

## ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННАЯ АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

© 2016 Г.Ф. Ахмедьянова

Оренбургский государственный университет

Статья поступила в редакцию 05.05.2016

В работе исследованы механизмы адаптации педагогических средств к группе обучающихся. На основе системологии Дж. Клира и метасистемного подхода разработан алгоритм случайного поиска в рабочем пространстве компьютера, организованном в виде квадрата из ста клеток. С каждой клеткой сопоставлено педагогическое средство и процедура оценки числа сбоев в управлении (недостижения целей обучения). Педагогические средства поделены на два больших класса (педагогические технологии и творческие методы), диагонально расположенных в квадрате с плавным переходом. В итоге выбирается клетка, имеющая число сбоев ниже наперед заданного.

*Ключевые слова:* целенаправленная система, адаптивность, элемент выбора цели, объект реализующий цель, функция поведения, метасистемный подход, педагогическое средство, моделирование, алгоритм адаптации.

### ВВЕДЕНИЕ

Адаптивные системы управления призваны обеспечивать достижение целей управления в слабоформализуемых, плохоструктурированных системах [1, 2] при изменяющихся условиях и поэтому они как нельзя лучше подходят для применения в педагогике [3, 4, 5]. Между преподавателем и обучающимся в образовательном процессе находится целый арсенал педагогических средств. Они призваны, в первую очередь, повышать качество обучения, обеспечивать необходимую глубину усвоения профессиональных знаний. С другой стороны, по степени владения педагогическими средствами оценивается мастерство преподавателя.

Педагогические средства можно поделить на два больших класса: педагогические технологии и творческие методы [6]. Первые характеризуются настолько большой степенью отработанности, что при обеспечении необходимых условий приносят гарантированный результат. Второй класс педагогических средств характеризуется направленностью на пробуждение и рост творческого потенциала обучающегося [7, 8, 9]. Больше того, творческие приемы по мере их отработки и повышения гарантированности повышаемого результата могут превратиться в педагогическую технологию.

В работе рассматривается процесс адаптивного выбора педагогических средств на основе теории Дж. Клира [10].

### ТЕОРИЯ

Целенаправленные системы, которые адаптируются к изменениям функции поведения объекта управления широко известны [11,12,13,14] и в данном случае дополняется двухуровневым элементом выбора цели, который должен реализовывать следующие две функции:

1) обрабатывать данные, связанные с переменными множества  $X, V^1, V^2$ , и образовывать модель системы  $F^1$ ;

2) применять модель  $F^1$  для порождения переменных выбора цели таким образом, чтобы их положительный эффект в смысле достижения цели был максимален или по крайней мере близок к максимуму.

Здесь  $V^1, V^2$  множества переменных в системах  $F^1$  и  $F^2$  соответственно, а  $X$  – множество входных переменных – см. рис. 1.

Для применения понятия целенаправленных систем, адаптирующихся к изменениям в системе, реализующей цель, рассмотрим обучающегося, пользуясь терминологией Дж.Клира [10], как объект реализующий цель.

Непосредственную адаптацию будет осуществлять компьютер, снабженный программой, позволяющей ему передвигаться внутри квадратной области, разделенной в шахматном порядке на более мелкие квадраты. Эта область называется рабочей (операционной) областью компьютера. Предположим, что в рабочей области выделено 10 рядов и 10 столбцов, помеченных соответственно идентификаторами  $x$  и  $y$  ( $x, y \in N_{0,9}$ ). Предположим далее, что каждый квадрат, определяющий местонахождение компьютера, помечен отдельным идентификатором

$$l = 10x + y (l \in N_{0,99}).$$

Ахмедьянова Гульнара Фазульяновна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления и информатики в технических системах. E-mail:ahmedyanova@bk.ru

