

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

## МЕТОД СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В АДАПТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ТЕСТИРОВАНИЯ ОБУЧАЕМЫХ

Рассматриваются вопросы организации ситуационной адаптации компьютеризированных систем тестирования знаний к характеристикам моделей обучаемых. Обоснована целесообразность организации адаптивного управления ЭВМ сети КСТ на базе метода ситуационного управления вычислительным процессом. Предложены методы классификации ситуаций, критерии и уровни управления вычислительным процессом при устранении критических ситуаций.

**Ключевые слова:** ситуационное управление, вычислительный процесс, тестирование знаний.

### Введение

Применительно к компьютеризированной системе тестирования (КСТ) под адаптацией будем понимать способность системы управлять вычислительным процессом в зависимости от значений определенных характеристик (параметров) модели обучаемого [1].

Анализ литературы [1, 3, 4] показывает, что в настоящее время основными теоретически обоснованными методами реализации адаптивного управления в ЭВМ АСУ являются методы случайного поиска и ситуационного управления. Причем второй является менее разработанным из-за трудностей его практической реализации.

Метод случайного поиска используется в АСУ в силу целого ряда обстоятельств: ориентирован на эволюционное изменение параметров системы и внешней среды; 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. Использование для адаптации только текущей информации резко снижает адекватность принимаемых решений в реальных ситуациях, возникающих в АСУ.

В работах [1, 3] показано, что наиболее приемлемым видом адаптации для КСТ является не эволюционная, а альтернативная адаптация, методом реализации – метод ситуационного управления. В этом методе предполагается для целей адаптации использование информации трех типов: априорной

(статической), текущей (динамической) и прогнозной (виртуальной).

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

### Основная часть

Для реализации метода ситуационного управления в КСТ 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 качестве обобщенного критерия для управления вычислительным процессом в адаптивной КСТ целесообразно использовать коэффициент потерь  $Z(\Delta t_k, t)$  [1] на заданном такте работы ЭВМ обучаемого сети КСТ:

$$Z(\Delta t_k, t) = \frac{\sum_{k=1}^n N_c(\Delta t_k)}{\sum_{k=1}^n N_n(\Delta t_k)}, \quad (1)$$

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;

$\Delta t_k$  – интервал времени, для которого определяется величина коэффициента потерь.

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.

Там же в [1] показано, что для КСТ ситуационное адаптивное управление целесообразно осуществлять на аппаратурном, системном, алгоритмическом и программном уровнях.

Для принятия решения о необходимости применения в ЭВМ обучаемого того или иного вида адаптации предварительно нужно ситуацию классифицировать.

В системах ситуационного управления различают два аспекта классификации возможных ситуаций: первый связан с определением ситуаций, требующих вмешательства системы управления, второй – с классификацией ситуаций по способам их разрешения.

Для ЭВМ КСТ в качестве признака классификации первого вида целесообразно использовать величину относительной потребности в вычислительном ресурсе. Применительно к КСТ величина относительной потребности в вычислительном ресурсе это: требуемое время на обработку запроса; время сравнения текущего и допустимого количества ошибок и повторов вопроса теста; запрос на определенный тип алгоритма коррекции ВП и т.д. Величина относительной потребности в вычислительном ресурсе определяется выражением [3]:

$$\rho^{(r)}(\Delta t_k) = \frac{W_{TP}^{(r)}(\Delta t_k)}{W_H^{(r)}(\Delta t_k)}, \quad (2)$$

где  $W_{TP}^{(r)}(\Delta t_k)$  – количество ресурса  $r$ -го типа, необходимое для обслуживания запросов на  $\Delta t_k$  интервале управления;  $W_H^{(r)}(\Delta t_k)$  – наличное количество ресурса  $r$ -го типа в системе на начало интервала  $\Delta t_k$ .

Физически  $\rho^{(r)}(\Delta t_k)$  в (2) показывает, может ли ЭВМ обслужить запрос при наличном количестве ресурсов  $r$ -го типа. Ресурс, для которого  $\rho^{(r)}(\Delta t_k) > 1$ , считается критическим, т.е. требующим вмешательства в ВП с целью адаптации к возникшей ситуации. Ситуация в ЭВМ сети КСТ, характеризующаяся наличием двух и более критических ресурсов, классифицируется как сложная критическая, одним критическим ресурсом – как простая критическая ситуация.

В качестве признака классификации критических ситуаций по способу разрешения целесообразно

использовать тип ( $r$ ) критического ресурса. Это обусловлено тем обстоятельством, что в ЭВМ КСТ обычно выделяется ограниченное количество типов ресурсов, что позволяет соответственно ограничить и количество рассматриваемых типов ситуаций. Кроме того, процесс классификации ситуаций первого и второго вида может быть совмещен во времени.

