

Олег Бісікало (Україна, Вінниця)

Проектування процесів дистанційного навчання на основі формалізації пізнавальної діяльності людини

Вступ

Значна увага наукової спільноти до проблем дистанційного навчання (ДН) викликана, в першу чергу, величезною актуальністю цього сегменту освітніх послуг в зв'язку з бурхливим розвитком телекомунікаційних та комп'ютерних технологій. Однією з актуальних проблем ДН є масове створення електронних підручників (ЕП), які, як засіб самостійного оволодіння навчальним матеріалом, набувають зростаючої популярності у сучасній освіті. На сьогоднішній день відомі багаточисельні приклади як професійних, так і аматорських ЕП у практично всіх галузях науки. Незначна серед них, на жаль, кількість дійсно видатних та вартих уваги програмних продуктів пояснюється унікальним характером процесу їх розробки. Кожний такий продукт має створюватися потужним авторським колективом у складі досвідчених викладачів-методистів, професійних програмістів та дизайнерів, інших фахівців (наприклад, тих же коректорів, команди відлагоджувачів тощо) [1].

Професійний підхід вимагає, з одного боку, значних інвестиційних коштів на розробку, а, з іншого боку, професійного маркетингу, менеджменту і супроводу готового програмного продукту. Суто з економічної точки зору більшості вищих навчальних закладів вигідніше телекомунікаційними засобами забезпечувати безперервний контроль викладачів над навчальним процесом студентів дистанційної форми навчання, аніж приймати участь у комерційних проектах з розробки ЕП.

Частково ситуацію з масовою розробкою та поширенням ЕП можна було б покращити, якщо б викладачі володіли інструментарієм для самостійного їх створення, насамперед, для власних дистанційних курсів [2]. Таким чином, **науково важливою проблемою** будемо вважати відсутність методології створення самодостатніх електронних підручників на професійному рівні без суттєвих фінансових витрат та залучення кваліфікованих фахівців непедагогічного профілю. **Аналіз останніх досліджень та публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми та на які спирається автор, дозволяє спостерігати тенденцію на певний відрив педагогічної науки від технічної в сфері розбудови методів та засобів ДН. Це викликано тим, що технічною та інформаційною основою ДН виступають засоби нових комп'ютерних технологій. Оцінити їх можливості та використати в системі освіти на даному етапі може на достатньому рівні спеціаліст з інженерною освітою. Цим пояснюється незначна кількість саме психолого-педагогічних досліджень в сфері ДН, ефективно проводити які можуть представники науково-педагогічної спільноти [3].

Досить докладно аналізуються такі складові пізнавального процесу, як творчі процеси усвідомлення та відтворення засвоєного в роботі [4] саме з позицій ДН. В роботі пропонується евристична технологія пізнавальної діяльності, що включає такі ланки як створення атмосфери співтворчості в колективі і з кожним окремо; цілепокладання і мотивація, вироблення системи дій; передача і сприймання необхідного мінімуму інформації; перетворююча діяльність учня; усвідомлення і запам'ятовування сприйнятого; творче відтворення, саморегуляція, самоконтроль, самоудосконалення, контроль; здобуття досвіду самоосвіти та творчого застосування набутих знань. Проте з самого початку означена технологія пропонується тільки для систем класичного ДН, коли пізнавальна діяльність відбувається під безпосереднім керівництвом викладача, а тому відсутні спроби формального її викладення.

Певні кроки в напрямку формалізації навчального процесу в цілому і побудові на цій основі систем ДН зроблено в [5], де пропонується три способи структуризації навчальної діяльності:

- функціональний, де прослідковуються зв'язки між такими компонентами діяльності, як знання, дії та мотиви;
- динамічний, в якому окреслюються цілі, засоби і задачі; це дозволяє проаналізувати динаміку взаємопереходів цілей, продуктів і засобів діяльності;
- операційний, що передбачає опис операторів як компонентів діяльності; при цьому кожний етап вирішення окремої навчальної задачі задається за допомогою відповідного оператора.

Фактично така класифікація характеризує тільки діяльнісний підхід до навчання і не враховує на даний час специфічних засобів ДН, в тому числі класифікацію кадрів ЕП.

