

# Методические аспекты и технологии поддержки интерактивности в электронных системах обучения

Нечаев В.В., Панченко В.М., Комаров А.И.

**Аннотация** — В статье рассмотрены методологические аспекты архитектурного проектирования модулей предметных областей для организации познавательного процесса обучения на основе технологий разделяемых единиц контента (ТРЕК). В качестве базиса для архитектурного проектирования модулей применяются когнитивные схемы лингвистического, рационального, эмпирического и топологического уровней описания и их комплексы (в архитектуре общей теории систем [8]). Поддержка интерактивности рассматривается как организация процессов формирования знаний на основе индивидуализации и методологии управления учебной деятельностью обучаемого в условиях применения технологий программ единичных экспериментов (ТПЕЭ).

**Ключевые слова** — архитектура образовательной системы обучения, электронное обучение, технология программ единичных экспериментов.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Массачусетский технологический институт (МТИ) совместно с Гарвардским университетом в 2012 году запустили проект дистанционного обучения edX. По словам президента МТИ Рафаэля Райфа Л., данный инструмент обучения приведет к революции и вызовет самые глубокие технологические изменения в сфере образования более чем за 500 лет. Он призывает творчески использовать силу новых технологий, чтобы сделать образование более доступным и эффективным. Естественно согласиться с такой миссией проекта. [1, <http://web.mit.edu/facts/focus.html>]

Инициатива ведущих институтов была поддержана и со стороны общества. По данным сайта МТИ на первые курсы онлайн-обучения зафиксировано 155 тысяч регистраций, более чем 7 тысяч прошли жесткие требования онлайн-экзамена. [1]

На сегодняшний день задачу обеспечения доступности учебных материалов можно считать, во многом, решенной и широко используемой. Для примера, только на сайт онлайн-курсов МТИ заходит

более миллиона человек в месяц, а в целом за все время существования имеет место порядка 142 миллиона обращений. С целью повышения эффективности учебного процесса, требуется постоянное совершенствование учебных материалов и средств организации и контроля за ходом учебного процесса.

В настоящее время персонализированные данные о ходе образовательного процесса не используются в качестве косвенного фактора для прогнозирования эффективности и качества обучения. Следует отметить, однако, что общий вектор развития мирового образовательного сообщества направлен в сторону интеграции, накопления и обработки огромных массивов данных и знаний, направленных на персонализацию и оценку хода процесса обучения конкретного обучаемого.

Сформировалась система массовых открытых онлайн-курсов (дистанционных) бесплатного по доступу к учебному материалу обучения (Massive Open Online Courses, MOOC).

Миллионы пользователей и десятки миллионов заданий, выполняемых в режиме реального времени при заочно-очном обучении в условиях MOOC, требуют применения соответствующих новых массовых методических решений для обеспечения и поддержки эффективности и качества интерактивной сетевой организации учебного процесса

**Цели и задачи.** В этой связи рассмотрены задачи исследования и формирования необходимого математического и программного обеспечения, цели которых заключаются в закладке методологических основ проектирования систем электронного обучения (ЭО) с непрерывным мониторингом эффективности и качества организации текущей самостоятельной активной учебной деятельности обучаемого.

Оценки эффективности персонального процесса обучения формируются изначально путём организации *программно-управляемой самостоятельной* работы обучаемого при учёте текущих временных затрат, результатов наблюдений и данных прошлого опыта.

Заданными факторами-параметрами выступают объёмы составляющих контента. Затраты времени на работу с элементами контента определяют исследуемые функции и функционалы.

Такой подход позволяет, основываясь на методах анализа и обработки статистических данных, возможностных оценках и ретроспективных данных анализа оценок обучаемого, прогнозировать базовую

---

Статья получена 9 декабря 2013.

В.В. Нечаев - д.ф.-м.н., проф., зав. каф. «Интеллектуальные технологии и системы» Московского государственного технического университета радиотехники электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), (e-mail: [nечаev@mirea.ru](mailto:nechaev@mirea.ru)).

В. М. Панченко - к.т.н., проф. кафедры ИТС МГТУ МИРЭА,, (e-mail: [rvm36@yandex.ru](mailto:rvm36@yandex.ru)).

А. И. Комаров - асп. кафедры ИТС МГТУ МИРЭА,, (e-mail: [komarov-aig@yandex.ru](mailto:komarov-aig@yandex.ru)).

оценку, достигаемую обучаемым в пространстве состояний и переходов изучаемой предметной области.

