких систем шляхом вироблення уніфікованих механізмів, моделей мов, методологій побудови ППС.

Монолітний спосіб проектування прикладних програм, а відтак, і наступного їх програмування, характерний для програмного забезпечення 1-го покоління. Складність і зростаюча вартість ППС дозволяє зробити висновок про недосконалість цього способу.

Технологічнішим принципом програмування є модульність, при якій програма проектується як деякий ланцюжок складових частин („цеглинок”), що одержали назву модулів. Кожна з таких „цеглинок” виступає як окрема програмна одиниця; її проектують автономно, автономно програмують і тестують, використовують у найрізноманітніших програмах, як складову частину, коли тільки за своїм функціональним призначенням модуль відповідає потребам. Модульність забезпечує структурну адаптацію алгоритма до розв’язуваної задачі, до нього можна підключати нові „цеглинки”, змінювати та поновлювати старі аж до конструювання цілком нового алгоритму.

Розглянуті концептуальні основи макромодульного програмування, а саме, опис синтаксичних моделей мов макромодульного середовища програмування та опис верифікації композиційних схем.

При побудові КДН за КСМ-технологією виникає ряд оптимізаційних проблем в цілому характерних для різних стадій розробки ППС. Зокрема, проблема вибору оптимального алгоритму в заданій множині конкуруючих алгоритмів при різних практично важливих припущеннях про властивості останніх може бути сформульована таким чином.

Нехай для розв’язання задачі $z_j \in Z$ визначена множина алгоритмів $A_j \subseteq A$, за допомогою яких ця задача може бути розв’язана. Алгоритмам $A_{ji} \in A$ поставлена у відповідність послідовність характеризуючих їх параметрів $\alpha_{ji} = \{\alpha_{ji}^k; k=1, \dots, q\}$. У множині A_j потрібно вибрати алгоритм A_{je} такий, щоб

$$\phi(\alpha_{je}, \gamma_{je}) = \text{ext}_i \phi(\alpha_{ji}, \gamma_{ji})$$

при деяких обмеженнях на α_{ji} .

Ця задача в загальному випадку є складною задачею багатокритеріальної оптимізації і з урахуванням потреб практики побудови КДН може набувати (прирівнюванням окремих параметрів a_k до нуля) різних часткових формулювань типу:

- серед усіх алгоритмів A знайти хоча б один алгоритм, за допомогою якого можна розв’язати дану задачу;
- у множині алгоритмів A знайти найефективніший за якимось одним показником, наприклад, за швидкодією для розв’язування даної задачі та інше.

Практичний інтерес викликає пошук такого алгоритму, всі показники якого найближче відповідали б вимогам користувача при розв’язуванні даної задачі.

П'ятий розділ є демонстрацією застосування елементів КСМ-технології в КДН. Зокрема, наведена низка прикладів послуговування розглядуваною технологією для реалізації навчальних завдань. Детально описано програмну реалізацію одного з прикладів – побудова графіків функцій. Суть цього завдання полягає у наданні можливості студентові вправлятися у побудові графіків таких функцій, які є композицією інших (простіших). Очевидним є те, що собою представлятимуть модулі для даної задачі в контексті КСМ-технології – це програми, які реалізують побудову графіка тієї чи іншої простої функції або ж їх композиції. До модулів відноситимемо й програму, що дозволяє відобразити графіки як набори пікселів, а також подає координатну площину із необхідною інфраструктурою.

Шукане програмове забезпечення написано мовою Java. Кожен модуль – це аплет. Для спрощення роботи послуговувалися інтегрованим середовищем програмування – Jbuilder 5 Personal.

Побудована математична модель навчаючої системи шляхом введення так званих функцій розширення $G_{\langle x^*, y^* \rangle}$ в просторі станів, визначенні операцій їх суми $G_{\langle x^*, y^* \rangle} + H_{\langle u^*, v^* \rangle}$, добутку $G_{\langle x^*, y^* \rangle} \circ H_{\langle u^*, v^* \rangle}$ та складної функції $R_{\langle r, s \rangle}(x)$, яка задається рекурсивною схемою:

$$R_{\langle r, s \rangle}(x) = G_{\langle x^*, y^* \rangle}(x) \mid R_{\langle r, s \rangle}(x) + H_{\langle u^*, v^* \rangle}(x) \mid R_{\langle r, s \rangle}(x) \circ H_{\langle u^*, v^* \rangle}(x) \mid H_{\langle u^*, v^* \rangle}(x) \circ R_{\langle r, s \rangle}(x).$$

Задачею на математичній моделі S називається пара станів $\langle x_0, y_0 \rangle$.

