

УДК 004.415.23

**В.В. Евсеев, А.В. Хряпкин, Ю.В. Мищеряков**  
**МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ АДАПТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА**  
**ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ**  
**СРЕДОЙ**

**Введение.** Интенсификация процессов обучения за счет широкого использования современных информационных технологий позволяет повысить эффективность и качество подготовки современных специалистов. Такой подход к организации учебного процесса ведет к необходимости создания проблемно-ориентированной, адаптивной образовательной среды (ОС), которая является комплексом специализированных информационных технологий и инструментальных средств их поддержки. Основой эффективности использования такой среды является максимальный учет индивидуальных особенностей обучаемых. Данная задача не тривиальна и ее решение носит комплексный характер. В частности, под индивидуализацией процесса обучения подразумевается наличие свободного графика обучения, ориентирование учебного материала под текущий уровень знаний обучаемого, представление учебного материала в понятной и доступной форме и т.д. Одним из важных факторов такого обучения является формирование индивидуального интерфейса взаимодействия обучаемых с образовательной средой [1-3]. Создание такого интерфейса является слабоформализуемым процессом и соответственно требует разработки соответствующего формального аппарата.

Реализация индивидуального интерфейса взаимодействия предполагает использование модульного принципа построения программных систем. Для рассматриваемой задачи наиболее эффективным является использование идеографического метода [1,2]. Этот метод позволяет, в отличие от существующих, рассматривать модули на различных уровнях: логическом, уровне внутренней модели и уровне визуализации. Такой подход позволяет органично связать логику внутренней реализации модулей с их представлением и композицией в виде интерфейса пользователя.

**Постановка задачи.** Целью данной работы является разработка метода формирования индивидуального интерфейса взаимодействия пользователей с образовательной средой на основе идеографического метода с учетом ограничений, накладываемых процессом обучения. Разработка процедуры адаптации интерфейса обучаемого на основе статистических данных, накапливаемых в процессе его работы с образовательной средой.

**Математическая модель.** Основой формирования индивидуального интерфейса является использование модульного подхода на основе идеографического метода. Данный метод позволяет создавать модульную структуру программного средства, при этом дает возможность добавления новых, или изменения уже существующих идеографических элементов  $Id_i$  (модулей), не затрагивая остальные элементы. В качестве модификации идеографического метода для задач образовательной среды является учет набора ограничений, которые накладываются процессом обучения. К таким ограничениям можно отнести: учет прав соответствующей группы пользователей, невозможность перехода к изучению следующей структурной единицы учебного материала, в случае если пользователь не набрал достаточного количества баллов за предыдущие разделы и т. д. С целью учета ограничений предлагается дополнить идеографический метод рядом новых правил, основным из которых является аксиома ограничений  $h(Id_i)$ , которая определяет возможность включения данного модуля  $Id_i$  в индивидуальный интерфейс пользователя, учитывая соответствующие ограничения [1,2]. Метод формирования идеографических модулей ОС содержит следующие этапы:

- определение назначения синтезируемой ОС;
- определение основных возможностей (изучение теоретического материала, тестирование знаний, использование мультимедиа технологий и т.д.) предоставляемых пользователям в ОС;
- определение параметров которые необходимо хранить в векторе текущего состояния обучаемого  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_\mu\}$ ;
- определение ограничений накладываемых процессом обучения  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_c\}$ ;
- уточнение и декомпозиция полученного списка возможностей и ограничений до уровня независимых элементов. На выходе данного этапа: список модулей, из которых должна состоять ОС, соответствующих списку возможностей ОС;
- формирование идеограмм ( $Id_i$ ) на основе правил идеографического метода, которые

соответствуют каждому полученному модулю на предыдущем этапе. Определение множества входов, выходов и ограничений для каждого идеографического модуля ( $Id_i$ ). Формирование для каждого ( $Id_i$ ) функции  $F(X)$  – отражение множества входов  $X$  во множество выходов  $Y$ . Определение аксиомы ограничений  $h(Id_i)$  для каждого идеографического модуля  $Id_i$ ;  
 – формирование банка идеографических модулей ( $Id$ ).

