

УДК 519.682.5

П.І. Федорук, С.М. Масловський, С.М. Петрик

## Інтерактивні технології в адаптивній системі дистанційного навчання та контролю знань «EduPRO»

Рассмотрены интерактивные технологии, использованные в адаптивной системе дистанционного обучения и контроля знаний «EduPro». Использование данных технологий позволяет заменить классическую модель обучения «учитель–студент» на более современную и производительную – «система–студент». Описаны основные возможности и функции автоматизированной системы обучения.

The interactive technologies used in the adaptive system of the distance learning and knowledge control EduPRO are considered. The use of data enables to replace the classical model of education «teacher–student» to more modern and productive «system–student». A description of basic features and functions of the automated training system is suggested.

Розглянуто інтерактивні технології, які використовуються у адаптивній системі дистанційного навчання та контролю знань «EduPRO». Застосування даних технологій дозволяє замінити класичну модель навчання «вчитель–студент» на більш сучасну і продуктивну – «система–студент». Описано основні можливості та функції автоматизованої системи навчання.

**Вступ.** Використання інформаційно-комунікаційних технологій передбачає перехід на новий рівень розумової, творчої, комунікативної і виконавської діяльності і призводить до докорінних змін у різних областях людської активності.

З психології відомо, що за допомогою спілкування діяльність організовується і розвивається. Як правило, при цьому розглядаються три взаємопов'язані сторони спілкування: комунікативна (обмін інформацією), інтерактивна (взаємодія) і перцептивна (факт встановлення взаєморозуміння).

Досягнути необхідного рівня ефективності передачі знань при застосуванні дистанційної форми навчання за допомогою комп'ютерних телекомунікаційних мереж неможливо без розуміння особливостей спілкування між тим, хто навчає і тим, кого навчають. Ці особливості полягають у наступному:

- інформація в процесі спілкування не тільки передається, але й формується, уточнюється, розвивається;
- вербальне спілкування реалізовується за допомогою фактичного, інформаційного, дискусійного типів діалогів;

- органічним доповненням вербальної мови є вживання невербальних засобів спілкування, таких, як жести, міміка, якість голосу, його діапазон, тональність;
- візуальне спілкування (контакт очима);
- інтерактивний аспект спілкування виявляється в спільній діяльності;
- у процесі спілкування має бути взаєморозуміння між його учасниками.

Важливим у процесі передачі знань із використанням інформаційно-комунікаційних технологій є не тільки можливість забезпечення оперативного зворотного зв'язку між вчителем і учнем на відстані по мережі, а й постійна актуалізація навчального матеріалу із найменшими витратами. Забезпечення переходу на якісно новий рівень надання освітніх послуг неможливе без використання індивідуалізованого навчання, що також тісно пов'язано із функціональними можливостями засобів інформаційних технологій у навчанні [1].

### Процес навчання в сучасних системах дистанційного навчання

Аналіз сучасного стану розвитку систем дистанційного навчання та контролю знань показав, що більшість розробок спрямовано на розвиток саме систем контролю знань (тестовий

\* **Ключові слова:** інтерактивні технології, адаптивна система дистанційного навчання.

контроль знань). Наступними, за темпами розвитку, є системи представлення знань (лекційного матеріалу) – спеціалізовані навчальні системи, електронні підручники, електронні енциклопедії, словники та ін. Тобто існуючі системи дистанційного навчання являють собою більш вдосконалену стару систему заочного віддаленого навчання, коли людині, що навчалась, надсилали поштою завдання і вона самостійно їх виконувала [2–5].

Проте, самого процесу навчання в таких системах, аналогічного класичному «вчитель–учень», немає, що і є основним недоліком сучасних систем дистанційного навчання, функціонування яких спрямоване на самостійне вивчення навчального матеріалу. Із теорії педагогіки відомо, що одним із найбільш ефективних методів навчання є спілкування (дискусія). Тому виникає необхідність впровадження в сучасних навчальних системах засобів, які дозволяють замінити модель навчання (спілкування, дискусія, роз'яснення) типу «вчитель–учень» на більш сучасну – «система–учень» [6].

### **Адаптивний електронний навчальний курс**

Такий курс мусить містити на базовому (основному) рівні:

- основний теоретичний матеріал;
- системи вправ і завдань, що дозволяють виробити практичні вміння та навички;
- методи та засоби підсумкової оцінки засвоєння базових знань.

На додатковому рівні:

- навчальний матеріал, до якого студент може звернутися для поглибленого вивчення питань курсу;
- навчальний матеріал, до якого студент може звернутися для задоволення професійних запитів;
- навчально-методичний матеріал для розв'язку завдань підвищеної складності.

Розроблена та впроваджена авторами у навчальний процес адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань «EduPro» дозволяє створювати такі адаптивні електронні навчальні курси.

### **Теоретичний матеріал в системі «EduPRO»**

При створенні навчальних курсів теоретичний матеріал в системі поділяється на лекції. Лекція є завершеною за змістом та обсягом логічною часткою (блоком). В адаптивній системі дистанційного навчання «EduPRO» на верхньому рівні навчальний курс представлений у вигляді кроків. Кількість лекцій в одному кроці може змінюватися в залежності від обсягу і складності теоретичного матеріалу, який необхідно опрацювати.