Складна функція $R_{\langle r, s \rangle}(x)$ називається розв'язком задачі $\langle x_0, y_0 \rangle$ на моделі S , якщо виконуються такі умови:

- 1) x_0 належить області визначення функції $R_{\langle r, s \rangle}(x)$, тобто $x_0 \in Z = \{z: z \geq r\}$.
- 2) $R_{\langle r, s \rangle}(x_0) \geq y_0$.

Показано, що для того, щоб функція $R_{\langle r, s \rangle}(x)$ була розв'язком задачі $\langle x_0, y_0 \rangle$, необхідно і достатньо, щоб виконувалась умова $x_0 \geq y_0 \bar{s} \vee r$.

Алгоритм побудови розв'язку задачі $\langle x_0, y_0 \rangle$ на моделі S зводиться до виконання такої послідовності кроків:

- 1) покласти $W_1 = \{ G^1_{\langle x(j), y(j) \rangle}(x): G^1_{\langle x(j), y(j) \rangle}(x) \in \mathfrak{I}, x(j) \leq x_0, j = 1, \dots, m_1 \}$;
- 2) нехай $G^1_{\langle x, y \rangle}(x) = \left(\sum_{j=1}^{m_1} G^1_{\langle x(j), y(j) \rangle}(x) \right)$ і $d_1 = G^1_{\langle x, y \rangle}(x_0)$, де

$$x = \bigvee_{j=1}^{m_1} x(j), \quad y = \bigvee_{j=1}^{m_1} y(j);$$

- 3) організуємо ітераційний процес побудови множин W_i таким чином:

$$W_i = \{G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^i(x) : G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^i(x) \in \mathfrak{A} \setminus \bigcup_{l=1}^{i-1} W_l, x(j) \leq d_{i-1}, j = 1, \dots, m_i\},$$

$$G_{\langle x, y \rangle}^i(x) = \left(\sum_{j=1}^{m_i} G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^i(x) \right) \text{ і } d_i = G_{\langle x, y \rangle}^i(d_{i-1}), x = \bigvee_{j=1}^{m_i} x(j), y = \bigvee_{j=1}^{m_i} y(j);$$

4) ітераційний процес зупиняється за умовою $W_i = \emptyset$;

5) якщо $W_i = \emptyset$ на $k+1$ кроці ітераційного процесу, то покласти

$$R_{\langle r, s \rangle}(x) = \left(\prod_{i=1}^k G_{\langle x, y \rangle}^i(x) \right).$$

Твердження і наведений алгоритм дозволяють строго розв'язувати задачі контролю правильності виконання завдань, зокрема побудови графіків функцій. Це досягається шляхом визначення умов, при яких заданий графік можна побудувати, а також усіх можливих способів побудови графіка, які одержуємо як різні (відносно комутативності) розв'язки задачі на формальній моделі.

Особливу увагу приділено організації програмового коду. Зокрема, враховуючи те, що модулі не є статичними одиницями, зазначено нюанси передачі даних між ними в ході застосування інтерфейсу AppletContent. Відомо, що взаємодія між аплетами, розташованими на одній HTML-сторінці передбачає лише звертання із одного з аплетів (аплет-клієнта) до методу, означеного в іншому аплеті (аплеті-сервері). В нашому випадку аплетом-сервером є аплет „Координатна площина”; решта аплетів – аплеті-клієнти. У кожному із аплетів-клієнтів є звертання до методу AddPoint(int Value_Of_Function, int red_Ingrad, int green_Ingrad, int blue_Ingrad) аплет-сервера. Це реалізується за допомогою контекста аплету.

```
appletServer=getAppletContext().getApplet("CoordinatePlane");
((Applet1) appletServer).AddPoint(y, red_Ingradient,
green_Ingradient, blue_Ingradient);
```

Метод AddPoint додає у масив значень функції нову точку. Вищенаведений фрагмент лістинга стверджує, що даний метод параметризований, передається не тільки значення функції, але й значення трьох величин типу int – складових кольору, що ним відобразатиметься графік. Після закінчення формування масиву значень виконується метод paint(), що є перекритий нами. Завдяки цьому висвітлюється новий графік.

Побудова графіків функцій вигляду $y = -(f(x))$, $y = f(|x|)$, $y = |f(x)|$,

$y = |f(x)|$ та $y = f_1(x) + f_2(x)$ передбачає отримання у відповідний аплет одного (`Value_Of_Function_Array_Second[]`) чи двох масивів (`Value_Of_Function_Array_First[]`, `Value_Of_Function_Array_Second[]`) значень функції задля наступної його (їх) обробки. Для цього в аплеті „Координатна площина” визначені нижченаведені методи.

```
public int[] get_Value_Of_Function_Array_Second() {
return Value_Of_Function_Array_Second;
}
```

```
public int[] get_Value_Of_Function_Array_First() {
return Value_Of_Function_Array_First;
}
```

Природа дії цих методів тривіальна; вони повертають масиви значень функцій. Далі, використовуючи контекст аплету, зчитуються ці дані, наприклад,

```
appletServer=getAppletContext().getApplet("CoordinatePlane");
Value_Of_Function_Array_Local=((Applet1)
appletServer).get_Value_Of_Function_Array_Second();,
```

після чого йде обробка масиву `Value_Of_Function_Array_Local`.

