

## Використання системи *EduPRO* для організації процесу адаптивного навчання

Разработана и описана система адаптивного дистанционного обучения *EduPRO*. Предложенные технологические решения предоставляют возможность сформировать индивидуальную структуру учебного материала, что позволяет реализовать значительные возможности адаптации к начальному уровню знаний, навыков и способностей студентов, определения момента их готовности для перехода к более сложному материалу, отображение взаимосвязей между различными показателями функционирования, качеством выполненных заданий и результатом тестирования.

The *EduPRO* adaptive distance learning system is developed and described. The suggested technological decisions give the possibility to form an individual structure of the learning material that permits of realizing great possibilities of the adaptation to the initial knowledge level, skills and abilities of students, the identification of the moment of their readiness for the transition to a more complicated material, to the reflection of interrelations between different functioning indices, the quality of the fulfilled tasks and a result of the testing.

Розроблено і описано систему адаптивного дистанційного навчання *EduPRO*. Запропоновані технологічні рішення надають можливість сформувати індивідуальну структуру навчального матеріалу, що дозволяє реалізувати значні можливості адаптації до початкового рівня знань, навичок та здібностей студентів, визначення моменту їх готовності для переходу до більш складного матеріалу, відображення взаємозв'язків між різноманітними показниками функціонування, якістю виконання завдань і результатом тестування.

**Вступ.** За останні роки створено кілька тисяч систем дистанційного навчання (СДН), що базуються на використанні Інтернет-технологій [1]. Різні освітні організації пропонують сотні тисяч навчальних курсів, доступних через *Web*. Технології дистанційного навчання на *Web*-платформі активно досліджуються й розробляються, незважаючи на їх широке практичне застосування. Проте, як правило, навчальний курс, поданий в середовищі СДН, являє собою набір статичних гіпертекстових документів. Усі студенти отримують однаковий матеріал для вивчення без урахування їх індивідуальних особливостей. Студент не може одержувати оперативну допомогу від учителя чи іншого студента, як це відбувається у звичайному навчальному класі. Також існують інші проблеми, пов'язані з відсутністю диференціації навчального процесу в середовищах сучасних СДН. Можна стверджувати, що введення елементів адаптивності й інтелектуальності в такі системи є одним із основних завдань для дослідників у цій сфері. Розроблена авторами система *EduPRO* призначена для вирішення даних проблем та організації процесу адаптивного навчання.

### Особливості моделювання процесу адаптивного навчання системі *EduPRO*

При створенні навчальних курсів теоретичний матеріал в системі поділяється на лекції, завершені за змістом та обсягом логічні частки (блоки). В системі дистанційного навчання *EduPRO* навчальний курс представлено у вигляді послідовності кроків. Обов'язковими складовими кожного кроку є лекційний матеріал та тестування. Однак кількість лекцій в одному кроці може змінюватися в залежності від обсягу і складності теоретичного матеріалу, який необхідно опрацювати. Лекції, в свою чергу, поділяються на найменші завершені логічні частки – кванти [1]. Кожен квант лекційного матеріалу має певні характеристичні властивості, такі як вага складності, ступінь новини, тип кванта і т.ін. Тип кванта є описовою характеристикою, що визначає, у якому вигляді представлено навчальний матеріал (описовий матеріал, табличні дані, математичні формули, графіки або малюнки та ін.), оскільки один і той самий теоретичний матеріал (квант) можна подати в різній формі. Важливою особливістю є те, що до кожного кванта теоретичного матеріалу прив'язуються тестові питання різні за змістом, вагою

складності та типом, що в свою чергу дозволяє повною мірою оцінити рівень та ступень засвоєння теоретичного матеріалу і визначити індивідуальні особливості студента [2]. В залежності від його здібностей (успішності, швидкості засвоєння, типу сприйняття інформації, спеціалізації та ін.), лекційний матеріал формується і подається в найбільш зручній індивідуально встановленій формі, що значною мірою підвищує ступінь його засвоєння [1]. Після проходження теоретичного матеріалу і тестового контролю в межах одного кроку, системою визначаються індивідуальні характеристичні параметри, на основі яких приймається рішення про побудову навчальної траєкторії наступного кроку. За дуже низького рівня засвоєння теоретичного матеріалу система не допустить студента до наступного кроку і запропонує повторне опрацювання попереднього кроку. При задовільному рівні засвоєння теоретичного матеріалу (порогові значення – *бар'єр* переходу між кроками встановлюється викладачем в залежності від ступеня складності і важливості теоретичного матеріалу) система допускає студента до наступного кроку навчальної програми, який складається вже з трьох частин: теоретичного матеріалу, необхідного для повторення (матеріал з попереднього кроку, відповідь на тестові питання з даного блоку теоретичного матеріалу (кванту), які були хибними) і двох обов'язкових, описаних вище, теоретичного матеріалу поточного кроку та контрольного тестування. Особливістю є те, що

до питань поточного тестування додаються питання на повторення з попереднього кроку, відповіді на які були цілком або частково неправильними (рис. 1).

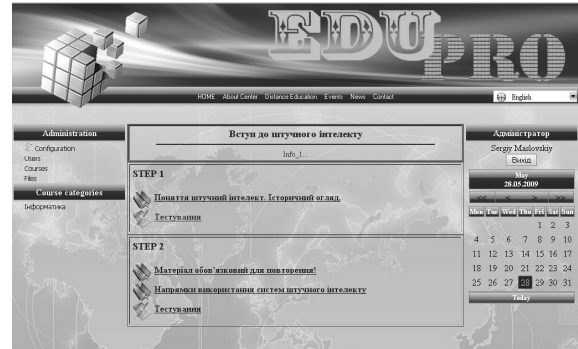


Рис. 1. Інтерфейс студента в системі *EduPRO*

Таким чином отримуємо динамічну систему, що налаштовується за індивідуальними показниками студента і потребує мінімального втручання викладача в навчальний процес.

