

## СТРУКТУРНИЙ СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В НАВЧАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

*Статтю присвячено застосуванню структурного системного аналізу до розробки систем автоматизованої підтримки навчального процесу.*

Інформаційні технології (ІТ) значною мірою визначають напрямки розвитку сучасного суспільства, що передбачає принаймні швидке зростання обсягу використовуваної інформації при постійному швидкому розвитку технологій її обробки. Зауважимо, що проблеми ІТ в освіті виходять за рамки потреб суто спеціалістів з інформатики. Вони пов'язані з проблемами загального впровадження комп'ютерів в усіх сферах суспільства. Належачи до рівня інфраструктури, комп'ютеризація не зводиться лише до економічного стану об'єкта інформатизації, вона значною мірою визначається рівнем культури та освіти. Комп'ютерна грамотність стає вирішальним фактором професійної придатності.

Важливим завданням у побудові інформаційного суспільства є інформатизація освіти, що постійно перебуває в процесі реформування. Це зумовлено тим, що при всій своїй універсальності традиційна система освіти не забезпечує дедалі зростаючого попиту на освіту. Крім того, що збільшується обсяг знань, підвищення їх складності, поява нових галузей знання вимагають розробки освітньої парадигми, що ґрунтується на сучасному світогляді, нових методах, технологіях і засобах навчання. Впровадження інформаційних технологій в освітню сферу прийнято називати інформатизацією освіти. Таке означення дає можливість різного тлумачення інформатизації, бо інколи зводиться до думки, що насичення технікою вже саме по собі вирішує завдання інформатизації.

Очевидно, що коли виходити із завдань освіти, то мета інформатизації повинна формулюватися не тільки як матеріальне і методичне забезпечення (оснастити комп'ютерами, забезпечити навчальними програмами), а й у термінах освітніх цілей. Сьогодні головна мета інформатизації полягає в підготовці учнів та студентів до повноцінної й ефективної участі в побутовій, суспільній та професійній сферах життєдіяльності в умовах інформаційного суспільства.

У цьому означенні відбито взаємодію освіти з усіма соціальними сферами людської діяльності. Сама ж освіта становить також систему, що має

складну структуру. У цій структурі виділяється п'ять основних підсистем: теоретико-методологічна, педагогічна, економічна, організаційна й технологічна, що перебувають у взаємодії між собою та з іншими сферами громадського життя. Тому, вирішуючи завдання інформатизації освіти, необхідно враховувати взаємодію всіх підсистем. Системний підхід до інформатизації освіти вимагає пошуку нових методів управління освітньою системою...

Основні напрямки інформатизації освіти визначаються переходом до нової стратегії розвитку суспільства на основі знань і високоефективних технологій.

У зв'язку з цим основними рисами нової системи освіти є: фундаментальність; випереджувальний характер; доступність.

Загальним для цих рис є забезпечення пріоритетності інформаційних технологій у підвищенні якості освіти, виховання особистості на основі загальнокультурних цінностей, розвитку системного наукового мислення.

Таким чином, інформатизація повинна докорінно змінити освітній процес. І в цьому випадку на перший план виходить педагогічна складова, завдання розробки нових педагогічних технологій, які ґрунтуються на сучасних засобах подання навчального матеріалу й технологіях його донесення. Уже перший досвід показав, що ефективність освіти залежить не стільки від використовуваних інформаційних технологій, скільки від якості педагогічної роботи.

Інноваційний характер нових інформаційних технологій особливо яскраво виявляється в новому виді освіти - дистанційній освіті (ДО). У дистанційній освіті інтегруються всі якості нової освітньої системи, а відкрите освітнє середовище, що базується на дистанційних технологіях, є основою відпрацьовування нових дидактичних засобів.

