

УДК 37.018.43:004

С.Г. Шило

*Харьковский национальный экономический университет, Харьков*

### **АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Приводится подход к построению модели формирования компетенций обучающегося в системе дистанционного обучения, основанный на вероятностном представлении входного потока учебной информации. Получены аналитические выражения для модели переработки, хранения и запоминания информации, а также для оценки устойчивости формирования компетенций.*

**Ключевые слова:** *система дистанционного обучения, модель формирования компетенций.*

#### **Введение**

**Постановка проблемы.** Эффективность процесса подготовки востребованного специалиста экономического профиля на современном этапе в значительной мере определяется формами организации учебного процесса и методами представления учебного материала. При этом требования времени и опыт ведущих отечественных и зарубежных высших

учебных заведений свидетельствуют о необходимости интенсификации внедрения в учебный процесс дистанционных методов обучения. Широкое внедрение в учебный процесс систем дистанционного обучения (СДО) является предпосылкой повсеместного использования смешанной модели обучения, где наряду с аудиторными видами занятий значительный объем компетенций призвана формировать СДО.

При смешанной модели обучения с использованием СДО объем и качество формируемых компетенций у обучающихся определяется, в общем случае, всеми параметрами модели – количеством элементов, видом связей между ними, законами их взаимодействия. Знание вида данных зависимостей необходимо для исследования параметров, которые определяют качество обучения, что способствует поиску путей повышения эффективности обучения с использованием СДО и в первую очередь направлено на повышение качества формирования компетенций обучающихся.

Знание зависимости скорости подачи учебного материала обучающимся в СДО от параметров модели, позволяет реализовать систему мероприятий, направленных на изменение таких параметров и соответственно изменению, как правило, в сторону увеличения, скорости обучения в СДО.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Результаты анализа современных подходов к разработке моделей процессов и сложных систем, к которым относится и обучение в СДО, свидетельствуют, что большинство моделей приобретения компетенций обучающимся можно построить на основании рассмотрения процессов переработки и усвоения информации [1-4]. Наиболее целесообразно, при рассмотрении процесса приобретения компетенций обучающимся в СДО, воспользоваться теоретико-множественным подходом, который предполагает, что обучающийся имеет ограниченные (конечные) возможности относительно сбора, переработки и усвоения информации [5].

### Основная часть

Среднее время, требуемое для четкого определения значения некоторого сигнала и правильной реакции обучающегося на него, растет пропорционально среднему количеству информации, содержащейся в данном сигнале

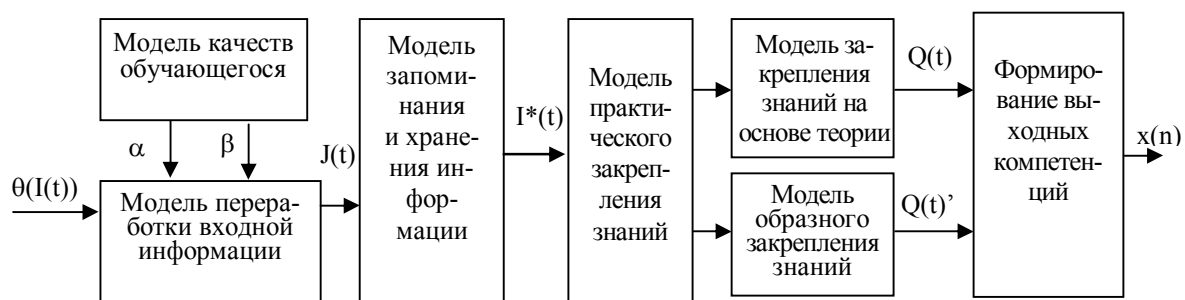


Рис. 1. Модель приобретения компетенций в СДО

Следует отметить, что формирование устойчивых компетенций у обучающегося осуществляется двояко: на основании теоретических фактов и на основании образов [3].

Отдельный случай допущения об ограниченных возможностях обучающихся, согласно закону Хика устанавливающему степень пропорциональности, в определенном диапазоне, между количеством обрабатываемой информации и неопределенностью сигнала. Когда неопределенность сигнала достигает некоторого порогового значения, количество перерабатываемой информации остается постоянным [3, 4].

Различаются два типа информации – связанная и свободная. К связанной относятся начальная, априорная информация, заложенная в структуре системы.

Процесс приобретения компетенций обучающимися можно интерпретировать таким образом: входящая информация постепенно переходит в связанную, то есть происходит процесс наращивания объема связанной информации. Следует отметить, что происходят не только количественные, но и качественные изменения в структуре приобретения компетенций.

Информация, получаемая обучающимися, в процессе приобретения компетенций, может быть использована следующим образом: непосредственная реакция; запоминание предыдущих ситуаций с целью отбора наиболее удачных реакций непосредственного типа; запоминание внешних воздействий с целью их экстраполяции и определения наиболее удачной реакции на экстраполированное внешнее воздействие.