### Особливості моделювання процесу адаптивного тестування

В запропонованій моделі тестового контролю знань використовується схема адаптивного контролю (регулювання рівня складності тес-

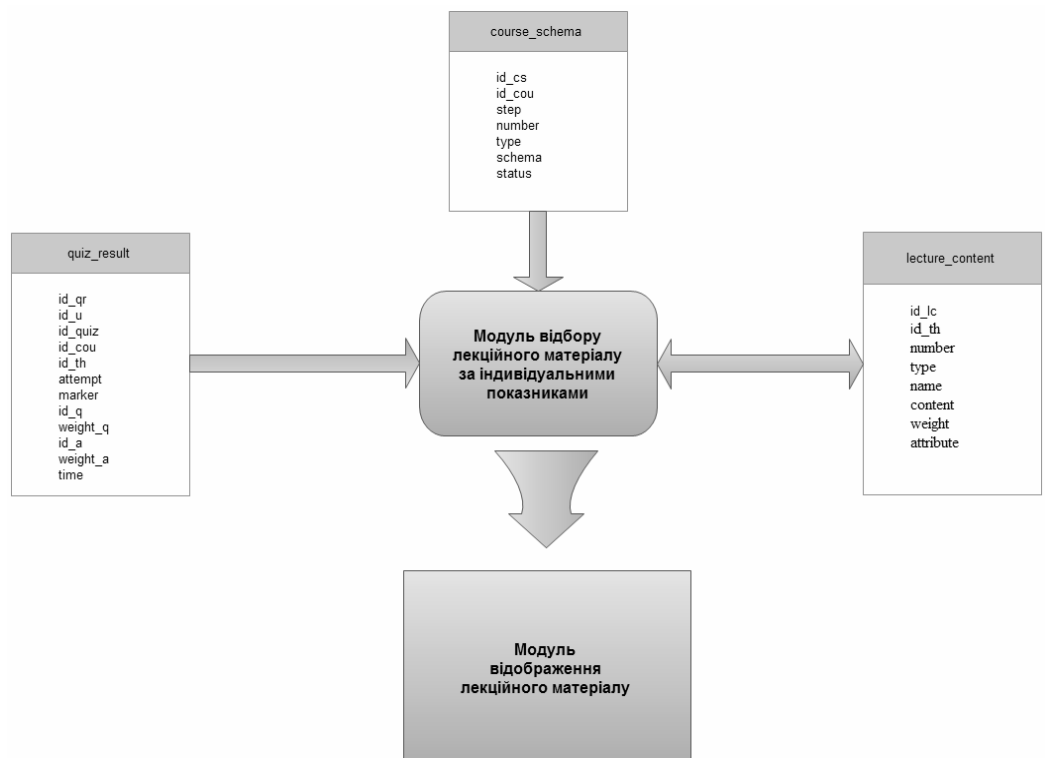


Рис. 2. Модель процесу формування лекційного матеріалу

тових завдань в залежності від здібностей людини). За відсутності попередніх оцінок всім студентам дається завдання середнього рівня складності (такий тип тестів називається *пірамідальним*) і вже потім, в залежності від отриманих результатів, кожен наступний тест розпочинається з обрахованого індивідуально оптимального рівня складності завдань. Автоматичне формування пакетів завдань відбувається на основі введених схем, що дозволяють, на відміну від традиційних тестів, де використовується генерація завдань випадковим чином, охопити все поле знань, яке містить обов'язковий теоретичний матеріал. Схеми надають можливість викладачам як виключити з пакету тестових завдань небажані питання, так і встановити обов'язкові (ключові) питання; встановити обмеження кількості питань з певної виділеної теми. Диференціація за рівнями складності питань відбувається на основі попередніх відповідей. Існує два шляхи переведення питань за рівнями складності: при відповіді на одне питання та при відповіді на два останні питання [3]. В першому варіанті система аналізує тільки останню відповідь, якщо *правильно* – на рівень вище, якщо *неправильно* – на рівень нижче. Таким чином отримуємо стрімку, динамічну систему переведення, що дозволяє швидко досягти максимуму або мінімуму при досить малій кількості запитань (рис. 3).

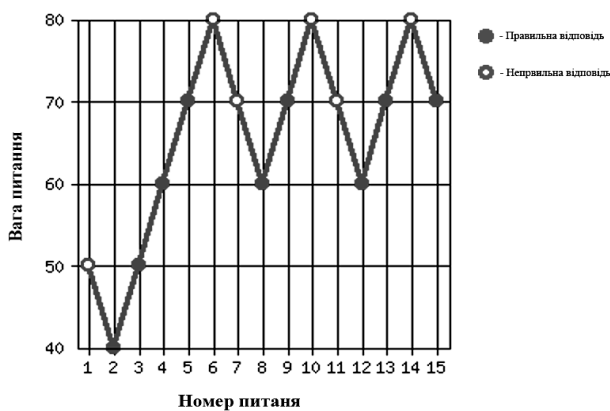


Рис. 3. Переведення питань за рівнями складності з одного питання

В другому – аналізується дві останні відповіді: якщо *правильно* і *правильно* – переходимо на рівень вище, якщо *неправильно* і *неправиль-*

*но* – на рівень нижче, якщо *правильно* і *неправильно* або *неправильно* і *правильно* – залишаємо на тому ж рівні (рис. 4). В цьому варіанті є кілька негативних факторів: штучне заниження оцінки студента (при утриманні його на одному рівні складності), необхідність великої кількості запитань як в базі завдань, так і в самому тесті. На основі експериментально визначених даних, до переваг цього методу слід віднести більшу точність оцінки рівня знань, зменшення ймовірності вгадування відповіді.

