

УДК 004.031

DOI <https://www.doi.org/10.71050/2305-3348.2024.16.4.007>

Исмаилов А.О.

кандидат технических наук, профессор,
Костанайский-инженерно экономический университет им. М.Дулатова
110000 г.Костанай, ул. Чернышевского, 59, ISMAR_74@mail.ru

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АДАПТАЦИИ ТЕСТОВОЙ ВЫБОРКИ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ ТЕСТИРОВАНИИ

Аннотация. В статье рассматривается система компьютерного тестирования, ориентированная на достижение оптимальных показателей обучения для отдельного пользователя посредством функций контроля, адаптации и индивидуализации, а так же интеграции с электронным учебным курсом. Разработана модель управления процессом адаптации тестовой выборки, получен метод формирования адаптационной тестовой выборки, позволяющий повысить эффективность управления процессом обучающего тестирования за счёт механизма индивидуализации и реализации обратной связи, комплексного оценивания результатов обучающего компьютерного тестирования как в режиме итогового тестирования, так и в режим обучающего тестирования.

Ключевые слова: модель управления, тестовая выборка, обучающее тестирование, показатели обучения, адаптация, результаты компьютерного тестирования

Исмаилов А.О.

техника ғылымдары кандидаты, профессор,
М. Дулатова атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті
110000 Қостанай қ., Чернышевский к-сі, 59, ISMAR_74@mail.ru

КОМПЬЮТЕРЛІК ТЕСТЕНУДЕГІ ТЕСТ ҮЛГІСІН БЕЙІМДІРУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУ МОДЕЛІ

Аңдатпа. Мақалада бақылау, бейімдеу және даралау функциялары арқылы жеке пайдаланушы үшін оқудың оңтайлы көрсеткіштеріне қол жеткізуге бағытталған компьютерлік тестілеу жүйесі, сондай-ақ электрондық оқыту курсымен интеграция қарастырылған. Тест үлгісін бейімдеу процесін басқару моделі әзірленді, бейімдеу тесті үлгісін қалыптастыру әдістемесі алынды, бұл дараландыру механизмі есебінен білім беру тестілеу үдерісін басқару тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. кері байланысты жүзеге асыру, қорытынды тестілеу режимінде де, білім беру тестілеу режимінде де оқу компьютерлік тестілеу нәтижелерін кешенді бағалау.

Түйін сөздер: бақылау моделі, сынақ үлгісі, оқыту тестілері, оқыту көрсеткіштері, бейімделу, компьютерлік тестілеу нәтижелері.

Ismailov A.O.

Candidate of Technical Sciences, Professor,

Kostanay University of Engineering and Economics named after M.Dulатов

110000 Kostanay, Chernyshevsky Street, 59, ISMAR_74@mail.ru

MODEL OF CONTROLLING THE PROCESS OF TEST SAMPLE ADAPTATION IN COMPUTERISED TESTING

Abstract. The article deals with the computer testing system oriented to achieve optimal learning performance for a single user through the functions of control, adaptation and individualisation, as well as integration with an electronic training course. The model of controlling the process of adaptation of test sample is developed, the method of forming adaptation test sample is obtained, which allows to increase the efficiency of controlling the process of educational testing due to the mechanism of individualisation and implementation of feedback, complex evaluation of the results of computer-based educational testing both in the mode of final testing and in the mode of educational testing.

Keywords: control model, test sample, training testing, learning indicators, adaptation, computer testing results.

Введение

Согласно методике системного анализа, основной целью работы пользователя с автоматизированной обучающей системой (АОС) является обучение, поэтому изолированное рассмотрение системы проверки знаний и электронных учебных курсов (ЭУК) является не эффективным. Исходя из необходимости пересмотра подходов к организации КТ в дистанционном режиме, в работе было проанализировано понятие обучающее компьютерное тестирование (ОКТ) и его понимание современными разработчиками программного обеспечения. К сожалению, проблема обучающего потенциала компьютерных тестов, на сегодняшний момент, серьёзными исследованиями не подвергалась. Отметив одностороннее и ограниченное толкование этого понятия, нами предложен собственный вариант его определения: ОКТ- это система компьютерного тестирования, ориентированная на достижение оптимальных показателей обучения для отдельного пользователя посредством функций контроля, адаптации и индивидуализации, а так же интеграции с ЭУК в рамках одной АОС.

