

УДК 004

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Храмов В.В.

Научный руководитель аспирантов и магистратуры

по направлению «Информационные технологии»

Академия Экономики и Управления,

ЧОУ ВО ЮУ (ИУБиП), e-mail: [vxpamov@inbox.ru](mailto:vxpamov@inbox.ru)

**Аннотация:** Статья посвящена исследованию мягких синергетических моделей дистанционного обучения в рамках цифровизации социально-экономической сферы в России. Рассмотренная в работе модель относится к сложным нелинейным открытым эргатическим системам и допускает использования для своего описания системы нелинейных дифференциальных уравнений в рамках подхода Коши.

**Ключевые слова:** параметры порядка, синергетика, самоорганизация, оценка устойчивости

## MATHEMATICAL MODEL OF REMOTE LEARNING

Khramov V.V.

Supervisor of postgraduate and graduate programs

in the direction of "Information Technology"

Academy of Economics and Management,

PEI HE Southern University (IMBL), e-mail: [vxpamov@inbox.ru](mailto:vxpamov@inbox.ru)

**Abstract:** The article is devoted to the study of soft synergetic models of distance learning in the framework of digitalization of the socio-economic sphere in Russia. The model considered in the work refers to complex nonlinear open ergatic systems and allows the use of a system of nonlinear differential equations for its description within the framework of the Cauchy approach.

**Keywords:** order parameters, synergetics, self-organization, stability assessment

Концепция самоорганизации образования базируется на идее непрерывного этого процесса, причем, и на основе новых информационных технологий. Примером тому служит дистанционное образование. Этот вид образования, как утверждают многие исследователи [1-4], является одним из наиболее перспективных.

Дистанционное обучение предполагает, что обучаемые отдалены от преподавателя во времени и/или в пространстве. Выше указывались основные его преимущества. Обратим внимание на органическую связь дистанционного образования с непрерывным, характерные признаки которого были сформулированы еще в 70-х годах прошлого столетия рядом известным теоретиков системы образования (СО) [3]:

Практически все признаки непрерывного образования предполагают и нуждаются в развитой системе дистанционного обучения (ДО). Имеется уже довольно обширный список публикаций по этой тематике (см., например, [5]). В России в 1997-2000 гг. проводился эксперимент по дистанционному обучению, а в 2000 году была разработана соответствующая Федеральная программа. В ходе эксперимента было выяснено, что в нашей стране более 100 тыс. человек нуждаются в дистанционном обучении, в том числе и в рамках экономического образования. При этом возникает множество конкретных вопросов по организации, техническому оснащению, программному, информационному и дидактическому обеспечению ДО. Очевидно, что ответить на многие из подобных вопросов поможет моделирование процесса дистанционного обучения.

В соответствии с известной [7] методологией исследования определим параметр порядка (основной меры) исследуемой эргатической системы ДО. Для этого воспользуемся следующей методикой.

1. Выделим объект исследования и создадим его образ. В рамках данного подхода – это одноцелевая эргатическая система, включающая ученика, взаимодействующего с компьютером, получающего и усваивающего приходящую информацию.

2. Проведем лингвистический анализ процесса обучения, состоящего «из целенаправленного *накопления* информации с последующим ее *упорядочением* и *структуризацией*» [8]. Обратимся к словарю русского языка и другим толковым и энциклопедическим словарям с набором выделенных ключевых слов:

– *копить* – «собирать впрок, запасать, приобретать, сберегая» (процедура SAVE – «сберегать, спасать в памяти» известна всем пользователям компьютеров;

– *упорядочить* – «навести порядок, привести в соответствие определенным правилам»;

– *структуризовать* – «дать внутреннее строение в соответствие с заданной целью».

Отсюда очевидно, что в основе анализируемого процесса, во-первых, лежит память, а, во-вторых, способность этой памяти к самоорганизации. Таким образом, *память, в том числе и ее ассоциативная составляющая, является необходимым условием любого вида обучения.*

3. В соответствие с классификацией, приведенной в работе исследуемая система может быть отнесена к классу сложных самоорганизующихся систем, т.е. такой человеко-машинной системе, в которой определяющим компонентом выступает человек, взаимодействующий с компьютером (как бы продолжением человеческого мозга), исследуемая система обучения может быть отнесена к уникальным природным системам. Хотя исследование такой уникальной системы дело сложное, оно способно существенно расширить возможности управления всей системой образования.

4. Словестная история объекта, каковым является обучение, может быть начата с гомеостаза (постоянства внутренней среды организма) и естественного отбора в живой природе. При этом саморазвитие базируется на учете прошлого опыта с помощью элементов памяти, как фактора накопления информации. Фундаментом исследовательских работ в этой области является кибернетика, в рамках которой известны основополагающие труды Н. Винера, У.Р. Эшби, А.А. Ляпунова, и ряда других исследователей.