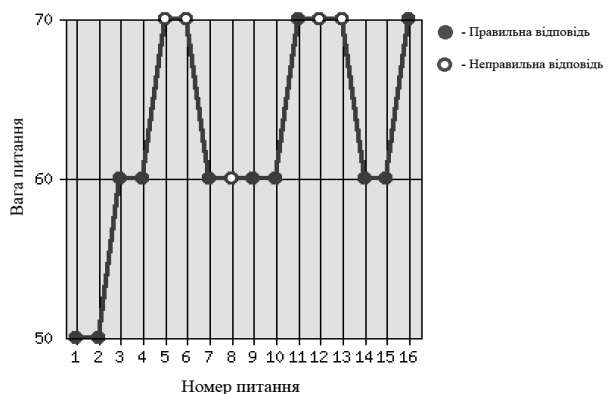


Рис. 4. Переведення питань за рівнями складності з двох останніх питань

Другим критерієм переведення між рівнями складності є співвідношення кількості правильних і неправильних відповідей до загальної кількості питань, на які студент вже відповів, з певної вагової категорії – що фактично визначає імовірність відповіді на питання цієї вагової категорії. Третім критерієм переведення між рівнями складності є часова складова. Системою фіксується витрачений час на відповіді як правильні, так і неправильні з певної вагової категорії. Умовно середній загальний витрачений час для відповіді на питання певної вагової категорії, помножений на кількість питань, що залишились для проходження (за умови, що більшість відповідей є правильними), характеризує здібність студента і показує, чи встигне він з такою швидкістю відповідей пройти (завершити) весь тест за відведений час, і якщо ні, то рівень складності слід знизити. Аналіз часових характеристик відіграє ключову роль в побудові систем адаптивного контролю знань, побудові характеристичної моделі студента, та

визначенні валідності тестових завдань і тесту в цілому [4].

Схематичне відображення процесу прийняття рішень з переходів між рівнями складності в адаптивній системі тестування з урахуванням трьох основних показників (за останньою відповіддю, за часовим критерієм та за співвідношенням правильних відповідей до неправильних) подано на рис. 6.

### Архітектура системи дистанційного навчання *EduPRO*

Технічна реалізація системи дистанційного навчання являє собою досить складний програмно-апаратний комплекс. Із програмним забезпеченням працює кілька категорій користувачів, які контролюють процес навчання: викладачі, студенти, автори навчальних курсів, адміністратори, менеджери. Для кожної з категорій користувачів системи має бути реалізований свій інтерфейс користувача.

Основними компонентами програмного продукту для адаптивного дистанційного навчання є:

- засіб розробки навчального контенту;
- система керування навчанням;

- система адаптації навчальної програми (динаміка, зміст, ступень деталізації, рівень складності) щодо користувача за індивідуальними властивостями, показниками;
- система обміну інформацією між учасниками навчального процесу;
- система доставки навчального контенту.

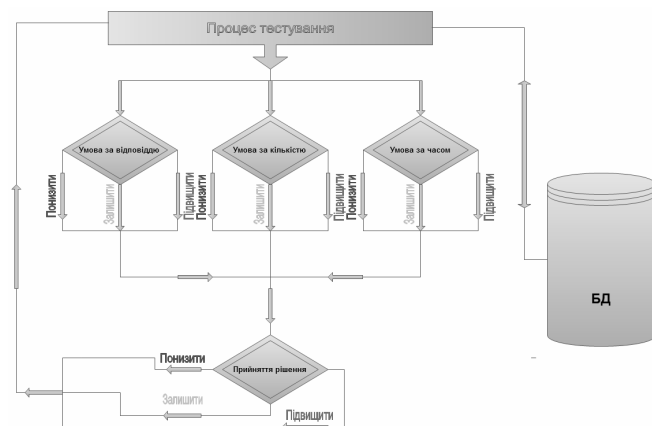
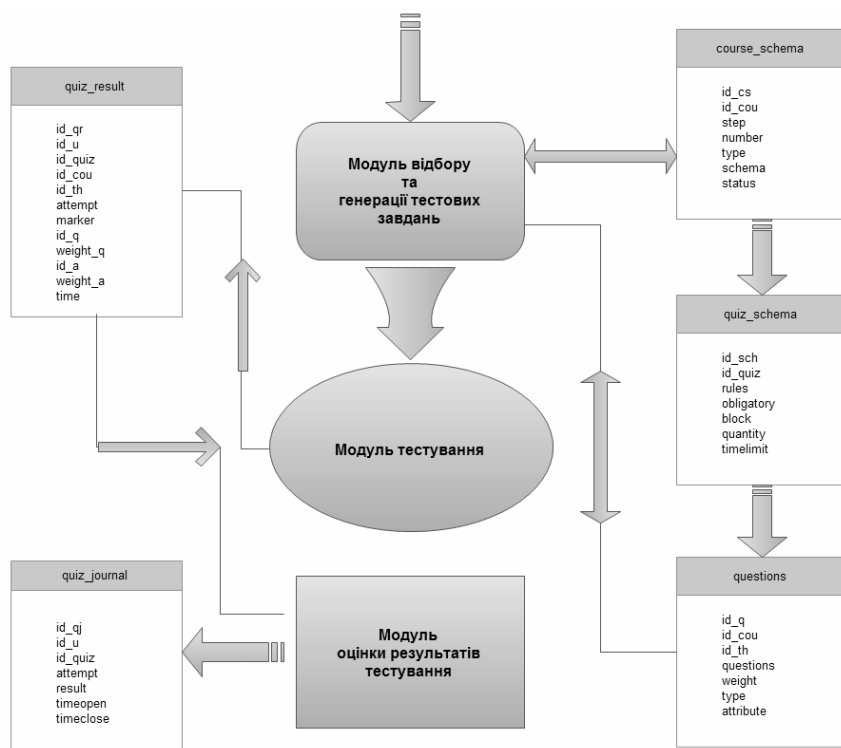


