

2. The OpenMath Standard / Ed. by O.Caprotti, D.P.Carlisle and A.M.Cohen. – <http://monet.nag.co.uk/cocoon/openmath/standard/om11/omstd11.pdf>
3. Ха Ле. Представление математических объектов, ориентированное на обмен информацией // Программирование. – 2000. – № 1. – С.13–26.
4. Сокол В.В., Маковецкий С.Д., Сафонов И.М., Шулика А.В., Лесная Н.С., Сухоиванов И.А. Расширение функциональности курса дистанционного обучения на примере применения пакета прикладных программ LaserCAD III // Тр. Межд. конф. "Единое информационное пространство". – Днепропетровск: УГХТУ, 2003. – С.51–54.
5. Shulika A.V., Ivanov P.S., Keleberda I.N. Interactive teaching software suite for the basic photonics components studying // IEEE LEOS. – 2003. – Vol.17, No.4. – pp.15–19.



## Многофакторный подход к проектированию технических средств информационно-обучающей среды

Александров Ю.Н., Евсеев В.В., Хряпкин А.В.  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Харьков, Украина,  
E-mail: alek@ukr.net

**Abstract.** The complex approach to synthesis of the integrated training environment is considered. Production of a problem of synthesis and methods of its decision are resulted. The algorithm and the generalized model of creation system is offered. The basic directions of the further researches are determined.

В настоящее время интенсивно развивается дистанционное образование. Растущая популярность этого вида обучения приводит к необходимости разработки и создания крупномасштабных обучающих систем. Целью таких систем является предоставление качественных образовательных услуг максимальному количеству желающих. При этом учитываются конкретные возможности и условия каждого обучаемого. Основой функционирования дистанционного образования является информационно-обучающие среды (ИОС).

Под информационно-обучающей средой понимается комплекс программного, аппаратного и организационного обеспечения, реализующего информационную среду обучения, а также выполняющего функции контроля за процессом обучения [1]. При создании такой среды возникает множество проблем. Во-первых это большая размерность (в основном строятся на основе глобальной сети Internet), как следствие увеличение стоимости создания. Во-вторых - недостаточность информации на стадии проектирования. Кроме того, при создании информационно - обучающей среды необходимо учитывать возможности и особенности ее внедрения в конкретном учебном заведении либо на предприятии.

Наиболее перспективным вариантом создания распределенной ИОС является использование трехуровневой архитектуры клиент – сервер [2]. Одной из особенностей создания такой среды является аппаратная реализация - синтез сети передачи данных, обеспечивающей обмен информацией между уровнями ИОС. На первом уровне располагается сервер, с которым происходит обмен информацией и который, в свою очередь, выполняет функции передачи информации необходимому обучающему центру (второй уровень). На втором уровне находится сервер приложений, обеспечивающий связь с центральным узлом и передачу информации непосредственным клиентам системы (обучаемым). При создании ИОС ставится задача обеспечения требуемой функциональности и надежности при минимальной стоимости создания и эксплуатации, а также реализация всей системы в минимальные сроки [3].

Поэтому задача синтеза технического обеспечения информационно-обучающей среды является сложной, многофакторной, многокритериальной и слабоформализуемой, требующей для своего решения современные математические методы и эвристические процедуры, локальными критериями при создании ИОС являются стоимость, надежность функционирования, производительность и др. [4].

Выделим следующие основные локальные критерии:

1) приведенные затраты на создание и эксплуатацию

$$C_{\text{пр}}(x) = \min_{\Omega} \sum_{i=1}^n (C_i^0 + C_i^{\text{экс}} + C_i^{\text{кв}}) x_i, \quad (1)$$

где  $n$  – число серверов (узлов) системы;

$C_i^0$  – стоимость оборудования  $i$  – го сервера;

$C_i^{\text{экс}}$  – стоимость эксплуатации оборудования  $i$  – го сервера; °

$C_i^{\text{кв}}$  – стоимость канала связи, соединяющего  $i$  – й сервер с сервером первого уровня;

$$x_i = \begin{cases} 1 - \text{если } i - \text{й сервер включается в состав технических средств ИОС;} \\ 0 - \text{в противном случае.} \end{cases}$$

2) производительность вычислительного комплекса ИОС

$$M(x) = \max_{\Omega} \sum_{i=1}^n M_i x_i, \quad (2)$$

где  $M_i$  – производительность  $i$  – го сервера;

Многокритериальная задача сводится к поиску наилучшего значения обобщенного критерия при следующих ограничениях:

1) ограничение на эксплуатационные затраты каждого сервера

$$C_i^{\text{экс}} x_i \leq C_i^{\text{доп}}, \quad (3)$$

где  $C_i^{\text{экс}}$  – стоимость эксплуатации  $i$  – го сервера;

$C_i^{\text{доп}}$  – допустимая стоимость эксплуатации  $i$  – го сервера.

