

1. Різник О.Я. Завадостійкий спосіб перетворення сигналів // Матеріали Четвертої укр. конф. з автоматичного керування ("Автоматика-97"). - Черкаси. - 1997. - С.34.
2. Різник О.Я. Комбинаторные модели для синтеза технических устройств и систем на основе числовых линейных сцепок // Контрольно-измерительная техника. - Львов: Вища школа. - 1989. - Вып.45. - С.23-25.
3. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем. - Львів, 1989.

## ВИКОРИСТАННЯ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

© Микола Пасека, Андрій Стецюк

НУ "Львівська політехніка", м. Львів, вул.С. Бандери, 12

*Для впровадження технології on-line навчання необхідно використовувати існуючі системи навчання з використанням Web або створювати власні. В статті розглянуто існуючі системи навчання із застосуванням Web, наведена їх класифікація, стандарти, платформи та інструментальні засоби для створення.*

*Classification of Web-learning systems, standards and development tools described. Useful for own system's developing or existed systems using.*

Системи навчання з використанням *Web* реалізують методи керованого навчання (*directed study*), синхронного (в реальному часі) навчання під керівництвом викладача (*instuctor-led learning*) та спільної роботи малих груп (*small group collaboration*) з різними ступенями завершеності та успіху.

*Програмні засоби для керованого (асинхронного) навчання* являють собою програмні засоби перенесення в ієрархічну систему курсу наявних електронних документів (текстових та графічних). Більшість із цих засобів для ефективного використання вимагає базових знань *HTML* та порівняно невеликого досвіду програмування.

Програмні засоби для керованого навчання типово мають можливості реєстрації студента в стандартному *Java*-браузері, централізовану базу даних плану навчання із зв'язками (лінками) на внутрішні або зовнішні *Web*-ресурси, тестові середовища з динамічною генерацією питань, групи дискусій та інтегровану електронну пошту. Додатково ці системи забезпечують засоби легкого перенесення навчального матеріалу в цей продукт з інших видів носіїв інформації.

*Courseinfo* (<http://product.blackboard.net/courseinfo/>) – цей продукт компанії *Blackboard* протягом останніх двох років замінив *Topclass* та *WebCT* в багатьох кампусах вищих закладів освіти. Його перевагами є агресивна цінова стратегія та

порівняна легкість використання. *Courseinfo* є класичною, базованою на шаблонах системою управління курсами (*Course Management System*). Може використовуватись на платформах *Unix* та *NT*.

*Lotus LearningSpace* (<http://www.lotus.com/products/learningspace.nsf>) є програмою-додатком, написаною на *Lotus Notes*. Орієнтована передусім на корпоративних користувачів.

*WebCT* (<http://homebrew1.cs.ubc.ca/webct/intro/>) – недорога система асинхронного навчання та управління, розроблена в *University of British Columbia* для факультету вищої освіти. З набору засобів розробки та *CGI* скриптів ця система виросла до інтегрованого продукту. У березні 1999 року *WebCT* придбала компанія *Universal Learning Technology*.

*WBT Topclass* (<http://www.wbtsystems.com/>) є найстаршим представником в цій категорії. *Topclass* був найзавершенишим продуктом, проте він втратив свій вплив у Північній Америці з появою продукту *Courseinfo*.

*Total Knowledge Management (TKM, раніше Generation 21)* (<http://www.gen21.com>) поділяє створення курсу на невеликі "частини" інформації – динамічні навчальні об'єкти (*Dynamic Learning Objects*). Ці частини навчання можуть бути зв'язані в необмеженій кількості конфігурацій для курсів різного рівня знань, вміння, слухачів та форматів. Використовуючи тестування для визначення рівня знань слухача, вибирають лише необхідні для заповнення певних прогалин в освіті частини знань. Крім того, користувачі мають можливість здійснювати пошук в усій базі даних інформації, необхідної для виконання задачі або відповіді на запитання. Асоційовані навчальні об'єкти та інша необхідна інформація подається на десктоп користувача. Функція управління реалізує історію навчання, атестаційні записи та прогрес слухача.

