

# Формирование системы комплексной подготовки и переподготовки специалистов

УДК 658 582 681

П.П. Дьячук, П.П. Дьячук (мл.)

## Управление адаптацией обучающихся решению задач

Разработана система автоматического управления адаптацией обучающихся к деятельности в проблемных средах.

The automatic control system of learner's adaptation activity in problem-solving environments is designed.

Розроблено систему автоматичного керування адаптацією учнів до діяльності в проблемних середовищах.

**Введение.** В статье рассматривается процессуальный аспект итеративного обучения, обусловленный адаптацией или приспособлением обучающихся к некоторому виду действий. Процесс адаптации происходит в результате поисковой активности обучающегося решению задач, что в свою очередь вызывает реакцию обучающегося на неопределенность проблемной среды. Проблемная среда определяется совокупностью условий, необходимых обучающемуся для решения задач. При этом обучающийся осуществляет саморегуляцию уровня неопределенности проблемной среды, который определяется: частотой подключения датчика «расстояния до цели»; рандомизацией параметров задачи и т.п. В качестве параметра, характеризующего динамику процесса адаптации или самоорганизации деятельности обучающегося, вводится суммарный коэффициент обратной связи системы автоматического управления поиском решения задач  $Tr@aK$ .

### Теоретическая часть

Информационное управление действиями обучающихся осуществляется автоматически, без введения модели обучающего (учителя). Структурная схема системы автоматического управления [1] процессом самоорганизации системы действий обучающегося представлена на рис. 1.

Основа функционирования главной и местной обратных связей системы  $Tr@aK$  – исполнительные механизмы, преобразующие интерфейс проблемной среды.

Главная обратная связь [2] определяет мотивационное управление учебной деятельно-

стью. Оно задается посредством датчика, отображающего изменение функции ценности состояния обучающегося через дискретную систему уровней деятельности  $L_i$ .

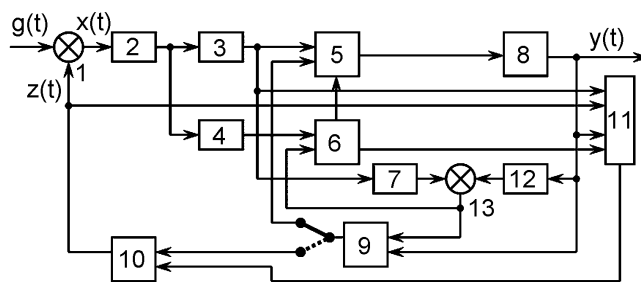


Рис. 1. Структурная схема регулятора учебной деятельности  $Tr@aK$

Местная обратная связь, как показано в работах [3, 4], носит информационный характер и представлена датчиком «расстояния до цели», который показывает величину рассогласования между текущим и целевым состояниями, выражаемой количеством действий, которые необходимо совершить обучающемуся для перехода в целевое состояние решения задачи.

Регулятор  $Tr@aK$  проводит поиск такого требуемого значения параметров местной обратной связи (аргументов передаточной функции звена 6, реализующего эту связь), при котором структура системы действий обучающегося 8 будет соответствовать целям функционирования регулятора  $g(t)$ . Проверка этого соответствия осуществляется в цепи главной обратной связи в моменты срабатывания переключателя 9, когда включается звено 10, определяющее параметры структуры системы действий обучающегося на основе сохраненной во внешней памяти 11 последовательности действий.

При этом истинные законы изменения параметров структуры системы действий обучающегося  $z(t)$  установить невозможно в силу объективных причин, зависящих от психических, физиологических, интеллектуальных и других индивидуальных особенностей конкретного человека. Обучающийся, деятельность которого подлежит регулированию, является «черным ящиком». Передаточную функцию этого звена нельзя определить заранее.