Оценить достигаемый уровень компетентности можно по известной четырёхуровневой шкале: от стадии узнавания, через воспроизведение, к типовой деятельности, до творческой деятельности.

## II. АРХИТЕКТУРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ LTSA

Общепринятой архитектурой образовательной системы является Learning Technology Systems Architecture (LTSA), которая описывается в зарубежном стандарте P1484.1-2003 IEEE Standard for Learning Technology. На рис. 1 приведены проблемы, решение которых зависит от принятых технологий обработки материалов контента и протоколов обработки программ единичных экспериментов (ПЕЭ).

Топологической системой моделей архитектуры является схема полного графа на шести вершинах (К6), имеющего 15 рёбер (рис. 2).

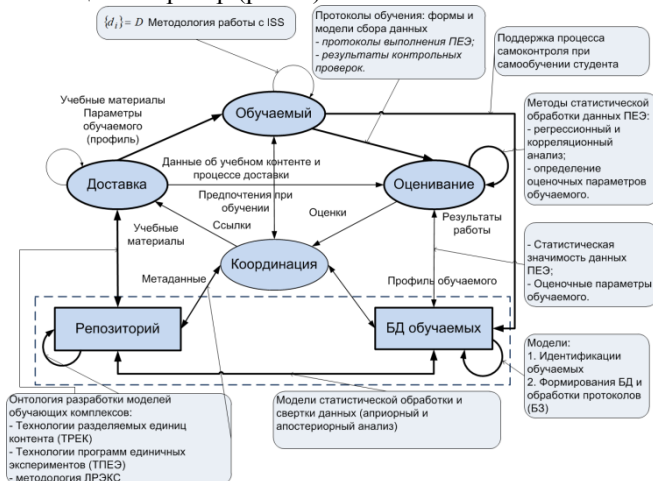


Рис.1. Архитектура образовательной системы. Задачи для ТРЕК и ПЕЭ

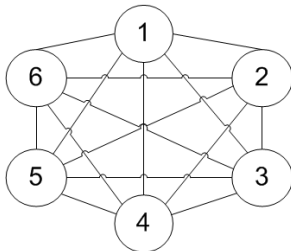


Рис.2. Схема графа для архитектуры (см. рис.1)

## III. ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГРАФ СХЕМЫ

Архитектура LTSA является в определённой степени парадигмальной (общепринятой) «меткой», характеризующей процессы, хранилища и прецеденты системы образования, построенной на информационных технологиях. Она встречается практически в явном виде и в виде ссылок на неё во многих последующих изданиях [2, с.425], [3, с.173], [4, с.153], [5, с.28], [6, с.80].

Представим архитектуру LTSA на рис.3 в виде псевдоорграфа с шестью вершинами для формирования «алфавита» описания составляющих подграфов архитектуры.

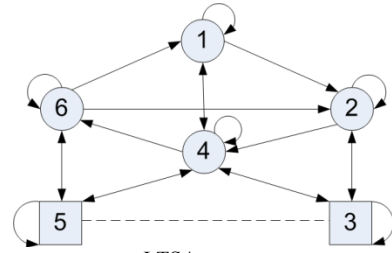


Рис.3. Схема архитектуры LTSA в виде псевдоорграфа с шестью вершинами

В табл.1 приведена матрица составляющих языка для матричного описания орграфа (см. рис.3) по вершинам и дугам. Имеем шесть образов-столбцов для вершин и 15 образов-столбцов для дуг. Комбинированием указанных элементарных образов просто и легко идентифицировать новые конструкты схем обучающих систем и их подсистем.

В общем случае архитектура описания лингвистических систем определяется последовательностью:

$$L \rightarrow E \rightarrow U \rightarrow A \rightarrow O,$$

где L – доступное для выбора множество языковых средств;

E – выбранный автором естественный язык описания объекта;

U – ограниченный естественный язык описания объекта;

A – строго формализованный язык описания модели объекта;

O – язык интерпретации объекта наблюдений. [7]

Таблица 1. Матрица составляющих орграфа, как размеченного дугами подграфа полного графа на шести вершинах

№ об. граф	Вершины						Дуги														
	1	2	3	4	5	6	1 2	1 4	2 4	2 6	3 4	3 5	4 5	4 6	5 6	6 1	6 2	6 4			
1	1						2	2													
2		1					2		2	2	2							2			
3			1						2		2										
4				1			2		2				2	2							
5					1										2	2					
6						1									2	2	2	2			
12	2	2					1														
14	2			2				1													
23	2	2							1												
24	2		2							1											
32	2	2									1										
34			2	2																	
41	2			2																	
43			2	2																	
45				2	2																
46				2		2										1					
54				2	2												1				
56					2	2												1			
61	2					2												1			
62		2					2											1			
65					2	2												1			

Для первых двух столбцов табл. №1, описывающих отношения вершин 1 и 2 орграфа, на рис. 4 приведены соответствующие разметке графические образы.