*Avilar WebMentor* (<http://www.avilar.com/>) – це середовище підготовки з повним набором засобів для розробки, адміністрування та донесення інформації з використанням *Web* через Інтернет, Інтранет та Екстранет. Цей продукт є одним з декількох, що дає змогу створювати модульну інформацію з можливістю повторного використання.

*Docent* (<http://www.docent.com/>) – корпоративний продукт автоматизації підготовки. Складається з плану, засобів публікації, сервера та засобів створення звітів. Цей продукт є одним з декількох, що дає змогу створювати модульну інформацію з можливістю повторного використання.

*ISOPIA'S ILMs (Integrated Learning Management System)* (<http://www.isopia.com>) – канадська фірма, що створює системи баз даних, схожі за характеристиками на продукти компанії *Docent*.

*Wineducation's The Learning Manager* (<http://www.wineducation.com/TLM.htm>) – продукт на платформі *Windows NT* з програмними характеристиками, порівняними з характеристиками систем управління навчанням, але без об'єктно-орієнтованої бази даних.

*COSE* (<http://www.staffs.ac.uk/COSE/>) – *Creation of Study Environments (COSE)* – програмна система, що надає систему та засоби для створення навчальних середовищ. Дає змогу створювати середовища, що використовують матеріал з широкого діапазону носіїв та забезпечують механізми для підтримки, забезпечення зворотного зв'язку, спільної роботи та самотестування. Для створення цих середовищ не потрібно знати мови розмітки та програмування.

**Програмні засоби для синхронного (в реальному часі) навчання.** Ключовими характеристиками систем цього класу є використання браузера, передача аудіо-інформації через протокол *IP*, спільне використання програмних засобів, дошка оголошень, елементи тестування в режимі *on-line*. Деякі з продуктів цієї категорії для кращого подання та засвоєння навчального матеріалу використовують відео типу "*talk-ing head*" (потокове відео із зображенням інструктора).

*Centra 99 (Centra Symposium)* (<http://www.centra.com/>). Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. Створений для використання в корпоративних інтранет-мережах, *Centra* є першим продуктом, що забезпечує підтримку передачі голосу по *IP* та телефонних комутованих з'єднань з Інтернет. Продукт недавно був поділений на дві частини: *Centra 99 Symposium* з підтримкою інтерактивних презентацій за участю інструктора з голосовими комунікаціями через Інтернет та *Centra Conference*, що надає можливості швидкої інсталяції клієнта та масштабування до тисячі користувачів на сесію, з підтримкою лише аудіотрансляції. Використовується в Університеті Теннессі.

*Lotus LearningSpace AnyTime* (<http://www.lotus.com/home.nsf/tabs/learnspace>). Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. *LearningSpace* є сім'єю продуктів для асинхронно-синхронного донесення інформації з використанням *Web*. Асинхронна компонента, *LearningSpace Forum*, створена на базі сервера *Lotus Notes/Domino*. Синхронна компонента, *LearningSpace Live*, створена на базі *Databeam Learning Server*, дає змогу проводити курси за участю викладача в реальному часі. Ціна продукту становить 10500 доларів США за сервер та 300 доларів США за клієнта. Базовим клієнтом для *Lotus LearningSpace Anytime* може бути або браузер з підтримкою *Java*, або клієнт *Lotus Notes*. Крім того, *Lotus* пропонує вдосконалену версію під назвою *LearningSpace Campus*, яка має потужніші адміністративні засоби та інші засоби забезпечення масштабованості для великих навчальних середовищ.