При использовании полученного по сигналам системы программного контроля признака можно связать возникшую критическую ситуацию с определенным видом нарушения вычислительного процесса в принятой для ЭВМ классификации. Например, превышение допустимого времени на обработку запроса или допустимого количества ошибок и повторов вопроса теста. В свою очередь, для каждого из выявленных видов нарушений ВП могут быть определены пути их устранения путем выдачи запроса на определенный тип алгоритма коррекции ВП и т.д.

Таким образом, могут быть сформированы решения на управление, позволяющие устранять возникающие критические ситуации. Такая возможность обусловлена наличием взаимосвязей между ресурсами ЭВМ, которые могут быть выявлены априорно на этапе разработки программы-диспетчера ЭВМ обучаемых и комплексного алгоритма (КА) управления сетью КСТ.

В соответствии с физическим смыслом адаптивного управления вычислительным процессом в ЭВМ всякое решение по управлению есть решение на выполнение некоторой операции, целью которой является достижения заданных значений параметров вычислительного процесса. При этом для ЭВМ КСТ эти решения должны удовлетворять следующим основным требованиям:

а) Управляющее решение должно обеспечить такое приращение наличного количества критического ресурса (либо сокращение требуемого), чтобы величина его относительной потребности не превосходила единицы:

$$\frac{W_{TP}^{(r)}(t_p)}{W_H^{(r)}(t_c) + \Delta W^{(r)}} \leq 1, \quad (3)$$

$$\frac{W_{TP}^{(r)}(t_c) - \Delta W^{(r)}}{W_H^{(r)}(t_p)} \leq 1,$$

где  $t_c$  – момент возникновения критической ситуации;  $t_p$  – момент окончания реализации управляющего решения.

б) Реализация решения по управлению ВП не должна приводить к возникновению в ЭВМ КСТ критических ресурсов других типов, т.е.:

$$\forall r, \quad \frac{W_{TP}^{(r)}(t_c) + W_H^{(r)}}{W_H^{(r)}(t_p)} = \rho^{(r)}(t_p) \leq 1, \quad (4)$$

где  $W_H^{(r)}$  – количество ресурса  $r$ -го типа, используемое при реализации данного управляющего решения.

в) Реализация решения по управлению ВП не должна приводить к снижению качества реализации алгоритмов ЭВМ обучаемого или КА сетью КСТ ниже заданного порогового уровня ни по одному из критериев:

$$\forall r, \quad Q_j - \Delta Q_j \geq Q_{nj}, \quad (5)$$

где  $j$  – номер критерия;  $Q_j$  – текущее значение показателя качества реализации алгоритмов ЭВМ обучаемого или КА КСТ по  $j$ -му критерию;  $\Delta Q_j$  – изменение качества реализации алгоритмов ЭВМ обучаемого или КА КСТ в результате выполнения данного решения;  $Q_{nj}$  – пороговое значение показателя качества реализации алгоритмов ЭВМ обучаемого или КА КСТ по  $j$ -му критерию.

г) Суммарное время на поиск и реализацию решения не должно превышать длительность интервала между соседними критическими ситуациями:

$$T_{PLi} \leq t_{KCi} - t_{PRi}, \quad (6)$$

где  $t_{KCi}$  – интервал между  $(i - 1)$ -й и  $i$ -й критическими ситуациями;  $t_{PRi}$  – время поиска решения по  $i$ -й ситуации.

Исходя из этих требований, показатель качества решения по управлению ВП в ЭВМ адаптивной КСТ в общем виде можно записать:

$$Y \leq \Delta W^{(r)}, \{W_n^{(r)}\}, Q_j, T_{PLj} \leq T_{PLN} \quad (7)$$

где  $\Delta W^{(r)}$  – положительный эффект от реализации решения по управлению ВП;  $\{W_n^{(r)}\}$  – множество вычислительных ресурсов, необходимых для реализации решения;  $Q_j$  – отрицательный эффект от реализации решения;  $T_{PLN}$  – суммарное время реализации решений.

Или в развернутом виде:

$$Y = \begin{cases} \sum_{i=1}^n \Delta W^{(r)} \geq W_Z; \\ \sum_{i=1}^n T_{PLi} \leq T_{PLN}; \\ \sum_{i=1}^n Q_i \leq Q_N; \\ \forall r, \sum_{i=1}^n \Delta W_{ni}^{(r)} \leq W_N^{(r)}, \end{cases} \quad (8)$$

где  $n$  – число одношаговых решений, образующих эффективное решение по управлению ВП.