Рис. 6. Модель процесу прийняття рішень з переходів між рівнями складності в адаптивній системі тестування

### Основні функції системи

- Облік студентів, персоналізація й розмежування прав доступу до навчальних матеріалів;
- керування користувачами здійснюється за мінімального втручання адміністратора із збереженням високого рівня безпеки, проста інтеграція з існуючими системами аутентифікації:
  - на основі *e-mail* студент може створити свій вхід, адреса перевіряється засобами підтвердження;
  - *LDAP*-метод: входи можна звіряти на *LDAP*-сервері, адміністратор може вказувати, які поля слід використовувати;
  - *IMAP*, *POP3*, *NNTP*, входи звіряються на поштовому сервері або сервері новин, підтримуються *SSL* і *TLS*;
  - зовнішня база даних, яка містить хоча б два поля, може бути використана як зовнішнє джерело аутентифікації;



Мал. 5. Модель процесу адаптивного тестування

– викладач може додати кодове слово для своїх курсів, щоб завадити потраплянню на них сторонніх осіб, може передати ключ у співбесіді, за допомогою *e-mail*, *sms* і т.ін.;

– студенти можуть редагувати свої профілі (фотографії, особисті дані, реквізити);

– кожен користувач може задати свій локальний час, коли всі дати в системі будуть переведені для нього за місцевим часом (час спілкування в форумах, терміни виконання завдань та ін.);

- керування процесом навчання, облік результатів навчання й тестування;

- керування та інтеграція з механізмами електронного спілкування;

- адаптація системи до користувача:

- врахування новини даних;

– визначення індивідуальних параметрів користувача (загальний рівень знань, середня швидкість проходження уроку, швидкість засвоєння нової інформації, швидкість сприйняття, швидкість забування, кількість повторів, відсоток правильних, частково правильних, неправильних відповідей стосовно їх новини, визначення ефекту стомлюваності, частота правильних відповідей, частота звернення до підказок, середній час, що передує зверненню до підказки, середня глибина звернення – одна, дві чи більше; успішність);

– визначення групових параметрів (середня швидкість проходження уроку, засвоєння нової інформації, сприйняття, забування; середній відсоток правильних, частково правильних, неправильних відповідей; середній відсоток правильних, частково правильних, неправильних відповідей стосовно новини; середня частота звернення до підказок, середнього часу, що передує зверненню до підказок, середня глибина звернення – одна, дві або більше);

– визначення динаміки, вмісту, ступеню деталізації, рівня складності наступного блоку навчальної програми із врахуванням індивідуальних, групових показників і новиною та вагою, тобто рівнем складності даних;

– визначення ймовірності успішності проходження наступного блоку навчальної програ-

ми, виходячи з аналізу індивідуальних та групових показників і з урахуванням новини та ваги даних наступного блоку, з метою внесення змін щодо вмісту, ступеня деталізації наступного блоку;

– визначення валідності як певного блоку, так і цілого побудованого курсу.

- Підготовка оперативної та аналітичної звітності.

### **Особливості архітектури ядра системи дистанційного навчання *EduPRO***

У зв'язку з великою кількістю інформації, яка опрацьовується системою, прийнято рішення про розбиття ядра на окремі модулі, кожен з яких виконує свою особливу функцію. Структура ядра системи *EduPRO* складається з:

- бази даних;

- інтерактивного модуля;

- модуля опрацювання статистичних даних;

- експертного модуля;

- навчального модуля.

**База даних** є основою, центральною частиною ядра, яка відповідає за збереження детальних відомостей та формування звітів за:

- параметрами системи;

- змінами в системі;

- адміністраторами, викладачами та студентами;

- курсами, зареєстрованими в системі та навчальним матеріалом;

- статистичними даними про процес навчання.

**Інтерактивний модуль** – це модуль взаємодії студента з навчальною системою, передбачає можливість спілкування з системою за допомогою інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу.

**Модуль опрацювання статистичних даних** контролює обробку всіх зібраних у процесі навчання даних та їх подальшу передачу іншим модулям системи.

**Експертний модуль** дозволяє навчальній системі функціонувати в режимі експерта (здійснювати контроль за навчанням). На нього покладається функція всебічної оцінки процесу навчання, якості знань, прогресу тощо.

**Навчальний модуль** відповідає за процес зміни власне навчальної системи. Цей процес відбувається виключно під впливом взаємодії зі студентом (індивідуально), тісно взаємодіючи з доменом-експертом.

Схематичне відображення складових частин ядра та їх взаємодію подано на рис. 7.

**Висновок.** Розроблена система дає можливість організувати процес індивідуалізованого навчання. Запропоновані технологічні рішення дозволяють сформувати індивідуальну структуру навчального матеріалу і адаптуватися до початкового рівня знань тих, хто навчається. Така можливість використана в адаптивній навчальній системі для визначення індивідуальної навчальної траєкторії конкретного студента, а також для забезпечення функціонування інтелектуального навчального модуля, який відповідає за всебічну оцінку процесу навчання, якості знань, забезпечення формування блоків навчального матеріалу в системі дистанційного навчання з урахуванням індивідуальних особливостей студента, визначення його готовності для переходу до більш складного матеріалу, відображення взаємозв'язків між різними показниками функціонування і результатом тестування.