Зміна ролі студента й викладача в процесі дистанційного навчання приводить до іншої концепції дидактичних засобів, що повинні мати інтерактивний характер, відрізнятися чітким структуруванням навчального матеріалу, спо-

лучати класичні та нові способи подання змісту знання. Створення інтерактивних засобів навчального призначення має спиратися не тільки на методичні принципи побудови навчального процесу, а й враховувати психолого-педагогічні й медико-психологічні особливості сприйняття електронних форм подання інформації.

Зміна технології навчання приводить до зміни форм і видів навчальної діяльності викладача та студента. Змінюються зміст і форма організації лекцій, семінарів, практикумів тощо. Аналогічно змінюється й сама організація навчального процесу, особливістю якої є індивідуальні траєкторії навчання.

Метою наукових розробок у цій галузі є дослідження адекватних моделей навчального процесу, що базуються на використанні автоматизованих навчальних курсів та практикумів, системах дистанційного доступу до навчальної та довідкової інформації, розробці нових інструментальних засобів конструювання основних елементів навчальних курсів із застосуванням сучасних ІТ.

Методологічну основу проектування таких систем становить композиційний підхід до конструювання програмного забезпечення автоматизованих систем [1, 2]. Формальними моделями, що лежать в основі відповідних інструментальних засобів, є моделі баз даних та відповідні програмні логіки. Інтегрований характер досягається адекватним поєднанням універсального формульного представлення досліджуваної моделі та візуального апарату адаптації до конкретних предметних областей.

На цій основі було визначено можливості використання основних концепцій структурного системного аналізу [3, 4] у поєднанні з композиційним підходом до проектування інформаційних систем для потреб освіти, розроблено загальні принципи та вимоги до складових автоматизованої інформаційної системи для підтримки навчального процесу, а також реалізовано відповідні складові модулів інформаційного забезпечення окремих навчальних курсів з інформатики, що проходять експериментальну перевірку.

### **1. Дидактичні проблеми застосування ІТ у системі неперервної освіти**

Інформатизація освіти розглядається як один з найважливіших засобів реалізації нової освітньої парадигми, що відзначалося на II Міжнародному конгресі ЮНЕСКО «Освіта та інформатика» (1996 р.). Як головні напрямки переходу до освітньої парадигми для умов початку XXI століття в аналітичній доповіді Інституту інформатизації ЮНЕСКО [5] розглядаються: фундаменталізація освіти на всіх рівнях; реалізація концепції випереджувальної освіти, орієнтованої на умови

існування людини в інформаційному суспільстві; формування системи освіти як неперервної освіти протягом усього життя людини; впровадження методів інноваційної та розвиваючої освіти на основі використання перспективних інформаційних технологій; підвищення доступності якісної освіти шляхом розвитку системи дистанційного навчання й засобів інформаційної підтримки процесу сучасними інформаційними й телекомунікаційними технологіями.

Таким чином, одним з найважливіших механізмів, що торкається всіх основних напрямків реформування системи освіти в будь-якій країні, є її інформатизація - необхідна умова і найважливіший етап інформатизації країни в цілому. Основою переходу від індустріального етапу розвитку суспільства до інформаційного є нові ІТ.

Нові ІТ дають змогу вирішувати ряд принципів нових дидактичних завдань: вивчати явища і процеси в мікро- та макросвіті, всередині складних технічних, біологічних та інших систем на основі використання засобів комп'ютерного моделювання із залученням комп'ютерної графіки та інтелектуальних систем; представляти в зручному для вивчення масштабі часу різні фізичні, хімічні, біологічні та соціальні процеси, що реально відбуваються з дуже великою чи дуже малою швидкістю.

При цьому знання можуть бути отримані як декларативним способом, тобто орієнтованим на послідовне подання порцій навчальної інформації й контролем її засвоєння (комп'ютерні підручники, тестові і контролюючі програми, довідники та навчальні бази даних, навчальні мультимедійні засоби), так і процедурним, тобто побудованим на основі моделей досліджуваних об'єктів, процесів і явищ (імітаційні моделі, предметно-орієнтовані середовища та розроблені на їх основі лабораторні практикуми, тренажери, ігрові програми).