Лекційний матеріал на нижньому рівні поділяється на найменші завершені логічні частки – *кванти*. Кожна така порція (частка) лекційного матеріалу має певні характеристичні властивості, такі як вага складності, ступінь новизни, тип та ін. Тип кванта є описовою характеристикою, що визначає, у якому вигляді представлений матеріал (описовий матеріал, табличні дані, математичні формули, графіки або малюнки та ін.), оскільки є зрозумілим, що один і той же теоретичний матеріал 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. Це дозволяє повною мірою оцінити рівень та ступінь засвоєння теоретичного матеріалу і визначити індивідуальні особливості студента [7]. В залежності від здібностей учня (успішності, швидкості засвоєння, типу сприйняття інформації, спеціалізації та ін.), навчально-лекційний матеріал формується і подається в найбільш зручній індивідуально встановленій формі, що значно підвищує ступінь його засвоєння [8].

### **Навчальний практикум**

Ключовим моментом навчання як в класичній формі, так і в дистанційній є роз'яснення теоретичного матеріалу, наведення прикладів розв'язання задач та приклади застосування.

Сьогодні у більшості існуючих систем дистанційного навчання практично відсутній механізм навчання студентів, тому вся робота цих систем зводиться до представлення лекційного матеріалу та контролю знань, тобто робота з засвоєння теоретичного матеріалу повністю покладається на студента (самостійне вивчення,

опрацювання). З метою підвищення якості освітнього навчального комплексу «EduPRO» було розроблено адаптивний модуль навчання – «Інтерактивний урок».

Принцип роботи модуля полягає в поступовому поданні на вивчення матеріалу відповідно до індивідуальної навчальної траєкторії, де лекційний матеріал представлено у вигляді чіткої ієрархії блоків знань.

Кожне питання має задану наперед вагу складності від 0 до 100. Урок починається з завдань середньої ваги складності (вага питання складає 50%) – «пірамідальна» модель тестового контролю знань.

При отриманні відповіді на питання, системою автоматично перевіряється її правильність і встановлюється подальша траєкторія руху. За умови, що відповідь на питання є на 100% правильна, системою відбирається наступне питання більшої ваги складності і процес повторюється. За умови, що відповідь на питання була отримана неправильна або частково неправильна, система інтерактивного уроку використовує вбудовану систему підказок (підказка, роз'яснення, посилання на частини лекційного матеріалу, в якому міститься відповідь на питання, схожий приклад рішення і т.ін.). Отже, система буде постійно допомагати студенту доти, поки відповідь на питання не буде правильною – процес спілкування типу «студент–система» (автоматизований процес навчання).

Однією з особливостей роботи модуля «Інтерактивний урок» є контроль за тематикою питань (прив'язка до лекційного матеріалу). За умови, що при відповіді на питання були використані підказки, системою автоматично будуть відібрані аналогічні питання з цієї ж самої теми з певною залишковою вагою складності.

Необхідно відзначити, що при використанні кожної наступної підказки системою застосовуються штрафні санкції (система покарань), що в свою чергу

призводить до зменшення ваги складності питання, і вже наступне питання відбирається з урахуванням залишкової ваги його складності.

### Тестовий контроль знань

Суттєвим аспектом педагогічної діяльності є оцінювання викладачем рівня знань людей, що навчаються. Одним із засобів швидкої перевірки знань є тестування. Однією із найбільш прогресивних на даний момент вважається адаптивна модель тестування, у якій складність завдань змінюється в залежності від правильності попередніх відповідей. В запропонованій моделі тестового контролю знань використовується схема адаптивного контролю: регулювання рівня складності тестових завдань в залежності від здібностей учня. За відсутності попередніх оцінок усім студентам дається завдання середнього рівня складності (пірамідальний варіант тестування), після чого, в залеж-

