

В.В. Рябцев, М.Г. Тищенко

## Методика рационального выбора комплекса авторских средств разработки курсов дистанционного обучения

Определены пути решения задачи рационального выбора комплекса авторских средств разработки курсов дистанционного обучения. Сформулирована математическая постановка задачи рационального выбора комплекса. Построена иерархическая система показателей, характеризующих комплекс. Разработана методика рационального выбора авторских средств.

The ways of solving the task of the rational choice of a complex of the authoring tools of the development of the distance learning courses are described. A mathematical formulation of the rational choice of the complex is given. The hierarchical system of indicators that characterize the complex is constructed. The technique of the rational choice of the authoring tools is developed.

Визначено шляхи розв'язання задачі раціонального вибору комплексу авторських засобів розробки курсів дистанційного навчання. Сформульовано математичну постановку задачі раціонального вибору комплексу. Побудовано ієрархічну систему показників, що характеризують комплекс. Розроблено методику раціонального вибору авторських засобів.

**Введение.** Как известно, дистанционное обучение (ДО) представляет собой сложно организованную современную форму образования, способную удовлетворить образовательные нужды пользователей независимо от их пространственного и временного расположения относительно образовательных учреждений. Оно включает средства, процесс и соответствующий образовательным стандартам результат, реализованный с помощью телекоммуникационных технологий взаимодействия преподавателя и ученика в специфической информационно-образовательной среде. Безусловно, все составляющие дистанционного обучения не могут существовать и рассматриваться отдельно, однако именно эффективные организация, наполнение и использование информационно-образовательной среды – необходимые условия высокого качества такого обучения. При этом значительную роль играет комплекс программных средств ДО, который, в общем случае, состоит из средств:

- организации и управления учебным процессом;
- управления учебным контентом;
- разработки ресурсов дистанционного обучения (в первую очередь – дистанционных курсов);
- организации взаимодействия между преподавателем и учениками и учениками между собой.

Современные программные комплексы дистанционного обучения могут объединять часть перечисленных функций.

При формировании программного комплекса дистанционного обучения необходимо уделить особое внимание средствам разработки его ресурсов. В специализированной литературе за такими программными продуктами закрепилось название «авторские средства». Сегодня существует большое количество как самостоятельных программных продуктов для создания курсов дистанционного обучения, так и соответствующих средств, интегрированных в системы управления обучением [1]. Также существует возможность разработки дистанционных курсов с помощью отдельных программ графического, мультимедиа- и *web*-дизайна, *web*-программирования. Определим набор программных средств, необходимых для разработки курсов дистанционного обучения как *комплекс авторских средств (КАС)*.

Наличие значительного количества предложений на рынке авторских средств и сложность комплекса требований, которые к ним выдвигаются, делают задачу выбора рационального варианта КАС достаточно сложной, что вызывает необходимость ее тщательного исследования.

Цель статьи – определение путей решения задачи рационального выбора комплекса авторских средств разработки курсов дистанционного обучения.

Задача статьи состоит в: формулировании математической постановки задачи рационального выбора КАС; построении иерархической системы показателей, характеризующих КАС; разработки методики рационального выбора КАС.

## Задача выбора КАС

Разработчик учебных курсов, во время выбора необходимых программных продуктов для КАС, должен сделать оценку их качества по многим показателям. Под качеством понимается набор характеристик продукта или сервиса, характеризующих его способность удовлетворить установленным или предположенным потребностям заказчика. Понятие качество имеет разные интерпретации в зависимости от конкретной системы и требований к программному продукту. Кроме этого, в разных источниках модели качества отличаются. Каждая модель имеет разное количество уровней и общее число показателей качества [2]. Одним из способов, подтверждающих качество программного продукта (ПП), есть сертификация – процесс подтверждения свойств программного продукта, заявленных в соответствующей нормативной документации. Сертификация ПП осуществляется на основе действующих стандартов. В настоящее время в Украине действуют следующие стандарты: ISO 9126 (ГОСТ 28195), ДСТУ ISO/IEC 14598-1:2004, ДСТУ ISO/IEC 14598-2:2005, ДСТУ 2844-94, ДСТУ 2850-94 (соответствует ISO/IEC 9126:91 (E) в части показателей качества), ДСТУ 2851-94, ДСТУ 2853-94, ДСТУ 3415-96, ДСТУ 3419-96 и т.п.

