

УДК 378.147:005

Л.Н. Радванская<sup>1</sup>, И.Е. Лещенко<sup>2</sup>, Ю.В. Чепурная<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Новокаховский политехнический институт, Новая Каховка*

<sup>2</sup>*ОАО « Киевстар », Харьков*

## **МЕТОДЫ АДАПТАЦИИ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЕМЫХ**

*Рассматриваются возможные методы адаптации компьютеризированных систем тестирования знаний к характеристикам моделей обучаемых.*

**Ключевые слова:** *компьютеризированные системы, тестирование.*

### **Введение**

К настоящему времени разработан ряд моделей, описывающих отдельные стороны процесса обучения с помощью компьютеризированных систем. В основу технологии построения моделей положен метод поэтапной детализации и активизации знаний.

Под адаптивной компьютеризированной системой тестирования обучаемых (КСТ) будем понимать систему, построенную на принципах адаптации к характеристикам обучаемых и предназначенную для автоматизированного определения по заданным критериям их уровня знаний по учебным дисциплинам.

Для разработки адаптивных компьютерных систем тестирования наиболее удобным представляется использование смешанной структуры модели обучаемого, которая позволяет учитывать не только количественные, но и качественные характеристики обучаемых. При построении адаптивной системы тестирования должны быть решены следующие задачи: сформированы базы знаний (БЗ) обучающих курсов предметной области; определены содержание и разработаны структура и средства ведения БЗ тестирования; разработаны модели обучаемых и адаптивные алгоритмы управления системой тестирования; организован автоматический процесс тестирования обучаемых и анализа его результатов.

**Анализ литературы.** В общем случае под адаптацией понимают способность системы проявлять целенаправленное приспособляющееся поведение в заданных средах (условиях), а также сам процесс такого приспособления.

Перспективным направлением повышения эффективности применения в учебном процессе КСТ является организация адаптивного управления вычислительным процессом на основе учета основных характеристик обучаемых [1, 2] и состояния системы в данный момент времени.

В работе [3] показано, что использование даже отдельных элементов адаптивного управления вычислительным процессом позволяет в среднем на 8 – 20% повысить эффективность функционирования

КСТ, что является весьма существенным вкладом в эффективность системы.

Применительно к КСТ под адаптацией будем понимать способность системы тестирования управлять вычислительным процессом в зависимости от значений определенных характеристик (параметров) модели обучаемого.

Анализ специальной литературы показывает, что в настоящее время основным теоретически обоснованным методом реализации адаптивного управления в ЭВМ АСУ является метод случайного поиска. Этот метод может быть использован в КСТ в силу целого ряда обстоятельств. Метод ориентирован на эволюционное изменение параметров системы и внешней среды, в качестве которой могут выступать действия обучаемых; реализует монотонное управление; требует выражения в явном виде аналитической зависимости показателя качества функционирования системы от параметров состояния объектов и параметров потока заявок от них к системе; сравнительно малое время реакции системы адаптивного управления на возникающие ситуации; может быть реализован лишь программно.

Главным недостатком метода является использование для поиска управляющих решений только текущей информации об управляемых объектах и внешней среде. Это не соответствует концепции адаптивизации, предполагающей использование для этих целей информации трех типов: априорной (статической), текущей (динамической) и прогнозной (виртуальной). Использование для адаптации только текущей информации резко снижает адекватность принимаемых решений в реальных ситуациях, которые могут возникнуть в ЭВМ АСУ.

В работе [3] показано, что наиболее приемлемым видом адаптации для ЭВМ АСУ является не эволюционная, а альтернативная адаптация, методом реализации – метод ситуационного управления.

**Цель статьи.** Детализировать применительно к КСТ принципы организации адаптивного ситуационного управления вычислительным процессом в ЭВМ сети КСТ.

## Основная часть

Общие принципы организации адаптивного ситуационного управления вычислительным процессом в ЭВМ АСУ изложены в работе [3].