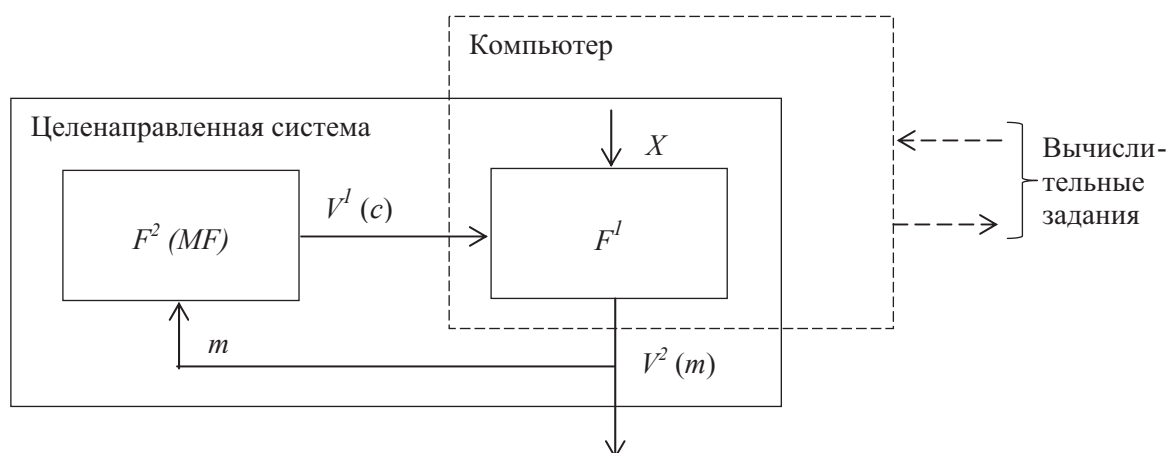


Рис. 1. Общая схема адаптивной целенаправленной системы

Компьютер также обладает широкими потенциальными возможностями для исправления ошибок. Их реализация при работе компьютера позволяет отождествлять неправильные действия в управлении вне зависимости от вида вызвавших их возмущений в окружающей среде. В определенных пределах это позволяет исключить эффект от сбоев в работе компьютера. Когда число неудачных попыток управления становится слишком большим, превышающим возможности компьютера по исправлению ошибок, нормальная работа компьютера оказывается под угрозой. Поэтому желательно противостоять неизвестным возмущениям, превратив компьютер в адаптивную целенаправленную систему, цель которой заключается в минимизации числа сбоев в управлении при длительной работе. Поскольку компьютер может перемещаться, то естественный путь борьбы с внешними возмущениями состоит в избирательном перемещении внутри рабочей области в соответствии со стратегией, ориентированной на достижение этой цели. Общая схема предполагаемой целенаправленной системы показана на рисунке 1. В этой схеме рассматриваются изменения во времени двух переменных:

$m$  — переменная, реализующая цель, она определяет количество сбоев в течение определенного промежутка времени;

$c$  — переменная выбора цели, она определяет положение компьютера ( $c \in N_{0,99}$ ).

Поскольку природа возмущений и их изменчивость неизвестны, то элемент, реализующий цель, должен рассматриваться только как исходная система  $S$ . В каждый момент времени принимается состояние переменной  $c$  и порождается состояние переменной  $m$ . Способ порождения переменной  $m$  неизвестен и может меняться.

Элемент выбора цели «следит» за переменной  $m$  и порождает переменную выбора цели  $c$ , управляющую передвижением компьютера. Он рассматривается как метасистема [15, 16]

$$MF = (T, F, r),$$

где

$$F = \{F^l = (S^l, M^l, f^l) | l \in N_{0,99}\},$$

$T$  определено в регулярных интервалах времени, в течение каждого из которых компьютер не перемещается, а  $r$  указывает, что каждое состояние  $l$  переменной  $c$  однозначно определяет конкретный элемент поведения  $F^l$  метасистемы. Таким образом, элемент  $F^l$  метасистемы  $MF$  замещается в соответствии с заменой состояний переменной выбора цели  $c$ .

Отдельный элемент  $F^l$  метасистемы  $MF$  основан на маске  $M^l$ . Она определяет входную переменную  $m$ , выходную переменную  $c$  и шесть внутренних переменных. Переменная  $v_l$  соответствует суммарному числу переходов через позицию (квадрат)  $l$ , переменная  $m_l$  определяет среднее число сбоев по всем переходам через позицию  $l$ , остальные переменные определяют те же средние числа для четырех квадратов, соседних с квадратом  $l$ ; переменные  $c'$ ,  $v'_p$ ,  $m'_l$  представляют соответственно следующие состояния переменных  $c$ ,  $v_p$ ,  $m_l$  и являются порождаемыми переменными.