Методология

При рассмотрении ОКТ возникает задача организации эффективной обратной связи пользователя и АОС(рисунок 1, а). Это обстоятельство требует определённой структуры ЭУК и дополнительных аналитических возможностей со стороны подсистемы ОКТ.

Решение задачи рационального управления учебным процессом за счет обратной связи требует изначального определения структуры ЭУК, от которой будет также зависеть и структура тестовой выборки и банка тестовых заданий [1]. Представим упрощенную модель структуры дисциплины в виде двудольного графа типа дерево, содержащего четыре уровня (рисунок 1. б): уровень

дисциплин - K , разделов - R , дидактических единиц - D , терминов и тестовых заданий - T .

Тогда структура ЭУК Z представляется кортежем $Z=(V,T,P,K, \gamma)$, где $V=\{K \cup R \cup D\}$ - множество переменных или синтаксических категорий языка описания ЭУК; P - множество правил формирования траекторий предъявления материала, $D \rightarrow T$, с помощью которых некоторая переменная из V представляется отдельными понятиями из T и наборами тестовых заданий, γ - идентификатор индивидуальной реализации курса. Введём понятие модель обучаемого (G) которая содержит данные о динамике оценок за предыдущие периоды работы с АОС и особенностях индивидуального освоения дисциплины (в форме представления материала, текущей стратегии, скорости обучения и пр.). Она должна учитываться при осуществлении процесса обучения следующим образом:

$$| \bar{h}(C) - h(G, D, r - 1) | \rightarrow \min \quad ; \quad (1)$$

где h - текущая оценка знаний; \bar{h} - вектор эталонного знания разделов дисциплины, r – порядковый номер захода работы с подсистемой тестирования, C - цель работы с ЭУК.

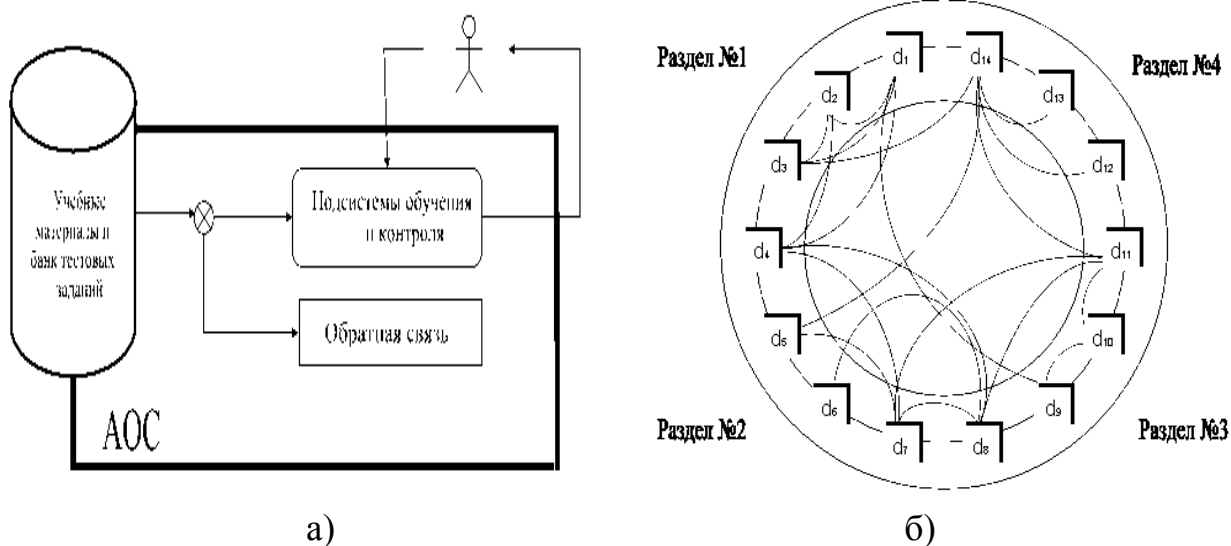


Рисунок 1 - Модель обучения и структуры материала в ЭУК

Для рассматриваемой структуры необходимо реализовать рациональную работу подсистемы контроля.