Элемент сравнения 1 выполняет вычитание  $x(t) = g(t) - z(t)$  и тем самым определяет рассогласование между реальной структурой системы действий обучающегося  $z(t)$  и требуемой  $g(t)$  – исключаяющей неправильные действия. На основании вычисленной ошибки  $x(t)$  звено 2 определяет уровень деятельности обучающегося  $L_i$ , который отображает функцию ценности состояния обучающегося,

$$L_i = 1 + INT(9(1 - 2P_A^{i-1})), \quad (1)$$

где  $P_A^{i-1} = \frac{N_{i-1}}{N_0}$  – относительная частота непра-

вильных действий при выполнении  $i - 1$  задания ( $N_1$  – количество неправильных действий;  $N_0$  – общее количество действий,  $P_A^i \in (0, 5; 0)$ ),  $i$  – номер очередного формируемого звеном 3 задания – новой задачей (проблемной) ситуации.  $L_i$  дискретно изменяется во времени (после выполнения очередного задания) и определяется лишь параметрами структуры системы действий обучающегося при выполнении предыдущего  $i - 1$  задания. Уровень деятельности отображается специальным датчиком в интерфейсе проблемной среды. В зависимости от значения уровня деятельности звено 4 определяет параметры функционирования местной обратной связи 6.

Сформированная звеном 3 задача отображается интерфейсом проблемной среды, приведенным модулем 5 в состояние, соответствующее начальным параметрам. Элемент памяти 7 сохраняет тот же набор параметров, но содержащий значения, достижение которых соответствует решению поставленной задачи. Модуль 5 реализует все изменения интерфейса проблем-

ной среды, связанные с действиями обучающегося и управляющего центра. Формирование новой задачной ситуации (соответствующего состояния интерфейса) происходит лишь в моменты включения главной обратной связи, а текущие изменения отображаются после каждого совершенного обучающимся и управляющим центром действий.

Для реализации местной обратной связи после каждого действия обучающегося вычислительное звено 12 определяет изменение параметров объектов проблемной среды, а элемент сравнения 13 определяет рассогласование между текущей обстановкой и значениями, сохраненными звеном 7. Величина этого рассогласования, выраженная в количестве дискретных шагов (каждый из которых – это конкретное действие обучающегося, дискретно изменяющее определенный параметр проблемной среды), определяет расстояние до цели (решения задачи). Вероятность подключения датчика «расстояние до цели», отражающего величину рассогласования между текущим и целевым состояниями, при выполнении  $i$ -го задания равна  $P^i = 2P_A^{i-1}$ , где  $P_A^{i-1}$  – относительная частота совершения ошибок при выполнении  $i - 1$  задания.

В моменты, когда расстояние до цели равно нулю, переключатель 9 может изменить свое состояние при поступлении от обучающегося сигнала об окончании выполнения задания. Если такого сигнала не поступает (обучающийся не нажимает соответствующую кнопку), регулятор продолжает функционировать по малому кругу через местную обратную связь. И напротив, если расстояние до цели не равно нулю, переключатель 9 не изменит своего состояния при поступлении этого сигнала.

Изменение состояния переключателя 9 включает контур главной обратной связи, в который включено звено 10, определяющее параметры структуры системы действий обучающегося на основе формализованной информации, сохраненной в модуле внешней памяти 11. Отметим, что при формировании очередной проблемной ситуации вновь возникает рассогласование в элементе сравнения 13 и переключатель 9 пе-

переходит состояние, когда сигналы проходят по контуру местной обратной связи и регулируют процесс поиска обучающимся решения текущей задачи.

Во внешней памяти сохраняется не только последовательность действий обучающегося с указанием затраченного времени, но и управляющие воздействия регулятора  $Tr@cK$ : условия поставленной задачи, параметры работы датчика «расстояние до цели», параметры структуры системы действий обучающегося.

Приведенное описание процесса показывает, что регулятор  $Tr@cK$  проводит поиск такого режима работы местной обратной связи, при котором деятельность обучающегося наиболее эффективна.  $Tr@cK$  можно определить как экстремальную самонастраивающуюся систему автоматического управления дискретного действия.