Під засобами нових ІТ традиційно прийнято розуміти програмно-апаратні засоби та комплекси, що функціонують на базі обчислювальної техніки, сучасних засобів і систем інформаційного обміну, аудіо-, відеотехніки та інших компонентів, що забезпечують операції збору, продукування, нагромадження, збереження, обробки, передачі інформації.

### **2. Базові принципи інженерії програмного та інформаційного забезпечення систем автоматизованої підтримки навчального процесу**

Виділення базових принципів інженерії програмного та інформаційного забезпечення систем автоматизованої підтримки навчального процесу не означає, що інші принципи є другорядними.

Воно лише концентрує увагу розробників програмного та інформаційного забезпечення на першочергове вирішення певних завдань.

1. *Принцип абстрагування* - полягає у виділенні істотних аспектів системи та ігноруванні на кожному з етапів несуттєвих з метою представлення процесу проектування та очікуваного результату розробки в простому загальному вигляді.

2. *Принцип формалізації* - полягає в необхідності чіткого методичного підходу до вибору формалізованих мов, знакових систем та інструментальних засобів конструювання.

3. *Принцип приховування* — полягає в приховуванні несуттєвої на конкретному етапі інформації: кожна частина проекту використовує тільки потрібну їй інформацію.

4. *Принцип концептуальної єдності* — полягає в проходженні єдиної філософії на всіх етапах розробки автоматизованої системи підтримки навчального процесу (аналіз - проектування - програмування - тестування - супровід).

5. *Принцип повноти та несуперечності* — полягає в контролі за структурою та складом елементів, що входять до системи/підсистеми, в обґрунтованості та узгодженості елементів.

6. *Принцип логічної незалежності* - полягає в концентрації уваги на логічному проектуванні системи для забезпечення незалежності до певного етапу від фізичної реалізації.

7. *Принцип структурування даних та їх незалежності* - полягає в тому, що моделі даних мають бути проаналізовані та спроектовані (структуровані й ієрархічно організовані) незалежно від процесів їх логічного опрацювання, а також від їх фізичної структури і розподілу між інформаційними базами.

8. *Принцип орієнтованості на кінцевого користувача* - полягає в тому, що користувач повинен мати засоби доступу до тих інформаційних баз даних автоматизованої системи підтримки навчального процесу, які він може використовувати безпосередньо (без складного програмування чи послуг системного адміністратора).

### 3. Основні вимоги до системи автоматизованої підтримки навчального процесу

Дослідження останніх років у галузі програмної інженерії дозволили сформулювати низку вимог до комплексних проектів програмного та інформаційного забезпечення автоматизованих систем.

*Єдина мова.* Система автоматизованої підтримки навчального процесу має забезпечувати всіх учасників проекту єдиною строгою, наоч-

ною та інтуїтивно зрозумілою мовою (у т. ч. з використанням графічних елементів), що дає змогу одержувати доступні для огляду компоненти з простою та зрозумілою структурою. При цьому підсистеми представляються схемами (які використовувати простіше, ніж текстові описи), що дозволяють усім зацікавленим сторонам брати участь у процесі розробки, а розробникам - забезпечувати легкість супроводу і подальше внесення змін у систему.

*Єдина база даних проекту.* Автоматизована система підтримки навчального процесу ґрунтується на використанні бази даних проєктив-підсистем (репозиторію) для збереження всієї інформації про проєкти, що може розділятися між розробниками відповідно до їх прав доступу. Вміст репозиторію включає не тільки інформаційні об'єкти різних типів, а й відношення між їх компонентами, а також правила використання та обробки цих компонентів.