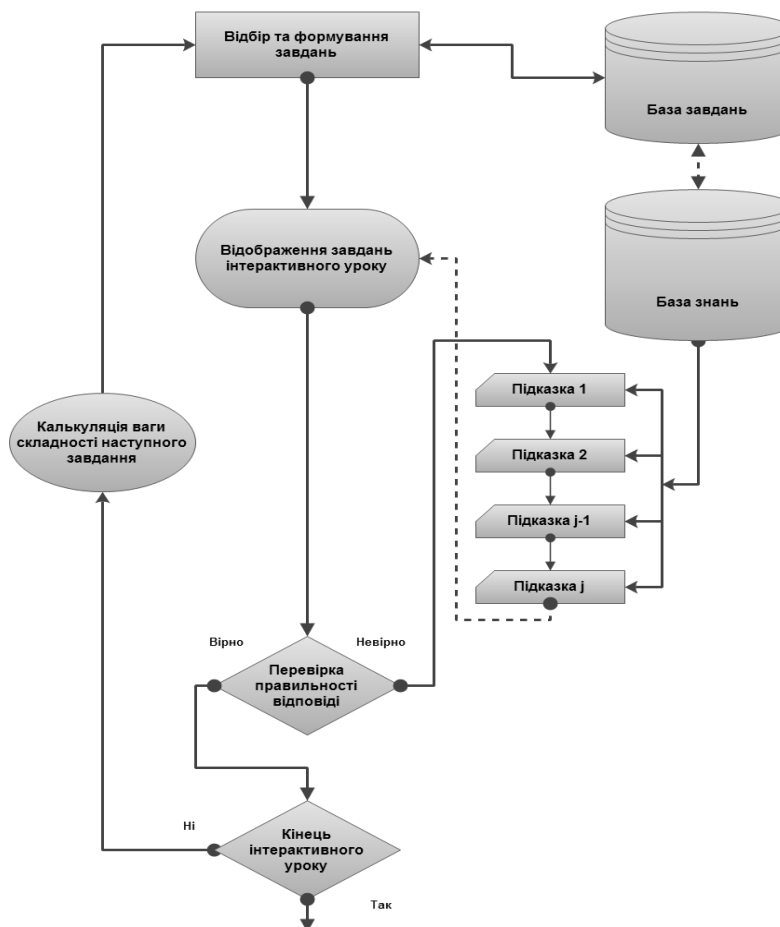


Рис. 1. Схематичне відображення процесу навчання в інтерактивному модулі «Інтерактивний урок»

ності від результатів, кожен наступний тест розпочинається з індивідуально обрахованого оптимального рівня складності завдань. Автоматичне формування пакетів завдань відбувається на основі введених нами схем, що дозволяють, на відміну від традиційних тестів, де використовується генерація завдань випадковим чином, охопити все поле знань, яке містить весь обов'язковий теоретичний матеріал.

Використання схем надають можливість викладачам:

- виключити з пакету тестових завдань небажані в даному випадку завдання;
- встановити обов'язкові (ключові) завдання;
- встановити обмеження кількості завдань з певної теми.

Диференціація за рівнями складності завдань відбувається на основі попередньо отриманих відповідей. Існує два підходи переведення завдань за рівнями складності: переведення при відповіді на одне питання та переведення при відповіді на два останні питання [9]. В першому варіанті система аналізує тільки останню відповідь, якщо правильно – наступним відбирається питання складності на рівень вище, якщо неправильно – на рівень нижче. Таким чином отримуємо стрімку, динамічну систему переведення, що дозволяє швидко досягти максимуму або мінімуму при достатньо малій кількості запитань.

В другому варіанті аналізується дві останні відповіді: якщо «правильно» і «правильно» – переходимо на рівень вище, якщо «неправильно» і «неправильно» – на рівень нижче, якщо «правильно» і «неправильно» або «неправильно» і «правильно» – залишаємо на тому ж самому рівні. В цьому варіанті є кілька негативних факторів: штучне заниження оцінки студента (при утримуванні студента на одному рівні складності), необхідність великої кількості запитань як в базі завдань, так і в самому тесті. Проте, експериментально визначено, що до переваг цього методу відноситься більша точність оцінки рівня знань, зменшення ймовірності вгадування відповіді.

Другим критерієм переведення між рівнями складності є співвідношення кількості прави-

льних і неправильних відповідей до загальної кількості питань, на які студент вже надав відповідь, з певної вагової категорії – що фактично визначає імовірність відповіді на питання цієї вагової категорії:

$$P_i = \frac{K_i}{N_i},$$

де  $K_i$  – кількість питань  $i$ -ї вагової категорії, відповіді на які були правильними,  $N_i$  – загальна кількість питань  $i$ -ї вагової категорії, на які вже було отримано відповіді.

Третім критерієм переведення між рівнями складності є часова складова. Системою фіксується витрачений час на відповіді як правильні, так і неправильні з певної вагової категорії. Середній витрачений час на відповідь 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 потрібно знижувати).

Середній час відповіді на питання певної

$$\text{вагової категорії: } t_{avg} = \frac{\sum_{j=0}^N t_j}{N},$$

де  $t_j$  – час відповіді на  $j$ -те питання,  $N$  – загальна кількість питань, на які вже було отримано відповідь (пройдені питання).

Часова поправка за вагою складності питання:

$$t_{wj} = \max(t_j) - \min(t_j),$$

де  $\max(t_j)$  – максимальний витрачений час на відповідь на питання  $j$ -ї ваги складності,  $\min(t_j)$  – мінімальний витрачений час на відповідь на питання  $j$ -ї ваги складності.

Отже, отримуємо середній час відповіді на питання з урахування ваги складності питання:  $T_{wj} = t_{avg} + t_{wj}$ ; час, необхідний для завершення тестового контролю знань:  $T_n = T_{wj}(N_t - N_p)$ , де  $N_t$  – загальна кількість питань в тесті,  $N_p$  – кількість пройдених питань.

Отже, можна визначити показник, який вказує, чи встигне студент з такою швидкістю

відповіді на питання певної вагової категорії завершити тестовий контроль знань вчасно:

$$T = (t_t - t_p) - T_n,$$

де  $t_t$  – загальний час, відведений на проходження тесту в цілому,  $t_p$  – витрачений час на відповіді на попередні питання в тесті.

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 [10]. Схематичне відображення процесу прийняття рішень у переходах 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. 2.

