

МЕТОД СИНТЕЗА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

В.В. Шатохин

*ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический
университет», г. Саратов*

Рецензент В.Ф. Калинин

Ключевые слова и фразы: оператор; процесс обучения; психофизиологические характеристики; технологические средства.

Аннотация: Рассмотрено обучение как управляемый процесс. Проанализированы особенности объекта управления (изменчивость структуры, количественные и качественные характеры входных, выходных и управляющих переменных, специфические управляющие воздействия в виде методик обучения) и подходы к его автоматизации. Сформулированы и решены задачи оптимизации управления обучением по различным критериям (быстродействие, максимизация знаний, экономичность). При этом для учета индивидуальных особенностей операторов предложено использовать их психофизиологические характеристики.

Рассмотрим обучение оператора(ов) как объект управления. При этом под обучением будем понимать процесс приобретения или восстановления определенных знаний и умений. Данный процесс может быть подвергнут анализу с позиций классической теории автоматического управления [1].

Объект управления (обучения) характеризуется изменчивостью структуры. Так различают обучение одного оператора, например, при дистанционном обучении, или репетиторстве. Затем выделяют обучение в малых группах по 2–5 человек, что типично для переподготовки без отрыва от производства. Наконец, существует обучение в традиционных группах по 20–25 человек, которое практикуется в вузах.

Поведение объекта управления зависит от вектора входных координат X , основные измеряемые или определяемые компоненты которого представляют собой начальные, или входные знания (умения, навыки), психо-

Шатохин В.В. – аспирант Саратовского государственного технического университета, г. Саратов.

физиологические характеристики (ПФХ) [2], установку на обучение. Входные координаты определяются (измеряются) с помощью процедур тестирования, анкетирования, собеседования, визуального наблюдения. Результаты измерения могут носить как количественный, так и качественный характер. Для описания качественной информации, отражения степени ее неопределенности используются лингвистические переменные, введенные Заде.

В общем случае количество ПФХ человека-оператора достаточно велико. Например, по наиболее информативному каналу восприятия информации различают «логиков», «аудиалов», «кинетиков», «визуалов»; по типу мышления – «дедуктивный» и «индуктивный»; по скорости принятия решения – «рефлексивный» и «импульсивный» и т.д.

Контролируемый процесс обучения оператора характеризуется вектором выходных координат Y , основными компонентами которого являются уровень приобретенных знаний, умений, навыков, и др. Выходные координаты определяются с помощью зачетов, экзаменов, тестирования, компьютерного контроля и других подобных процедур.

Преподаватель является основным звеном, который обеспечивает организацию обратной связи в процессе обучения. Для усиления и реализации этой связи, повышения ее динамичности он использует такие «исполнительные органы» и управляющие воздействия u на обучение, как определенные методики обучения, разнообразные технические средства (ТСО). Таким образом, вектор управляющих воздействий u характеризует возможности преподавателя с точки зрения методик обучения.

Нами сформулирован ряд актуальных постановок задач, необходимых для синтеза интеллектуальных автоматизированных обучающих систем (АОС) [3], в виде задач на условный экстремум: на быстродействие, максимизация знаний, экономичное обучение. При автоматизации обучения могут преследоваться различные цели, которые находят отражения в таких критериях, как, например, сокращение времени обучения; максимизация уровня знаний; уменьшение стоимости обучения; снижение скорости забывания знаний (умений) и др. Поэтому в общем случае целевая функция обучения является векторным понятием, а степень достижения цели характеризуется набором критериев и требует решения многокритериальной оптимизационной задачи, или скалярной задачи оптимизации на условный экстремум. Особенностью этих задач является отсутствие в явной привычной математической форме модели M обучаемого, специфический вид управляющих воздействий u и ряд других характеристик [4].

Для учета свойств объекта управления и реализации универсальной комбинированной процедуры предлагается структура АОС [3, 5]. Рассмотрим особенности ее функционирования.

При синтезе управления u наиболее важными являются частота обучения и контроля знаний (навыков), метод подачи материала (равномерный, неравномерный), тип используемых ТСО. ТСО применяются для представления информации, моделирования ситуаций и должны отвечать типу преимущественного канала восприятия информации. Следующими аспектами методики являются: динамика сложности материала – линейно-

возрастающая, постоянная, нелинейная; вид когнитивного подхода – индуктивный и дедуктивный и др.