2) надежность функционирования каждого сервера

$$D_i x_i \geq D_i^{\text{доп}}, \quad (4)$$

где  $D_i$  - вероятность безотказной работы  $i$  - го сервера на заданном интервале функционирования;

$D_i^{\text{доп}}$  - допустимая вероятность безотказной работы  $i$  - го сервера.

3) на загруженность сервера

$$R_i x_i \leq R_i^{\text{доп}}, \quad (5)$$

где  $R_i$  - загруженность  $i$  - го сервера;

$R_i^{\text{доп}}$  - допустимая загруженность  $i$  - го сервера.

4) ограничение на дискретность переменных

$$x_i = \{0,1\}. \quad (6)$$

В связи с тем, что каждый локальный критерий имеет различную размерность, различные экстремальные значения ( $\min$ ,  $\max$ ), разный диапазон изменений и физический смысл, удобнее перейти к безразмерным величинам и пронормировать их, чтобы они изменялись в диапазоне  $(0,1)$ . С этой целью используем функцию полезности локальных критериев следующего вида

$$P_i[f_i(x)] = \left( \frac{f_i(x) - f_{i \text{ нх}}(x)}{f_{i \text{ л}}(x) - f_{i \text{ нх}}(x)} \right)^{\alpha_i}, \quad (7)$$

где  $f_i(x)$  - текущее значение  $i$  - го локального критерия;

$f_{i \text{ нх}}(x)$  - наихудшее значение  $i$  - го локального критерия;

$f_{i \text{ л}}(x)$  - экстремальное значение  $i$  - го локального критерия;

$\alpha_i$  - показатель нелинейности.

Функция (7) характеризует степень принадлежности к локальному оптимуму по  $f_i(x)$  - му критерию. Далее проводится оптимизация по каждому из локальных критериев, в результате которой определяется экстремальные по данному критерию решение

$$X_i^0 = \underset{x \in \Omega}{\text{arg extr}} f_i(x), \quad i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

и соответствующее ему значение всех локальных критериев  $j \neq i$ ;  $f_j(x_i^0)$ ;

$j = \overline{1, n}$ . Тогда  $f_j^0 = f_j(x_i^0)$ , а

$$f_{i \text{ л}} = \begin{cases} \max_j f_j(x_i^0) \setminus f_i(x) \longrightarrow \min \\ \min_j f_j(x_i^0) \setminus f_i(x) \longrightarrow \max \end{cases}, \quad (9)$$

Интервал  $[f_{i \text{ л}}, f_{i \text{ н}}]$  включает в себя значения всех локальных критериев. Таким образом, значения  $f_{i \text{ л}}, f_{i \text{ н}}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , являются границами отображения приближенной области компромиссов  $\Omega_{\text{ч}}$  на пространстве критериев. Для

определения компромиссного решения, принадлежащего области компромиссов, следует использовать универсальную схему [5]:

$$X^o = \arg \max_{x \in \Omega_x} \left\{ \sum_{l=1}^p [a_l p_l(f_l)]^\beta \right\}^{\frac{1}{\beta}} ; \quad (10)$$

$$X^o = \arg \min_{x \in \Omega_x} \left\{ \sum_{l=1}^p [a_l p_l(f_l)]^\beta \right\}^{\frac{1}{\beta}} , \quad (11)$$

где  $a_l$  - весовые коэффициенты важности локальных критериев.

В соответствии с разработанной моделью и алгоритмом разработано программное средство определения комплекса технических средств информационно – обучающей среды. Данное программное средство позволяет определить: топологическую структуру, параметры и стоимость используемого технического обеспечения на стадии проектирования, в соответствии с выбранными ограничениями на стоимость, надежность, загруженность сервера и дискретность переменных. Входными данными является топология распределенной информационно-обучающей среды, допустимые значения надежности функционирования сервера и его загруженности. Интерфейс программного средства приведен на рис. 1.