Для реализации метода ситуационного управления в ЭВМ сети КСТ реального времени необходимо:

- определить общие критерии и уровни управления вычислительным процессом;
- разработать ограничения на используемые вычислительные ресурсы при реализации управляющих решений;
- обеспечить возможность прогнозирования и разрешения критических (требующих вмешательства в вычислительный процесс) ситуаций в системе;
- организовать контроль за выполнением временных ограничений на формирование управляющих решений;
- организовать контроль за ходом реализации решений и динамическую их коррекцию в случае необходимости.

В данной статье остановимся лишь на двух аспектах – определении общих критериев и уровней управления вычислительным процессом.

Целью функционирования ЭВМ АСУ является своевременное формирование управляющих сигналов для объектов, входящих в контур АСУ, на основе поступающей от них информации. Для количественной оценки степени достижения этой цели при решении задачи организации адаптивного управления в КСТ, как и в любой АСУ, необходимым является использование не только текущих показателей, поскольку система адаптации должна отслеживать состояние вычислительного процесса в каждый момент времени функционирования по каждому обучаемому, но и априорных и прогнозных характеристик обучаемых.

Применительно к КСТ под адаптацией будем понимать способность системы тестирования управлять вычислительным процессом (процессом тестирования) в зависимости от априорного, текущего и прогнозных значений определенных характеристик (параметров) обучаемого.

Будем характеризовать качество управления (критерий управления) непосредственно по результатам работы КСТ по обслуживанию отдельного обучаемого. Это позволит при организации адаптивного управления учесть индивидуальные априорные и виртуальные характеристики каждого обучаемого. При этом динамический показатель процесса достижения целевого значения функции управления ВП целесообразно выразить через последовательность тактов работы ЭВМ обучаемых сети КСТ. Будем считать, что число тактов ЭВМ равно числу критических ситуаций, возникших в ЭВМ обучаемого на этом временном интервале. Тогда под заявкой по обслуживанию ЭВМ КСТ от обучаемого будем понимать запросы к его ЭВМ на реализацию алгоритмов разрешения критических ситуаций k-го такта.

Обозначим:  $T_D$  – допустимый интервал времени тестирования обучаемого по k-му вопросу заданного теста;  $T_0$  – интервал времени тестирования обучаемого по k-му вопросу заданного теста ( $T_0 \leq T_D$ );  $N_n(\Delta t_k)$  – количество запросов от обучаемого, поступившее на обслуживание в k-м такте работы ЭВМ;  $\sum_{k=1}^n N_n(\Delta t_k)$  – суммарное число за-

просов от обучаемого, принятых на обслуживание ЭВМ КСТ на интервале  $T_0$ ;  $N_c(\Delta t_k)$  – количество запросов, снятых с обслуживания в k-м такте работы

ЭВМ обучаемого;  $\sum_{k=1}^n N_c(\Delta t_k)$  – суммарное количество запросов, снятых с обслуживания на интервале

$T_0$ ;  $\sum_{k=1}^n N_n(\Delta t_k) - \sum_{k=1}^n N_c(\Delta t_k)$  – общее число запросов, обслуженных ЭВМ за период  $T_0$ .

Заявка может быть снята с обслуживания в k-м такте работы ЭВМ обучаемого в том случае, если ее время обслуживания или количество ошибок и повторов на вопрос теста превысили допустимые значения.

Тогда целевое значение показателя эффективности ЭВМ КСТ на интервале  $T_0$  функционирования можно определить по формуле:

$$W^*(T_0, t) = \left( \sum_{k=1}^n N_n(\Delta t_k) - \sum_{k=1}^n N_c(\Delta t_k) \right) / \sum_{k=1}^n N_n(\Delta t_k), \quad (1)$$

где  $N_n(\Delta t_k)$  – количество запросов от обучаемого, поступившее на обслуживание в k-м такте работы ЭВМ;  $N_c(\Delta t_k)$  – количество запросов, снятых с обслуживания в k-м такте работы ЭВМ обучаемого;

или  $W^*(T_0, t) = 1 - \sum_{k=1}^n N_c(\Delta t_k) / \sum_{k=1}^n N_n(\Delta t_k)$ . (2)

Отношение в выражении (2), численно равное доле запросов, снятых с обслуживания на  $T_0$ , назовем коэффициентом потерь  $Z(\Delta t_k, t)$ , где  $\Delta t_k$  – интервал времени, для которого определяется величина коэффициента потерь.