*Інтегрування інструментальних засобів.* На основі репозиторію здійснюється інтегрування інструментальних засобів та поділ загальносистемної інформації між розробниками. При цьому можливості репозиторію мають забезпечувати кілька рівнів інтеграції: спільний користувацький інтерфейс для всіх засобів, передачу даних між засобами, інтегрування етапів розробки через єдину узгоджену систему передачі даних та засобів взаємодії між різними платформами.

*Підтримка колективної розробки та управління проєктом.* Автоматизована система підтримки навчального процесу повинна підтримувати групову роботу над проєктом, забезпечуючи можливість роботи в мережі, експорт-імпорт будь-яких фрагментів проєкту для їх розвитку і/чи модифікації, а також планування, контроль, адміністрування і взаємодію, що є необхідними як у процесі розробки, так і супроводу розроблених підсистем.

*Можливість макетування.* Система повинна надавати можливість швидко будувати макети (прототипи) майбутніх підсистем, що дає змогу вже на ранніх етапах розробки оцінити, наскільки вони є прийнятними для майбутніх користувачів і влаштовують їх.

*Генерування документації.* Уся документація в системі повинна генеруватися автоматично на основі репозиторію (відповідно до вимог прийнятих стандартів).

*Верифікація проєкту та підтримання його цілісності* Система має забезпечувати автоматичну верифікацію та контроль проєктів на повноту й переконливість на всіх етапах розробки.

*Автоматичне генерування об'єктного коду.* Генерація інформаційного забезпечення підсис-

тем має здійснюватися на основі репозиторію і дозволяти автоматично будувати основну частину коду текстів мовами високого рівня.

*Супровід та перепроєктування.* Супровід автоматизованої системи повинен надавати повну інформацію щодо шляхів її вдосконалення, а засоби перепроєктування створювати нові чи оновлювати існуючі моделі підсистем, інтегрувати отримані моделі в єдину систему, автоматично оновлювати документацію при зміні специфікацій чи редагуванні кодів тощо.

#### 4. Методи та засоби дистанційного навчання

На основі вивчення напрямків розвитку й удосконалення традиційних форм освіти (очна, заочна, екстернат) та ДО можна зробити висновки про поступове формування деякої інтегральної синтетичної форми здобування освіти, до якої при модернізації й розвитку асимптотично наближаються всі відомі сьогодні форми здобування освіти. З огляду на особливості ДО технологія дистанційного навчання має розглядатись як система методів, засобів і форм при відтворенні реалізації заданого змісту освіти. Наукове осмислення практики технологізації освітнього процесу дає змогу сформулювати принципи цілісності, відтворюваності, адаптації, психологічної обґрунтованості, економічної доцільності, науковості, гнучкості, контрольованості, якими слід керуватися розробникам сучасних освітніх технологій та засобів їх автоматизації.

Методи дистанційного навчання в цілому мало відрізняються від канонічних методів і спираються на п'ять загальнодидактичних методів навчання: інформаційно-рецептивний, репродуктивний, проблемний, евристичний та дослідницький, котрі охоплюють усю сукупність педагогічних актів взаємодії викладачів і студентів як при очному контакті, так і при інтерактивній взаємодії при використанні засобів інформаційних технологій. Найбільше поширення в системі ДО в даний час одержали рецептивний і репродуктивний методи.

Навчально-методичні підсистеми у складі систем автоматизованої підтримки навчального процесу повинні мати таку структуру:

1. *Організаційно-методичний блок.* Змістовно містить у собі інформацію про цілі, завдання дисципліни, її зв'язки з іншими дисциплінами, що входять до навчальної програми; коротку характеристику змісту навчальної програми, порядок і рекомендації щодо вивчення дисципліни; форми звітності й контролю, порядок організації взаємодії з викладачем.

2. *Інформаційно-навчальний блок* складається з модулів, що за обсягом є рівними навчальній темі. Модулі виконані в середовищі гіпермедіа. Кожен модуль супроводжується тестами для самоперевірки, а весь блок - проміжними та підсумковими тестами з курсу. Гіпертекстові посилання, що є в навчальному тексті, надають можливість студентові знайомитися зі спеціально створеною електронною хрестоматією за тематикою курсу.