Исходя из этого, модель приобретения компетенций обучающимся в СДО может быть представлена в виде совокупности следующих этапов: приобретение информации; запоминание и хранение информации, свойственной определенным компетенциям; практического закрепления полученных знаний, навыков и умений.

Структура модели приобретения компетенций обучающимся в СДО представлена на рис. 1.

Модель процесса переработки входной информации обучающимся можно представить, используя допущение, что потоки входной информации удовлетворяют уравнению

$$\frac{dI}{dt} = \alpha \frac{dJ}{dt} + \beta J, \quad (1)$$

где  $I$  – количество входной информации;  $J$  – количество информации, усвоенное обучающимся;  $\alpha$  и  $\beta$  – константы, которые характеризуют личные психофизиологические качества обучающегося в СДО и определяют скорость приобретения компетенций (накопления и утраты знаний, навыков, умений и опыта).

Из анализа уравнения (1) следует, что скорость усвоения информации пропорциональна скорости поступления информации, и пропорционально уменьшается с ростом интенсивности потока входной информации.

Введя упрощение относительно того, что количество входной информации поступающей в единицу времени неизменно, т.е.  $I(t) = \theta(t)$ .

Можно получить следующее решение уравнения (1)

$$J(t) = \delta(1 - e^{-\gamma t}); \quad \delta = \frac{\theta}{\beta}; \quad \gamma = \frac{\beta}{\alpha},$$

где  $\delta$  – коэффициент поступления информации;  $\gamma$  – коэффициент усвоения информации обучающимся.

Допущение относительно постоянности (ограничения интенсивности) входящего потока информации, который перерабатывается обучающимся в СДО в единицу времени, широко используется в большинстве теоретико-информационных моделей обучения. Для получения соотношения (3) необходимо принятие конкретной гипотезы относительно вида связи между перерабатываемой и входной информацией. Скорость обучения в СДО определяется константами  $\alpha$  и  $\beta$ , и не зависит от темпа поступления информации  $\theta$ , являющегося внешним параметром, а определяется только личными качествами обучающегося.

Приведенная модель переработки входной информации обучающимся в СДО и предположение относительно того, что выходным потоком этой модели есть количество информации, усвоенной обучающимся, рассмотрим модель процесса запоминания и хранения информации обучающимся в СДО.

Модель процесса запоминания и хранения информации построена с использованием предположения, что информационные потоки в рассматриваемой системе подчиняются соотношению

$$\frac{dJ}{dt} = \frac{dI^*}{dt} - (J - J^\infty) / T, \quad (5)$$

где  $J$  – количество информации усвоенной обучающимся;  $dJ/dt$  – интенсивность усвоения информации;  $dI/dt$  – интенсивность представления

информации для усвоения;  $T$  – постоянная времени (характерное время, определяющее скорость приобретения соответствующей компетенции) процесса переработки информации памятью обучающегося в СДО;  $J^\infty$  – граничное (предельное) значение объема усвоенной информации.

Используя допущение, относительно стационарности внешних условий для модели переработки входной информации, т.е.  $\frac{dI}{dt} = \theta = \text{const}$ , решение (5) будет иметь вид

$$I^*(t) = \delta(1 - e^{-\gamma t}); \quad \gamma = 1/T. \quad (6)$$

Полученное соотношение позволяет определить объем информации  $I^*(t)$ , который способен усвоить и сохранить в памяти обучающийся в СДО, позволяет перейти к рассмотрению модели практического закрепления знаний.

Поскольку данная модель, как отмечено ранее, является двумерной, то она зависит либо от степени полноты представления образных объектов, либо от объема теоретического материала, предоставленного обучающемуся в СДО.

Рассмотрим модель процесса практического закрепления знаний на основании представленного в СДО теоретического материала, то есть случай, когда предполагается знание обучающимся в СДО значительных объемов теоретических сведений без отработки практических аспектов изучаемых вопросов.

Количество информации  $I^*$ , перерабатываемой обучающимся в СДО соответствует изменению его энтропии:  $I^* = \Delta H$ . Следуя из этого, неупорядоченность деятельности обучающегося в СДО  $W$  (количество возможных состояний обучающегося, логарифм которого определяет энтропию) зависит от времени следующим образом:

$$W(t) = W_0 e^{-\beta t}.$$

Если предположить, что  $I(t) = \alpha t$ , где  $t$  – время обучения;  $\alpha$  – константа, которая характеризует способности обучающегося, можно определить качество деятельности обучающегося в СДО

$$Q(t) = Q_{\max} (1 - W(t)).$$

Из чего следует:

$$Q(t) = Q_{\max} (1 - W_0 e^{-\beta t}); \quad \gamma = \alpha \beta.$$

Экспоненциальный характер кривой приобретения компетенций обучающимся в СДО, обусловлен выбором энтропии и информации в качестве характеристик неупорядоченности, а также конкретными зависимостями характеристик деятельности обучающегося в СДО от неупорядоченности и предположением относительно линейного увеличения количества накопленной информации [4]. В такой модели скорость закрепления знаний зависит

как от интенсивности поступления входной информации в процессе обучения, так и от характерного времени изменения неупорядоченности.