В процессе системного анализа предметной области было выявлено, что в основном, учебный эффект тестов падает из-за того:

1. Не учитываются цели обучения.
2. Игнорируются связи между дидактическим материалом электронных учебных курсов и тестовыми заданиями.
3. Сужается область регистрируемых и анализируемых при оценивании факторов.
4. Не эффективно применяются возможности современных инструментов анализа данных при реализации процессов личностно-

ориентированного обучения и контроля(в частности, при использовании методов искусственного интеллекта).

Реализация

Для решения задачи повышения эффекта от применения ОТК было предложена следующая последовательность процесса обработки информации в подсистеме контроля: генерация тестовой выборки- предъявление тестовых заданий- анализ результатов- расчет оценки. При этом от этапа предъявление тестовых заданий также идет связь с компонентами обучение и модель курса, где вырабатываются обучающие и управляющие воздействия на АОС для реализации обратной связи.

При разработке методов обучающего компьютерного тестирования в первую очередь необходимо выделить три основных процесса [2].

1) Адаптация - формирование индивидуального состава тестовой выборки непосредственно перед предъявлением пользователю.

2) Оценивание – уточнение набранного количества баллов после решения теста(с учетом цели работы с ЭУК и метаинформации)

3) Индивидуализация обучающего воздействия – реализация возможности взаимодействия пользователя с ЭУК посредством ОКТ как на этапе прохождения теста, так и на этапе завершения работы с тестом.

Рассмотрим систему, позволяющую реализовать следующие возможности: компоновать в рамках одной архитектуры АОС произвольного числа учебных дисциплин; минимизировать дублирование учебного и тестового материала; свести к минимуму действия педагога при формировании ЭУК; учитывать предпочтения и цели работы обучаемого с АОС; обеспечить возможность реализации обратной связи ЭУК с пользователем, посредством расширения данных в метаинформации(модели курса). Под целями работы с курсом понимается рациональная реализация следующих случаев взаимодействия с ЭУК [3]: выполняется учебный стандарт в полном объеме ; пользователь сам указывает, какую направленность знаний он хочет получить(ознакомительную, теоретическую, практическую, обычную стандартизированную, углубленную, расширенную пр., с указанием своего профиля); пользователь сам указывает, какие именно разделы ему необходимо знать по результату прохождения курса. В результате на базе АОС должен формироваться такой вариант ЭУК, который будет отвечать индивидуальным потребностям обучаемого как в плане дидактических единиц, так и в плане тестового контроля и соответствовать выражению (1).

Дополним структуру материала ЭУК Z категориями учебный курс и реализация, и опишем каждый элемент знаний(дидактическую единицу) в модели курса признаками важности(обязательность для изучения); уровнем специализации; формой представления(текст, формула, рисунок и пр.); уровнем специализации; сложностью(с позиции разработчика ЭУК); местом в стандартизированной последовательности предъявления; ключевыми словами; набором связей с учебным материалом, обучающими тестами и другими элементами АОС. Это позволит перейти от графа типа дерево к семантической сети, где каждый узел является дидактической единицей(D) или термином (Т) ;

каждое ребро характеризует семантическую связь между узлами набором параметров, типа «родительский/ дочерний», «зависит/ не зависит», «важный/ незначительный»; направление рёбер сообщает о конфигурации начальной траектории обучения, которая должна осуществляться при стандартизированном, либо начальном(неадаптированном) обращении к ЭУК. Теперь появляется возможность не только наследовать индивидуальные свойства дидактических единиц (сложность, важность, форма представления, вид и т. д.), но и создавать и переопределять связи в исходной иерархии объектов. Очевидно, что задания для ОКТ и соответствующие разделам термины будут также наследоваться для любой реализации ЭУК.