Варто додати, що цікавим для формального розгляду є чітко сформульовані в роботі [6] цілі та задачі таких класичних форм навчального процесу, як лекційні, практичні, семінарські, лабораторні заняття, курсові і дипломні проекти та роботи, навчальні і виробничі практики, заліки і екзамени. Заміна цих форм засобами ЕП беззаперечно вимагає застосування адекватних пізнавальних операцій.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття, впливає з результатів попереднього аналізу. Дослідження в галузі формалізації психофізіологічних та педагогічних аспектів дистанційної освіти мають призвести до формального опису:

1. етапів та операцій пізнавальної діяльності студента в контексті ДН;
2. специфічних засобів ЕП як адекватних замінників класичних форм навчальних занять.

Головною задачею дослідження будемо вважати концептуальний аналіз складових дистанційного навчання в умовах використання ЕП та розробку формальної моделі дидактики відповідної дистанційної технології. Для цього необхідно розглянути та формально описати операції та етапи пізнавальної діяльності людини в контексті процесів дистанційного навчання.

Концептуальна модель

Будемо розглядати навчальний процес як декомпозицію чотирьох основних складових: змістовної (об'єкт та предмет навчання), цільової (мета, цілі та завдання навчального процесу), операційної (етапи пізнавальної діяльності) та технологічної (інструментарій пізнавальної діяльності).

Змістова складова визначає структуроване наповнення навчального матеріалу у вигляді такої ієрархії, як навчальний план спеціальності, дисципліни, модулі (розділи), теми, навчальні дози. Під останніми будемо розуміти мінімальний обсяг навчального матеріалу, що пропонується для засвоєння студентам та який можна вважати змістовною одиницею даної дисципліни.

Цільова складова характеризує мету та основні завдання дисципліни, тобто кінцеві результати, що мають бути досягнуті навчальним процесом. Як правило, цільова складова формулюється у вигляді знань, вмінь та навичок, які повинен продемонструвати студент після закінчення навчального процесу. З формальної точки зору цільова складова безпосередньо пов'язана з оцінкою кінцевих результатів функціонування навчальної системи. Об'єднаний граф змістовних та цільових складових структури ЕП представлено на рис.1, де білими колами зображено змістовну ієрархію навчального матеріалу, а сірими – відповідну ієрархію знань, вмінь та навичок.

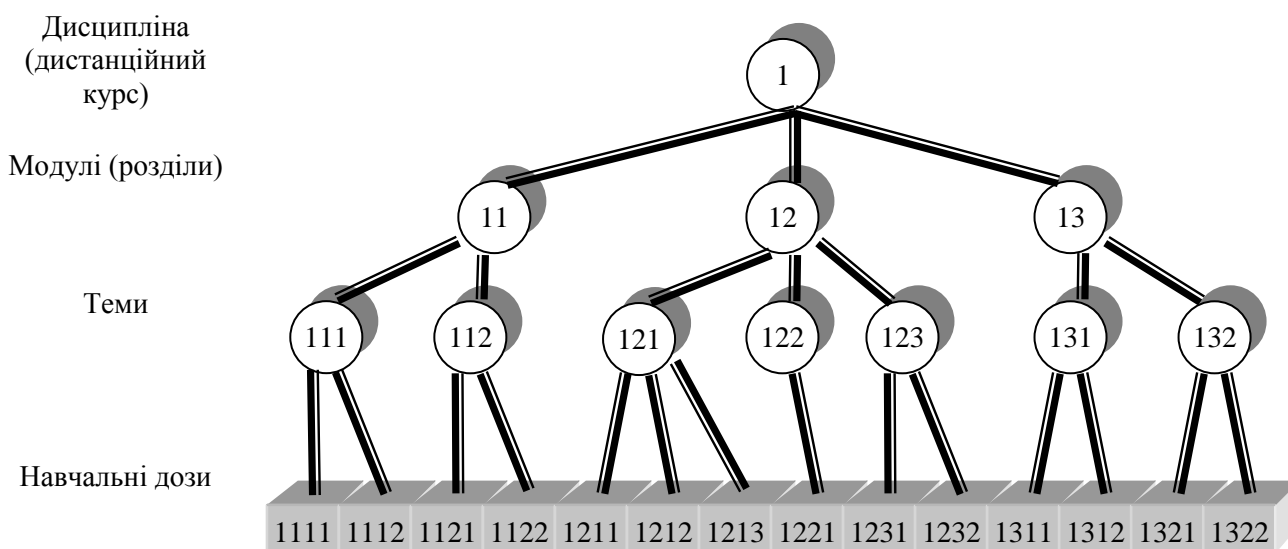


Рис.1.

