

В.В. Самсонов, А.М. Сільвестров, М.Г. Костіков  
В.В. Самсонов, А.Н. Сильвестров, Н.П. Костиков.  
Samsonov, V., Silvestrov A., Kostikov, M.

## АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ РЕСУРСІВ ДИСЦИПЛІНИ

*У статті наведено алгоритм адаптивного навчання в системі електронних навчально-методичних ресурсів. Представлена математична модель для створення адаптивного квазіоптимального процесу навчання.*

**Ключові слова:** адаптивне навчання, електронні навчально-методичні ресурси, математична модель, контроль знань.

## АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДИСЦИПЛИНЫ

*В статье приведен алгоритм адаптивного обучения в системе электронных учебно-методических ресурсов. Представленная математическая модель для создания адаптивного квазиоптимального процесса обучения.*

**Ключевые слова:** адаптивное обучение, электронные учебно-методические ресурсы, математическая модель, контроль знаний.

## ADAPTIVE LEARNING ALGORITHM IN THE ELECTRONIC RESOURCES EDUCATIONAL-METHODICAL DISCIPLINE

*The article presents an adaptive learning algorithm in the electronic teaching resources. A mathematical model to generate an adaptive quasi learning process.*

**Keywords:** adaptive learning, electronic teaching resources, mathematical model, the control knowledge.

В НУХТ розробляються та впроваджуються окремі компоненти системи електронних навчально-методичних ресурсів навчальної дисципліни (СЕНД). Вона розробляється як конструктор для створення електронного ресурсу навчальної дисципліни. Одним з основних завдань при розробки СЕНД є побудова математичної моделі процесу навчання, забезпечення її адаптивності та врахування існуючої практики оцінювання знань.

Структуру навчальної дисципліни представлено як сукупність  $M$  – розділів (глав),  $n_i, i = 1, M$  - підрозділів (параграфів)  $i$ -го розділу. Кожен підрозділ (параграф) містить в собі: вхідний тест (ВТ); мотиваційну частину (МЧ), яка для деяких підрозділів може бути відсутня); інформаційну частину (лекційну) (ІЧ); практичну складову (ПЧ); вихідний заключний тест (ЗТ).

Для якісного вивчення курсу та об'єктивного контролю знань створюється направлений граф взаємозв'язків  $ij$  –  $x$  підрозділів. За його допомогою робиться попередня оцінка важливості кожного  $ij$ -го підрозділу по кількості  $\eta_{ij}$  зв'язків його з іншими підрозділами. Після визначення  $\eta_{ij}^n$  складається таблиця – програма курсу с коефіцієнтами ваги  $\gamma_{ij}$  для кожного  $ij$ -го підрозділу залежно від його важливості для даної спеціальності. Вагові коефіцієнти задаються методами експертного оцінювання групою експертів або одним достатньо освіченим викладачем за 10 бальною шкалою. Для того, щоб  $\gamma_{ij}$  не позначилось на оцінку курсу в цілому його слід нормувати за середнім значенням

$\bar{\gamma} = (\sum_i \sum_j \gamma_{ij}) / (n_1 + n_2 + \dots + n_M)$ , тобто  $\gamma_{ij}'' = \gamma_{ij} / \bar{\gamma}$ . Отримуємо нормовану оцінку  $ij$ -го підрозділу  $k_{ij}'' = \eta_{ij}'' \gamma_{ij}''$ . Для загальної незмінності сумарного бала коефіцієнти  $k_{ij}''$  слід також нормувати за їх середнім значенням  $\alpha_{ij} = k_{ij}'' / \bar{k}$ , де  $\bar{k} = (\sum_i \sum_j k_{ij}'') / (n_1 + n_2 + \dots + n_M)$ .

Коефіцієнти в цілому не змінюють кількість балів за курс, а впливають лише на значимість тих, чи інших підрозділів, і використовуються в подальшому для оптимального оцінювання знань особи, що навчається (ОН). Математичну модель ОН, достатню для створення адаптивного квазіоптимального процесу навчання, представлено системою з імпульсним накопичувачем інформації і неперервною її втратою. Інформація подається за формулою

$J(t_k) = \sum_{l=1}^k J_l \delta(t_l)$ , де  $J_l$  - доза інформації  $l$ -го занятті в балах;  $\delta(t_l)$  - дельта-функція Дірака;

$k = 1, 2, \dots, \sum_{i=1}^M n_i$ . Прийнята в момент  $t_l$  інформація  $l$ -ого заняття  $\hat{J}(t_l) = \varphi_l J(t_l) = \varphi_l J_l \delta(t_l)$ , де

$\varphi_l \leq 1$ , буде залежить від зацікавленості ОН. Останню можна підвищувати мотиваційною складовою інформації  $l$ -ого підрозділу. Збережена на момент  $t_k$  інформація дорівнює сумі

залишкових знань попередньо пройдених підрозділів  $\hat{J}(t_k) = \sum_{l=1}^{k-1} \varphi_l J(t_l) l^{-\frac{t_k - t_l}{\tau_l}}$ , де  $k > l$ ,  $\tau_l$  - стала

часу експоненціального забування матеріалу  $l$ -ої лекції. Для реального ОН  $\varphi_l \leq 1$ ,  $\tau_l < \infty$ .