Для успешного применения ОКТ требуется обоснованное определение таких параметров теста, как его длина, объем банка тестовых заданий, граница минимального для выставления положительного балла, а также трудность и повторяемость тестовых заданий [4]. Все они могут существенно повлиять на исход теста, особенно при стратегии случайного выбора ответов (угадывании). Поэтому в исследовании приводятся конкретны рекомендации по их выбору.

Сформируем множество доступных для регистрации системой ОКТ факторов, включая результаты тестирования, динамику обучения и данных о пользователе, как $\{S\}$ и посмотрим, каким образом они будут влиять на результаты обучения в разрезе разделов ЭУК. Пусть $\{\eta\}$ - вектор, хранящий значения вклада каждого k -го раздела в итоговую тестовую выборку. Тогда для управления процессом *адаптации* тестовой выборки при ОКТ можно применить вектор скоростей изменения $\{\alpha_k\}$, показывающий необходимость пересмотра состава очередного η_k в соответствии с (2).

$$\eta'_k = \eta_k + \chi \cdot \alpha_k, \quad \alpha_k = f_{об} (S_{адапт}) ; \quad (2)$$

где χ - значение баланса, приходящиеся на одно тестовое задание, а $f_{об}$ - сокращённо представленная функция обработки параметров ситуации предыдущего сеанса тестирования (адаптация с памятью через механизм обратной связи); $S_{адапт}$ - часть $\{S\}$, учитываемая при реализации процесса адаптации.

Представим модель получения знаний в виде итерационного процесса. Предполагается, что на каждом из промежуточных испытаний тестируемый должен усвоить тот объем материала, который запланирован в учебном плане ($\beta_{норм}$). В соответствии с результатами промежуточного контроля можно выявить фактическую успеваемость обучаемого ($\beta_{факт}$). Очевидно, что $\beta_{норм} \geq \beta_{факт}$. Тогда механизм расчёта поправки оценки в разрезе разделов можно представить ($H \rightarrow H'$) в виде выражения (3):

$$\eta'_k = \eta_k + \delta_k, \quad \delta_k = f_{изм} (S) ; \quad (3)$$

где η'_k - балл с учетом поправки, δ - шаг изменения оценки (в процентах), $f_{изм}$ сокращённо представленная функция обработки параметров ситуации - упрощённо представленная функция обработки параметров ситуации тестирования .

Третий базовый процесс ОКТ - *индивидуализация*, - реализован в двух вариантах: прямой и косвенный методы (рисунок 2).

Прямой метод индивидуализации предполагает следующую стратегию работы пользователя с АОС: изучается материал ЭУК, осуществляется тестирование, подсистема ОКТ создаёт детализированный отчет с рекомендациями по дальнейшему изучению курса [5]. Далее пользователь обращается к нужным элементам ЭУК непосредственно из отчёта АОС, после чего тестирование повторяется (система ОКТ пассивна).

Косвенный метод индивидуализации позволяет выбрать другую стратегию обучения: изучается материал ЭУК, осуществляется очередное тестирование, в ходе которого пользователь может вызвать функцию обучения, которая выведет подробный отчёт о структуре материала, который необходимо знать для ответа на текущий вопрос, и обеспечит возможность перехода в нужный раздел ЭУК (система ОКТ активна) [6].

Предложенные стратегии при индивидуализации траектории обучения позволяют сформировать комплексную подсказку/отчёт, содержащую набор ссылок на текст курса, литературу (основную и вспомогательную), задачи, базовые термины и разделы (отчёт для каждой ситуации комплектуется динамически). За счёт семантических связей достигается полнота и непротиворечивость рекомендаций АОС можно перейти непосредственно к учебному материалу, отмеченному в подсказке. Это существенно сокращает время работы пользователя по поиску нужной информации в ЭУК, опираясь на текущий уровень знаний и цель работы с курсом. Так как каждое тестовое задание содержит связи с разделами ЭУК и набором терминов, то процесс

проверки и обучения можно совместить, делая активным и подсистему ОКТ, и модель пользователя, и модель курса [7].