3. *Ідентифікаційно-контрольний блок.* Підсумковий контроль здійснюється шляхом виконання підсумкового тесту та складання іспиту, що проводиться за допомогою відеоконференцій чи очно.

#### 5. Дослідно-експериментальне навчання з використанням систем автоматизованої підтримки навчального процесу

Для ефективного проведення експериментального навчання було розроблено методичну частину, що включає в себе методики проведення атестації та методику перевірки самостійності роботи студентів.

Програмне та інформаційне забезпечення проведення експерименту з використанням системи автоматизованої підтримки навчального процесу базується на використанні Internet-технологій і містить у собі такі компоненти [6]:

1. *База даних:* навчальні плани, фінансовий облік, реєстраційні дані; дані про викладачів і навчальні матеріали, статистика.

2) *Система доступу та захисту інформації:* система паролів з обмеженнями на доступ до інформації (на рівні користувача, групи користувачів, адміністратора).

3) *База знань:* освітні програми навчання; тести; контрольні роботи; лекції; література з курсу навчання; Internet-посилання.

4) *Контроль навчання:* перевірка тестових і контрольних завдань із використанням семантичних алгоритмів оцінки якості відповідей; комплексний рейтинг.

Реалізація та функціонування вузла ґрунтується на інструментальних засобах, що підтримують архітектуру клієнт-сервер. Web-додатки створені із застосуванням технології активних серверних сторінок, що містять сценарії. Ці сторінки виконують обробку даних, уведених користувачами за допомогою форм, звертаючись при необхідності до баз даних чи інших активних об'єктів. База даних є основною частиною - центром системи. У ній зберігаються дані: про викладачів і кафедри; навчальні плани; реєстраційні дані; списки студентів і груп; ведеться облік усіх навчальних матеріалів, програм тестування та лабораторних робіт.

Система підтримки дистанційного навчання орієнтується на комплексне використання як із навчанням через Internet, так і можливостями навчання на основі спеціально розроблених навчально-методичних модулів, що можуть бути записані на компакт-дисках для автономного використання. Розроблені в підсистемі створення електронних підручників електронні навчально-методичні посібники забезпечують організацію самоконтролю за допомогою проходження вбудованих тестів. Тести, створені в інструментальній системі, дають змогу збирати та передавати статистику самостійної роботи студента підсистемі контролю, що в подальшому буде використана у повномасштабній системі ДО. Це дає можливість викладачеві коригувати процес вивчення матеріалу і у випадку незадовільних оцінок дати рекомендації щодо вивчення матеріалу.

Особливістю інструментальної системи є можливість простоти і швидкої розробки тестів. Це забезпечується за рахунок використання готових структур для формування різних типів блоків (шаблонів), з яких створюються тести.

Модуль формується з блоків двох типів: інформаційних блоків, що не потребують введення відповіді; контролюючих блоків із введенням відповідей.

Контролюючі блоки дають змогу організувати такі способи введення відповіді: з вибором однієї чи кількох правильних відповідей із запропонованих варіантів; з уведенням відповіді у вільному форматі.

Блоки можуть поєднуватися в лінійну або деревоподібну структуру. У модулях з лінійною структурою блоки видаються в певній послідовності. У модулях з деревоподібною структурою послідовність видачі блоків залежить від відповідей користувача. Деревоподібна структура дає змогу створювати модулі, що налаштовуються під рівень знань користувача з метою глибше оцінити рівень його знань. Крім того, така структура дозволяє коригувати процес вивчення матеріалу, наприклад, видаючи рекомендації щодо повернення до якоїсь певної теми, розділу.

Тести можуть мати обмеження за часом проходження. Блоки можуть містити додаткові малюнки, відео, звук, анімацію й інші об'єкти, що вбудовуються в текст на мові гіпертекстової розмітки HTML.