Чотирьохрівневій організації навчального матеріалу відповідає на рис.1 нумерація вузлів графа на верхніх рівнях дисциплін – модулей – тем, яка продовжується на базовому рівні навчальних доз, зображених у вигляді сірих кубів. Кількість зв'язків від верхнього вузла ієрархії до підлеглих йому

нижніх вузлів може бути довільною, в залежності від змісту навчального матеріалу та складу і кількості навчальних задач.

Операційна складова безпосередньо пов'язана з дидактикою навчального процесу та відповідає на питання – як знання, вміння та навички передаються від викладача до студентів. Іншими словами, операційна складова у причинно-наслідковому взаємозв'язку розкриває етапи пізнавального процесу, в якості яких узагальнено будемо розуміти наступні сукупності пізнавальних операцій:

- представлення та усвідомлення нової інформації;
- сприйняття та осмислення нової інформації;
- закріплення та застосування нових знань, вмінь та навичок;
- контроль та оцінка нових знань, вмінь та навичок.

Класичні технології навчального процесу для забезпечення етапів операційної складової користуються традиційними формами учбового навантаження. В умовах навчального процесу за відсутності викладача основним засобом впливу на студента стає кадр ЕП, який за своєю роллю безпосередньо пов'язаний з поняттям навчальної дози [1]. Тому в рамках технологічної складової будемо розрізняти у відповідності до окреслених раніше етапів пізнавальної діяльності:

- основні інформаційні кадри, додаткові інформаційні кадри, кадри психологічної підтримки студента, структурні (сценарні) кадри;
- кадри закріплення, кадри самоконтролю;
- кадри з тренувальними тестами, консультативні кадри;
- кадри з контрольними тестами, кадри оцінки.

В цілому, ДН згідно з визначеними цілями повинно забезпечувати засвоєння змістовного матеріалу специфічними засобами (кадрами ЕП) в кожній навчальній дозі. Для цього процес ДН має послідовно реалізувати етапи пізнавальної діяльності студента, таким чином маємо визначення: *системою ДН будемо вважати сукупність засобів для організації в часі та просторі дидактичної технології надання студенту послідовності навчальних доз структурованого змістовного матеріалу, які забезпечують реалізацію та оцінку його етапів пізнавальної діяльності відповідно до дерева завдань цільової складової дистанційного курсу.*

Формалізація

Для формалізації моделі студента та моделі предметної області застосуємо багатоосновну алгебраїчну систему [7]. З цією метою введемо позначення всіх суттєвих для концептуальної моделі складових дистанційного навчального процесу на основі ЕП. Оскільки більшість інформації в сучасних ЕП студент поки що отримує у текстовому вигляді, будемо вважати алфавітом A множину допустимих символів, словом W – послідовність символів (букв) кінцевої довжини, а мовою L – множину слів. Таким чином мову представимо у вигляді універсума L , що складається з усіх слів кінцевої довжини. Під реченням S_n будемо розуміти масив кінцевої довжини, що складається із слів мови, та позначати як $S_n(L)$ – множину всіх можливих речень з універсума L . Тоді текстом T_x будемо вважати масив кінцевої довжини, що складається із речень мови, та позначати як $T_x(S_n)$ – множину всіх можливих текстів з універсума L .