Розділ завершується розглядом реалізації інтерактивності в КДН „Розміщення продуктивних сил України”. Зазначено як і якими засобами інтерактивної мультимедіа представлений лекційний матеріал курсу, як організований контроль отриманих студентом знань та в чому полягають особливості дизайну курсу.

ВИСНОВКИ

Основними результатами роботи є:

1. За допомогою мови моделювання UML змодельована предметна область з акцентуванням уваги на інтерактивних засобах, за допомогою яких відбувається взаємодія користувачів із екземпляром системи дистанційного навчання та розроблена функціональна модель системи.
2. Запропоновані статистичні моделі для дослідження проблеми ефективності в дистанційному навчанні.

3. Розроблений підхід до побудови інтерактивних програм навчального призначення за допомогою КСМ-технології та продемонстровано на конкретному прикладі застосування КСМ-технології в курсах дистанційного навчання. Описані оптимізаційні задачі в моделях дистанційного навчання.

4. Побудована математична модель навчаючої системи та розв'язано ряд задач, що виникають в процесі навчання, зокрема в ході побудови графіків елементарних функцій.

5. Розроблена методика використання інтерактивної мультимедіа в курсах дистанційного навчання, яка представляє можливі шляхи послуговування інтерактивними мультимедійними засобами, об'єктами процесу дистанційного навчання.

6. На основі запропонованої методології побудований курс дистанційного навчання „Розміщення продуктивних сил України”, який використовувався для навчання студентів у Міжнародному університеті фінансів.

Зазначимо, що розроблені в дисертації підходи до моделювання різних процесів дистанційного навчання можуть бути основою інструментального середовища підтримки побудови курсів дистанційного навчання з урахуванням усього комплексу методологічних проблем, які при цьому виникають.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В ТАКИХ ПРАЦЯХ:

1. Довгялло О.М., Мушак А.Я. Телекомунікації для дистанційного навчання: використання інтерактивних засобів у навчальних програмах // Управляющие системы и машины. – 1998. – № 4. – С. 32–39.

Здобувач провів аналіз реалізації інтерактивності в існуючих дистанційних курсах.

2. Мушак А.Я. Телекомунікації для дистанційного навчання: впровадження дистанційних мультимедійних технологій у навчальних програмах // Управляющие системы и машины. – 1998. – № 5. – С. 83–92.

3. Мушак А.Я. Інтерактивна мультимедіа – невід’ємний атрибут сучасних технологій дистанційного навчання // Вестн. Херсонского гос. техн. ун-та. – 1999. – № 1. – С. 100–101.

4. Мушак А., Провотар О. Дистанційне навчання: від побудови моделей до генерації програмного коду // Вісн. Тернопільського держ. техн. ун-ту. – 2003. – 8. – Число 1. – С. 107–115.

Здобувачем запропоновано підхід до побудови КДН із використанням КСМ-технології програмування.

5. Мушак А. Методологія використання інтерактивної мультимедіа в дистанційному навчанні // Тези доп. Міжнар. наук.-практичної конф.

„Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі”. – Ірпінь. – 2000. – С. 319–320.

6. Мушак А. Использование коммуникационных и информационных технологий преподавателями // Мат. VII Междунар. конф. по дистанционному образованию „Дистанционное образование: открытые и виртуальные среды”. – М.: – 1999. – С. 190–197.

7. Мушак А.Я. Послугування мережевими ресурсами й сервісами й дистанційному навчанні на основі телематики // Мат. I Міжнар. наук.-методичної конф. „Методичні та організаційні аспекти використання мережі ІНТЕРНЕТ в закладах науки та освіти” (ІНТЕРНЕТ – ОСВІТА – НАУКА – 98). – 1. – Вінниця. – 1998. – С. 84–91.

8. Mushak A. Using the interactive multimedia in distance course “Communication and information technologies (CIT-course)” // Proc. Seminar about Computers in School POŠKOLE '99. – Lázně Sedmihorky (Czech Republic). – 1999. – P. 119–121.

Анотація

Мушак А.Я. Комп'ютерне моделювання процесів дистанційного навчання в Інтернет-технологіях. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи. – Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ, 2004.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню комплексу питань з методології побудови інтерактивних дистанційних мультимедійних програм навчального призначення, які функціонують в середовищі Інтернет.