*LearnLinc* (<http://www.learnlinc.com/>) Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. "Найстарший" продукт в цій категорії. *LearnLinc 4.0* забезпечує взаємодію "студент-інструктор", координацію в межах групи, синхронізоване використання мультимедіа, спільне використання програмних засобів, дошку оголошень та систему обміну текстовими повідомленнями (чат), відображення прогресу студентів з опитуваннями, систему запитань та відповідей та систему відгуків. Система забезпечує широкий вибір комунікаційних засобів включно з аудіо- та відеоконференціями, потоковим відео. У версії 4.0 додано програми асистента інструктора, інтеграцію з *Microsoft SQL Server*, адміністрацію через Інтернет, автоматичне перенесення *PowerPoint* презентацій. Крім того, у *LearnLinc* далі використовується фотозображення із звуковим супроводженням як альтернатива вимогливому до пропускну́ї спроможності потоковому відео.

*Classpoint* (<http://www.wpine.com/Products/ClassPoint/index.html>). Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. Поеднує версію клієнта компанії *WhitePine CU-See Me* (з компонентами аудіо та відео) із ПЗ для серверів *Meetingpoint Control Server*.

*Placeware Conference Center* (<http://www.placeware.com/>). За допомогою середовища *PlaceWare Auditorium* користувач показує слайд-шоу та відповідає на запитання аудиторії. Можливий також зворотний зв'язок, голосування та оцінка виступу.

*Astound* (<http://www.astound.com/main.htm>). Продукт забезпечує передачу голо-

су через Інтернет. Забезпечує сервіс голосової комунікації, спільного використання програмних засобів та слайд-шоу.

*Educata Classroom* (<http://educata.com/>) Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. Дозволяє інструкторам створювати, інтегрувати, налагоджувати та передавати навчальний матеріал, використовуючи єдине гнучке середовище.

*Pixion Picturetalk WebSeminar* (<http://www.pixion.com/>) Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. Забезпечує реєстрацію, повідомлення поштою про зустрічі, опитування та тестування, режим слайд-шоу.

*HorizonLive* (<http://www.horizonlive.com/>) Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. Використовуючи *Web*-браузер, з'єднує доповідача та аудиторію. Голос доповідача та матеріал презентації передається по Інтернету учасникам, розміщеним будь-де. Учасники можуть задавати питання доповідачу та один одному, як у реальній аудиторії. Можливі формати для презентацій – *PowerPoint*, *Word*, графіка, анімації, форми, що заповнюються студентами.

*InterWise* (<http://www.interwise.com/>) Продукт забезпечує передачу голосу через Інтернет. Продукт підтримки синхронного методу навчання, що використовується розробником баз даних, компанією *SAP*. Надає підтримку повнодуплексної аудіокомунікації.

**Програмні засоби для забезпечення роботи малих груп** складаються з систем персональних середовищ спільної роботи та систем колективної роботи.

**Персональні середовища спільної роботи** (*Personal Collaborative Environments*) є новою категорією програмних засобів, які дають змогу особам спілкуватися між собою або в межах невеликих груп.

*Microsoft Messenger* (<http://messenger.msn.com/>) – внесок корпорації *Microsoft* в галузь програм обміну повідомленнями.

*ICQ* (<http://www.icq.com/>) – одна з найпопулярніших програм обміну повідомленнями.

*AOL's Instant Messenger* (<http://aim.aol.com/>) – використовується клієнтами *America On-Line* в Північній Америці.

*Tribal Voice's PowWow* (<http://www.powwow.com/>) – доступна у двох формах: версія для приватних користувачів забезпечує повідомлення про присутність та обмін текстовими повідомленнями; версія для приватних мереж надає додаткові можливості як спільне використання *Web*-сайта, систему дискусій та передачу файлів. Адміністратори отримують можливість реєстрації сесій, управління безпекою та масштабування.

*Yahoo Messenger* (<http://messenger.yahoo.com/>) – безкоштовний сервіс, який пропонується порталом *Yahoo*. Дає змогу використовувати для спілкування текстові або голосові повідомлення. *Yahoo messenger* видає моментальне попередження про нову пошту в системах *Yahoo! Mail* та *Yahoo! Personals* або про час зустрічі, призначеної в системі *Yahoo! Calendar*.