Оскільки при розробці конкретного курсу дистанційного навчання склад та структура всіх речень електронного підручника мають бути чітко визначеними, введемо наступні позначення: множина назв структурованого навчального матеріалу

$$C = \{C_i | i=1,2,\dots,n\} \subset S_n(L); \quad (1)$$

множина всіх цілей та завдань навчального матеріалу

$$T = \{T_j | j=1,2,\dots,m\} \subset S_n(L); \quad (2)$$

множина цілей–знань навчального матеріалу

$$K = \{K_j | j=1,2,\dots,m1\} \subset S_n(L); \quad (3)$$

множина цілей–вмінь навчального матеріалу

$$A = \{A_j | j=1,2,\dots,m2\} \subset S_n(L); \quad (4)$$

множина цілей–навиків навчального матеріалу

$$S = \{S_j | j=1,2,\dots,m3\} \subset S_n(L); \quad (5)$$

де n – загальна кількість назв структурованого навчального матеріалу;
 m – загальна кількість цілей та завдань для всіх складових навчальної структури;
 m_1 – загальна кількість цілей–знань для всіх складових навчальної структури;
 m_2 – загальна кількість цілей–вмінь для всіх складових навчальної структури;
 m_3 – загальна кількість цілей–навичок для всіх складових навчальної структури, причому

$$T = K \cup A \cup S, \text{ а } m = m_1 + m_2 + m_3. \quad (6)$$

В загальному випадку

$$m_1 \neq n, \quad m_2 \neq n, \quad m_3 \neq n, \quad (7)$$

оскільки в окремих складових навчальної структури, найчастіше нижнього рівня ієрархії, можуть бути відсутніми або цілі–знання, або цілі–вміння чи цілі–навички, або якісь подвійні комбінації з них, а, з іншого боку, деяким вузлам структурної ієрархії можуть відповідати кілька знань, вмінь чи навичок.

Етапи пізнавальної діяльності, що характеризують процес як традиційного, так і дистанційного навчання задамо множиною

$$Co = \{Co_1, Co_2, Co_3, Co_4\}, \quad (8)$$

де Co_1 – представлення та усвідомлення нової інформації;
 Co_2 – сприйняття та осмислення нової інформації;
 Co_3 – закріплення та застосування нових знань, вмінь та навичок;
 Co_4 – контроль та оцінка нових знань, вмінь та навичок.

В якості основних засобів ДН, що безпосередньо впливають на студента, застосовуються кадри електронного підручника F . Будь-який з кадрів $F^{(i)}$, що розробляється в структурі ЕП, в загальному випадку представляє собою множину екранних об'єктів

$$F^{(i)} = \{Tx, So, D\}, \quad (9)$$

де, з точки зору інформаційної значимості в навчальному процесі, окремо можна виділити множину текстових компонентів

$$Tx = \{Tx_i | i=1,2,\dots,n_1\} \subset Tx(Sn), \quad (10)$$

множину елементів управління

$$So = \{So_i | i=1,2,\dots,n_2\} \subset X, \quad (11)$$

та множину елементів оформлення (дизайну)

$$D = \{D_i | i=1,2,\dots,n_3\} \subset Y. \quad (12)$$

У виразах (10)–(12) було введено позначення:

X – множина всіх можливих елементів управління;
 Y – множина всіх можливих елементів дизайну;
 n_1 – загальна кількість текстів в усіх кадрах ЕП;
 n_2 – загальна кількість елементів управління в усіх кадрах ЕП;
 n_3 – загальна кількість елементів дизайну в усіх кадрах ЕП.

З огляду на задачі дослідження з множини текстових компонентів Tx нас найбільше буде цікавити підмножина тестових завдань Qs , яку можна задати у вигляді

$$Qs = \{Qs_i | i=1,2,\dots,n_4\} \subset Tx(Sn), \quad (13)$$

де n_4 – загальна кількість тестових завдань в ЕП.

З іншого боку, декомпозиція кадрів ЕП як технологічного інструментарію пізнавальної діяльності призводить до введення множини

$$F = \{F_1, F_2, F_3, F_4\}, \quad (14)$$

в якій індекси показують відповідність підмножин кадрів етапам пізнавальної діяльності. В свою чергу

$$F_1 = \{F_m, F_i, F_p, F_s\}, \quad (15)$$

F_m – множина основних інформаційних кадрів;
 F_i – множина додаткових інформаційних кадрів;
 F_p – множина кадрів психологічної підтримки студента;
 F_s – множина структурних (сценарних) кадрів;

$$F_2 = \{F_f, F_q\}, \quad (16)$$

F_f – множина кадрів закріплення;
 F_q – множина кадрів самоконтролю;

$$F_3 = \{F_t, F_a\}, \quad (17)$$

F_t – множина кадрів з тренувальними тестами;
 F_a – множина консультативних кадрів;

$$F_4 = \{F_c, F_e\}, \quad (18)$$

F_c – множина кадрів з контрольними тестами;
 F_e – множина кадрів оцінки.