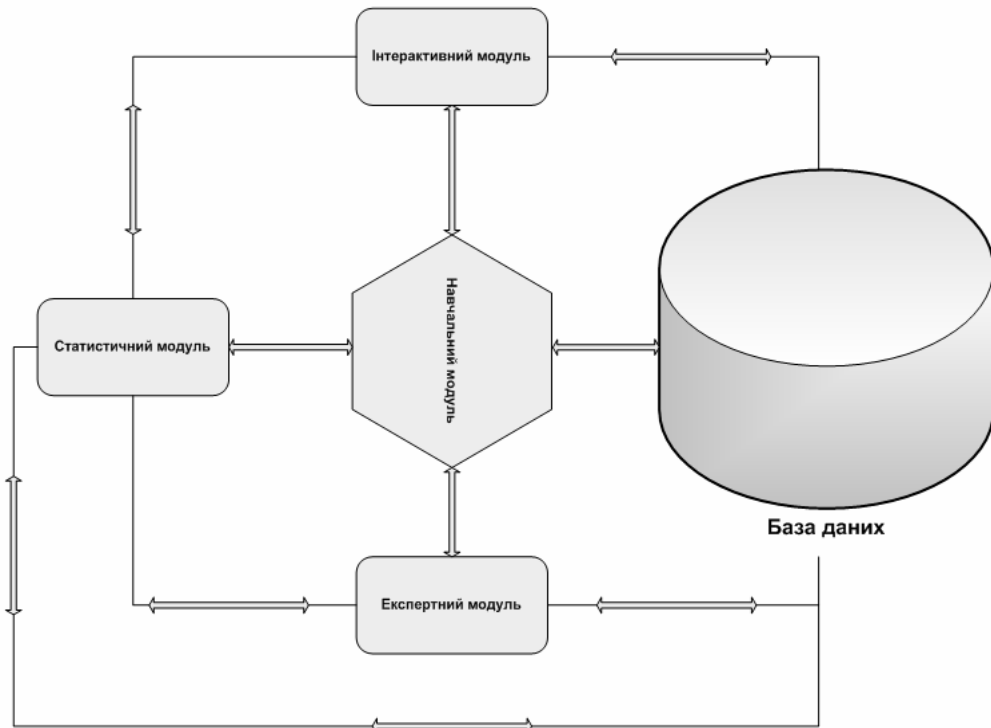


Рис. 7. Схема ядра системи *EduPro*

1. Федорук П.І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Internet-технологій. – Івано-Франківськ: Плай, 2008. – 326 с.
2. Федорук П.І. Адаптація інтелектуальних систем дистанційного навчання та контролю знань до індивідуальних особливостей студентів на основі аналізу якості засвоєних знань // Штучний інтелект. – 2006. – № 3. – С. 480–486.
3. Федорук П.І. Використання адаптивних тестів в інтелектуальних системах контролю знань // Там же. – 2008. – № 3. – С. 380–387.
4. Федорук П.І. Адаптивні тести: статистичні методи аналізу результатів тестового контролю знань // Математичні машини і системи. – 2007. – № 3, 4. – С. 122–138.

Поступила 02.06.2009  
Тел. для справок: (Івано-Франківськ)  
E-mail: pavlo@pu.if.ua  
© П.И. Федорук, С.М. Масловский, 2009

П.И. Федорук, С.Н. Масловский

### Использование системы *EduPRO* для организации процесса адаптивного обучения

**Введение.** За последние годы создано несколько тысяч систем дистанционного образования (СДО), которые базируются на использовании Интернет-технологий [1]. Разные образовательные организации предлагают сотни

тысяч обучающих образовательных курсов, доступных через *Web*. Технологии дистанционного образования на *Web*-платформе активно исследуются и разрабатываются, независимо от их широкого практического применения.

ния. Однако, как правило, обучающий курс, представленный в среде СДО, есть не что иное, как набор статических гипертекстовых документов. Все студенты получают одинаковый материал для обучения независимо от их индивидуальных особенностей. Студент не может получать оперативно помощь от преподавателя или другого студента, как это происходит в обычном классе. Существуют и другие проблемы, связанные с отсутствием дифференциации обучающего процесса в средах современных СДО. Можно утверждать, что введение элементов адаптивности и интеллектуальности в такие системы есть одним из основных заданий для исследователей в этой сфере. Разработанная авторами система *EduPRO* создана для решения этих проблем и организации процесса адаптивного обучения.

### Особенности моделирования процесса адаптивного обучения в системе *EduPRO*

При создании обучающих курсов теоретический материал в системе делится на лекции, завершённые по смыслу и объёму части (блоки). В системе дистанционного образования *EduPRO* обучающий курс подается в виде последовательности шагов. Обязательными составляющими каждого курса есть лекционный материал и тестирование. Однако количество лекций в одном шаге может изменяться в зависимости от объёма и сложности теоретического материала, который необходимо усвоить. Лекции, в свою очередь, делятся на наименьшие законченные части – кванты [1]. Каждый квант лекционного материала обладает некоторыми характеристическими свойствами – вес сложности, степень новизны, тип кванта и др. Тип кванта это описательная характеристика, определяющая, в каком виде подается материал (описание, табличные данные, математические формулы, графики или рисунки и пр.), поскольку один и тот же теоретический материал (квант) можно подать в разной форме. Существенной особенностью есть то, что к каждому кванту теоретического материала привязываются тестовые вопросы, разные по смыслу, весу трудности и типу, что в свою очередь позволяет в полной мере оценить уровень и степень усвоения теоретического материала и определить индивидуальные особенности студента [2]. В зависимости от способностей обучаемого (успешность, скорость запоминания, тип восприятия информации, специализацию и др.), теоретический лекционный материал формируется и подается в наиболее удобной индивидуально установленной форме, что значительно повышает степень его восприятия [1]. После прохождения теоретического материала и тестового контроля в пределах одного шага, системой определяются индивидуальные характеристические параметры, на основе которых принимаются решения о построении обучающей траектории следующего шага. При низком уровне усвоения теоретического материала система не допустит студента к следующему шагу и предложит повторное прохождение предыдущего шага. При удовлетвори-