**Навчальні портали** є видом персональних середовищ спільної роботи (*Personal Collaborative Environments*), який поєднує студентські сервіси та механізм створення спільноти (*community*) за допомогою *Web*-систем, подібно до пошукових порталів типу *Yahoo* та *Lycos*. Навчальні портали широко використовуються в корпоративних навчальних центрах.

*SCT's Campus Pipeline* (<http://www.campuspipeline.com/>) – інтегрована про-

грамна система/портал, базована на *Web*. Використовується в кампусах поряд з іншим ПЗ (таким, як *Banner2000*). Забезпечує комунікацію, обмежене управління курсами та систему повідомлень. Використовує *Web-mail* та чати як додаток до адміністративних засобів та інформації про курси.

*Blackboard 5 Enterprise* (<http://company.blackboard.com/CourseInfo/index.html>) Розширення продукту *Courseinfo* для корпорацій. Надає можливість перепрограмування для адаптації до власних потреб наявних інформаційних систем кампусів, а також масштабування для великих організацій. Для кожного користувача системи створюється персональна *Web*-сторінка, на якій відображаються всі задачі та завдання з усіх курсів, які вивчає студент.

*Jenzabar* (<http://www.jenzabar.com/>). Система дає змогу створювати персоналізовані календарі, інформаційні каталоги студентів, інформацію про курси з використанням *Web*-інтерфейсу.

*Mascot Network* (<http://www.mascotnetwork.com/>). Орієнтований на інтранет-мережу кампуса сервіс, комбінація комунікаційних засобів, інформацію про кампус, персоналізовану інформацію для студентів, викладачів та працівників.

**Засоби колективної роботи** *Teamware* є новим поколінням засобів колективної роботи, які призначені для підтримки роботи віртуальних груп. У типову конфігурацію входить: система дискусій, текстовий чат та система обміну файлами. Розширена конфігурація містить розклад роботи групи та системи управління проектами. Засоби *Teamware* вимагають певного досвіду адміністрування проектними роботами після інсталяції для забезпечення простоти створення, редагування та закінчення проектів.

*Instinctive Technology's eRoom* (<http://www.instinctive.com/>) – найдовершеніший продукт в категорії.

*Lotus Quickplace* (<http://www.lotus.com/home.nsf/tabs/quickplace>) – продукт для роботи з текстовими документами та співпраці в межах групи.

*Involv Intranet* (<http://www.involv.com/>) – створено на платформі *Lotus Domino*. Виконує функції інформаційного бюро.

Програмні засоби, що застосовуються у навчанні з використанням *Web*, класифікуються за такими функціональними категоріями:

1. Система донесення навчального матеріалу (*Educational Delivery System*) – програмний продукт чи сім'я, що забезпечує донесення навчального матеріалу та взаємодію слухачів з використанням *Web*, але не обов'язково виконання адміністративних задач. Прикладами таких систем є *Placeware Auditorium* та *Centra's Conference*.
2. Система управління курсами (*Course Management System (CMS)*) – програмний продукт, що об'єднує систему донесення навчального матеріалу та інтегровані засоби для оцінки результатів навчання окремих слухачів або їх груп. Прикладами систем *CMS* є *BlackBoard's CourseInfo* та *WebCT*.
3. Система управління навчанням (*Learning Management System (LMS)*) – програмний продукт, який забезпечує слухача інтегрованою інформацією з курсу та про виконану роботу згідно з планом навчання. *LMS*-системи використовуються в департаментах великих корпорацій та корпоративних університетах. Прикладами цих систем є *Docent Enterprise* та *Knowledgesoft Enterprise*.