В то же время следует отметить, что положения представленных стандартов согласно Декрету Кабинета Министров Украины о стандартизации и сертификации носят рекомендательный характер. Кроме того, применение приведенных стандартов при решении задачи выбора КАС ограничено, поскольку они определяют лишь характеристики, общие для большинства классов программного продукта: функциональность, надежность, сопровождение, мобильность. При этом стандарты содержат универсальные толкования этих характеристик и не учитывают специфических требований к конкретному классу ПП.

К сожалению, полных и достаточно подробно структурированных описаний характеристик авторских средств в Украине не существует. Отсутствуют также научно обоснованные методические подходы относительно рациональ-

ного выбора КАС. Таким образом, назрела необходимость выделения существенных характеристик авторских средств, определения их приоритетов и разработки математической модели выбора КАС. Кроме того, при разработке методики рационального выбора КАС необходимо учитывать наличие ряда ограничений, которые могут иметь финансовый, временной или человеческий (численность персонала необходимого для разработки курсов) характер.

Рассмотрим задачу рационального выбора КАС при заданных финансовых ограничениях.

Пусть заданный граничный объем финансирования  $F^*$ .

Существует множество вариантов КАС:

$$V = \{v_n\}, \quad n = \overline{1, N}, \quad (1)$$

где  $N$  – количество рассматриваемых вариантов КАС.

Причем стоимость любого из этих вариантов не превышает граничного объема финансирования:

$$F(v_n) \leq F^*.$$

Также задано множество показателей КАС, которые наиболее полно характеризуют его пригодность для конкретных условий:

$$P = \{p_m\}, \quad i = \overline{1, M}, \quad (2)$$

где  $M$  – количество показателей, характеризующих КАС.

Необходимо выбрать рациональный по совокупности показателей вариант:

$$v_n \in V, \quad |C(v_n) = \max_p, \quad (3)$$

где  $C(v_n)$  – интегральный показатель, характеризующий пригодность  $n$ -го варианта КАС для конкретных условий.

Проведенное методом мозгового штурма исследование выявило наличие значительного количества показателей, характеризующих КАС. Таким образом, сформулированная задача принадлежит к классу наиболее сложных задач выбора, а именно к задачам многокритериального выбора на пространстве альтернатив.

В теории принятия решений широко известны такие методы решения задач многокритериального выбора:

- методы теории полезности (обобщенного критерия);
- методы теории проспектов;
- методы *ELECTRE*;
- эвристические методы (метод взвешенной суммы оценок критериев, метод компенсации);
- метод анализа иерархий (МАИ).

Несмотря на то, что МАИ не имеет строгого научного обоснования и больше примыкает к эвристическим методам, этот метод нашел широкое практическое применение за простоту и наглядность. Учитывая разную природу показателей, которые характеризуют КАС (качественную и количественную), их сложные иерархические взаимосвязи между собой, а также максимально упрощенную процедуру экспертизы по МАИ, именно этот метод целесообразно выбрать для решения задачи рационального выбора КАС.

Согласно методу анализа иерархий существуют пять этапов решения задачи выбора (сравнительной экспертизы КАС), это: уяснение цели исследования, иерархическая декомпозиция задачи, составление матриц попарных сравнений относительной важности показателей, формирование локальных приоритетов, экспертиза. Сущность этих этапов с использованием МАИ достаточно хорошо рассмотрена в литературе [3, 4].

Алгоритм решения задачи рационального выбора варианта КАС будет иметь следующий вид.

**Шаг 1.** Формирование иерархической системы показателей, которые будут наиболее полно характеризовать пригодность КАС для разработчиков курсов:

$$P = \langle (p_{ij}, r_{ij-1}, r_{ij+1}) \rangle, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (4)$$

где  $J$  – глубина (количество уровней) иерархии;  $I$  – максимальное количество показателей, характеризующих КАС на  $j$ -м уровне иерархической модели;  $r_{ij\pm 1}$  – отношение порядка для показателя  $p_{ij}$ , причем:  $r_{ij\pm 1} = 1$ , если показатель связан отношением порядка с показателем верхнего (нижнего) уровня иерархии, иначе  $r_{ij\pm 1} = 0$ .