Вектор координат Z представляет собой некоторые установки, которые приняты преподавателем перед началом обучения, например, изучаемая дисциплина, объем лекционных часов, рабочая программа дисциплины и т.п.

При организации учебных занятий приходится учитывать вектор возмущающих воздействий W , к которому относятся, например, длительность, условия (комфортность помещения, время дня проведения занятий) и т.п.

Интеллектуальные АОС в отличие от традиционных систем обучения позволяют использовать различные методики, а также достаточно быстро выбирать наиболее подходящую. Поэтому с помощью такой системы достигается широта использования знаний разных преподавателей. Для этого в состав ТСО включена экспертная система (ЭС).

Следует отметить, что наряду с традиционными формализованными подходами оценки входных и выходных знаний, основанных на тестах, авторами также использовались методы нечеткой логики, которые во многих случаях позволяют достигнуть более точных результатов [6].

Предлагаемый метод синтеза представляет собой конкретизированную итерационную процедуру, построенную на основе ранее рассмотренной универсальной комбинированной схемы, каждый шаг которой состоит из следующих операций [7].

1. Решаются задачи, связанные с учетом ПФХ оператора (предварительный анализ (экспертиза) характеристик; выявление значимых характеристик; классификация операторов).

2. Определяется состав векторов координат: входных X , выходных Y , возмущающих W , заданных Z , управлений u . Для этого используются методы инженерии знаний с привлечением экспертов в области обучения.

3. Создается модель $S_o = M(S_i, P, u, t)$ человека-оператора с помощью формализации знаний эксперта(ов) для решения одной из заданных задач.

4. Формируется база знаний для оптимизации по управлению u согласно выбранному целевому критерию.

5. Проверяется адекватность модели и процедуры оптимизации. В зависимости от полученного результата предыдущие операции могут повторяться.

6. Реализация интеллектуальной автоматизированной обучающей системы в для заданной предметной области.

Эффективность процесса обучения как вида интеллектуальной деятельности зависит от многих факторов, и особенно от так называемых психофизиологических характеристик обучаемого человека. К их числу относят, в частности, способ мышления, тип восприятия информации, влияние временного фактора на принятие решения и ряд других. Знание таких ПФХ позволяет, как показывают исследования, заметно сократить продолжительность обучения и/или повысить уровень его качества.

С целью повышения достоверности результатов определения ПФХ предлагается также использовать соответствующий характеру этой задачи

аппарат нечетких множеств. Это позволит оператору давать лишь качественные оценки, и как следствие повысит точность результатов [6, 8].

Рассмотрим результаты использования разработанной авторами на основе описанного метода интеллектуальной АОС в учебном процессе [1–3], в результате проведенного исследования [8–9].

Весь процесс обучения контролируется экспертом по предметной области (преподавателем), который при необходимости может внести коррективы в БЗ экспертной системы. Данная система [7] применялась авторами в течение учебного года при проведении занятия по программированию у операторов. Были выделены две группы операторов: первая обучалась по традиционной методике, вторая – с использованием автоматизированной обучающей системы. Целью обучения являлось достижение максимального уровня знаний при заданном времени обучения. Уровень выходных знаний S_o определялся на итоговом экзамене.

Отметим, что согласно входному контролю знаний, средний балл в группе S_i (шкала 0...10), обучаемой по традиционной методике выше, чем в группе автоматизированного обучения. Кроме этого, в последней группе степень «разброса» уровня знаний, оцениваемая с помощью среднеквадратического отклонения выше, чем в первой группе.

Изменение среднеквадратического отклонения:

$$S_{i,o} = \{S_{i,o}^1, S_{i,o}^2\}; \quad S_{i,o}^1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_{i,o}^j; \quad S_{i,o}^2 = \left(\sum_{j=1}^n (C_{i,o}^j - S_{i,o}^1)^2 / (n-1) \right)^{0,5},$$

где $C_{i,o}^j$ – оценка j -го оператора при входном (i – in put) и выходном (o – out put) контроле. Для сравнительной оценки эффективности методик обучения не удастся применить такой простой критерий, как средний балл, поэтому используем относительные оценки, например относительное приращение среднего балла.

На первом этапе с помощью метода экспертных оценок был выявлен состав показателей, входящих в ПФХ. Далее для определения ПФХ использовалось анкетирование. Первая группа в основном состояла из К – «кинетиков», гораздо менее представлены другие типы (А – «аудиалы» – 3, В – «визуалы» – 3, практически ни одного Л – «логика»). Во второй группе преобладали в основном «логики», а также небольшая часть – «визуалы».