Переменные  $m'_l$  и  $v'_l$  порождаются детерминированно по формулам

$$\begin{aligned} m'_l &= \frac{v_l m_l + m}{v_l + 1}, \\ v'_l &= v_l + 1; \end{aligned} \quad (1)$$

будем считать, что  $m'_l$  вычисляется с точностью 0.01. Переменная  $c'$  в системе  $F$  может принимать значения только из множества

$$L = \{l - 10, l - 1, l, l + 1, l + 10\}.$$

Она порождается случайным образом, так что вероятности отдельных состояний обратно пропорциональны среднему числу сбоев в соответствующем квадрате. Тем не менее, чтобы сделать систему адаптивной к неожиданным изменениям, необходимо присвоить всем состояниям ненулевую вероятность. Следовательно, если  $m_c$  ( $c \in L$ ) настолько велико, что  $1/m_c < 0.01$ , то

$1/t_c$  полагается равным  $\alpha$ , где  $\alpha > 0$  – некоторая постоянная величина; положим  $\alpha = 0.01$ .

Для клеток на границе рабочей области при вычислении вероятностей необходимо внести очевидные изменения.

### ДАнные И МЕТОды

Свяжем с каждой клеткой рабочего пространства компьютера свое педагогическое средство. Преподаватель в своей деятельности в течение некоторого срока (например, недели) применяет то, или иное педагогическое средство, связанное с данной ячейкой и из группы близких ячеек. Они соответственно являются успешными или неуспешными и порождают сбои в управлении, число которых является выходной переменной в системе. Оценку успешности или неуспешности педагогического средства можно получить в конце этого срока путем быстрого опроса [17]. Переход компьютера из одной ячейки в другую будет обусловлен успехом или неуспехом применяемого педагогического средства в отношении группы студентов.

Для систематизации информации по педагогическим средствам внесем в их расположение упорядоченность. Сопоставление педагогических средств каждой из ячеек рабочего пространства компьютера будем осуществлять следующим образом. В одном углу квадрата рабочего пространства расположим педагогические технологии по степени их определенности и отработанности. При движении в направлении диагонали квадрата организуем переход к педагогическим средствам творческого характера, и, естественно самые творческие методы будут связаны с противоположным углом квадратного рабочего пространства.

Процесс адаптации можно начинать с угла педагогических технологий, постепенно передвигаясь в сторону творческих методов. Меньшее количество сбоев в управлении образовательным процессом, полученное по результатам быстрого опроса, например, в виде оценок или набранных баллов, позволит найти педагогическое средство наиболее эффективное для данной группы студентов при изучении выбранной дисциплины.

### МОДЕль

На рис. 2 приведена схема алгоритма адаптации, на которой показаны основные компоненты, входящие в целенаправленную метасистему *MF*. Блок 1 - это блок инициализации программы, блок 4 - память, в которой хранятся состояния выборочных переменных системы с поведением в *F*. На входе осуществляется процедура замещения: из памяти считываются состояния выборочных переменных, связанных с системой *F* и обеспечивающих сохранение состояния переменных