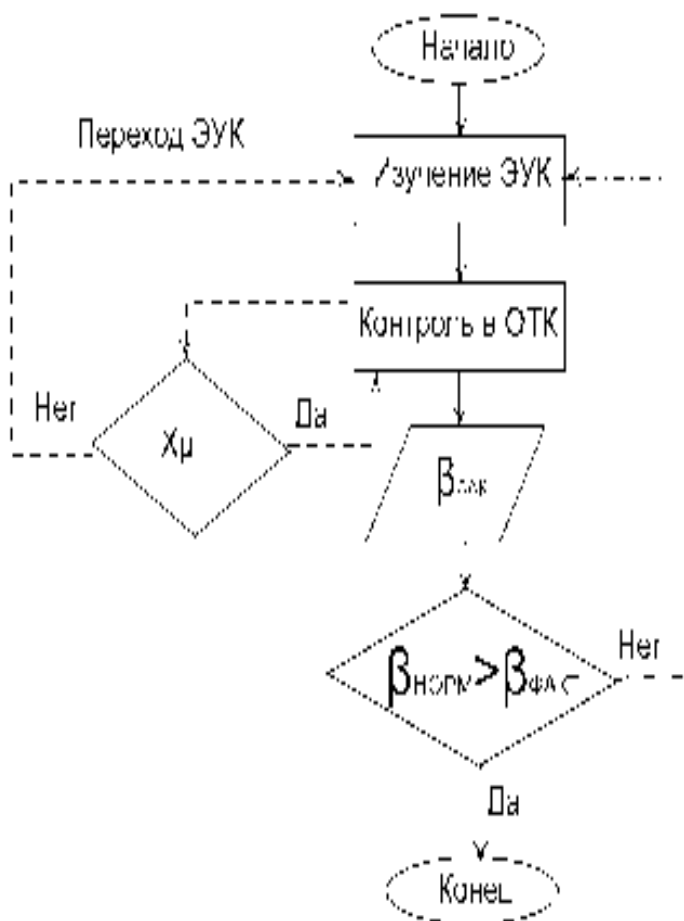


Рисунок 2 - Методы адаптации при ОКТ

Здесь:

———— Итоговое тестирование

-. Обучающее тестирование (прямой метод индивидуализации)

- - - - - Обучающее тестирование (косвенный метод индивидуализации)

X_{μ} - Булева переменная хранящая, результат ответа на очередной вопрос

$\beta_{\text{норм}}$ - Показатель допустимого уровня знаний

$\beta_{\text{факт}}$ - Показатель текущего уровня знаний по результатам прохождения ОТК

Используя многокритериальный анализ можно скомпоновать оптимальную конфигурацию ЭУК, отвечающую заявленным пользователем целям. Для этого требуется осуществить отображение (4):

$$f_{\text{инд}} : (S_{\text{инд}}, r, \varepsilon_{\text{общ}}, V) \rightarrow P_{\text{ОПТ}} \quad (4)$$

где $S_{\text{инд}}$ - сочетание некоторых элементов из $\{S\}$ и модели курса; r - число этапов освоения дисциплины во времени; а $\varepsilon_{\text{общ}}$ определяется по формуле (5)

$$\varepsilon_{\text{общ}} = \frac{\sum_{i=1}^r (\beta_i^{\text{норм}} - \beta_i^{\text{факт}})^2}{r - 1} ; \quad (5)$$

Заключение

В результате построения модели управления процессом адаптации тестовой выборки мы получили метод формирования адаптационной тестовой выборки, позволяющий повысить эффективность управления процессом обучающего тестирования за счёт механизма индивидуализации и реализации обратной связи, комплексного оценивания результатов ОКТ как в режиме итогового тестирования, так и в режим обучающего тестирования. Это становится возможным за счёт расширения поля анализируемых факторов, привлечения семантических связей дидактического материала ЭУК и учёта динамики обучения, а также ввода концептуальной модели индивидуализации и оптимизации траектории обучения, позволяющей повысить эффективность самообучения и ЭУК при использовании обучающих тестов и комплексного описания семантических связей между объектами учебного материала.