Особенностью подхода к моделированию в данной работе является использование синергетической парадигмы, предполагающей целостность

объекта исследования. С математической точки зрения это означает описание системы образования в терминах ее параметра порядка, что, во-первых, значительно упростит описание, а, во-вторых, сохранит существенные для ее качества структурные компоненты.

5.С учетом рассмотренных выше пунктов методики, в качестве основной меры (параметра порядка), характеризующей объект исследования, необходимо выбрать *ее память*.

Известно [10], что основной принцип, которому подчиняется человек как живое существо – принцип гомеостаза, по которому основной целью всех реакций организма является поддержание *нормального* значения жизненно-важных переменных (температура тела, химический состав внутренней среды и т.п.). Относительно динамическую *норму* состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных своих физиологических функций организм сохраняет за счет не только индивидуальной, но и видовой, гинетической памяти.

Память обеспечивает способность к обучению и адаптации и, в конечном счете, к выживанию человека как вида. Иначе говоря, для живой системы равновесие с прошлым не менее важно, чем равновесие с настоящим.

Сформулируем несколько положений, важных для построения математической модели.

1.Память есть сохранение и репродукция информационной (физической, энергетической) структуры во времени.

2.Память – неравновесная, нелинейная система.

3.Память обуславливает сохранение, удержание привычных сочетаний входных воздействий и реакций на них – консервативные формы поведения.

В ряде публикаций уже исследовались некоторые варианты подобного подхода применительно к отдельным видам памяти [12]: иконическому (зрительному) и эконическому (слуховому) на базе кибернетического подхода, и с ориентацией на скалярное и линейное значения функции  $\psi_0(t)$

на базе синергетического подхода [7,11]. В последнем случае в качестве параметра  $k$  принималось математическое ожидание восприятия знаний обучаемым (постулировалось, что оно существует) и предлагалась следующая методика получения его оценки.

1. Подается некоторый постоянный поток информации (например, излагается вопрос лекции)  $b=const$ .

2. Дается время на интериоризацию, осознание полученных знаний  $\tau_u$ .

3. Проводится контрольный опрос, позволяющий оценить степень усвоения материала  $K$  (%).

4. Рассчитывается коэффициент  $k$  по формуле

$$k = 1 / \tau_u (1 - K). \quad (1)$$

В этом случае имеем

$$\frac{dy}{dt} + ky(t - \tau) = b \quad (2)$$

В качестве инварианта предлагается использовать величину

$$L = k \tau, \quad (3)$$

где  $\tau$  – динамическая характеристика памяти ученика (необходимое запаздывание в уравнении (2)), обеспечивающее максимальное значение  $K$ .

Анализ полученного решения показывает, что при  $L > \pi/2$  система теряет устойчивость (целенаправленность обучения теряется), а при  $L < 0,4$  требует значительного времени на усвоение материала («зубрежки»).

Очевидно, что при этом не учитывается нелинейность связи  $\tau$  и  $\tau_u$ . Более перспективными, на наш взгляд, являются оценки типа

$$L' = f(IQ), \quad (4)$$

где  $IQ$  – текущий коэффициент интеллекта (например, по Айзенку), при всех недостатках которого можно утверждать, что он существенно гибче учитывает нелинейности зависимостей  $k = k(t)$  и  $\tau = \tau(t)$  [7].

Зная свои индивидуальные значения  $k$  и  $\tau$ , можно рассчитать удобный темп подачи учебного материала и оптимальную продолжительность занятия.

Предложенная модель позволяет:

1. Производить набор в учебные группы в соответствии с результатами тестирования, в которых выявляются такие параметры, как время восприятия информации и коэффициент восприятия. Зная эти параметры, можно подбирать группу так, чтобы для всех студентов темп подачи материала оказался оптимальным.

2. Рассчитывать темп подачи текущего материала в соответствии с объемом знаний, накопившихся у студентов по данной дисциплине с момента начала ее преподавания.

3. Рассчитывать полный объем дисциплины в соответствии с отводимым для ее преподавания временем.

4. Количественно оценивать положительный эффект в усвоении материала при введении тех или иных средств обучения.

Остановимся на обсуждении качественных результатов.