В результате применения идеографического метода при проектировании соответствующих инструментальных средств поддержки образовательной среды формируется банк идеографических модулей  $Id = \{Id_1, \dots, Id_n\}$ . Разработанный банк идеографических модулей служит основой создания интерфейса обучаемого. Данный метод предполагает представление информации о заданных  $n$  модулей в виде  $n \times n$  матрицы связи  $\|a_{ij}\|$  между этими модулями. Элементами данной матрицы являются числовые значения, определяющие степень связи между соответствующими модулями. Чем выше связь между модулями, тем большее число стоит в соответствующей ячейке данной матрицы. Так, например, для набора следующих модулей: (1 - тестирования, 2 - отображения теоретического материала, 3 - практических заданий, 4 - отображения статистики, 5 - редактирования теоретического материала, 6 - редактирования тестовых заданий, 7 - редактирования практических заданий) матрица связности может выглядеть следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Матрица связности модулей

	1	2	3	4	5	6	7
1	-----	20	80	90	0	0	0
2		-----	25	25	36	0	0
3			-----	90	0	0	10
4				-----	0	10	10
5					-----	100	100
6						-----	90
7							-----

Задание соответствующих значений степени связности модулей является в большей мере экспертной задачей и решается проектировщиком на этапе проектирования соответствующего инструментального средства. Задача формирования индивидуального интерфейса взаимодействия обучаемого с образовательной средой состоит в разбиении множества модулей на два класса  $m = 2$ . В первый класс (основной)  $R_1$  войдут обязательные модули, которые необходимы пользователю на текущий момент времени и соответствующие его положению на траектории обучения. Второй класс (дополнительный)  $R_2$  содержит не обязательные модули, которые автоматически не включаются в интерфейс пользователя, при этом предполагается, в случае необходимости, возможность добавления этих элементов пользователем самостоятельно. Все остальные модули являются недопустимыми, исходя из системы ограничений, накладываемым процессом обучения ( $Z$ ).

При изменении положения пользователя на траектории обучения возникает необходимость разбиения множества модулей  $Id$  на два класса  $R_1$  и  $R_2$  с учетом соответствующих ограничений.

*Основные этапы метода конструирования индивидуального интерфейса:*

1.Определение текущего положения обучаемого на заданной траектории обучения (вектор текущего состояния  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_\mu\}$ , где  $\mu$  - количество контролируемых параметров).

2.Исключение из множества модулей  $Id$  и матрицы связей  $\|a_{ij}\|$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$  модулей, для которых не выполняется аксиома ограничения  $h(Id_i)$ . Результатом данного этапа является множество допустимых модулей  $Id^h$ .

3. Выбор базового модуля  $Id_b$ , соответствующего текущему состоянию процесса обучения  $L$ .

4. Разбиение всего множества допустимых модулей  $Id^h$ , на два класса ( $m = 2$ ): обязательные  $R_1$  и дополнительные  $R_2$ .

5. Выбор обучаемым, множества модулей из дополнительного списка  $R_2$  на основе его индивидуальных предпочтений.

6. Формирование индивидуального интерфейса путем объединения множества обязательных модулей  $R_1$  и модулей, выбранных обучаемым на предыдущем этапе.

Можно выделить несколько формальных процедур разбиения исходного множества модулей [3,4]:

процедура «размещение», процедура «объединение», процедура «перемещения». Основная идея предложенных процедур заключается в выборе в качестве центра класса обязательных модулей - базового модуля  $Id_b$ , соответствующего текущему состоянию процесса обучения, в качестве центра класса дополнительных модулей  $R_2$  модуль  $Id_j$ , для которого значение связи с базовым модулем  $Id_b$  минимально. После этого производится итерационная процедура распределения оставшихся модулей между множествами  $R_1$  и  $R_2$ . Результатом выполнения данных процедур является множество модулей  $R_1$  составляющих индивидуальный интерфейс взаимодействия пользователей с образовательной средой, который учитывает ограничения и соответствует текущему положению пользователя на траектории обучения.