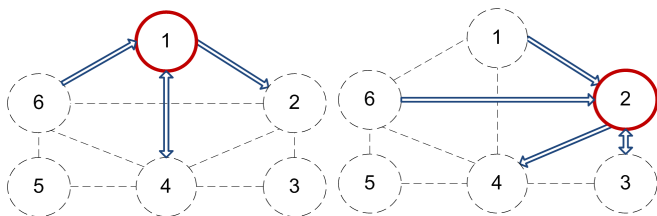


Рис. 4. Связи, определяемые для вершин графа «Обучаемый» (1) и «Оценивание» (2)

#### IV. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Приведём в табл. 2 матрицу порождаемых покрытий (где 1- основной объект, 2 – вторичный объект) для конструкторов следующих 12-ти типовых функциональных подсистем, выделяемых в стандарте Р1484.1 (табл. 3).

Таблица 2. Образы покрытий для 12-ти типов функциональных подсистем

Объекты графа	Образы (функциональные подсистемы Р1484.1)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1				2	1		1	1	2
2	1	1	1	1	1	1	1		1	2	2	2
3	2	2		2	2	2	1	2	2		2	2
4	1	1	2	1	1	1		1	1	1	1	2
5	2	1			2	2	1	2	2	1	1	2
6	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2
12	1	1	1	2					2	2	2	1
14	1	2	1		2	2		2	2	1	1	1
23		2		2	2	2	2		2		2	1
24	1	1	2	1	1	1	2		1	2	2	1
32		2		2	2	2	2		2		2	1
34		2		2	2	1	2	2	1		2	1
41	1	2	1		2	2		2	2	1	1	1
43				2	2	1	2		1		2	1
45	1	1			1	1	2		1	1	1	1
46	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1
54		1			1	1	1	2	1	1	1	1
56	1						1		2			1
61	2	2	1	1	2		2	1		2	2	1
62	1	1	1	1		2			1	2	1	1
65	2	2			2	2	2	2	1			1

Таблица 3. Типы функциональных подсистем стандарта Р1484.1

1. Наставничество, Инструктирование
2. Электронные системы поддержки процесса обучения
3. Интерактивная среда
4. Моделирование
5. Взаимодействие средств обучения
6. Упорядочивание, Потребности до и после
7. Фокусирование на учебную программу
8. Системы управления контентом
9. Системы управления обучением
10. Экспериментирование. Открытие
11. Интеллектуальные средства обучения
12. Дистанционное и распределенное обучение

#### V. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММ ЕДИНИЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ (ТПЕЭ)

Под единичным экспериментом в обучении представляется учебно-познавательный процесс самостоятельной деятельности, организованный на основе технологии разделяемых единиц контента (ТРЕК) по заданной учебной программе испытаний.

Схема общей постановки учебного процесса на основе ТПЕЭ приведена на рис.5. В определённой степени она предопределяет круг вытекающих из данных наблюдений вопросов и доступных для исследования классов задач идентификации параметров обучаемого, задач двойственной кластеризации и распознавания образов групп обучаемых и соответствующих им баз учебных материалов, заложенных в ТРЕК.

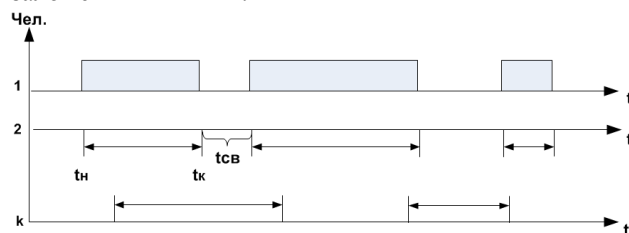


Рис.5. Схема протекания учебного процесса в модульно-кадровом пространстве электронных форм обучения

Эксперимент в данном случае всегда связан с измерением времени и анализом получаемых данных в зависимости от среды и форм представления информации.

Пусть  $D$  – комплексная форма представления семантической информации  $SI$ . В общем случае это может быть книга, отдельные главы, параграфы, фрагменты и порции учебного материала;  $CD$  – однородные формы представления  $SI$ . Были выделены следующие однородные формы  $SI$  [15]:

$$N_1 = (T; S; G; C),$$

где  $T$  – текстовая информация ( $t$  – форма);  $t \in T$ ;  $S$  – звуковая форма (аудиальная) ( $s$  – форма);  $s \in S$ ;  $G$  – визуальная форма ( $g$  – форма) – жесты, мимика, пластика;  $g \in G$ ;  $C$  – изобразительная, графическая форма ( $c$  – форма);  $c \in C$ .