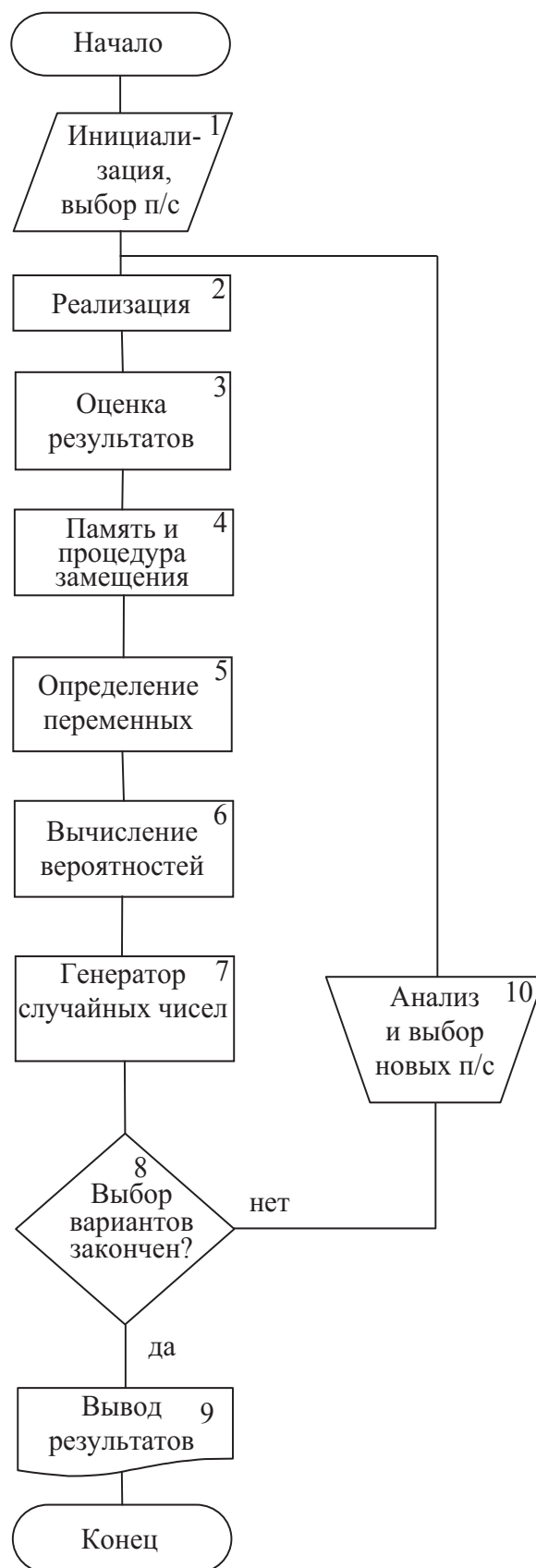


Рис. 2. Алгоритм адаптации

$m'_i$  и  $v'_i$  в соответствующей ячейке памяти. Блок 5 представляет уравнение (1), определяющее вычисление переменных  $m'_i$  и  $v'_i$ . Блок 5 определяет вспомогательные переменные  $q_c$  ( $c \in L$ ), исходя из которых в блоке 6 вычисляются вероятности

$$P_{c'} = f(c' | m'_l, m_{l-10}, m_{l-1}, m_{l+1}, m_{l+10}), c \in L.$$

Блок 7 — это генератор случайных чисел, с помощью которого в соответствии с распределением вероятностей определяется состояние переменной  $c'$  ( $c' \in L$ ). Блок 2 — выдерживает интервал времени, в течение которого компьютер не перемещается. После чего, в блоке 3 проводится оценка реакции объекта на входные воздействия. В нашем случае оценка проводится по уровню сформированности компетентности обучающегося [18, 19].

До начала работы описанной целенаправленной системы в памяти (блок 1) может содержаться любая имеющаяся в этот момент времени информация о конкретном распределении сбоев. Если никакой информации нет, то в памяти значения всех переменных полагаются равными нулю. Однажды запущенная целенаправленная система управляет перемещениями компьютера в соответствии с моделью окружающей компьютер среды (рабочей области). Модель определяется содержанием памяти целенаправленной метасистемы MF (блок 4 на рис. 2). Благодаря изменению переменных  $l$  и  $m$  модель постоянно обновляется. Система работает в соответствии с ее ожиданием реакции среды на соответствующее действие компьютера. Системы этого типа, способные приспособивать модель к окружающей среде и использующие эту способность заранее, являются наиболее сложными адаптивными целенаправленными системами. Они обычно называются упреждающими системами.

Процедура адаптации, описанная выше, подразумевает большой объем вычислений для полной оценки функции поведения объекта, реализующего цель. Однако на практике такое большое количество экспериментов невозможно, поэтому модифицируем предложенный метод.

Для работы приведенного алгоритма необходима модель объекта, реализующего цель в данном случае осредненная модель группы обучающихся, порождающая переменную  $m$ , реализующую цель. Примем эту модель в виде

$$m = m_{cp} + A * l - B * l + \tilde{m},$$

где  $m_{cp}$  — среднее значение количества порождаемых сбоев в управлении,  $A$  — коэффициент, отражающий степень предпочтения группы к системно-аналитическому мышлению,  $B$  — коэффициент отражающий предпочтение группы к творческому мышлению,  $\tilde{m}$  — вариативная (флуктуационная) составляющая. Такое построение модели позволяет исследовать поведение групп обучающихся с различными предпочтениями.