Одним из недостатков такого подхода является процесс определение значений коэффициентов связности модулей между собой. Первоначально предполагается, что эти коэффициенты задаются разработчиком на этапе проектирования. Такой подход минимизирует степень адаптивности интерфейса в процессе использования его обучаемым. Таким образом, необходимо разработать процедуру корректирования значений коэффициентов связности, на основе статистики работы обучаемого с ОС.

Основой индивидуального формирования интерфейса в предложенном методе, является процесс выбора пользователем из списка необязательных модулей  $R_2$ , тех которые, по его мнению, подходят лично для него. Соответственно необходимо учитывать данный выбор при следующем формировании индивидуального интерфейса в процессе обучения. Данный выбор можно учесть путем пересчета коэффициентов связности выбранных пользователем модулей ( $R_3$ ). При этом, данные коэффициенты могут как увеличиваться, в случае положительной оценки полученной пользователем на данном этапе обучения, так и уменьшаться в противном случае. Предположим, что пользователь может получить оценку  $s = [s_{\min}, s_{\max}]$ , при этом существует минимальный бал ( $s_n$ ) который необходимо набрать, чтобы данный раздел учебного материала считался успешно освоенным. Числовое значение коэффициента связности между модулями может быть равен:  $a_{ij} = [a_{\min}, a_{\max}]$ . Процедура пересчета коэффициентов связности состоит из следующих этапов:

1. Если обучаемый получил оценку  $s \geq s_n$  - рассчитываем изменение коэффициентов связности для модулей множества  $R_3$ :  $\Delta a_l = (a_{\max} - a_l) \cdot \left( \frac{s_{\max} - s}{s_{\max}} \right)$ . Иначе переходим к шагу (3).

2. Изменяем коэффициент связности  $a_l = a_l + \Delta a_l$ . Переходим к шагу (1).

3. Рассчитываем изменение коэффициентов связности модулей множества  $R_3$ :  $\Delta a_l = a_l \cdot \left( \frac{s_n - s}{s_{\max}} \right)$ .

Переходим к шагу (4).

4. Изменяем коэффициент связности  $a_l = a_l - \Delta a_l$ . Переходим к шагу (3).

Предложенная процедура позволяет гибко пересчитывать коэффициенты связности модулей в зависимости от статистики их использования.

**Выводы.** Предложенный метод конструирования индивидуального интерфейса взаимодействия пользователей с образовательной средой позволяет создавать модульную, адаптивную архитектуру инструментальных средств поддержки образовательной среды, с учетом ограничений накладываемых процессом обучения. Разработана формальная процедура адаптации значений матрицы связности модулей на основе индивидуальных особенностей и предпочтений пользователя при взаимодействии с образовательной средой. В качестве перспективы дальнейших исследований стоит отметить необходимость расширения количества критериев, учитываемых при пересчете коэффициентов связности модулей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Александров Ю.Н., Евсеев В.В., Кузьменко В.М. Структурный синтез компьютерных программ для дистанционного обучения на основе идеографического подхода // Сб. научных трудов 5-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования. Харьков – Ялта: УАДО, 2001. –С.362-367.
2. Хряпкин А. В. Разработка интерфейса обучаемого на основе модульного подхода // Вестник ХНТУ. – 2005. – №1 (21), – С. 548–550.
3. Евсеев В. В., Хряпкин А. В., Самойленко Н.В. Метод конструирования индивидуального интерфейса взаимодействия пользователей с образовательной средой // Вестник ХНТУ. – 2010. – № 2 (38). – С. 203–206.
4. Миркин Б.Г. Анализ качественных признаков. (Математические модели и методы). - М.: «Статистика», 1976. – 166с.

ЕВСЕЕВ Виктор Владимирович – к.т.н. проф. кафедры системотехники, ХНУРЭ.

Научные интересы: системы автоматизированного проектирования, моделирование информационных систем.

ХРЯПКИН Александр Владимирович – к.т.н, н.с. кафедры системотехники, ХНУРЭ.

Научные интересы: информационные технологии проектирования.

МИЩЕРЯКОВ Юрий Валентинович – к.т.н., доц. кафедры Системотехники, ХНУРЭ.

Научные интересы: системы автоматизированного проектирования