$$\text{Тогда } W^*(T_0, t) = 1 - Z(\Delta t_k, t). \quad (3)$$

С учетом динамики вычислительного процесса в период  $T_0$  коэффициент потерь на произвольном интервале времени  $\Delta t_k$  будет определяться соотношением:

$$Z(\Delta t_k, t) = 1 - W(\Delta t, t) - \delta(\Delta t, t), \quad (4)$$

где  $\delta(\Delta t, t)$  – доля запросов, обслуживание которых продолжается на момент времени  $t$  (при  $t = T_0$ ,  $\delta(\Delta t, t) = 0$ ).

Если выбрать  $\Delta t = \Delta t_k$ , то величина  $Z(\Delta t_k, t)$  будет показывать, какую долю поступивших к моменту  $t$  запросов ЭВМ КСТ оказалась неспособна обслужить на интервале  $\Delta t_k$  вследствие возникно-

вения  $k$ -й критической ситуации. При наличии управления ВП со стороны КСТ величина  $Z(\Delta t_k, t)$  будет характеризовать качество управления ВП отдельной ЭВМ обучаемого КСТ, т.е. является критерием управления адаптивной системой.

Эффективная работа каждой ЭВМ сети КСТ будет обеспечена в том случае, если суммарное время на поиск и реализацию решения по управлению ВП не превысит промежутка времени между соседними критическими ситуациями.

В этом случае критерием управления ВП ЭВМ обучаемого со стороны КСТ при возникновении критической ситуации  $S_k$  является значение коэффициента потерь  $Z(\Delta t_k, t)$ , достигнутое за время управления  $T_Y$ , не превышающее интервала между соседними критическими ситуациями  $T_{KC}$ :

$$S_k: Z(\Delta t_k, t) \Rightarrow Z(T_Y) \text{ при } T_Y \leq T_{KC} \quad (5)$$

При этом под временем управления  $T_Y$  понимается интервал времени от момента обнаружения критической ситуации до момента окончания реализации управляющего решения.

Таким образом, определен критерий управления ВП ЭВМ обучаемого со стороны адаптивной КСТ при возникновении критической ситуации.

Для КСТ адаптивное ситуационное управление целесообразно осуществлять на нескольких уровнях [3].

#### 1. Адаптация на аппаратном уровне.

В формализованном виде управление на этом уровне может быть представлено таким образом:

$$U_{AP} = u(\bar{I}_C, \bar{P}_M),$$

где  $U_{AP}$  – управление ВП, обеспечивающее аппаратную адаптацию КСТ;  $\bar{I}_C$  – вектор структурных параметров КСТ;  $\bar{P}_M$  – вектор управляемых параметров соответствующей структуры  $\bar{I}_C$ .

Адаптация на аппаратном уровне обеспечивается путем изменения структурных характеристик КСТ (количества ЭВМ в составе рабочей конфигурации сети КСТ и их связей). Она может быть осуществлена с помощью стандартных процедур операционной системы (ОС) сервера сети КСТ, обеспечивающих динамическую реконфигурацию сети КСТ в ходе вычислительного процесса.

#### 2. Адаптация на системном уровне.

Адаптации на системном уровне целесообразно поставить в соответствие управление функционированием соответствующих программных модулей ОС сервера сети:

$$U_{OC} = (H, P_H),$$

где  $U_{OC}$  – управление вычислительным процессом, обеспечивающее адаптацию на системном уровне;  $H$  – множество программных модулей ОС, реализующих общесистемные функции;  $P_H$  – вектор управляемых параметров модулей ОС.

Управление на системном уровне обеспечивается за счет динамического изменения состава про-

граммных модулей ОС сервера сети, реализующих общесистемные функции дисциплин обслуживания заявок и распределения ЭВМ сети КСТ. Определенная независимость процедур ОС позволяет формировать рабочую версию ОС сети не только статически на этапе разработки программной реализации ОС, но и динамически в ходе вычислительного процесса.