### Моделювання процесу навчання в адаптивній системі дистанційного навчання та контролю знань «EduPRO»

Розглянемо в межах одного кроку процес адаптивного навчання. Робота навчальної програми розпочинається з викладення нового навчального матеріалу у вигляді лекції. У випадку, якщо цей крок не перший перед вивченням нового теоретичного матеріалу, студенту пропонується на повторне вивчення матеріал із попередньої теми, який не був засвоєний або засвоєний недостатньо. Необхідно зауважити, що системою автоматично будуть додані питання з попередньої теми на повторення як до поточного, так і до підсумкового контролю знань. Наступним кроком навчальної програми є «Інтерактивний урок» – автоматизований засіб навчання та контролю знань, результатом роботи якого

є визначення «білих плям» у пройденому матеріалі. Відповідно система автоматично формує навчальний матеріал, необхідний для повторного вивчення. За результатами роботи «Інтерактивного уроку» приймаються рішення щодо визначення подальшої навчальної траєкторії навчального процесу:

- якщо результат проходження уроку є задовільним – студент допускається до підсумкового тестування,
- якщо результат – незадовільний – після вивчення сформованого за результатами роботи модуля «Інтерактивний урок» матеріалу на повторення, повторюється поточний контроль знань («Інтерактивний урок», поточний тестовий контроль знань).

Порогові значення засвоєння навчального матеріалу і оцінювання систем контролю знань встановлюються викладачем (експертом).

Отже, ми отримуємо динамічну систему навчання, яка адаптується до рівня знань та здібностей студента, формує індивідуальну навчальну траєкторію, миттєво реагує на його дії та імітує процес спілкування із ним.

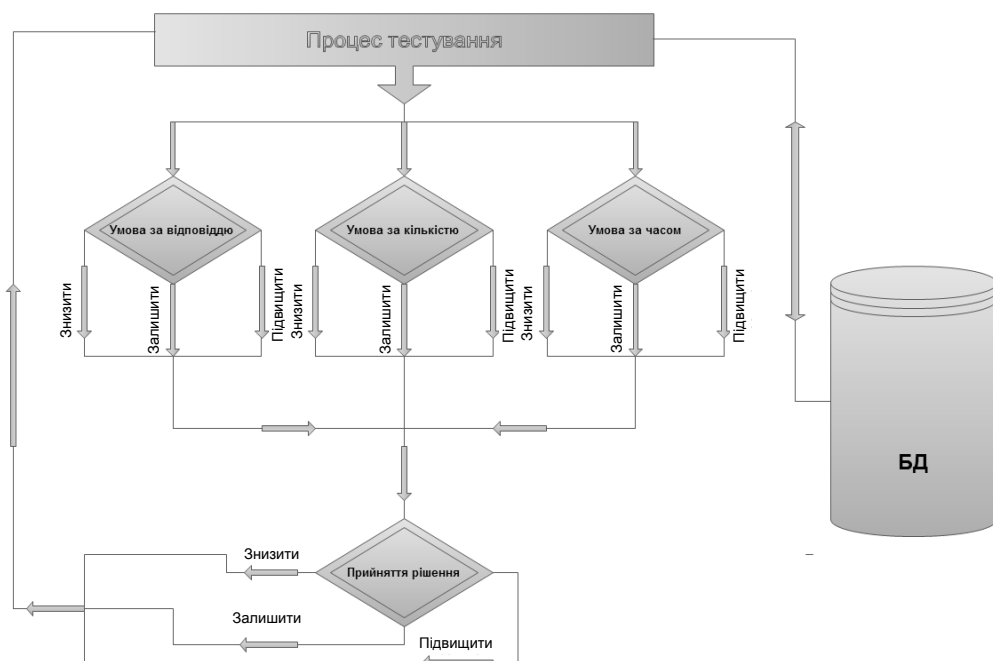


Рис. 2. Модель процесу прийняття рішень у переходах між рівнями складності в адаптивній системі тестування

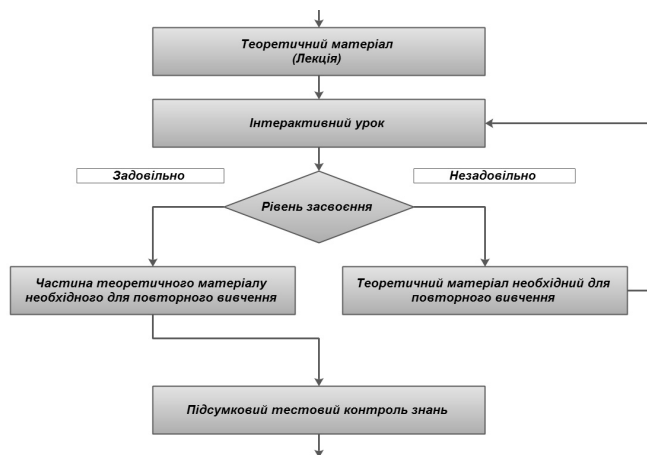


Рис. 3. Схематичне відображення процесу навчання в адаптивній системі

**Висновки.** Запропоновані технологічні рішення надають можливість сформувати індивідуальну структуру навчального матеріалу, що дозволяє реалізувати значні можливості адаптації до початкового рівня знань, і інших характеристик тих, хто навчається. Таку можливість використано 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, прогресу; дозволяє забезпечити формування блоків навчального матеріалу в системі дистанційного навчання з урахуванням індивідуальних особливостей, навичок і здібностей студентів, визначення моменту готовності студента для переходу на більш складний рівень матеріалу, відображення взаємозв'язків між різноманітними показниками функціонування, якістю виконання завдань і результатом тестування.