Компьютер, проходя случайным образом от клетки к клетке, реализует по сто экспериментов с выбранным педагогическим средством для заданной модели в каждом случае для статистической устойчивости получаемой оценки. Затем сравнивает количество сбоев в управлении с

заданным ограничением и по достижении этого уровня останавливает поиск при локальном экстремуме. При необходимости легко организовать поиск глобального экстремума.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты работы программы по описанному алгоритму отражены на рис. 3, на котором представлен процесс адаптации заданной группы обучающихся к педагогическому средству и выбранной дисциплине.

Эксперимент показал, что наилучшее по заданному ограничению педагогическое средство найдено на шестом переходе. При этом компьютер рассмотрел довольно далеко отстоящие на плоскости друг от друга варианты, что убеждает нас в объективности и полученных результатов.

Рассмотрим теперь некоторые свойства описанной адаптивной системы. Во-первых, можно выделить три типа сбоев в управлении:

- сбои, связанные непосредственно с обучающимися;
- сбои, обусловленные возмущениями, равномерно действующими при применении любого педагогического средства;
- сбои, обусловленные локальными возмущениями, при применении конкретного средства в рабочей области.

Очевидно, что переменная выбора цели (положение в рабочей области) может влиять только на ошибки первого и третьего типа. Причем ошибки первого типа устраняются сменой педагогического средства, связанного с каждой клеткой, ошибки третьего типа устраняются осреднением многократно повторенного результата.

Во-вторых, необходимо отметить, что описанная система реагирует на произвольное событие, угрожающее ее нормальной работе (коррекция выполнения требуемых действий компьютера). Нет необходимости в том, чтобы природа таких событий была заранее оговорена; все, что угрожает способности к нормальной работе, вызывает реакцию, направленную на сохранение этой способности. Поэтому естественно назвать эту систему самосохраняющейся системой (т. е. системой, стремящейся сохранить свою способность к нормальной работе).

В-третьих,  $\alpha$  — минимальное значение, постоянное для конкретной системы, существенно влияет на способ адаптации системы к изменениям в окружающей среде. Если  $\alpha$  слишком мало по сравнению с обычными значениями, как в сбоях второго и третьего типа, то система медленно распознает изменения в окружающей среде. Если  $\alpha$  слишком велико, то система быстро распознает изменения, но ее модель окружающей среды становится непригодной, когда изменения происходят с меньшей скоростью, чем скорость, с которой компьютер может перемещаться.

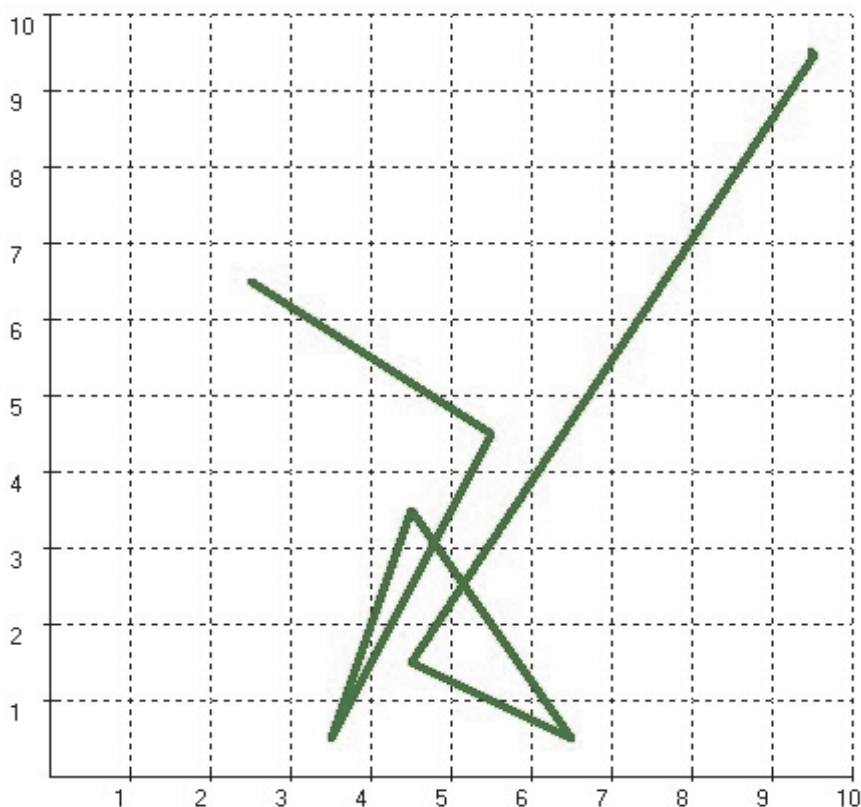


Рис. 3. «Маршрут» адаптации образовательного процесса

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанная целенаправленная система адаптации образовательного процесса, основанная на метасистемных переключениях педагогических средств, является действенным средством помощи преподавателю, позволяя устранить рутинную работу обработки большого количества информации при выборе наиболее адекватного в данных условиях педагогического средства.