Запропоновано новий підхід до створення курсів дистанційного навчання на основі принципу „модульності”, коли будь-який елемент методології є відносно незалежною одиницею та розроблені моделі оцінки ефективності та підвищення технологічності процесів дистанційного навчання, в тому числі й за рахунок використання елементів композиційно-структурного моделювання.

На основі запропонованого підходу реалізовано ряд курсів дистанційного навчання.

Ключові слова: дистанційне навчання, мультимедіа, КСМ-технологія, модель СГДН, КДН.

Аннотация

Мушак А.Я. Компьютерное моделирование процессов дистанционного обучения в Интернет-технологиях. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.05.02 – математическое моделирование и вычислительные

методы. – Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, 2004.

Диссертация посвящена исследованию комплекса вопросов методологии построения курсов дистанционного обучения на основе глобальных компьютерных коммуникаций с применением средств интерактивной мультимедиа и разработке методов построения интерактивных дистанционных мультимедийных курсов.

Предложены методики использования средств интерактивной мультимедиа для представления учебного материала дистанционного курса, организации взаимодействия студентов и преподавателя, использования гипертекста, графики, аудио-, видеофрагментов, аудио- и видеоконференции для представления лекционного материала, проверки усвоения студентом учебного материала.

В контексте четырех определенных видов взаимодействия: многоазового, строго детерминированного, кооперативного и коллаборативного описано методику использования текстовой, аудио- и видеоконференции.

Рассмотрено применение средств интерактивной мультимедиа для администрирования учебного процесса, прохождения студентом обучения по программе одного из курсов в виртуальной классной комнате, реализации коммуникационных возможностей во время учебного процесса и организации системы помощи в рамках всей учебной среды.

На базе UML построена модель системы гибкого дистанционного обучения. В рамках этой модели проанализирован процесс дистанционного обучения с целью выработки формальных требований к программной реализации системы гибкого дистанционного обучения и смоделировано систему с функциональной точки зрения, акцентируя внимание на интерфейсе пользователя (студента).

Построение модели системы гибкого дистанционного обучения с функциональной точки зрения предусматривает определение вариантов использования программной реализации системы (с помощью диаграммы прецедентов) и описание интерфейсов студента системы гибкого дистанционного обучения, а также сценариев этого интерфейса (с помощью диаграмм классов, деятельности, последовательностей и состояний).

Предложен ряд моделей математической статистики для оценки эффективности процессов дистанционного обучения. В частности, сформулировано несколько постановок задач, решение которых может быть полезным при анализе КДН; приведены и обоснованы статистические критерии, используемые для их решения.

Рассмотрены простые модельные примеры решения некоторых задач статистическими методами.

Описаны элементы технологии композиционного структурно-модульного программирования и предложен подход к применению этой технологии в экземпляре программной реализации системы гибкого дистанционного обучения. В частности, приведен ряд примеров использования рассматриваемой технологии для реализации учебных заданий. Детально описана программная реализация одного из примеров – построение графиков функций.

Исследованы оптимизационные проблемы, возникающие при разработке курсов дистанционного обучения с помощью технологии композиционного структурно-модульного программирования. Основное внимание при этом уделено стадиям проектирования курсов.

Построена математическая модель обучающей системы для контроля правильности решения тестовых заданий, в частности, построения графиков функций. Это достигается путем определения условий, при которых график можна построить, а также всех возможных способов построения графика, которые получаем, как различные (относительно коммутативности) решения задачи на формальной модели.

Ключевые слова: дистанционное обучение, мультимедиа, КСМ-технология, модель СГДО, КДО.

Abstract

Mushak A.Ja. Computer modeling of distance learning processes in the Internet-technologies. – Manuscript.

Dissertation for the scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 01.05.02 – Mathematical modeling and calculating methods (technical sciences). – V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of The National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, 2004.

The scientific research is dedicated to the issue of taking into consideration and the investigation of a complex of questions that concern methodology of construction the WWW-based educational interactive distance multimedia program.

The new approach to building distance learning courses is offered on the basis of a module principle, when any element of methodology is concerning independent unit. The models of a rating efficacy and improvement of producibility of distance learning processes are developed at the expense of use of elements of composite-structural modeling.

A number of distance learning courses is realized on the basis of the offered approach.

Key words: distance learning, multimedia, CSM-technology, FDLS model, distance learning course.

Підп. до друку 17.09.2004. Формат 60x84/16. Папір офс. Офс. друк. Ум. друк.
арк. 1,16. Ум. фарбо-відб. 1,27. Обл.-вид. арк. 1,0. Зам. 163. Тираж 100 прим.

Редакційно-видавничий відділ з поліграфічною дільницею
Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України
03680, МСП, Київ 187, проспект Академіка Глушкова, 40