Таким чином, сукупність з трьох основних складових ДН зміст–цілі–засоби представимо у вигляді

$$\text{Основи} = \{C, T, F\}. \quad (19)$$

Для подальшого визначення багатоосновної алгебраїчної системи введемо також поняття сигнатури, яка представляє собою об'єднання відношень, предикатів та операцій

$$\text{Сигнатура} = \{\text{Просигнатура}, \text{СИГН}(n), \text{СИГН}(o)\}. \quad (20)$$

Просигнатурою будемо вважати загальне позначення всіх відношень

$$\text{Просигнатура} = \{R_c, R_t, R_f, R_e\}, \quad (21)$$

де ієрархічна структура складових навчального матеріалу визначається за допомогою бінарного відношення

$$R_c \subset C \times C, \quad (22)$$

а відповідність кожної з навчальних цілей змістовним складовим враховується наступним бінарним відношенням

$$R_t \subset C \times T. \quad (23)$$

Відповідність кожного з кадрів електронного підручника кожній з навчальних цілей, в свою чергу, будемо враховувати наступним бінарним відношенням

$$R_f \subset T \times F. \quad (24)$$

Фактично співвідношення (22)÷(24) задають модель предметної області, або модель викладача [8]. Існує потреба ввести також модель студента, тобто враховувати поточний стан його знань, вмій та навичок як результат відповідей на вже виконані тестові завдання. Застосуємо з цією метою бінарне відношення

$$R_e \subset Q_s \times S_d, \quad (25)$$

яке характеризує результати проходження кожного тестового завдання кожним студентом. У виразі (25) було використано позначення S_d множини студентів, яка формально задається у вигляді

$$S_d = \{S_{d_i} | i=1, 2, \dots, n_5\} \subset S_n(L), \quad (26)$$

де n_5 – загальна кількість студентів, що займаються з ЕП.

З огляду на те, що всі складові введених раніше Основ складаються з інформації у символічному або числовому вигляді, для визначення основних поліморфних предикатів та операцій скористаємося стандартними формалізмами спискових структур та функціонального програмування [9]

$$\text{СИГН}(n) = \{\text{АТОМ}, \text{EQ}\}; \quad (27)$$

$$\text{SIGH}(o) = \{ \text{CAR}, \text{CDR}, \text{CONS} \}, \quad (28)$$

- де
- ATOM – предикат, який перевіряє чи є елемент списку атомом;
 - EQ – предикат, який порівнює два елемента та визначає їх ідентичність;
 - CAR – функція, що вертає в якості значення головну частину (голову) списа;
 - CDR – функція, що вертає в якості значення хвостову частину (хвіст) списа;
 - CONS – функція, яка додає новий елемент до початку списа.

Таким чином, багатоосновна алгебраїчна система має вигляд

$$\text{Алгебраїчна система} = \langle \text{Основи}; \text{Сигнатура} \rangle. \quad (29)$$

Введена формалізація належить до класу розширених алгебраїчних систем з булевими та реляційними операторами і дозволяє аналітично будувати прикладні алгоритми ДН. Якщо вважати тривіальними два граничних випадки використання ЕП (як класичний довідковий гіпертекст або за принципом “Доки не навчу, доти не відпущу”), то до дійсно важливих на практиці задач ДН можна віднести:

1. Побудувати модель студента на визначеному змістовному матеріалі.
2. По поточному стану моделі студента визначити стратегію його подальшого навчання.
3. Розрахувати навчальні ресурси для визначеного навчального процесу.
4. Оптимізувати весь навчальний процес або окремі його частини за певними критеріями.