Разработанная модель управления процессом адаптации тестовой выборки была применена при построении автоматизированной системы обучения и тестирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапонов С.В. и др. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий / Под ред. З. О. Джалиашвили.- СПб.: БХВ-Петербург, 2003.- 336 с.

2. Корпачева, Л.Н. Разработка тестирующей программы для реализации обучающей системы в среде программирования DELPHI 7,0/ Перспективные материалы, технологии, конструкции, экономика: Сб. науч.тр./ Под общ. ред. В.В.Стацурь; ГУЦМиЗ, Красноярск, 2005, Вып.11 – С.175-181.
3. Тажиева Ш.Ж. Разработка программного обеспечения тестирующей системы./ Вестник науки КСТУ, №4, Костанай, 2009.
4. Wright B.D. Rasch Model Overview./ Journal of applied measurement. – vol.1, №3. -pp. 83-106.
5. Данилин, А.Р. Создание специализированных автоматизированных систем контроля на базе ЭВМ. Сб. науч. трудов. – Свердловск: СГПТУ, 2002. – С.3-10.
6. Аверкин В.Н., Карданова Е.Ю., Карпинский В.Б. Повышение объективности мониторинга в региональной системе управления образованием // Народное образование, 2008.- № 2.- С.156-165.
7. Данилова С.Д., Шайдоров Ц.Ц. Система удаленного тестирования и контроля знаний учащихся. / Российская школа и Интернет: Сборник трудов Второй Всероссийской научно-практической конференции. - СПб. - 2002. -С.20-21.

REFERENCES

1. Agapov S.V. i dr. Sredstva distancionnogo obuchenija. Metodika, tehnologija, instrumentarij [Distance learning tools. Methodology, technology, tools]. In Dzhaliashvili Z. O (ed.). Saint Petersburg: Publ. BHV-Peterburg, 2003. 336 p.
2. Korpacheva, L.N. Razrabotka testirujushhej programmy dlja realizacii obuchajushhej sistemy v srede programmirovanija DELPHI 7,0 [Development of a testing program for the implementation of a training system in the DELPHI 7.0 programming environment].Perspektivnye materialy, tehnologii, konstrukcii, jekonomika: Sb. nauch.tr. [Advanced materials, technologies, designs, economics]. In Stacury V.V. (ed.). Krasnojarsk: GUCMiZ, 2005, no. 11, pp. 175-181.
3. Tazhieva Sh.Zh. Razrabotka programmogo obespechenija testirujushhej sistemy [Development of software for testing system]. Vestnik nauki KSTU [Science Bulletin of KSTU]. Kostanaj, 2009, no. 4.
4. Wright B.D. Rasch Model Overview. Journal of applied measurement, vol.1, no. 3, pp. 83-106.
5. Danilin, A.R. Sozdanie specializirovannyh avtomatizirovannyh sistem kontrolja na baze JeVM: sb. nauch. trudov [Creation of specialized automated control systems based on computers]. Sverdlovsk: SGPTU, 2002. pp. 3-10.
6. Averkin V.N., Kardanova E.Ju., Karpinskij V.B. Povyshenie obieektivnosti monitoringa v regional'noj sisteme upravlenija obrazovaniem [Increasing the objectivity of monitoring in the regional education management system]. Narodnoe obrazovanie [Public education]. 2008, no. 2, pp.156-165.
7. Danilova S.D., Shajdorov C.C. Sistema udalennogo testirovanija i kontrolja znaniy uchashhihsja [Remote testing and knowledge control system for students]. Rossijskaja shkola i Internet: sbornik trudov Vtoroj Vserossijskoj nauchno-

prakticheskoy konferencii [Russian school and the Internet]. Saint Petersburg, 2002.
pp. 20-21.