Комплексные формы представляют собой различные сочетания однородных форм, связанных общей целью обучения. Формально комплексные формы можно задать на прямом произведении ряда однородных форм.

Текстовая форма информации – это основа семантического определения составляющих знаковых систем. Знаковые системы являются свёрткой (согласнениями, абстракцией) семантики текстовых форм информации.

Чтение, переписывание, набор текста на клавиатуре, конспектирование являются основными операциями познавательной деятельности обучаемого.

В качестве средства организации программно-управляемого процесса самостоятельного и программированного освоения авторских информационных материалов репозитория (электронных библиотек) в настоящее время используются понятия «модуль» ( $M1, M2, \dots$ ), и его

составляющие, представленные в форме просмотревых последовательностей кадров (страниц), например: M1(K1...K13) и M2(K1...K11).

Каждому кадру модуля по методике ТПЕЭ определяются формы учебного задания, например, из следующего ряда:

изучить (прочитать (действие Д1), выделить ключевые понятия, законспектировать (переписать) (Д2), набрать текст на клавиатуре Д3);

составить конспект (указание У1): заголовки и нумерацию порций перепечатывать в качестве заголовков электронного конспекта и использовать данные при определении скорости набора текста;

конспектировать рисунки и таблицы в тетрадь и-или копировать в личную папку студента (ЛПС) (У2)...

На рис.6 приведен пример применения совместно технологий ТРЕК и ТПЕЭ для решения задач определения удельных неизбежных затрат обучаемого по трём типовым видам деятельности: Д1, Д2, Д3.

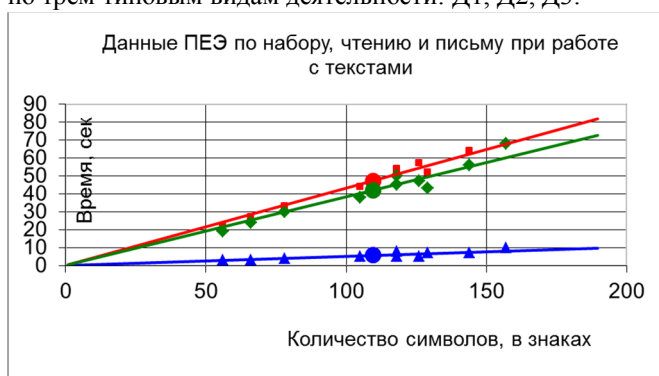


Рис. 6. Результаты обработки данных ПЕЭ по одному из обучаемых

На рис 6 принята следующая система обозначений: треугольники-для операции «чтение» Д1; квадраты - для операции «письмо» Д2; ромбы-для «набор» текста Д3.

В случае рис.6 неизбежные затраты времени можно представить в виде средних скоростей деятельности обучаемого. Обработка данных испытаний проводилась по методу наименьших квадратов. Модуль был составлен из 10 кадров. По каждому кадру проведено три испытания, связанные с чтением, переписыванием и набором текста. Содержательно текст представлял собой выборку из десяти компетенций. В итоге имеем кортежи (набор, чтение, письмо) и соответственно скорости (2,61; 19,25; 2,32) знаков в секунду. Данные эксперимента по одной из групп обучаемых приведены в табл.4. Наблюдается существенная разница удельных показателей обучаемых.

Можно отметить, что применение технологий ТРЕК совместно с ТПЕЭ является основой создания эффективных средств для анализа и управления учебной деятельностью в системах электронного обучения.

Сбор и обработка затрат времени на овладение модульно-кадровым потоком информации с учётом ретроспективных, текущих и экспертных данных содержит ценную информацию для организации процессов косвенной оценки и контроля для управления реальным учебным процессом.