Эффективное управление вычислительным процессом невозможно только на основе анализа

текущей информации прогнозирования критических ситуаций в системе и упреждающего принятия решений на их разрешение.

Прогнозирование изменения текущего состояния ЭВМ КСТ должно основываться на прогнозировании изменения параметров модели обучаемого, так как именно изменение характеристик обучаемого в ходе процесса обучения определяет и текущее состояние ВП в ЭВМ сети КСТ.

Величина шага экстраполяции ( $T_E$ ) при прогнозировании критических ситуаций может быть определена из соотношения:

$$T_E = \min\{T_A, T_{TC}\}, \quad (9)$$

где  $T_A = \min\{T_P, T_{Di}\}$  – длительность интервала времени, на котором распределение ресурсов ЭВМ остается неизменным;  $T_P$  – интервал времени, в течение которого параметры модели обучаемого можно считать неизменными;  $T_{Di} = \sum_{j=1}^{mi} t_{PMj}$  – интервал времени,

в течение которого реализация алгоритма-диспетчера (АД) ЭВМ обучаемого не зависит от параметров модели обучаемого (детерминированный участок АД);  $mi$  – число программных модулей, образующих  $i$ -й детерминированный участок АД;  $t_{PMj}$  – время реализации  $j$ -го программного модуля, входящего в детерминированный участок АД;  $T_{TC}$  – промежуток времени до прогнозируемого изменения ВП ЭВМ, обусловленного действиями обучаемого или завершением работы алгоритмов коррекции ВП.

Предложенный подход к выбору интервала экстраполяции позволяет в соответствии с текущей ситуацией в ЭВМ обучаемых КСТ динамически определять его величину. Это обеспечивает высокую оперативность прогноза а, с учетом априорной информации по каждому обучаемому, и максимально возможную его достоверность.

Организовать контроль за выполнением временных ограничений на формирование управляющих решений и за ходом реализации решений и динамическую их коррекцию в случае необходимости можно программно, с помощью известных методов контроля.

### Выводы

Таким образом, обоснована целесообразность организации адаптивного управления ЭВМ сети КСТ на базе метода ситуационного управления вычислительным процессом.

Метод предполагает для целей адаптации использование информации трех типов: априорной, текущей и прогнозной.

Предложены методы классификации ситуаций, критерии и уровни управления вычислительным процессом при устранении критических ситуаций. Это обеспечивает высокую оперативность принятия

решения по управлению и коррекцию ВП а, с учетом априорной информации и прогноза по каждому обучаемому, и высокую его достоверность.

Для практической реализации адаптивной КСТ необходима дальнейшая проработка целого ряда вопросов, в первую очередь, связанных с уточнением и конкретизацией признаков классификации критических ситуаций и наполнением ими базы знаний сети КСТ; во-вторых, вопросов отбора наиболее эффективных управляющих решений в соответствии с особенностями структуры и организации вычислительного процесса в сети ЭВМ КСТ.

### Список литературы

1. Радванская Л.Н. Методы адаптации компьютеризированных систем тестирования знаний обучаемых / Л.Н. Радванская, И.Е. Лещенко, Ю.В. Чепурная // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних*

*Сил.* – Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2008. – Вип. 3 (18). – С. 122-125.

2. 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.

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, ПАНИ, 1995. – С. 43-48.

4. Ярушек В.Е. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, Б.Н. Судаков, А.В. Мишин. – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.

Поступила в редколлегию 2.03.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.И. Бобыр, Харьковский государственный университет «Народная украинская академия», Харьков.

### МЕТОД СИТУАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ В АДАПТИВНІЙ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ТЕСТУВАННЯ ТИХ, ХТО НАВЧАЄТЬСЯ

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

*Розглядаються питання організації ситуаційної адаптації комп'ютеризованих систем тестування знань до характеристик моделей тих, хто навчається. Обґрунтована доцільність організації адаптивного управління ЕОМ мережі КСТ на базі методу ситуаційного управління обчислювальним процесом. Запропоновані методи класифікації ситуацій, критерії і рівні управління обчислювальним процесом при усуненні критичних ситуацій.*

**Ключові слова:** ситуаційне управління, обчислювальний процес, тестування знань.

### A METHOD OF SITUATION MANAGEMENT IS IN THE ADAPTIVE COMPUTERIZED SYSTEM OF TESTING OF TAUGHT

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

*The questions of organization of situation adaptation of the computerized systems of testing of knowledges are examined to descriptions of models of taught. Expedience of organization of adaptive control computer of network is grounded on the base of method of situation calculable process control. The methods of classification of situations, criteria and levels of calculable process control, are offered at the removal of critical situations.*

**Keywords:** situation management, calculable process, testing of knowledges.