Формально окреслене коло задач в рамках підходу, що пропонується, може бути представлене як послідовність відомих моделей та алгоритмів оброблення нелінійних спискових структур в рамках функціонального програмування.

Впровадження

Для підготовки ЕП з дисциплін “Інформатика та комп’ютерна техніка”, “Моделі і структури даних” та “Бази даних і СУБД” для студентів спеціальності “Економічна кібернетика” на основі використання СУБД Access було розроблено “АРМ викладача”, схему даних якого представлено на рис. 2. Впровадження та апробацію “АРМ викладача” здійснено в навчальному процесі кафедри економічної кібернетики та інформатики ВДАУ.

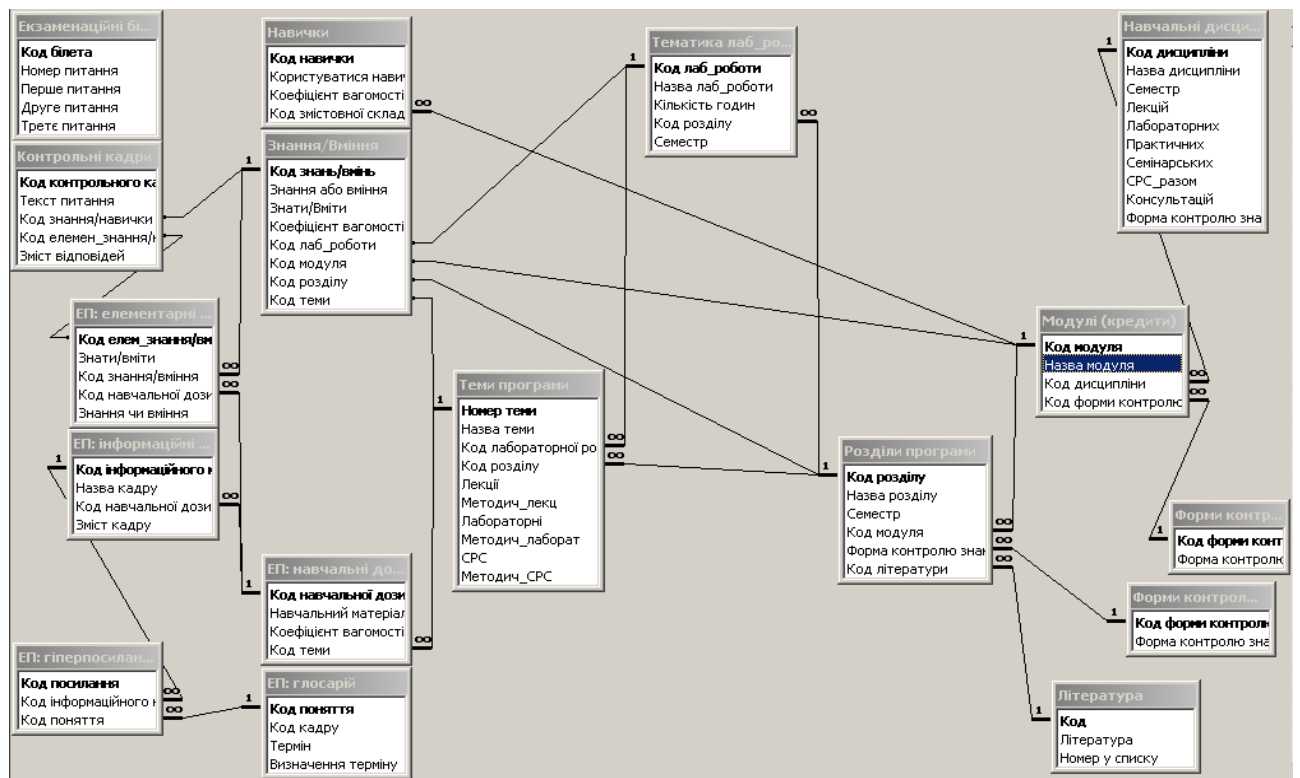


Рис.2.