## Засоби розроблення навчальних систем з використанням Web

*DazzlerMax* (<http://www.dazzler.net/dazzler/>) – засіб швидкого розроблення матеріалу, який дає змогу швидко створити "інтелектуальний" навчальний матеріал. Підтримка об'єктно-орієнтованої парадигми та парадигми "drag and drop" надає всю потужність засобів розробки для програмістів, не вимагаючи знання мов програмування. Матеріал подається у вигляді *Java*-аплета, що забезпечує крос-платформенність та не вимагає додаткових засобів для його перегляду. Використовується для навчальних середовищ із компонентами тестування, спілкування та інтерактивності.

*Link Systems TechBoard* (<http://www.link-systems.com/>) – потокова система повідомлень для технічних дискусійних груп. Зручні засоби управління мають інтуїтивний інтерфейс. Працює на платформах *Unix* та *NT*, сумісна з *HTML 3.0*.

*Link Systems WWWwhiteboard* (<http://www.link-systems.com/>) – це інтерактивна графічна програма-чат, яка надає можливість спілкування в реальному часі. Забезпечує підтримку наукових та математичних символів, геометричних примітивів та графічних зображень.

*EsaTest* (<http://www.esatest.com/>) – об'єктно-орієнтований засіб створення інтерфейсу компонент тестування для тестування в режимі *on-line*, *Web*-тестування та аналізу результатів.

*SoftArc - FirstClass Intranet Server* (<http://www.softarc.com/>) – система обміну повідомленнями та підтримки групової роботи. Об'єднує в собі засоби електронної пошти, групової взаємодії та інтранет-сервер.

*Asymetrix* (<http://www.asymetrix.com/>) – виробник програмних засобів створення комп'ютерних навчальних середовищ *CBT IconAuthor™* та *ToolBook II Instructor™*. Крім того, *Asymetrix* пропонує системи управління навчанням *Librarian* and *Ingenium*.

*Macromedia* (<http://www.macromedia.com/>) – виробник програмних засобів створення інтерактивного навчального матеріалу *Authorware™* та *Director™*.

*MicroMedium – Digital Trainer Pro™* (<http://www.micromedium.com/>) – програмний засіб створення інтерактивних підготовчих курсів. Постачається з гарантією типу 60/60 (60 хвилин для створення першого інтерактивного середовища або повернення грошей протягом 60 днів).

*Netsage* (<http://www.netsage.com/>) – розробник інтелектуального анімованого ПЗ для персоналізації комп'ютерних середовищ *Sages*. Ці програмні агенти використовуються у навчанні з використанням *Web*, системах електронної комерції та системах підтримки роботи з персоналом.

*WebFuse* (<http://webfuse.cqu.edu.au/>) – засіб для створення *Web*-аудиторій.

Для зберігання та донесення навчального матеріалу доцільно використовувати системи управління базами даних. Платформа для реалізації навчальних систем на базі *Web* повинна забезпечувати доступ з будь-якого клієнта до даних різних типів:

- текст;
- відео;
- аудіо;
- XML;
- файли;
- структуровані дані.

Особливо важливою характеристикою є можливість зберігання мультимедійних даних використання яких в освіті та інших сферах діяльності стрімко розширюється.

### Промислові стандарти для навчання з використанням Web

Для забезпечення взаємодії та вільного обміну матеріалом, що існує в різних програмних середовищах, створюються різні групи для розробки стандартів. Розробники та комітети стандартизації визнають потребу розроблення *on-line* матеріалу за тими самими принципами, за якими розробляється програмне забезпечення комп'ютерів, а саме - використовуючи технологію об'єктно-орієнтованого програмування. Для описання "навчальних об'єктів" об'єднанням *Advanced Distributed Learning Network (ADL)* розробляються стандарти "моделі опису об'єкта курсу спільного використання" – *Sharable Course Object Reference Model (SCORM)*.

*Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee (AICC)* (<http://www.aicc.org/>). Авіаційна промисловість є давнім користувачем розподілених навчальних інформаційних систем. Починаючи з 80-х років, в авіаційній промисловості була розроблена множина стандартів програмного забезпечення *on-line* курсів, разом з рекомендаціями *AICC Guidelines & Recommendations (AGR's)*. *AICC* розробляє директиви щодо розробки та тестування систем *CBT* та інших навчальних технологій в авіаційній промисловості, проте ці стандарти визнані в усій галузі розроблення систем *CBT*.