1. Андреев А.А. Введение в дистанционное обучение // Компьютеры в учебном процессе. – 1998. – № 2. – С. 25–68.
2. Основы технологий ДО. – <http://www.distance-learning.ru/>
3. Юрков А.В. Обзор средств разработки дистанционных курсов // Компьютерные инструменты в образовании. – 2002. – № 6.
4. Описание и сравнение западных систем ДО. – <http://www.edutools.info>
5. Описание западных систем ДО. – <http://www.learningcircuits.org>
6. Погорельский К.Б., Швердина Ю.В., Ретинский И.М. Система Дистанционного Интерактивного Образования DEIS // Тез. докл. VI Междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Будущее технической науки». – НГТУ. – Н. Новгород, 2007. – 400 с.
7. Федорук П.И. Адаптация интеллектуальных систем дистанционного навчання та контролю знань до індивідуальних особливостей студентів на основі аналізу якості засвоєних знань // Штучний інтелект. – 2006. – № 3. – С. 480–486.
8. Федорук П.И. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Internet-технологій. – Івано-Франківськ: Плай ЦІТУ Прикарпат. нац. ун-ту ім. Василя Стефаника, 2008. – 326 с.
9. Федорук П.И. Використання адаптивних тестів в інтелектуальних системах контролю знань // Штучний інтелект. – 2008. – № 3. – С. 380–387.
10. Федорук П.И. Адаптивні тести: статистичні методи аналізу результатів тестового контролю знань // Математичні машини і системи. – 2007. – № 3, 4. – С. 122–138.

Поступила 24.11.2010  
Тел. для справок: (0342) 59-6109, 59-6048 (Івано-Франковск)  
E-mail: [pavlo@pu.if.ua](mailto:pavlo@pu.if.ua), [dist@pu.if.ua](mailto:dist@pu.if.ua)  
© П.И. Федорук, С.Н. Масловский, С.М. Петрик, 2011

П.И. Федорук, С.Н. Масловский, С.М. Петрик

### Интерактивные технологии в адаптивной системе дистанционного обучения и контроля знаний «EduPRO»

**Введение** Использование информационно-коммуникационных технологий предполагает переход на новый уровень умственной, творческой, коммуникативной и исполнительской деятельности и приводит к коренным изменениям в различных областях человеческой активности.

Из психологии известно, что посредством общения деятельность организуется и развивается. Как правило,

при этом рассматриваются три взаимосвязанные стороны общения: коммуникативная (обмен информацией), интерактивная (взаимодействие) и перцептивная (факт установления взаимопонимания).

Достичь необходимого уровня эффективности передачи знаний при дистанционной форме обучения с помощью компьютерных телекоммуникационных сетей невозможно без понимания особенностей общения меж-

ду тем, кто учит и обучаемым. Эти особенности заключаются в следующем:

- информация в процессе общения не только передается, но и формируется, уточняется, развивается;
- вербальное общение реализуется посредством фактического, информационного, дискуссионного типов диалога;
- органичным дополнением вербальной речи является употребление невербальных средств общения, таких, как жесты, мимика, качество голоса, его диапазон, тональность;
- визуальное общение (контакт глазами);
- интерактивный аспект общения проявляется в совместной деятельности;
- в процессе общения необходимо взаимопонимание между его участниками.

В процессе передачи знаний с использованием информационно-коммуникационных технологий важна не только возможность обеспечения оперативной обратной связи между учителем и учеником на расстоянии по сети, но и постоянная актуализация учебного материала с наименьшими затратами. Обеспечение перехода на качественно новый уровень предоставления образовательных услуг невозможно без использования индивидуализированного обучения, что также тесно связано с функциональными возможностями средств информационных технологий в обучении [1].

#### **Процесс обучения в современных системах дистанционного обучения**

Анализ современного состояния развития систем дистанционного обучения и контроля знаний показал, что большинство разработок направлены на развитие именно систем контроля знаний (тестовый контроль знаний). Следующими, по темпам развития, есть системы представления знаний (лекционного материала) – специализированные обучающие системы, электронные учебники, электронные энциклопедии, словари и др. Существующие системы дистанционного обучения представляют собой более усовершенствованную старую систему заочного удаленного обучения, когда ученику посылали по почте задания и он самостоятельно их выполнял [2–5].

Однако самого процесса обучения в таких системах, аналогичного классическому «учитель–ученик», нет, что и есть основным недостатком современных систем дистанционного обучения, функционирование которых направлено на самостоятельное изучение учебного материала. Из теории педагогики известно, что один из наиболее эффективных методов обучения – общение (дискуссия). Поэтому возникает необходимость внедрения в современные учебные системы средств, позволяющих заменить модель обучения (общение, дискуссия, разъяснения) типа «учитель–ученик» на более современную – «система–ученик» [6].