Проводится поиск аргументов передаточной функции звена 6, реализующего местную обратную связь, при котором структура системы действий  $z(t)$  обучающегося 8 будет соответствовать целям функционирования регулятора  $g(t)$ .

Проблема диагностики не только результатов, но и процесса обучения решению задач никогда не теряла своей актуальности. В статье речь идет о процессуальной стороне обучения. При этом имеется в виду самостоятельная учебная деятельность обучающегося. Обучение решению задач или проблем всегда связано с адаптацией обучающегося к той или иной деятельности или к проблемной среде [5]. В качестве управляющего параметра адаптации обучающегося к проблемной среде вводится суммарный коэффициент обратной связи  $R_0$  между обучающимся и проблемной средой или управляющим устройством системы автоматического регулирования учебной деятельностью  $Tr@cK$  [3, 4]

$$R_0 = \sum_{j=1}^k R_j, \quad (3)$$

где  $j$  – номер петли обратной связи,  $k$  – число петель обратной связи,  $R_j$  – коэффициент  $j$ -й петли обратной связи.

При  $0 < R_0 < 1$  система автоматического управления учебной деятельностью обучающегося

осуществляет разрешение внутри личностного конфликта обучающегося. В процессе развития синергизма системы происходит переход системы на новый более высокий уровень  $L_i$  устойчивого существования [6].

Действие или последовательность действий, совершаемые обучающимся в процессе решения задач, направлены на восстановление нарушенного равновесия и поэтому носит целенаправленный характер. Деятельность обучающихся решению задач преследует достижение двух целей: тактической цели – решение  $i$ -й задачи (местная обратная связь) и стратегической – ликвидация рассогласования между реальной структурой системы действий обучающегося  $z(t)$  и требуемой  $g(t)$  – исключаяющей неправильные действия. Очевидно, что путь проб и ошибок, которым осуществляет приспособление большинство живых существ, у человека перенесен в воображение. Как отмечено в книге Светлова В.П., «Мышление – это форма поведения, в котором проблема решается посредством манипулирования образами» [6]. Благодаря этому облегчается преодоление блокады или затруднений в выборе действия.

В процессе адаптации обучающихся к проблемной среде коэффициент обратной связи  $R_0$  стремится к нулю, что означает переход к автономности деятельности обучающегося от управляющего центра. Существенной процессуальной характеристикой адаптации обучающегося к деятельности есть обучаемость  $\mathfrak{A} = \mathfrak{A}(i)$  как функция номера задания. Диагностика коэффициентов обратной связи и обучаемости получена по данным конструирования пространственных объектов из фрагментов [4].

Второй датчик регулирует приближение деятельности обучающегося к оптимальной. Он выводит на экран монитора информацию о достигнутом ранее уровне относительной частоты неправильных действий  $P_A^i$  ( $i$  – номер выполняемого задания).

Суммарный коэффициент обратной связи [6] – показатель эффективности функционирования обучающегося в проблемной среде при выполнении  $i$ -го задания.

Суммарный коэффициент обратной связи системы  $R_i$  определяется как  $R_i = P_A^{i-1} \cdot P_B^{i-1} + P_A^{i-1}$ , где  $P_A^{i-1}$  – относительная частота неправильных действий;  $P_B^{i-1}$  – относительная частота включения датчика «расстояние до цели». Экспериментально полученные зависимости коэффициента обратной связи  $R(i)$  от номера задания  $i$  можно аппроксимировать функцией  $R(i) = (1 + \beta) \cdot e^{-\alpha \cdot i} - \beta$ . Наложение ограничения  $R(i_0) = 0$  (где  $i_0$  – номер задания, при котором завершается адаптация) приводит к зависимости  $R(i, \alpha)$  от одного параметра  $\alpha$ :

$$R(i) = \frac{e^{-\alpha i} - e^{-\alpha i_0}}{1 - e^{-\alpha i_0}}. \quad (4)$$

На рис. 2 представлены экспериментальные данные коэффициента обратной связи для двух обучающихся, а также графики аппроксимированных функций.