При об'єднанні навчальних матеріалів, створених різними авторами, часто виникають проблеми представлення інформації з використанням різних форматів. Вибір HTML для представлення модулів спрощує переклад навчальних матеріалів з різних форматів даних у єдиний.

Використання системи автоматизованої підтримки навчального процесу при формуванні електронних навчально-методичних посібників дозволяє створити єдине структурування інформаційних баз, використовуваних у створюваних навчальних посібниках, а також єдиний стиль їх оформлення. Автор створює структуру електронного навчального посібника і заповнює її вмістом (текстом, ілюстраціями, мультимедійними файлами, посиланнями тощо). Перевагою системи є можливість створювати проекти інтерактивних навчально-методичних посібників, не маючи навичок програмування.

У результаті проведених експериментів були виявлені позитивні сторони навчання з використанням розроблених електронних інформаційних матеріалів, а саме: відкритість інформаційного простору навчальних курсів, можливість його технологічної та змістовної зміни та постійного поновлення; розширення можливостей міждисциплінарного підходу і створення інтегрованих курсів; усебічне висвітлення досліджуваних питань (наявність збільшених обсягів наочного матеріалу і науково-довідкової інформації); широкі можливості впровадження у навчальний курс компонентів творчого, науково-дослідницького або інженерно-конструкторського характеру (наприклад, завдань, що містять аналіз фактологічного матеріалу, оцінку електронних публікацій та ін.); можливість вбудовування індивідуальних траєкторій навчання студентів з урахуванням їхніх індивідуальних особливостей та освітнього рівня (вибір рівня складності та часу вивчення матеріалу, повернення до будь-якої частини підручника, посібника чи інформаційного матеріалу для повторення та ін.); домінування самостійного вивчення навчального матеріалу (у курсах з інформаційних технологій самостійна робота досягає 80 % відведеного на курси часу); оперативність пошуку потрібних матеріалів та їх порівняльного аналізу; можливість самоконтролю.

Аналіз досвіду розробки та впровадження ІТ у навчальний процес демонструє необхідність і можливість врахування таких особливостей людського сприйняття і пам'яті, як вибірковість уваги, паралелізм обробки інформації, особливості одночасного сприйняття для організації навчального матеріалу найефективнішим для вивчення чином. Особливу увагу при конструюванні автоматизованих навчальних засобів необхідно приділяти активізації навчання за рахунок специфічних технологічних можливостей ІТ. Залишаються актуальними питання ергономіки комп'ютерних технологій у навчальному процесі: проблеми безпеки здоров'я, інформаційної перевантаженості та ін.

1. Редько В. Н. Основания композиционного программирования // Программирование- 1979-№ 3.-С. 3-13.
2. Редько В. Н. Основания программологии // Кибернетика и системный анализ-2000-№ 1.-С. 3-27.
3. Бойко Б. /., Кузенко В. Ф. Застосування структурного системного аналізу при розробці інформаційних систем // Наукові записки НАУКМА-Т. 16-Комп'ютерні науки- 1999-С. 36-38.
4. Бойко Б. /., Кузенко В. Ф. Про нарощування функціональних можливостей автоматизованих інформаційних систем // Вісник Київського університету, Серія «Фізико-математичні науки».-2002-Вип. 3 - С 167-172
5. Развитие информационных технологий в образовании: Аналитический доклад- М.: ИЧП «Изд. Магистр», 1997-60с.
6. Даниленко К. С, Холод Д. В. Розробка програмних засобів автоматизації дистанційної освіти // Вісник Київського університету, Серія «Фізико-математичні науки».- 2002-Вип. 1.-С. 13-19.

*B. I. Boiko*

## THE STRUCTURAL SYSTEMS ANALYSIS AND ITS REALIZATION IN THE LEARNING SPACES

*The article is devoted to application of the structural systems analysis to development of computer aided system for support of learning process.*