Кроме того, показатели отличаются между собой по важности.

**Шаг 2.** Задание вектора относительной важности показателей:

$$\Omega = \{\omega_{ij}\}, \quad \sum_{i=1}^I \omega_{ij} = 1.$$

**Шаг 3.** Осуществление оценки пригодности всех вариантов КАС для конкретных условий из (1) по всем показателям из (2), упорядоченных в соответствии с (4):

$$o_{ij}^n = o(v_n, p_{ij}).$$

**Шаг 4.** Нахождение интегральной оценки пригодности всех вариантов КАС из (1):

$$O_n = f(o_{ij}^n).$$

При применении МАИ  $O_n \equiv C(v_n)$ , что дает право трансформировать (3) в вид:

$$v_n \in V, \quad \left| O_n = \max^P, \quad (5) \right.$$

что и есть решение задачи рационального выбора КАС.

Однако данная задача есть составляющая более сложной – синтеза комплекса программного обеспечения ДО, предусматривающая также выбор по крайней мере средств управления учебным процессом и контентом. Поэтому для обеспечения большей степени свободы при решении общей задачи синтеза, целесообразно решение задачи рационального выбора КАС (5) подать в виде некоторого множества рациональных вариантов.

**Шаг 5.** Формирование вектора рациональных решений как лексикографически упорядоченного множества взвешенных по оценкам вариантов:

$$V_d = \{ \langle v_n, O_n \rangle \} \mid O_n \geq \alpha,$$

где  $\alpha$  – пороговое значение оценок рациональных вариантов.

Право окончательного выбора принадлежит лицу, принимающему решение.

Рассмотрим наиболее сложный этап решения задачи рационального выбора варианта КАС с помощью МАИ, а именно – формирование иерархической системы показателей КАС.

#### **Формирование иерархической системы показателей**

Определим альтернативные КАС как *Варианты 1–4*.

Следующим шагом необходимо построить систему показателей, по которым будет прохо-

дить выбор КАС для конкретных условий. На рисунке приведена иерархическая декомпозиция показателей в соответствии с рассматриваемым примером. Остановимся на предложенной системе более детально.

*Уровень 1.* Цель исследования – выбор КАС.

*Уровень 2.* Наиболее обобщенные показатели выбора. Приведем описания показателей, которые не претендуют на суровость, а лишь отображают физическое содержание показателей.

*Эргономичность* характеризует все аспекты взаимодействия пользователя с КАС.

*Функциональность* определяет функциональные характеристики КАС.

*Конструктивность* определяет эксплуатационные характеристики КАС.

*Стоимость* отображает экономические показатели КАС.

*Уровень 3.* Показатели, детализирующие характеристики КАС.

*Комфортность* характеризует удобство оболочки КАС с точки зрения пользователя.

*Сопровождение* определяет качество сопровождения КАС разработчиками.

*Сложность* характеризует сложность основных этапов работы пользователя с КАС.

*Комплексность* определяет, насколько целостной системой является КАС.

*Функциональная полнота* отображает, все ли необходимые функции реализуются с помощью данного КАС.