#### **Адаптивный электронный учебный курс**

Такой учебный курс должен содержать на базовом (основном) уровне:

- основной теоретический материал;
- системы упражнений и заданий, позволяющих выработать практические умения и навыки;
- методы и средства итоговой оценки усвоения базовых знаний.

На дополнительном уровне необходим:

- учебный материал, к которому студент может обратиться для углубленного изучения вопросов курса;
- учебный материал, к которому студент может обратиться для удовлетворения профессиональных запросов;
- учебно-методический материал для решения задач повышенной сложности.

Разработанная и внедренная авторами в учебный процесс адаптивная система дистанционного обучения и контроля знаний «EduPro» позволяет создавать такие адаптивные электронные учебные курсы.

#### ***Теоретический материал в системе «EduPRO»***

При создании учебных курсов теоретический материал в системе разделяется на лекции. Лекция – завершенная по содержанию и объему логическая часть (блок). В адаптивной системе дистанционного обучения «EduPRO» на верхнем уровне учебный курс представлен в виде шагов. Количество лекций в одном шаге может варьироваться в зависимости от объема и сложности теоретического материала, который необходимо обработать.

Лекционный материал на нижнем уровне делится на мелкие завершенные логические порции – *кванты*. Каждая такая порция (квант) лекционного материала имеет определенные характеристические свойства, такие, как вес сложности, степень новизны, тип и др. Тип кванта – это описательная характеристика, определяющая, в каком виде представлен материал (описательный материал, табличные данные, математические формулы, графики или рисунки и пр.), поскольку понятно, что один и тот же теоретический материал можно представить в разных формах. Существенной особенностью есть то, что к каждому кванту теоретического материала привязываются тестовые вопросы, разные по содержанию, весу сложности и типу. Это позволяет в полной мере оценить уровень и степень усвоения теоретического материала и определить индивидуальные особенности студента [7]. В зависимости от способностей обучаемого (успеваемости, скорости усвоения, типа восприятия информации, специализации и др.), учебно-лекционный материал формируется и представляется в наиболее удобной индивидуально установленной форме, что в свою очередь значительно повышает степень его усвоения [8].

#### ***Учебный практикум***

Ключевым моментом обучения как в классической форме, так и в дистанционной есть разъяснение теоретического материала, приведение примеров решения задач и примеры практического применения.

Сегодня у большинства существующих систем дистанционного обучения практически отсутствует механизм обучения студентов, поэтому вся работа этих систем сводится к представлению лекционного материала и контролю знаний, т.е. работа по усвоению теоретического материала полностью возлагается на студента (самостоятельное изучение). С целью повышения качества образовательного учебного комплекса «EduPRO» был разработан адаптивный модуль обучения – «Интерактивный урок».

Принцип работы модуля заключается в постепенном представлении для изучения материала в соответствии с индивидуальной учебной траекторией, где лекционный материал представлен в виде четкой иерархии блоков знаний.

Каждый вопрос обладает заданным наперед весом сложности от нуля до 100. Урок начинается с задач среднего веса сложности (вес вопроса составляет 50%) – «пирамидальная» модель тестового контроля знаний.

При получении ответа на вопрос системой автоматически проверяется ее правильность и устанавливается дальнейшая траектория движения. При условии, что ответ на вопрос на 100% правильный, системой отбирается следующий вопрос с большим весом сложности и процесс повторяется. При условии, что ответ на вопрос был получен неправильный или частично неправильный, система интерактивного урока использует встроенную систему подсказок (подсказка, разъяснения, ссылки на части лекционного материала, в котором содержится ответ на вопрос, похожий пример решения и пр.). Таким образом, система будет постоянно помогать студенту до тех пор, пока ответ на вопрос не будет правильным – процесс общения типа «студент–система» (автоматизированный процесс обучения).

Одна из особенностей работы модуля «Интерактивный урок» – контроль по тематике вопросов (привязка к лекционному материалу). При условии, что в ответе на поставленный вопрос были использованы подсказки, системой автоматически будут отобраны аналогичные вопросы по той же теме с некоторым остаточным весом сложности.

Следует отметить, что при использовании каждой следующей подсказки системой применяются штрафные санкции (система наказаний), что в свою очередь приводит к снижению веса сложности вопроса, и уже следующий вопрос отбирается, отталкиваясь от остаточного веса сложности вопроса.

### Тестовый контроль знаний

Существенный аспект педагогической деятельности – оценивание преподавателем уровня знаний обучаемых. Одно из средств быстрой проверки знаний – тестирование. Одной из наиболее прогрессивных на данный момент считается адаптивная модель тестирования, в которой сложность задач изменяется в зависимости от правильности предыдущих ответов. В предложенной авторами модели тестового контроля знаний использу-

ется схема адаптивного контроля знаний: регулирование уровня сложности тестовых заданий в зависимости от способностей обучаемого. За отсутствием предварительных оценок всем студентам дается задание среднего уровня сложности (пирамидальный вариант тестирования), после чего, в зависимости от полученных результатов, каждый следующий тест начинается с вычисленного индивидуально оптимального уровня сложности заданий. Автоматическое формирование пакетов задач происходит на основе предложенных схем, позволяющих, в отличие от традиционных тестов, где используется генерация задач случайным образом, охватить все поле знаний, которое содержит весь обязательный теоретический материал.