тельном уровне усвоения материала (пороговые значения – *барьер* прохождения между шагами устанавливает преподаватель в зависимости от степени сложности и важности теоретического материала) система допускает студента к прохождению следующего шага программы. Следующий шаг состоит уже из трех частей: теоретического материала, необходимого для повторения (материал из предыдущего шага, ответы на тестовые вопросы данного блока теоретического материала (кванта), которые были ошибочными) и двух обязательных, описанных выше, теоретического материала данного шага и контрольного тестирования. Особенностью есть то, что к вопросам каждого следующего тестирования добавляются вопросы на повторение из предыдущего шага, ответы на которые были полностью или частично ошибочными (рис. 1).



Рис. 1. Интерфейс студента в системе *EduPRO*

Таким образом, мы получаем динамическую систему, которая подстраивается под индивидуальные показатели студента и требует минимум вмешательства преподавателя в процесс обучения.

### Особенности моделирования процесса адаптивного тестирования

В предложенной модели тестового контроля знаний используется схема адаптивного контроля (регулировка уровня сложности тестовых заданий в зависимости от способностей обучаемого). За отсутствием предварительных оценок всем студентам предлагается задание среднего уровня сложности (*пирамидальный* тип тестов) и уже потом, в зависимости от полученных результатов, каждый следующий тест начинается с определенного индивидуального оптимального уровня сложности. Автоматическое формирование пакетов заданий происходит на основе введенных авторами схем, позволяющих, в отличие от традиционных тестов, где используется генерация заданий случайным образом, охватить все поле знаний (обязательный теоретический материал). Схемы дают возможность преподавателям как исключить из пакета тестовых заданий нежелательные вопросы, так и установить обязательные (ключевые) вопросы; установить ограничения по количеству вопросов в определенной выделенной теме. Дифференциация по уровням сложности вопросов происходит на основе предвари-

тельно полученных ответов. Существует два пути перевода вопросов по уровням сложности: при ответе на один вопрос и при ответе на два последних вопроса [3]. В первом варианте система анализирует только последний ответ, если правильно – на уровень выше, если неправильно – на уровень ниже. Таким образом, получаем стремительную, динамическую систему перевода, что позволяет быстро достичь максимума или минимума при достаточно малом количестве вопросов (рис. 3).

Во втором варианте анализируются два последних ответа: если *правильно* и *правильно* – переходим на уровень выше, если *неправильно* и *неправильно* – на уровень ниже, если *правильно* и *неправильно* или *неправильно* и *правильно* – оставляем на том же уровне (рис. 4). В этом варианте есть несколько негативных факторов: искусственное занижение оценки студента (при содержании студента на одном уровне сложности), необходимость большого количества вопросов как в базе заданий, так и в самом тесте. На основе экспериментально определенных данных, к преимуществам этого метода следует отнести большую точность оценки уровня знаний, уменьшение вероятности угадывания на вопросы.

Вторым критерием перевода между уровнями сложности является соотношение количества правильных и неправильных ответов к общему количеству вопросов, на которые студент уже ответил, по некоторой весовой категории – что фактически определяет вероятность ответа на вопросы этой весовой категории. Третьим критерием перевода между уровнями сложности есть временная составляющая. Системой фиксируется затраченное время на ответы как правильные, так и непра-