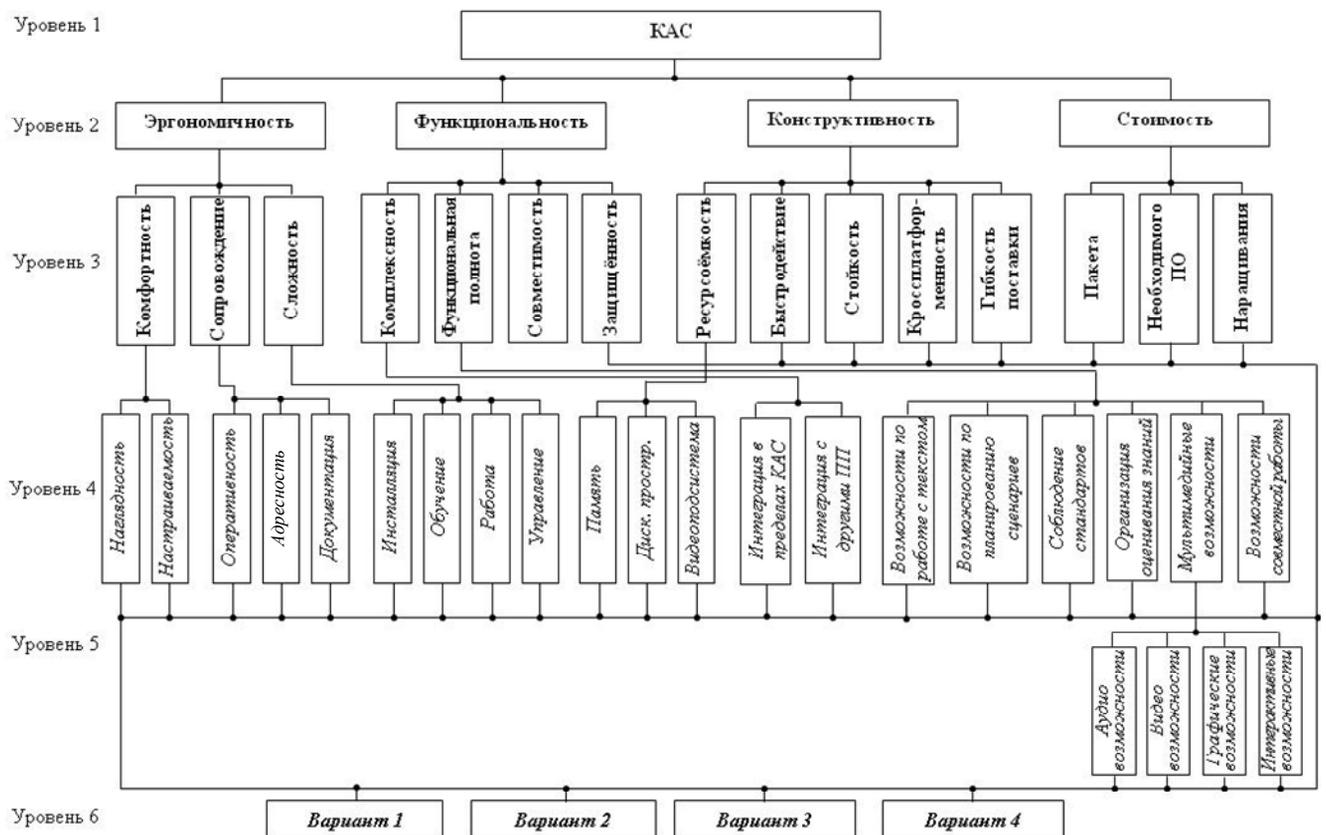
*Совместимость* характеризует совместимость КАС со средой Интернет и разными программными приложениями.

*Защищенность* определяет уровень защищенности информации, используемой в КАС.

*Ресурсоемкость* характеризует требования к ресурсам вычислительной системы, необходимых для нормального функционирования КАС.

*Быстродействие* отображает скорость выполнения основных операций с помощью рассматриваемого КАС.

*Стоимость* определяет стойкость КАС к нестандартным влияниям (отключение элек-



Иерархическая декомпозиция показателей

тропитания, ошибочные действия пользователей и т.п.).

*Кроссплатформенность* характеризует совместимость КАС с разными операционными системами.

*Гибкость поставки* отображает возможность выбирать комплектность поставки при приобретении КАС.

*Стоимость пакета* отображает стоимость покупки КАС.

*Стоимость необходимого для работы ПО* отображает стоимость программного обеспечения, необходимого для полноценной работы КАС (например, операционной системы).

*Стоимость наращивания* характеризует стоимость дальнейшего наращивания функциональных возможностей (приобретение новых компонентов, переход на новые версии КАС).

*Уровень 4.* Еще большая детализация показателей пригодности КАС для конкретных условий.

*Наглядность* определяет насколько наглядно представление необходимой для комфортной работы информации.

*Настраиваемость* характеризует возможности КАС по настройке под потребности отдельного пользователя (в том числе под нужды людей с ограниченными возможностями).

*Оперативность* отображает возможность быстрого получения помощи от разработчиков КАС в случае возникновения проблем в процессе эксплуатации.

*Адресность* определяет, насколько эта помощь будет конкретной.

*Документация* – показатель, характеризующий полноту и качество документации на КАС.

*Инсталляция* отображает процесс инсталляции КАС (например, требуются ли специальные знания).

*Обучение* характеризует процесс обучения пользователей применению КАС.