Программная реализация разработанного алгоритма показала работоспособность теоретического метода, практическую полезность такого моделирования и устойчивую работу при различных условиях.

Дальнейшие исследования могут быть связаны с разработкой методик более тонкой дифференциации педагогических средств, уточненной оценки способностей обучающихся с точки зрения условий этой дифференциации и поиска более объективных порогов остановки экспериментального сопоставления соответственно средств и способностей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория систем и системный анализ в управлении организациями / В.А. Баринов, А.А. Денисов, Л.С. Болотова, В.Н. Волкова, В.А. Дуболазов. Справочник: учебное пособие Финансы и статистика, 2009. 847 с.
2. Громов, Ю.Ю. Системный анализ в информацион-

ных технологиях / Ю.Ю. Громов, Н.А. Земской, А.В. Лагутин, О.Г. Иванова, В.М. Тютюнник. Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. 176 с.

3. Пидкасистый П.И., Демина Л.Д. Педагогические условия совершенствования адаптационных процессов в вузе: межвуз. сб. Барнаул: Алтайский гос. ун-т., 1988. 119 с.
4. Третьяков П.И. и др. Адаптивное управление педагогическими системами. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 368 с.
5. Ахмедьянова Г.Ф., Дядичко И.А., Пищухин А.М. Управление педагогическими ресурсами в процессе обучения // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 6-1. С. 47-49.
6. Селевко Г.К. Педагогические технологии на основе дидактических и методических усовершенствований. М., 2005. 288 с.
7. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учебное пособие. М.: Машиностроение, 2001. 368 с.
8. Пономарев Я.А. Психология творческого мышления. М.: АПН РСФСР, 1960. 352 с.
9. Ахмедьянова Г.Ф. Повышение компетентности будущего специалиста на основе сочетания творческой и технологической составляющих обучения // Образование и саморазвитие. 2009. Т. 4. № 14. С. 65-70.
10. Кларк Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 544 с.
11. Беллман Р. Процессу регулирования с адаптацией. М.: Наука, 1964.
12. Эбиби У. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. М.: ИЛ, 1962.
13. Цыпкин Я.Д. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.: Наука, 1968.
14. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.

15. Миронов С.В., Пищухин А.М. Метасистемный подход в управлении. Оренбург: ИПК ОГУ. 2005. 336 с.
16. Пищухин А.М., Сахарова Н.С., Ахмедьянова Г.Ф. О решении задачи порождения метасистемы // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. Ч.8. С. 1688-1691.
17. Маркова Е.В. Использование компьютерно-ориентированной оценки учебных достижений: состояние проблемы исследования // Новые компьютерные технологии. 2011. Т. 9. С. 197-198.
18. Ахмедьянова Г.Ф. Теория и практика развития инженерной компетентности будущих бакалавров техники и технологий // учебно-методическое пособие. Оренбург, 2014
19. Байденко В.И. Компетенции в профессиональном образовании (к освоению компетентностного подхода) // Высшее образование в России. 2004. № 11. С. 3-14.

## PURPOSEFUL ADAPTIVE SYSTEM IN THE EDUCATIONAL PROCESS

© 2016 G.F. Akhmedyanova

Orenburg State University

We have studied the mechanisms of pedagogical tools to adapt to the group of students. Based on systemology J.Klir and metasystem approach the algorithm of random search in the computer workspace organized in the form of a square of a hundred cells. Each cell is compared pedagogical means and procedure of assessment of failures in management (failure to reach the learning objectives). Pedagogical means are divided into two broad classes (educational technology and creative methods), diagonally opposite the square with a smooth transition. As a result, the cell is selected having a lower number of failures preassigned.

*Keywords:* purposeful system, adaptability, element of target selection, object implements the goal, function of behavior, metasystem approach, pedagogical means, modeling, adaptation algorithm, random search.