#### 3. Адаптация на алгоритмическом уровне.

Объектом адаптации на алгоритмическом уровне является функциональное программное обеспечение (ФПО) ЭВМ обучаемых, реализующее управляющие алгоритмы (программы-диспетчера) каждой ЭВМ, образующих КСТ. Наличие в каждой ЭВМ программы-диспетчера, управляющей совместно с ОС сервера сети процессом реализации комплексного алгоритма (КА) КСТ, позволяет реализовать этот вид адаптации за счет управления функционированием самого диспетчера каждой ЭВМ сети. Собственно адаптация в этом случае может быть реализована путем замены текущей стратегии выполнения КА некоторой альтернативной стратегией.

В формализованном виде этот уровень адаптации описывается выражением вида:

$$U_R = u(D, P_D),$$

где  $U_R$  – управление ВП, обеспечивающее адаптацию на алгоритмическом уровне ЭВМ обучаемых ОС сервера сети КСТ;  $D$  – множество стратегий управления ВП, реализованных в программедиспетчере ЭВМ;  $P_D$  – вектор параметров, характеризующих стратегию из  $D$ .

#### 4. Адаптация на программном уровне.

Этот вид адаптации предполагает наличие в составе ФПО ЭВМ сети КСТ программ алгоритмов, выполняющих идентичные функции, но различающихся количеством потребляемых вычислительных ресурсов.

Управление в этом случае можно записать как

$$U_N = u(I_1^K, \bar{P}_K),$$

где  $I_1^K$  – множество программ алгоритма, реализующего  $k$ -ю функцию;  $\bar{P}_K$  – вектор параметров, определяющих различие программных модулей алгоритма, входящих в  $k$ -ю группу.

Указанные уровни адаптации позволяют организовать альтернативную адаптацию ВП в ЭВМ сети КСТ методом ситуационного управления с учетом различных видов информации об обучаемых в их математических моделях.

## Выводы

Для практической реализации адаптивной КСТ необходима дальнейшая проработка целого ряда вопросов, в первую очередь связанных с уточнением и детализацией признаков классификации критических ситуаций и наполнением базы знаний КСТ этими признаками; во-вторых, вопросов, связанных с отбором наиболее эффективных управляющих

решений в соответствии с особенностями структуры и организации вычислительного процесса в той или иной ЭВМ сети КСТ и, в-третьих, вопросов, связанных с проблемой обеспечения требуемой достоверности и надежности принятия решений по управлению ВП в сети ЭВМ КСТ.

### Список литературы

1. Ситникова П.Э. *Метод адаптации компьютеризированных систем обучения* / П.Э. Ситникова, Л.В. Шелудько, Ю.В. Чепурная // *Экспертные оценки компонентов учебного процесса: Материалы X межвуз. науч.-метод. конф.* – Х.: ХГУ НУА, 2008. – С. 61-62.

2. Буль Е.Е. *Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения* / Е.Е. Буль. – Рига: Рижский Технический Университет, 2005. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа к статье: [jbule@egle.cs.rtu.lv](mailto:jbule@egle.cs.rtu.lv).

3. Бобыр Е.И. *Использование адаптивного прогнозирования для выбора маршрутов обработки информации в ВС АСУ* / Е.И. Бобыр, А.М. Попов // *Проблемы передачи и обработки данных.* – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 1995. – С. 43-48.

Поступила в редколлегию 24.10.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.И. Бобыр, Народная украинская академия, Харьков.

### МЕТОДИ АДАПТАЦІЇ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ТЕСТУВАННЯ ЗНАТЬ ТИХ, ХТО НАВЧАЄТЬСЯ

Л.М. Радванська, І.Є. Лещенко, Ю.В. Чепурна

*Розглядаються можливі методи адаптації комп'ютеризованих систем тестування знань до характеристик моделей тих, хто навчається.*

**Ключові слова:** комп'ютеризовані системи, тестування.

### METHODS OF ADAPTATION OF COMPUTERIZED SYSTEMS OF TESTING OF KNOWLEDGES OF TAUGHT

L.N. Radvanskaya, I.E. Leschenko, Yu.V. Chepurnaya

*The possible methods of adaptation of the computerized systems of testing of knowledges are examined to descriptions of models of taught.*

**Keywords:** computerized systems, testing.