Обучаемость, как функция  $i$  имеет вид  $\vartheta = \frac{\alpha e^{-\alpha i}}{1 - e^{-\alpha i_0}}$ . Для обучающегося на рис. 2 под номером 1 слева  $\alpha = 0,272$ ,  $\vartheta_1 = 0,41$ , а под номером 2 на рис. 2 справа  $\alpha = 0,076$ ,  $\vartheta_2 = 0,09$ .

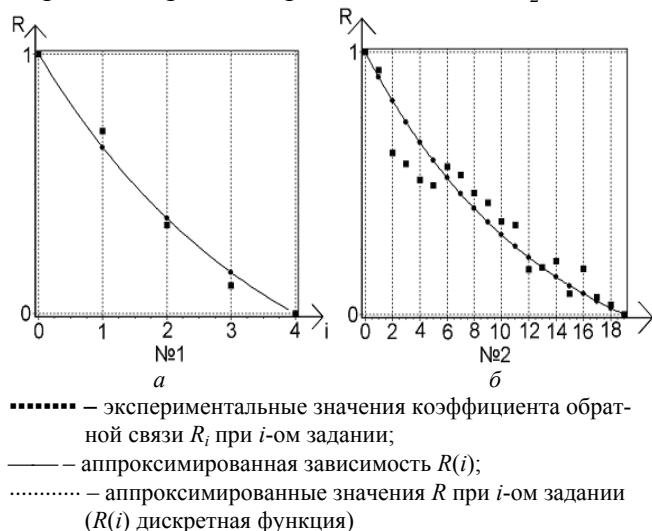


Рис. 2. Функция обучаемости

**Заключение.** Таким образом, в статье проанализирована система автоматического регу-

лятора учебной деятельности человека, обучающегося решению задач. Показано, что функционирование *Tr@сК* не требует модели учителя и содействует саморегуляции деятельности обучающегося посредством подключения датчика «расстояние до цели» и датчика, отражающего уровень деятельности. Функционирование системы автоматического управления (САУ) учебной деятельностью, включающей в себя обучающегося и управляющий центр, направлена на ликвидацию рассогласования между действительной и желаемой структурой системы действий, позволяющей решать задачи без ошибок. Впервые процесс адаптации обучающегося к проблемной среде рассмотрен с учетом динамики развития конфликта. Введен суммарный коэффициент обратной связи САУ учебной деятельности  $R_i$  и показано, что в процессе адаптации обучающегося к деятельности  $R_i$  уменьшается экспоненциально с возрастанием номера задания. Число заданий, выполненных в процессе адаптации (трудоемкость), зависит от параметра  $\alpha$ , определяемого обучаемость учащегося.

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
2. Дьячук П.П., Дьячук П.П. (мл.), Николаева Ю.С. Компьютерные системы управления поиском решения задач // Программные продукты и системы. – Тверь. – 2009. – № 2(86). – С. 128–130.
3. Дьячук П.П. Система автоматического управления учебной деятельностью // Информатика и образование. – 2010. – № 4. – С. 134–136.
4. Бортновский С.В., Дьячук П.П., Шадрин И.В. Система автоматического управления целенаправленной деятельностью *Tr@сК* // Открытое образование. – М.: CAPITALPRESS, 2010. – 3(80). – С. 10–18.
5. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения. – М.: ИПУ РАН, 1998. – 77 с.
6. Светлов В.П. Конфликт: модели, решения, менеджмент. – СПб.: Питер, 2006. – 540 с.
7. Дьячук П.П., Шадрин И.В. Динамическая информационная система управления и диагностика обучаемости // Информационные технологии моделирования и управления. – 2008. – № 2(45). – С. 229–237.

© П.П. Дьячук, П.П. Дьячук (мл.), 2011