На втором этапе зафиксированы процедуры входного и выходного контроля знаний, которые достаточно четко регламентированы в вузе.

Затем с помощью таких процедур извлечения знаний, как анкетирование, собеседование и др., была получена необходимая информация о методике обучения для эвристического достижения максимума критерия в задаче 2 с учетом ПФХ и других переменных.

Результаты входного и выходного контроля знаний и их анализ позволяет сделать вывод об эффективности АОС, так как «прирост» уровня знаний составил 25,3 %, тогда как для традиционной методики он равен лишь 15,3 %. Кроме этого использование автоматизированного обучения снизило «разброс» в уровне знаний на 35,6 %, тогда как при традиционной методике этот показатель равен 13,5%.

Таким образом, обучение рассмотрено как управляемый процесс, проанализированы особенности этого объекта управления (изменчивость структуры, количественные и качественные характеры входных, выходных и управляющих переменных, специфические управляющие воздействия в виде методик обучения) и подходы к его автоматизации. Для этого формализовано понятие оператор с точки зрения теории управления, сформулированы и решены задачи оптимизации управления обучением по различным критериям (быстродействие, максимизация знаний, экономичность). При этом для учета индивидуальных особенностей операторов предложено использовать их психофизиологические характеристики (наиболее информативный канал восприятия информации).

Реализация разработанной интеллектуальной автоматизированной обучающей системы в вузах показала ее эффективность по сравнению с традиционными способами.

Список литературы

1. Большаков, А.А. Автоматизированное обучение операторов / А.А. Большаков // Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. – 1999. – Т. 5, № 2. – С. 213–217.
2. Большаков, А.А. Идентификация психофизиологических характеристик операторов / А.А. Большаков, В.В. Шатохин // Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. – 1999. – Т. 5, № 3. – С. 359–363.
3. Большаков, А.А. Интеллектуальное управление процессом обучения операторов / А.А. Большаков // Математические методы в химии и химической технологии : сб. тез. докл. 11 Международ. науч. конф. – Владимир : Изд-во Владимир. гос. ун-та, 1998. – Т. 2. – С. 351–354.
4. Большаков, А.А. Синтез интеллектуальных организационно-технических систем управления / А.А. Большаков // Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. – 2004. – Т. 10, № 4А. – С. 954–959.
5. Пат. 2003611710 РФ. Автоматизированная обучающая экспертная система (АОЭС) / А. А. Большаков, В. В. Шатохин, В. В. Мусатов, С. С. Буйлов; Свидетельство Роспатента об офиц. регистр. программы для ЭВМ. – 2003.
6. Большаков, А.А. Особенности автоматизированной обучающей системы с использованием нечеткой логики для оценивания знаний / А.А. Большаков, С.С. Буйлов, В.Ю. Мусатов, В.В. Шатохин // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. 16 Международ. науч. конф. – Ростов н/Д : Изд-во РГАСХМ ГОУ, 2003. – Т. 4. – С. 202–205.
7. Большаков, А.А. Синтез автоматизированных комбинированных обучающих систем / А.А. Большаков, В.В. Шатохин / Системы управления и информационные технологии. – 2004. – № 4(16). – С. 73–77.
8. Большаков, А.А. Анализ эффективности использования в учебном процессе автоматизированной обучающей системы / А.А. Большаков, В.Ю. Мусатов, В.В. Шатохин / Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. 17 Международ. науч. конф. – Кострома : Изд-во КГТУ, 2004. – Т. 8. – С. 236–238.

9. Большаков, А.А. Методология разработки обучающих экспертных систем / А.А. Большаков / Математические методы в технике и технологиях : тез. докл. 12 Международ. конф. – Великий Новгород : Изд-во Новгород. гос. ун-та, 1999. – Т. 3. – С. 23–24.

Method of Synthesis of Intellectual Automated Teaching Systems

V.V. Shatokhin

Saratov State Technical University, Saratov

Key words and phrases: operator; teaching process; psychophysiological characteristics; technological means.

Abstract: Teaching is studied as controlled process. Peculiarities of control object (structure changeability; qualitative and quantitative characteristics of input, output and control variables, specific influence controls in the form of teaching methods) and approaches to its automation are analyzed. Tasks of optimization of teaching control using various criteria (quickness, knowledge maximization, efficiency) are formulated and solved. Thus, in order to take into account operators' peculiarities it is proposed to use their psychophysiological characteristics.

© В.В. Шатохин, 2007