З методичної точки зору задачу підготовки ЕП в рамках застосування “АРМ викладача” необхідно розпочинати у вигляді структурування та змістовного наповнення відповідних кадрів згідно з цільовими складовими навчального процесу (рис.1). Декомпозиція навчального матеріалу на

модулі, теми та навчальні дози, які вже можна буде представляти у вигляді основних інформаційних кадрів, супроводжується одночасним визначенням для кожної структурної одиниці мети її засвоєння у вигляді знань, вмінь та навичок. Для тем цілі можуть бути інтегрованими, а для навчальних доз – елементарними, що входять як окремі складові, наприклад, у складні інтегровані вміння.

Така підготовка навчального матеріалу дозволяє проводити тестову оцінку за допомогою визначених автором вагових коефіцієнтів кожного з елементарних та інтегрованих результатів навчання. Фактично, створення тренувальних та контрольних тестових завдань для всіх структурних одиниць ЕП є другим важливим етапом його побудови, оскільки на основі тестового матеріалу розробляються не тільки тестові кадри, але й консультативні та кадри оцінки.

На третьому, завершальному етапі побудови ЕП треба провести його апробацію та набрати статистику результатів тестування. Аналіз цих даних дозволить автору виявити недоліки у сприйнятті студентами окремих одиниць матеріалу та доопрацювати його за допомогою прикладів і роз'яснень в додаткових інформаційних кадрах та/або завдань і задач в кадрах закріплення та самоконтролю. Потрібні зміни можна також внести у тестові кадри та завершити остаточне формування ЕП кадрами психологічної підтримки та структурними кадрами. В результаті “АРМ викладача” буде заповнено всіма складовими самодостатнього ЕП.

Висновки

- Обґрунтовано концептуальну модель процесів ДН на основі використання ЕП з метою формалізації пізнавальної діяльності людини;
- Отримано формальний апарат у вигляді багатоосновної алгебраїчної системи для подальших досліджень в сфері ДН;
- Розроблено АРМ викладача як експериментальний інструмент для вирішення дидактичних задач.

Перспективні задачі

- Доповнення основних предикатів та операцій, виведення аксіом та співвідношень багатоосновної алгебраїчної системи;
- Вирішення часткових дидактичних та оптимізаційних задач в рамках введених формалізмів;
- Доведення АРМ викладача до рівня оболонки експертної системи для створення ЕП.

Література

1. Іль'їн В.В., Швиденко М.З., Пастушенко М.М., Бісікало О.В. Методичні рекомендації щодо створення електронних посібників (з досвіду роботи). Київ: Наукметодцентр аграрної освіти Мінагрополітики України, 2004.- 35 с.
2. Іль'їн В.В., Бісікало О.В., Теплоу В.М. Дидактичні та технологічні вимоги до програми-оболонки для підготовки та використання електронних навчальних посібників. Київ, «Аграрна освіта» 2004, 20 с.
3. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редкол. - К.: НПУ ім. Драгоманова. – Вип. 4. – 2001. – 230 с.
4. Кухаренко В.М., Рибалко О.В., Олійник Т.О., Савченко Н.В. Дистанційне навчання. За ред. проф. Кухаренка В.М. – Харків, 1999. - 216 с.
5. Атанов Г. А. Деятельностный подход в обучении. – Донецк, «ЕАИ-пресс», 2001. – 160 с.
6. Арыдин В.М., Атанов Г.А. Учебная деятельность студентов / Справочное пособие для абитуриентов, молодых преподавателей. – Донецк, «ЕАИ-пресс», 2000. – 80 с.
7. Цейтлин Г.Е. Введение в алгоритмику. – Киев, изд-во “Сфера”, 1998. – 310 с.
8. Бісікало О.В. Підхід до створення електронних підручників з тестуючими компонентами на основі моделі адаптивного навчання. В збірнику “Контроль та управління в складних системах. (КУСС-2003). Матеріали сьомої міжнародної науково-технічної конференції. м. Вінниця, 8-11 жовтня 2003 року.” – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. с.227-234.
9. Хювенен Э., Сепянен Й. Мир Лиспа. В 2-х т. Т.1: Введение в язык Лисп и функциональное программирование. Пер. с финск. – М.: Мир, 1990. – 447 с.

Бісікало Олег Володимирович – к.т.н., доц., доцент кафедри економічної кібернетики та інформатики

Вінницький державний аграрний університет