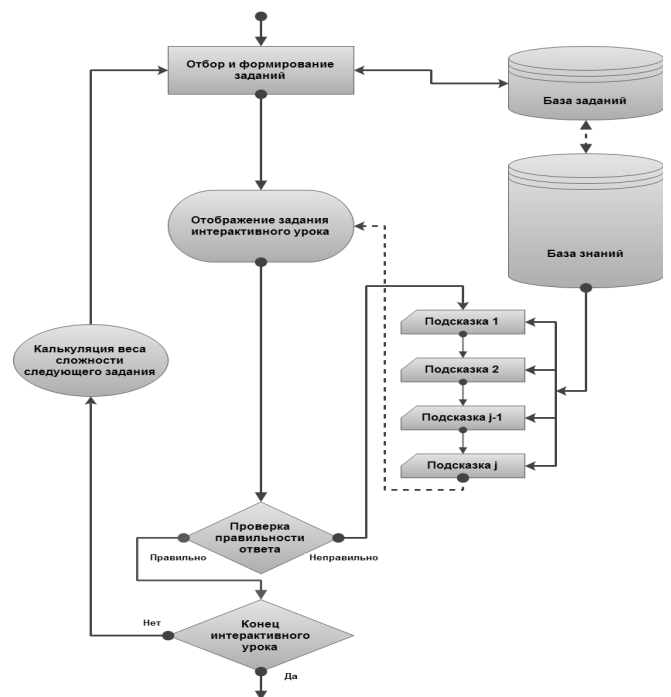


Рис. 1. Схематическое отображение процесса обучения в интерактивном модуле «Интерактивный урок»

Использование схем предоставляют возможность преподавателям:

- исключить из пакета тестовых заданий нежелательные в данном случае задачи;
- установить обязательные (ключевые) задания;
- установить ограничения по количеству заданий из определенной темы.

Дифференциация по уровням сложности задач происходит на основе предварительно полученных ответов. Существует два подхода перевода заданий по уровням сложности: перевод при ответе на один вопрос и при ответе на два последних вопроса [9]. В первом варианте система анализирует только последний ответ, если правильно – следующим отбирается вопрос со сложностью на уровень выше, если неправильно – на уровень ниже. Таким образом, получаем стремительную, динамичную систему перевода, что позволяет быстро достичь макси-



мама или минимума при достаточно малом количестве вопросов.

Во втором варианте анализируется 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. В этом варианте есть несколько негативных факторов: возможность искусственного занижения оценки студента (при удержании студента на одном уровне сложности), необходимость большого количества вопросов как в базе заданий, так и в самом тесте. Однако экспериментально определено, что к преимуществам этого метода относится большая точность оценки уровня знаний, уменьшение вероятности угадывания на вопросы.

Второй критерий перевода между уровнями сложности – соотношение количества правильных и неправильных ответов к общему количеству вопросов, на которые студент уже предоставил ответ, в определенной весовой категории – что фактически определяет вероятность ответа на вопросы этой весовой категории:  $P_i = \frac{K_i}{N_i}$ , где

$K_i$  – количество вопросов  $i$ -й весовой категории, ответ на который был правильными,  $N_i$  – общее количество вопросов  $i$ -й весовой категории, на которые уже были получены ответы.

Третий критерий перевода между уровнями сложности – временная составляющая. Системой фиксируется затраченное время на ответы как правильные, так и неправильные в определенной весовой категории. Среднее затраченное время ответа на вопрос определенной весовой категории, умноженное на количество вопросов, которые остались для прохождения (при условии, что большинство ответов правильные), характеризует способность студента и показывает, успеет ли он с такой скоростью ответов пройти (закончить) весь тест за отведенное ему время (и если нет, то уровень сложности нужно снижать).

Среднее время ответа на вопрос опреде-

ленной весовой категории:  $t_{avg} = \frac{\sum_{j=0}^N t_j}{N}$ , где  $t_j$  –

время ответа на  $j$ -й вопрос,  $N$  – общее количество вопросов, на которые уже были получены ответы (пройденный вопрос).

Временная поправка по весу сложности вопроса:

$$t_{wj} = \max(t_j) - \min(t_j),$$

где  $\max(t_j)$  – максимальное затраченное время ответа на вопрос  $j$ -го веса сложности,  $\min(t_j)$  – минимальное затраченное время ответа на вопрос  $j$ -го веса сложности.

Таким образом, получаем среднее время ответа на вопрос с учетом веса сложности вопроса:

$$T_{wj} = t_{avg} + t_{wj},$$

Время, необходимое для завершения тестового контроля знаний:  $T_n = T_{wj}(N_t - N_p)$ , где  $N_t$  – общее количество вопросов в тесте,  $N_p$  – количество пройденных вопросов.

Итак, можно определить показатель, определяющий, успеет ли студент с такой скоростью ответов на вопросы определенной весовой категории завершить тестовый контроль знаний вовремя:  $T = (t_t - t_p) - T_n$ , где  $t_t$  – общее время, отведенное на прохождение теста в целом,  $t_p$  – затраченное время на ответы на предыдущие вопросы в тесте.