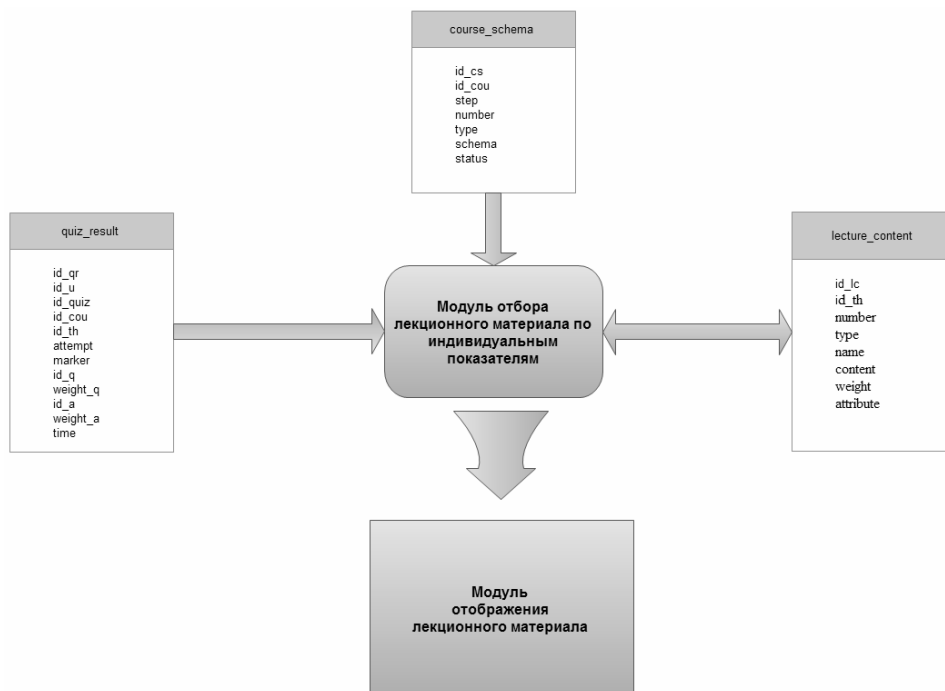


Рис. 2. Модель процесса формирования лекционного материала

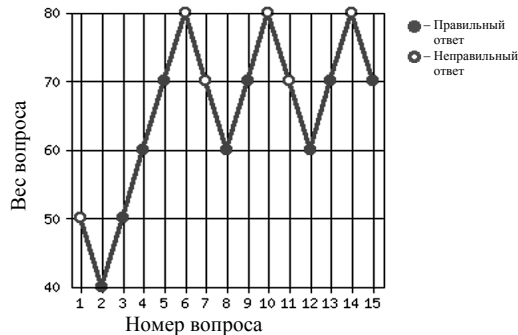


Рис. 3. Перевод вопросов по уровням сложности за одним вопросом

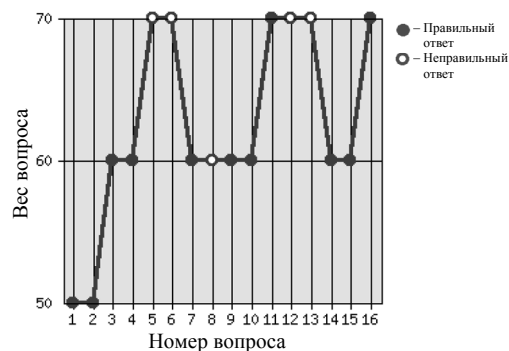


Рис. 4. Перевод вопросов по уровням сложности с двумя последними вопросами

вильные по определенной весовой категории. Условно среднее затраченное время для ответа на вопрос определенной весовой категории, умноженное на количество вопросов, оставшихся для прохождения (при условии, что большинство ответов правильные), характеризует способность студента и показывает, успеет ли он с такой быстротой ответов пройти (завершить) весь тест за отведенное время, и если нет, то уровень сложности следует снизить. Анализ временных характеристик выполняет ключевую роль в построении систем адаптивного контроля знаний, построении характеристической модели студента и определении валидности тестовых заданий и теста в целом [4].

Схематическое изображение процесса принятия решений по переходам между уровнями сложности в адаптивной системе тестирования с учетом трех основных показателей (по последнему ответу, временному критерию и со-



отношению правильных ответов к неправильным) показано на рис. 6.

### Архитектура системы дистанционного обучения EduPRO

Техническая реализация системы дистанционного обучения представляет собой достаточно сложный программно-аппаратный комплекс. С программным обеспечением работает несколько категорий пользователей, контролирующих процесс обучения: преподаватели, студенты, авторы учебных курсов, администраторы, менеджеры. Для каждой из категорий пользователей системы должен быть реализован свой пользовательский интерфейс.

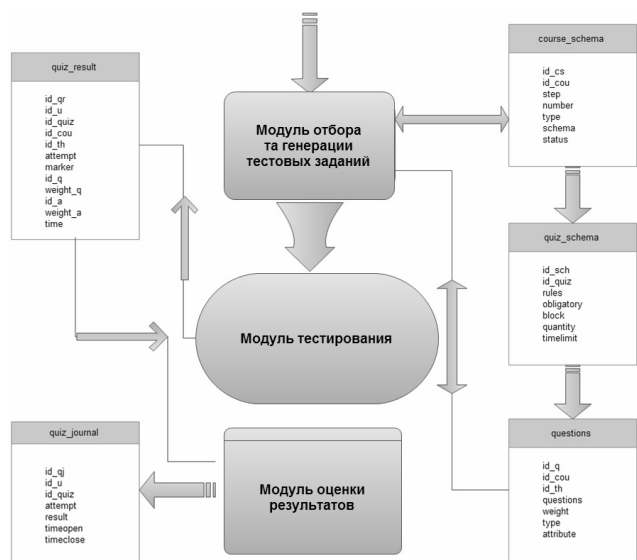


Рис. 5. Модель процесса адаптивного тестирования

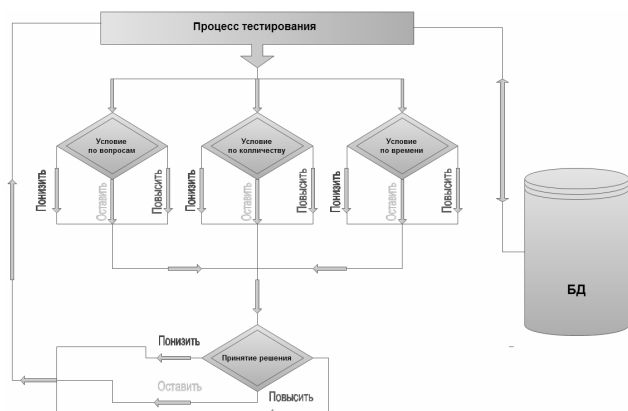


Рис. 6. Модель процесса принятия решений по переходу между уровнями сложности в адаптивной системе тестирования

Основные компоненты программного продукта для адаптивного дистанционного обучения таковы:

- средство разработки учебного контента;
- система управления обучением;
- система адаптации учебной программы (динамика, содержание, степень детализации, уровень сложности) от-

носителю пользователя по индивидуальным свойствам и показателям;

- система обмена информацией между участниками учебного процесса;
- система доставки учебного контента.