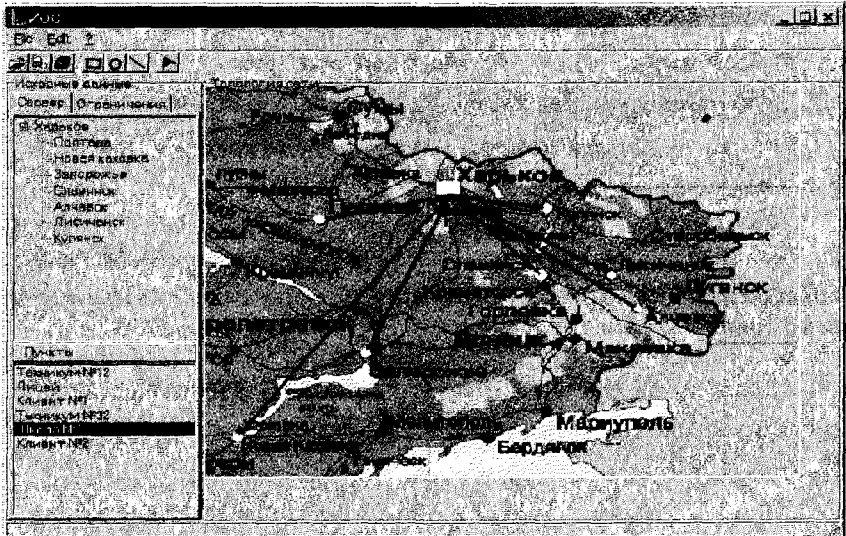


Рис. 1. Интерфейс системы в режиме определения топологии проектируемой системы

Решая оптимизационную задачу с помощью данного программного средства мы определяем конфигурацию технических средств, необходимых для реализации структуры ИОС. При этом, проводится многофакторный анализ полученных вариантов структуры и возможности ее практической реализации в

конкретно заданных условиях. Результатом работы программы является структура технических средств проектируемой ИОС.

## Литература

1. Гайда А.Ю. Управление проектами в дистанционном образовании// Вестник ХГТУ.- 2002. - №1(14). - С. 485 – 488.
2. Корпухин А.В., Бредихин В.М., Мищеряков Ю.В. Internet технологии/ Учебное пособие. – Харьков: ООО «Компания СМИТ», 2003. – 308 с.
3. Евсеев В.В., Хряпкин А.В. Структуризация задач синтеза сетевой интегрированной среды обучения. Сб. тезисов докладов Международной конференции «Теория и техника передачи информации». – Харьков: ХНУРЭ, 2003 –С.386.
4. Овезгельдыев О.А., Петров К.Э. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации. – К.: Наукова думка, 2002. – 163 с.
5. Свсеев В.В. Методи автоматизованого проектування комплексу технічних засобів автоматизованих систем: Навч. Посібник. – К.: ІЗМН. 1996. – 116 с.



## Элемент электронного учебника по дисциплине «Основы экологии». Программа для расчета нормативных значений

Березуцкая Н.Л., Дзюндзюк Б.В., Денисенко Н.В.  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Харьков, Украина,  
E-mail: op@kture.kharkov.ua

**Abstract.** There was suggested an automatically computing method of the maximal permitted level of come-out into the atmosphere and the conditions of ditch waters going into a water object. The brunch of usage: as student's individual work and as a part of electronic coursebook «The Basics of Ecology».

Дисциплина «Основы экологии» введена в учебный план всех высших учебных заведений в обязательном порядке и читается студентам всех форм обучения. Обучение – процесс многогранный и сложный. Студенты должны не только овладеть знаниями по природоохранной тематике, они должны также уметь применять их на практике. Студенты как дневной формы обучения, так и заочной в рамках лабораторного практикума рассчитывают предельно допустимый выброс (ПДВ), выполнение которого обеспечивает соблюдение предельно допустимой концентрации (ПДК) вредного вещества в атмосферном воздухе, и определяют условия спуска сточных вод в водные объекты.