Анализ временных характеристик играет ключевую роль в построении систем адаптивного контроля знаний, построении характеристической модели студента и определении валидности тестовых заданий и теста в целом [10]. Схематическое отображение процесса принятия решений по переходам между уровнями сложности в адаптивной системе тестирования с учетом трех основных показателей (правильность ответа, вероятность правильного ответа, временная характеристика) приведено на рис. 2.

### Моделирование процесса обучения в адаптивной системе дистанционного обучения и контроля знаний «EduPRO»

Рассмотрим в пределах одного шага процесс адаптивного обучения. Работа учебной программы начинается с изложения нового учебного материала в виде лекции. В случае, если этот шаг не первый перед изучением нового теоретического материала, студенту предлагается на повторное изучение материал предыдущей темы, который не был усвоен или усвоен недостаточно. Следует отметить, что системой автоматически будут добавлены вопросы по предыдущей теме на повторение как в текущем, так и в итоговом контроле знаний. Следующий шаг учебной программы – «Интерактивный

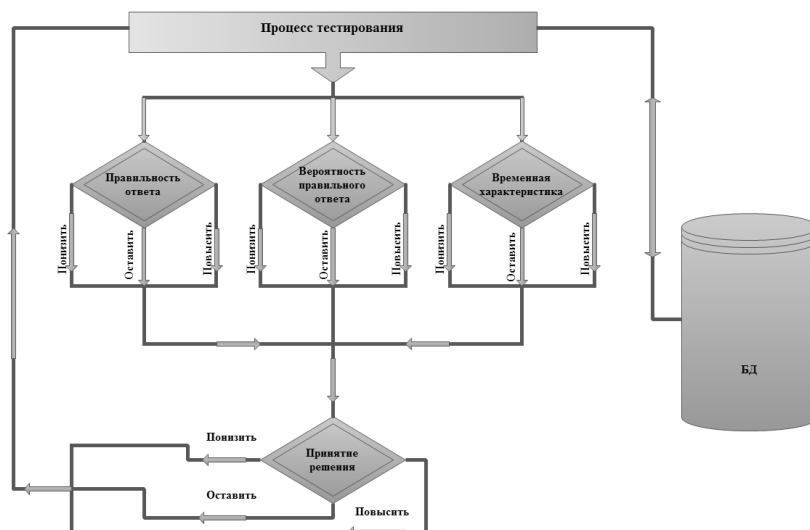


Рис. 2. Модель процесса принятия решений по переходам между уровнями сложности в адаптивной системе тестирования

урок» – автоматизированное средство обучения и контроля знаний, результат которого – определение «белых пятен» в пройденном материале. Соответственно, система автоматически формирует учебный материал, необходимый для повторного изучения. По результатам «Интерактивного урока» принимаются решения по определению дальнейшей учебной траектории учебного процесса:

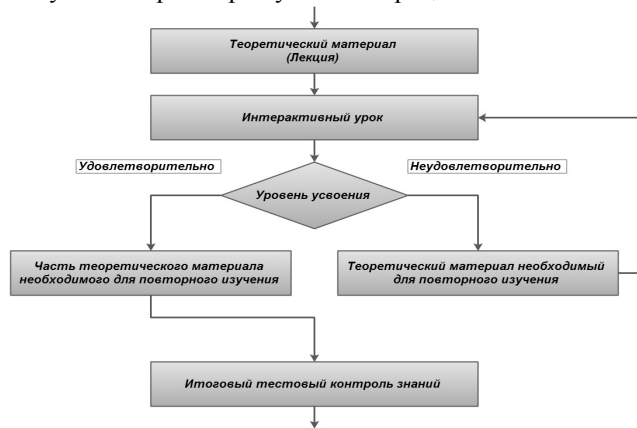


Рис. 3. Схематическое отображение процесса обучения в адаптивной системе

- если результат урока удовлетворительный – студент допускается к итоговому тестированию,
- если результат – неудовлетворительный, после изучения составленного по результатам работы модуля «Интерактивный урок» материала на повторение, по-

вторяется текущий контроль знаний (интерактивный урок, текущий тестовый контроль знаний).

Пороговые значения усвоения учебного материала и оценки системы контроля знаний устанавливаются преподавателем (экспертом).

Таким образом, мы получаем динамическую систему обучения, которая адаптируется к уровню знаний и способностям студента, формирует индивидуальную учебную траекторию, мгновенно реагирует на его действия и имитирует процесс общения с ним.

**Заключение.** Предложенные технологические решения предоставляют возможность сформировать индивидуальную структуру учебного материала, что позволяет реализовать значительные возможности адаптации к начальному уровню знаний, и других характеристик обучающихся. Такая возможность использована в адаптивной обучающей системе для определения индивидуальной учебной траектории конкретного студента, а также для обеспечения функционирования интеллектуального учебного модуля, ответственного за всестороннюю оценку процесса обучения, качества знаний, прогресса; позволяет обеспечить формирование блоков учебного материала в системе дистанционного обучения с учетом индивидуальных особенностей, навыков и способностей студентов, определения момента готовности студента для перехода на более сложный уровень материала, отображение взаимосвязей между различными показателями функционирования, качеством выполненных заданий и результатом тестирования.