Задача ОН збільшити  $\varphi_l$  і  $\tau_l$  для тих  $l$ , підрозділи яких мають великі коефіцієнти  $\alpha_{ij}$ . Тому ОН повинен мати інформацію  $\alpha_{ij}$  про важливість кожного  $ij$ -го підрозділу і відповідно змінювати свою зацікавленість.

Траєкторія засвоєння знань виробляється наступним чином: 1. ОН задає загальний термін часу  $T$  вивчення дисципліни. 2. На основі експертного оцінювання визначається термін часу кожного підрозділу  $T_{np}$  і відповідно розділу  $T_p$ . 3. Розраховується середній період слідування імпульсів  $J_k$  інформації, інтервал між заняттями. 4. Приймавши лінійний закон подачі інформації переходимо до її реалізації в ОН.

Показник якості встановлюється на основі зваженої оцінки знань: поточних по підрозділам; остаточних по закінченню кожного розділу; заключних остаточних по закінченню всього курсу. Показником поточних знань виступає коефіцієнт корисної дії  $ij$ -го підрозділу  $\varphi_{ij}$ . За поточним тестуванням тільки що пройденного підрозділу встановлюється рівень  $\varphi_{ij}$  його засвоєння. Показником  $\hat{J}_i$  знань підрозділу буде  $\varphi_i$ , отримане за тестуванням. Як правило  $\varphi_i < \varphi_{ij}$  бо маємо місце забування матеріалу підрозділів у часі.

Критерій  $J^* = \sum_{i=1}^M (\sum_{j=1}^{n_i} \varphi_{ij} \xi_j^{-1} \alpha_{ij}) / (\sum_{j=1}^{n_i} \xi_j^{-1})$ , а сталі часу забування  $\tau_i = \frac{t_k - t_i}{\ln(\varphi_i(t_i) / \varphi_i(t_k))}$  (де  $t_k$  - час заключного контролю курсу;  $t_i$  - час залишкового контролю  $i$ -го підрозділу) показують які розділи краще запам'яталися.

Для поточного адаптивного керування процесом навчання слід декомпонувати показник  $J^*$  по  $i$ -м розділам і по  $ij$ -м підрозділам. Для цього методом експертного оцінювання слід визначити який інтервал  $[\max J^*, J_1^*]$  відповідає оцінці «відмінно»,  $(J_1^*, J_2^*)$  - «добре»,  $(J_2^*, J_3^*)$  - «задовільно»,  $(J_3^*, 0]$  - «незадовільно». В середині ці інтервали, згідно до булонської системи можуть поділятися на  $[A, B, C, D, E, FX]$ . Значення  $\max J^*$  має місце за умови всіх вірних відповідей на всі тести – задачі. Величини  $\xi_j$  беруться з розкладу занять;

$\max \varphi_{ij} = 1$ ;  $\alpha_{ij}$  - з таблиці результатів експертної цілеорієнтації курсу. В результаті, знаючи крок  $\Delta t$  між заняттями та коефіцієнти  $\alpha_{ij}$  будемо траєкторію найкращого навчання  $\varphi_{ij}^* \alpha_{ij}(t) = 1 \cdot \alpha_{ij}(t) = \alpha_{ij}(t)$ ,  $i \in [1, M]$ ,  $j \in [1, n_i]$ . Це буде межа і сектори відповідні оцінкам.

Автоматизоване керування процесом навчання полягає в поточному відсліджуванні якості засвоєння кожного  $ij$ -го підрозділу  $i$ -го розділу. Якщо  $\varphi_{ij} \alpha_{ij}$  знаходиться в межах вибраної смуги траєкторії, ОН пропонується перехід через плановий час  $\Delta t$  до вивчення  $ij + 1$ -го підрозділу. Якщо вище вибраної смуги, пропонується і далі не сходити з неї. Якщо нижче, то відповідно до змісту тих тестів, що мають незадовільну оцінку, пропонується за схемою графа курсу повернутися до повторення тих підрозділів, які пов'язані з даним; після цього ще раз пройти  $ij$ -й підрозділ і повторити тестування; і так доки не буде досягнуто рівня заданої смуги траєкторії накопичування знань. При цьому втрати часу призводить до необхідності перерахування кроку  $\Delta t$  між майбутніми заняттями так, щоб укластися в заданий термін. Тобто траєкторія коректується зміною кроку  $\Delta t$  відносно рівномірного зростаючої базової. Таким чином маємо частотне керування процесом навчання за умови одностороннього відхилення вниз від бажаної траєкторії.

Поточний контроль виконує сам ОН, комп'ютер коректує його дії і програму вивчення (траєкторію). Ця взаємодія носить ігровий характер: ОН зацікавлений не виходити вибраної смуги накопичення рейтингу, інакше ОН необхідно повертатися до вже пройденого матеріалу, втрачати час і, як наслідок, зменшувати вільний час  $\Delta t$  між заняттями. За такої технології суттєво спрощується (автоматизується) процес навчання при збереженні об'єктивності остаточного контролю знань навчальним закладом.

Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» - Черкаси: ЧДТУ, 2012. – т.2. – с. 85-86