Таблица 4. Данные наблюдений по учебной группе

Вариант	ФИО	V(Д2) (б/с)	V(Д1) (б/с)
1К-07/09	ФИО1	1,54	8,16
2К-07/09	ФИО2	2,23	17,44
3К-07/09	ФИО3	2,00	23,77
4К-07/09	...	1,35	8,12
5К-07/09	...	2,15	8,12
6К-07/09	...	1,93	11,60
7К-07/09	...	1,37	13,81
8К-07/09	...	1,41	9,96
9К-07/09	...	1,45	11,45
10К-07/09	...	1,32	8,13
11К-07/09	...	2,04	18,04
12К-07/09	...	2,04	18,04
13К-07/09	...	2,52	19,23
14К-07/09	ФИО14	2,15	16,80

## VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление и распространение системы МООС - Массовых Открытых Онлайн-овых (дистанционных) курсов (Massive Open Online Courses) обучения с открытым бесплатным электронным доступом через Интернет ставит перед исследователями и организаторами учебных процессов ряд новых проблем методологического характера.

В основе всех проблем лежит массовость контингента обучаемых; необходимость обеспечения самостоятельности, своевременности и выполнимости планируемого учебно-познавательного процесса; требуется высокая степень самоконтроля и самооценки освоенных знаний.

Преподаватель, в принципе, не может проконсультировать и проверить число заданий, количество которых превышает несколько тысяч. Определяющая роль в этом случае отводится формированию умений использования открытых ресурсов сети Интернет.

Стохастический и возможностный характер проблемных ситуаций требует ретроспективного, текущего и экспертного оценивания деятельности обучаемого в пространстве состояний и переходов изучаемой предметной области. Требуется постоянный сбор и анализ данных хода учебного процесса, что, по мнению авторов, должно обеспечиваться взаимной дополняемостью и интеграцией технологий ТРЕК и ТПЕЭ (указанное требование реализуется через ведение протоколов испытаний).

## Библиография

- [1] Официальный сайт MIT Open Course Ware <http://ocw.mit.edu/index.htm>
- [2] Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
- [3] Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с.

- [4] Креативная педагогика: методология, теория практика / Под. ред. Круглова Ю.Г. – М.:МГОПУ им. М.А. Шолохова, изд. центр «Альфа», 2002. – 240 с.
- [5] Софиев А.Э., Черткова Е.А. Компьютерные обучающие системы. Монография: - М.: Изд. ДеЛи, 2006. - 296 с.
- [6] Ибрагимов И.М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения: Учеб. пособие. - М.: Издательский центр «Академия», 2005.-336 с.
- [7] Кузин Л.Т. Основы кибернетики: В 2-х т.; т. 2 . Основы кибернетических моделей. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергия, 1979,1991 .-584с.
- [8] Панченко В.М. Компьютерные технологии и системы обучения. Технология разделяемых единиц контента в системе программ единичных экспериментов: Учебное пособие / Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский институт радиотехники и автоматизации (технический университет)». - М. 2009. - 156 с.
- [9] Панченко В.М., Комаров А.И. Сбор и оценивание деятельности обучаемых по данным программ единичных экспериментов // 57 НТК МИРЭА. Сб. тр. Ч.5./МИРЭА - М., 2008. – с. 63-67.
- [10] Нечаев В.В., Панченко В.М., Комаров А.И. «Межпредметный системообразующий базис организации процесса подготовки специалистов по научным направлениям» Научно-практический журнал «Открытое образование», 2012 г. №5
- [11] Нечаев В. В., Панченко В.М., Комаров А.И. Методическое обеспечение ИТ-образования в вузе: от технологии подготовки учебных материалов к организации индивидуальной учебной деятельности обучаемого. Современные информационные технологии и ИТ-образование [Текст] / Сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2012. – 1050с. – ISBN 978-5-9556-0140-3. с. 215-223
- [12] Официальный сайт автоматизированной обучающей системы БиГОР <http://bigor.bmstu.ru/>
- [13] Кухтенко А.И. Систем общая теория / Энциклопедия кибернетики. Том 2. – Киев: Главная редакция УСЭ, 1974. - 335-339с.
- [14] Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. - М.: Радио и Связь, 1990. - 540с.
- [15] Перспективы развития вычислительной техники: В 11 кн.: Справ. Пособие/ Под ред. Ю.М. Смирнова. Книга 1 Информационные семантические системы/ Н.М. Соломатин.-М.: Высш. Шк. 1989.- 127 с.

# Methodological aspects and technologies for supporting interactivity in e-learning systems

V. Nechaev, V. Panchenko, A. Komarov

**Abstract** – The article describes the methodological aspects of preparing subject areas for organization of a cognitive process based on shared pieces of content (TPEK). Linguistic cognitive schemes, rational, empirical and topological complexes of general system theory are applied as a conception forming of modules structure. Support of interactivity is considered as organization of knowledge formation based on personalization and as management of education activities by using technologies of programs of unit experiments.

**Keywords** – Learning Technology Systems Architecture, eLearning, programs of unit experiments.