Если процессу обучения в конкретной СДО характерно практическое закрепление полученных знаний, целесообразно использовать модель закрепления теоретической информации на основе распознавания образов. Предполагается, что для правильного однозначного распознавания образа необходимо и достаточно, чтобы образ хотя бы один раз был предоставлен и интерпретирован обучающемуся в процессе обучения. Если обучающемуся в СДО, равновероятно  $n$  раз могут быть представлены возможные образы, то вероятность появления одного из  $N$  образов составляет

$$(1 - 1/N)^n \cong \exp(-n/N).$$

Тогда вероятность правильного распознавания в зависимости от длительности периода обучения в СДО будет составлять:

$$P_n = 1 - e^{-\gamma n}; \gamma = 1/N.$$

В данной модели, вероятность уменьшения рассогласованности элементов (каждый элемент закреплен за запоминанием одного образа) характеризуется постоянной вероятностью  $\gamma$  «обнуления» его рассогласования в единицу времени (вероятностью того, что соответствующий образ был предоставлен обучающемуся, и он запомнил его) [3]. Такой подход подразумевает, что обучающийся в СДО характеризуется определенной степенью пассивности в обучении, потому скорость приобретения составляющих для формирования необходимых компетенций обратнопропорциональна  $N$  – количеству возможных вариантов решения задачи распознавания.

В результате устойчивость приобретения компетенций  $x(n)$  будет задаваться моделью:

$$x(n) = 1 - 10^{-\gamma n}.$$

Таким образом, закономерность формирования компетенций свидетельствует, что если процесс дистанционного обучения носит равномерный характер и повторение действий обучающегося происходит последовательно во времени, а прочие условия (внешние воздействия и цели обучения) на

протяжении всего периода обучения остаются неизменными, то в результате функционирования СДО обучающийся приобретает устойчивые компетенции.

## Выводы

Анализ представленной модели формирования компетенций обучающимся в СДО показывает, что при соблюдении вышеупомянутого комплекса условий, в результате обучения в СДО, устойчивость формирования компетенций обучающегося будет увеличиваться по мере увеличения числа испытаний. Учитывая конечные граничные возможности обучающегося по восприятию, переработке, усвоению и хранению информации, целесообразно устанавливать величину интенсивности входного потока информации не превышающую порогового уровня, определяющего допустимый объем информации для обучающегося, который в свою очередь зависит от личностных психофизиологических характеристик индивидуума.

## Список литературы

1. Автоматы и разумное поведение. Опыт моделирования [Электронный ресурс] / Н.М. Амосов, А.М. Касаткин, Л.М. Касаткина, С.А. Талаев // Математика & #187; Нейросети; 17.09.2008. – Режим доступа к ресурсу: <http://content.mail.ru/arch/19862/2329644.html>.
2. Фомин С.В. Математические проблемы в биологии [Электронный ресурс] / С.В. Фомин, М.Б. Беркинблит – Режим доступа к ресурсу: [www.library.biophys.msu.ru/FominBerk/main.htm](http://www.library.biophys.msu.ru/FominBerk/main.htm).
3. Росс У. Эшби. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения [Электронный ресурс] / Росс У. Эшби. – Режим доступа к ресурсу: <http://download.nehudlit.ru/nehudlit/self>.
4. Новиков Д.А. Закономерности итеративного обучения / Д.А. Новиков. – М.: Институт проблем управления РАН, 1998. – 77 с.
5. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: уч. пособие для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высш. шк., 2004. – 647 с.

Поступила в редколлегию 22.04.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.А. Гороховатский, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

С.Г. Шило

*Наводиться підхід до побудови моделі формування компетенцій тих, хто навчається в системі дистанційного навчання, який базується на ймовірнісному поданні вхідного потоку навчальної інформації. Отримано аналітичні вирази для моделі переробки, зберігання і запам'ятовування інформації, а також для оцінки стійкості формування компетенцій.*

**Ключові слова:** система дистанційного навчання, модель формування компетенцій.

## ANALYTICAL MODEL OF FORMATION OF COMPETENCE IN THE DISTANCE LEARNING

S.G. Shilo

*We present an approach to constructing a model to build skills of students in distance learning system based on the probabilistic representation of the input stream of educational information. The analytical expressions for the model of processing, storage, and store information, as well as to assess the stability of the formation of competences*

**Keywords:** distance education system, a model of competencies.