Обучаемые могут иметь совершенно разные показатели коэффициента восприятия и времени запаздывания: могут быть «медленные», но эмоциональные, или «быстрые» и эмоциональные, или «медленные» и неэмоциональные, или, наконец, «быстрые», но неэмоциональные. Но, если  $L = k \tau > \pi/2$ , то обучение становится невозможным. В этом случае требуется психологическая помощь по изменению указанных параметров. Если иметь тесты для абитуриентов, с помощью которых удалось бы оценивать произведение параметров  $k \tau$ , то можно было бы подбирать группы студентов с одинаковыми показателями в расчете на достаточно близкую динамику восприятия одного и того же материала. С другой стороны, возникла бы возможность выявления тех абитуриентов, которым не подходит общая программа обучения и которые нуждаются в психологической помощи.

Таким образом

1. Обоснованы и сформулированы принципы, выполнение которых необходимо при создании искусственной самоорганизующейся системы, в

частности сложной человеко–машинной системы, которой является современное образование, в том числе и дистанционное.

2. Рассмотренная модель дистанционного обучения (или, в очном случае, модель индивидуального компьютерного обучения) – простейшая и, при распространении на очное стационарное обучение, нуждается в уточнении, так как эффект группы, — нелинеен, а потому нельзя результаты, полученные для одного обучаемого обобщить на группу. С точки зрения системного подхода это означает переход на более высокий иерархический уровень, где надо искать свой параметр порядка и вводить новые, специфические уравнения. В нашем случае это будет модель среднего уровня, иллюстрирующая взаимоотношения «группа - учитель».

3. Предложенная методология исследования сложных самоорганизующихся систем допускает реализацию в виде интеллектуальной советующей машины, существенно упрощающую как сам процесс исследования, так и интерпретацию результатов.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Данченко Д.П., Храмов В.В., Царьков А.Н. Агрегирование нескольких источников нечеткой информации в эргатической системе // Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем: Сборник трудов. – 2003. – С. 441-443. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=32760833> (дата обращения 02.02.2020).
2. Храмов В.В. Генерация моделей объектов интеллектуального пространства. Теория и использование для управления сложными системами // Управление в социальных, экономических и технических системах: Труды межреспубликанской научной конференции. – 2000. – С. 67-68. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=32737843> (дата обращения 02.02.2020).
3. Храмов В.В. Информатизация высшего образования в свете концепции информационной культуры // Интеграция отраслевой и вузовской науки: проблемы современного машиностроения: Материалы международной научно-технической конференции. – 2001. – С. 365-367. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=34909176> (дата обращения 02.02.2020).
4. Храмов В.В. Информационное обеспечение смыслообразующих технологий в вузе // Информатизация образования - 2010: Материалы Международной научно-методической конференции. – 2010. – С. 323-327. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=36338280> (дата обращения 02.02.2020).
5. Храмов В.В. Информационно-смысловое моделирование в образовательных системах на основе синергетического подхода // Труды Труды

- государственно Труды Ростовского государственного Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2010. – № 4. – С. 233-242. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=32671132> (дата обращения 02.02.2020)
6. Храмов В.В. Информационно-смысловые методы и модели самоорганизации знаний // Ученые записки Института управления, бизнеса и права. Серия: Информационные технологии и управление. – 2012. – № 1. – С. 185-189. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=34981301> (дата обращения 02.02.2020).
  7. Храмов В.В. Использование парадигмы самоорганизации для описания информационных процессов в эргатических системах // Транспорт-2002: Труды научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава. В 3-х частях /МПС РФ, Ростовский государственный университет путей сообщения. – 2002. – С. 25-27. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=32653111> (дата обращения 02.02.2020).
  8. Храмов В.В., Носач Д.С. Методология синтеза информационно-смысловых объектов интеллектуальной обучающей среды // Ученые записки Института управления, бизнеса и права. Серия: Информационные технологии и управление. – 2012. – № 1. – С. 190-194. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=34981303> (дата обращения 02.02.2020).
  9. Храмов В.В., Царьков А.Н. Моделирование информационных процессов в эргатических системах на основе принципов самоорганизации // Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем: Сборник трудов. – 2003. – С. 444-447. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=3276088> (дата обращения 02.02.2020)
  10. Храмов В.В. Моделирование процессов обучения на основе принципов самоорганизации // Транспорт-2002: Труды научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава. В 3-х частях. МПС РФ, Ростовский государственный университет путей сообщения. – 2002. – С. 28-30. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=32656708> (дата обращения 02.02.2020).
  11. Храмов В.В. Оценка качества подготовки специалистов в условиях современного образовательного процесса // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2014. – № 1. – С. 125-130. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=25727850> (дата обращения 02.02.2020).
  12. Храмов В.В., Салтыков С.А. Формирование интегральной оценки знаний обучаемых с применением алгоритма нечеткой классификации // Транспорт-2013: Труды Международной научно-практической конференции /ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный университет путей сообщения». – 2013. – С. 93-95. – URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=25345517> (дата обращения 02.02.2020).