### Основные функции системы

- Учет студентов, персонализация и разграничение прав доступа к учебным материалам;
- управление пользователями, осуществляемое при минимальном вмешательстве администратора с сохранением высокого уровня безопасности, простая интеграция с существующими системами аутентификации:

– на основе *e-mail* студент может создать свой вход, адрес проверяется средствами подтверждения;

– *LDAP*-метод: входы можно сверять на *LDAP*-сервере, администратор может указать, какие поля следует использовать;

– *IMAP, POP3, NNTP*, входы сверяются на почтовом сервере или сервере новостей, поддерживаются *SSL* и *TLS*;

– внешняя база данных, имеющая как минимум два поля, может быть использована в качестве внешнего источника аутентификации;

– преподаватель может добавить *кодированное слово* для своих курсов во избежание попадания на курсы посторонних лиц, может передать ключ в беседе, посредством *e-mail, sms* и др.;

– студенты могут редактировать свои профили (фотографии, личные данные, реквизиты);

– каждый пользователь может задать собственное локальное время, причем все даты в системе будут переведены для него по местному времени (время общения в форумах, сроки выполнения заданий и др.);

• управление процессом обучения, учет результатов обучения и тестирования;

• управление и интеграция с механизмами электронного общения;

• адаптация системы к пользователю:

– учет новизны данных;

– определение индивидуальных параметров пользователя (общий уровень знаний, средняя скорость прохождения урока, скорость усвоения новой информации, скорость восприятия; скорость забывания; количество повторов, процент правильных, частично правильных, неправильных ответов относительно их новизны, определение эффекта утомляемости; частота правильных ответов, частота обращения к подсказке, среднее время, предшествующее обращению к подсказке, средняя глубина обращения – одна, две или более, успеваемость);

– определение групповых параметров (средняя скорость прохождения урока, усвоения новой информации, восприятия, забывания; средний процент правильных, частично правильных, неправильных ответов, средний процент правильных, частично правильных, неправильных ответов относительно новизны, средняя частота обращения к подсказкам, среднего времени, предшествующе-

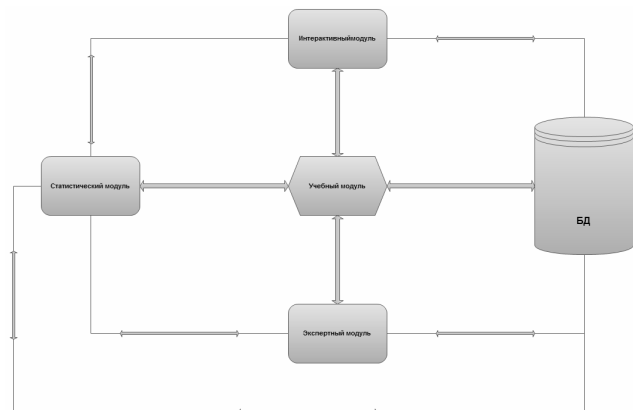


Рис. 7. Схема ядра системы EduPRO

го обращению к подсказкам; средняя глубина обращения – одна, две или больше);

- определение динамики, содержания, степени детализации, уровня сложности следующего блока учебной программы с учетом индивидуальных, групповых показателей и новизны, и *весом*, т.е. уровнем сложности данных;

- определение вероятности успешности прохождения следующего блока учебной программы исходя из анализа индивидуальных и групповых показателей и с учетом новизны и *веса* данных следующего блока с целью внесения изменений в содержание, степени детализации следующего блока;

- определение валидности как определенного блока, так и целого построенного курса.

- Подготовка оперативной и аналитической отчетности.

### Особенности архитектуры ядра системы дистанционного обучения EduPRO

В связи с большим количеством информации, обрабатываемой системой, было принято решение о разбиении ядра на отдельные модули, каждый из которых выполняет свою особую функцию. Структура ядра системы EduPRO состоит из:

- базы данных;
- интерактивного модуля;
- модуля обработки статистических данных;
- экспертного модуля;
- учебного модуля.

**База данных** – основная, центральная часть ядра, ответственная за сохранение детальных сведений и формирование отчетов:

- по параметрам системы;
- — изменениям, происходящим в самой системе;
- — администраторам, преподавателям и студентам;
- — курсам, зарегистрированным в системе, и учебным материалом;
- — статистическим данным о процессе обучения.

**Интерактивный модуль** – модуль взаимодействия студента с учебной системой. Предусматривает возможность общения с системой с помощью интуитивно понятного интерфейса.

**Модуль обработки статистических данных** контролирует обработку всех собранных в процессе обучения данных и их последующую передачу другим модулям системы.

**Экспертный модуль** позволяет учебной системе функционировать в режиме эксперта (осуществлять контроль за обучением). На него возлагается функция всесторонней оценки процесса обучения, качества знаний, прогресса и др.

**Учебный модуль** контролирует процесс изменения собственно учебной системы. Этот процесс происходит исключительно под влиянием взаимодействия со студентом (индивидуально), тесно взаимодействуя с домом-экспертом.

Схематическое изображение составных частей ядра и их взаимодействие дано на рис. 7.

**Заключение.** Разработанная система дает возможность организовать процесс индивидуализированного обучения. Предложенные технологические решения позволяют сформировать индивидуальную структуру учебного материала и адаптироваться к начальному уровню знаний обучаемых. Такая возможность использована в адаптивной обучающей системе для определения индивидуальной учебной траектории конкретного студента, а также для обеспечения функции интеллектуального учебного модуля, ответственного за всестороннюю оценку процесса обучения, качество знаний, прогресс, позволяет обеспечить формирование блоков учебного материала в системе дистанционного обучения с учетом индивидуальных особенностей студента, определение момента его готовности к переходу на более сложный уровень материала, отражение взаимосвязей между различными показателями функционирования и результатом тестирования.