*Работа* характеризует сложность выполнения основных операций в среде КАС.

*Управление* определяет насколько сложно овладеть дополнительными возможностями КАС.

*Требования к памяти* – показатель, который характеризует требования к объему оператив-

ной памяти вычислительной системы, необходимой для нормальной работы КАС.

*Требования к дисковому пространству* определяют объем дискового пространства, необходимого для размещения и функционирования КАС.

*Требования к видеоподсистеме* характеризуют требования к графической подсистеме вычислительной системы с учетом качества отображения информации.

*Интеграция в пределах КАС* характеризует полноту взаимосвязей между программными продуктами, которые входят в состав КАС (например, импортирование и редактирование слайдов из презентаций *PowerPoint*, который входит в состав КАС).

*Интеграция с другими программными продуктами* характеризует полноту взаимосвязей с программными продуктами, которые не входят в КАС (например, сохранение слоев в файлах пакета *Photoshop*).

*Возможности по работе с текстом* определяют насколько широко в КАС реализованы функции многоцелевой текстовой работы (создание и пересмотр электронных книг и пособий, экспортирование текстового наполнения курса в специальный шаблон *Word*, перепроверка, замена и импортирование назад к курсу, импорт и экспорт *e-книг* из (в) файлы *MS Office: doc, xls*, конвертация текстовых документов в *web-формат* и др.).

*Возможности по планированию сценариев* характеризуют насколько в КАС реализована возможность формирования последовательности событий обучения.

*Соблюдение стандартов* – КАС должны поддерживать как можно больше типов стандартов для экспорта курсов, такие как *SCORM, AICC* и пр.

*Организация оценивания знаний* характеризует полноту представленных средств для разработки разных форм тестового контроля, а также аттестационных блоков.

*Мультимедийные возможности* характеризуют полноту одновременного использования разных форм подачи информации (звуковой, графической, видео, флеш) и ее обработку в едином объекте-контейнере.

*Возможности совместной работы* характеризуют полноту применения в КАС инструментов, которые поддерживают коллективную работу при создании учебного контента (например, клиент-серверные программы, позволяющие совместно работать над курсом авторам, дизайнерам и экспертам со всего мира и т.п.).

*Уровень 5.* Дальнейшая детализация показателей пригодности КАС.

*Аудио возможности* характеризуют спектр возможностей КАС по работе со звуковыми технологиями.

*Видео возможности* – показатель, который характеризует, в каком объеме реализованы в КАС технологии записи, обработки, передачи, хранения и воспроизведения визуального или аудиовизуального материала.

*Графические возможности* характеризуют полноту функциональных возможностей, реализованных в КАС по работе с разными типами графики (растровая, векторная, трехмерная).

*Интерактивные возможности* – показатель, характеризующий насколько широко в КАС реализованы функции разработки интерактивного контента.

*Уровень 6.* Альтернативы, среди которых осуществляется выбор (варианты построения КАС).

**Заключение.** Решение задачи множественного выбора с помощью метода анализа иерар-

хий – субъективная процедура, в которой основным является преимущество лица, принимающего решение.

Таким образом, рациональный выбор варианта комплекса авторских средств разработки курсов дистанционного обучения с помощью предложенного подхода можно рассматривать как довольно эффективный. Он относительно прост и доступен для практического использования, особенно при условии разработки соответствующего программного обеспечения, и позволяет учитывать физические (ограничения) и психологические (преимущества ЛПР) характерные особенности конкретной задачи выбора КАС.

1. *Исследование рынка технологий дистанционного обучения в СНГ. Инструменты для разработки электронных курсов.* Т. 4. Релиз 29.04.2010. – <http://www.smart-edu.com/index.php/lissledovaniya-v-sfere-distantsionnogo-obucheniya/katalog-sredstv-razrabotki-elektronnyh-kursov.html>
2. *Лаврищева Е.М., Петрухин В.А.* Методы и средства инженерии программного обеспечения: Учебник. – М.: Московский физико-технический институт, 2006. – 304 с.
3. *Саати Т., Кернс К.* Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
4. *Саати Т.Л.* Принятие решений при зависимостях и обратных связях. – М.: Из-во ЛКИ, 2008. – 360 с.

© В.В. Рябцев, М.Г. Тищенко, 2011