*Instructional Management System (IMS) Global Learning Consortium* (<http://www.imsproject.org/index.html>) – консорціум, в який входять представники з освітніх (*California State University, George Mason University, University of Michigan* тощо), комерційних (*Apple Computer, Cisco Systems, IBM Education, Macromedia, Microsoft, Oracle, Sun Microsystems, Blackboard, Click2Learn, iUniverse, WebCT*) та урядових організацій (*U.S. Department of Defense, U.S. Department of Labor, National Institute of Standards and Technology*). *IMS* розробляє та поширює відкриті специфікації для підтримки розподіленого навчання в реальному режимі: розміщення та використання навчальної інформації, відстеження прогресу студента, обмін записами про студента між адміністративними системами.

*Advanced Distributed Learning Network (ADL)* (<http://adlnet.org/>) – це підрозділ *IMS*, який фінансується урядом США. В листопаді 1997 року департамент оборони (*Department of Defense, DoD*) та офіс Білого дому з науки та техніки (*White House Office of Science and Technology Policy OSTP*) ініціювали створення *Advanced Distributed Learning Network (ADL)*. Призначенням цієї мережі є:

- розробка директив для широкомасштабного створення та впровадження ефективного розподіленого навчання;
- визначення та підтримка бізнес-моделей та економічних стимулів для покупців та розробників розподіленого навчання;
- організація мережі спільноти покупців навчальних систем;
- заохочення спільної роботи організацій, що розробляють засоби для навчання;
- виявлення технічних проблем, що гальмують розвиток навчальних систем та ініціювання спільних досліджень та розроблення програм вирішення цих проблем;
- поширення досвіду та прискорення розробки нових об'єктно-орієнтованих

відкритих середовищ для *Advanced Distributed Learning*.

*IEEE Standard for Computer-Based Learning* (<http://www.educause.edu/nlii/rfp/proposals/ieee.html>) – *IEEE* є однією з найбільших організацій з розробки стандартів (*Standards Development Organizations, SDO*), акредитованою в Американському національному інституті стандартів (*American National Standards Institute, ANSI*). Розробляє стандарти для "освітньої технології" (*Learning Technology*) *IEEE Learning Technology Task Force*. Передбачається об'єднання специфікацій з *AICC, IMS* та *ADL* в єдиний стандарт *IEEE*.

*National Center for Supercomputing Applications – Educational Division*. (<http://www.ncsa.uiuc.edu/edu/html/lete.html>) *NCSA* є давнім лідером в розробці програмного забезпечення для Інтернет, і тепер розробляє ряд проектів, що можуть вплинути на промислові стандарти в галузі навчальних систем.

### Висновок

Успіх побудови системи навчання з використанням *Web*-технологій залежить від вдалого вибору структури та складових частин системи. Система навчання із застосуванням *Web* є комплексом окремих завершених програмно-технічних рішень (системи донесення навчального матеріалу, зберігання, тестування, дискусій, текстових повідомлень тощо). Тому особливо важливим є питання організації взаємодії її компонентів. Для цього доцільно використовувати функціонально повні платформи, такі, як *Lotus Notes/Domino, Microsoft Back Office, Oracle 8i*.

УДК 681.3

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ АВТОМАТИЧНОЇ ПОБУДОВИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ПОСЛІДОВНОСТІ РОБІТ, ЩО ЗАДАЄТЬСЯ АЦИКЛІЧНИМ СПРЯМОВАНИМ ГРАФОМ

© Олександр Павлов, Людмила Аксенова, Ольга Кулікова

Національний технічний університет України "КПІ", м. Київ, пр. Перемоги, 37

*Розглядається програмний продукт розв'язання задачі побудови оптимального розкладу послідовності робіт, відношення порядку на якій задається ациклічним*