

Ветров А.Н., Котова Е.Е., Кузьмин Н.Н.

«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"»

ПОДХОД К СИНТЕЗУ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ АДАПТИВНОГО (ДИСТАНЦИОННОГО) ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Генезис идей автоматизации процесса обучения отслеживается в теории и практике образовательной деятельности еще до возникновения концепций автоматического управления, кибернетики и искусственного интеллекта как современных научно-технических направлений академической науки. С. Пресси в середине 20^х годов прошлого века непосредственно создает инновационную обучающую машину как прототип системы обучения, а разработка обучающих устройств и программ в сфере образования получает дальнейшее развитие в работах Б. Скинера, Н. Краудера и Г. Паска (50^е годы). В 1954 году Б. Скиннер непосредственно вводит научное понятие и предлагает различные принципы программированного обучения, которые развивались дальше такими российскими учеными как А.И. Берг, Л.Б. Ительсон, Л.Н. Ланда, В.М. Глушков, А.М. Довгялло, Е.И. Машбиц, Е.Л. Ющенко, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Тальзина, А.Н. Леонтьев, В.П. Беспалько и другими.

Развитие средств вычислительной техники (персональных компьютеров) на базе информационных и коммуникационных технологий привело к тому, что идеи программированного обучения стали применяться специалистами для поддержки (традиционных) информационно-образовательных сред в так называемых автоматизированных обучающих системах (на расстоянии), которые в настоящее время широко разрабатываются и эксплуатируются как в нашей стране (СССР и РФ), так и за рубежом (Великобритания, США и Япония).

Современная ситуация на рынке образовательных услуг характеризуется динамически изменяющимися потребностями профессионально дифференцированных представителей различных слоев населения, что оказывает существенное влияние на образовательные стандарты, политику, стратегию, постановку целей и задач обучения (на расстоянии), организационную и методическую деятельность образовательного учреждения (ВУЗа), эргономическую совместимость коммуникативного взаимодействия между вовлеченными субъектами и инструментальными средствами поддержки допустимых форм, методов обучения на основе новаций в области информационных и коммуникационных технологий, поэтому процесс информатизации образовательной среды необходимо понимать как структурно сложный и непрерывный.

Дистанционное образование (образование на расстоянии) выступает сегодня специфической агрегированной формой образования (рассматривается специалистами как суперпозиция организационно независимых и смешанных с «классическими» разнородными формами образования, - подразделение в «традиционном» образовательном учреждении (ВУЗе), консорциум университетов с дилерскими / брокерскими отношениями, открытое «виртуальное» образовательное учреждение или его представительство), ориентировано на предоставление комплекса образовательных услуг по совокупности предметных областей (предметов изучения) с помощью специализированной информационно-образовательной среды, основанной на средствах репрезентации учебной информации на расстоянии (спутниковые, радио, оптические, кабельные и почтовые технологии).

При разработке современной информационно-образовательной среды определенной высоко-технологичной системы дистанционного обучения и непосредственно реализации процесса обучения (на расстоянии) в ней специалистам необходимо учитывать ряд научных аспектов (подходов): технический (уровень, вид, состав и специфические особенности применяемых аппаратных и программных средств автоматизации), содержательный (библиотека электронных методических пособий), организационно-методологический (инструкции обучаемым, психолого-педагогические и математические методы репрезентации информации), позволяющих осуществить эффективно индивидуальную адаптацию с учетом личностных особенностей обучаемых (субъектов обучения).

В научном сообществе дифференцируют сущность научных понятий «система обучения» и «обучающая система», не считают их идентичными. Под системой обучения (рис. 1) понимают обучаемого и обучающую систему.

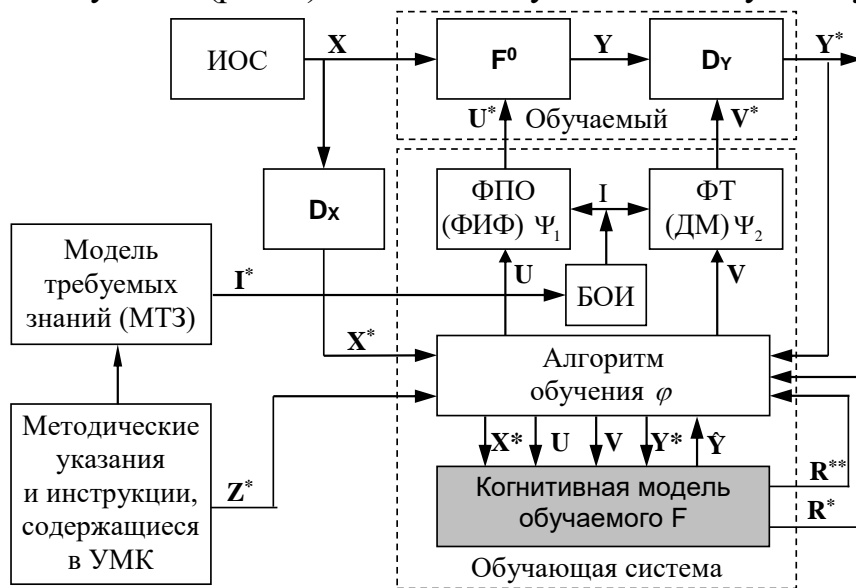


Рисунок 1. Блок схема системы обучения с когнитивной моделью обучаемого

Рассматривая обобщенную структуру автоматизированной адаптивной системы обучения (на расстоянии) можно выделить ряд основных элементов:

- когнитивная модель обучаемого – непосредственно описывает оценку \hat{Y} вектора состояния обучаемого Y в функции состояния среды X и определенного обучающего (информационного) воздействия U : $\hat{Y} = F(X^*, U)$, а само состояние обучаемого Y определяется его оператором F^0 : $Y = F^0(X, U)$, где оператор F модели обучаемого подлежит определению и адаптации в управляемом технологическом процессе обучения (на расстоянии);
- алгоритм обучения (на расстоянии) – носит дуальную научную основу, во-первых, он определяет то, чему следует учить обучаемого (обучающее или информационное воздействие): $U = \varphi(X^*, \hat{Y}, Z^*, R)$, где φ – алгоритм обучения (на расстоянии), \hat{Y} – оценка состояния знаний обучаемого, полученная с помощью модели F , Z^* – цель обучения, заданная тьютором (методистом или педагогом), R^* – внешний ресурс обучения, определяемый возможностями системы обучения, R^{**} – внутренний ресурс, выделенный обучаемым F^0 на обучение (например, необходимое и достаточное время на обучение); во-вторых, алгоритм обучения (на расстоянии) определяет тесты V , ответы на которые несут информацию о когнитивной модели обучаемого F : $V = \Psi(X^*, \hat{Y})$, где Ψ – алгоритм генерации (синтеза) теста V ;
- банк обучающей информации (БОИ) – содержит набор сведений I , необходимых для усвоения обучаемым в процессе обучения (на расстоянии);
- формирователь порции обучения (ФПО) – определяет порцию информации, передаваемую обучаемому для изучения на данном этапе обучения: $U^* = \Psi_1(U, I)$, где Ψ_1 – алгоритм формирования порции обучающего воздействия; заметим, что разница между U и U^* такая же, как, например, между ссылкой на какую-то страницу текста, т.е. ее номером, и текстом (текстологическим содержанием) этой страницы; иными словами, U – адреса в БОИ, а U^* – их содержимое;
- формирователь тестов (ФТ) работает аналогично: $V^* = \Psi_2(V, I)$ – обучаемый в такой системе обучения представляет собой «преобразователь» состояния среды X и порции обучающей информации U^* в состояние Y ; информацию об этом состоянии обучаемого (субъекта обучения) можно получить только с помощью тестовых вопросов V^* : $Y^* = D_Y(Y, V^*)$, где D_Y – оператор преобразования тестовой задачи V^* и состояния обучаемого Y в ответ на контрольный вопрос Y^* (он реализуется самим обучаемым); заметим, что в частном случае непосредственно возможно $U=V$, что значительно упрощает обучающую систему (на расстоянии).

Из всего вышеизложенного следует, что ключевыми элементами являются модель обучаемого F и алгоритм обучения (на расстоянии) φ .

Технологический процесс обучения в информационно-образовательной среде посредством автоматизированной обучающей системы (на расстоянии) является непосредственно типизированным и регламентированным (управляемым): обучаемому предъявляется порция обучающей информации (обучающее воздействие), которую он должен изучить посредством средств автоматизации (электронный учебник), затем для определения качества усвоения им данной порции обучающей информации ему задается один или несколько контрольных вопросов (в составе теста). В различных автоматизированных обучающих системах (на расстоянии) осуществляется проверка правильности ответов на контрольные вопросы и генерируется следующая порция обучающей информации (обучающее воздействие), которая отображается непосредственно обучаемому (субъекту обучения).

Алгоритм обучающей программы непосредственно определяет правила генерации (синтеза) и последовательность предъявления порций обучающей информации (обучающих воздействий) обучаемому. Обучающая программа строится согласно некоторому алгоритму обучения, который представляет собой правило генерации (синтеза) управления V , или правило определения на каждом шаге обучения (на расстоянии) очередной порции обучающей информации (обучающих воздействий). Широкое распространение получили два типа обучающих программ – линейные обучающие программы и разветвленные обучающие программы. Причем среди разветвленных обучающих программ непосредственно различают внутренне и внешне регулируемые обучающие программы (средства автоматизации).

Разрабатываемая структура информационно-образовательного портала кафедры «Автоматики и процессов управления» («АПУ») «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» предусматривает разработку высоко-технологического Web-приложения, сегментированного на совокупность динамически наполняемых шаблонов, при этом непосредственно система дистанционного обучения выступает неотъемлемой частью информационно-образовательной среды кафедры.

Субъекты системы дистанционного обучения непосредственно разграничены по правам доступа и выступают в различных ролях: группа профицитных единиц [администратор, автор, тьютор и другие]; группа дефицитных единиц [гость, абитуриент, обучаемый и другие].

Ограниченность коммуникативной дуплексности «виртуального» диалога между группами профицитных и дефицитных единиц (участников) обуславливается опосредованностью информационного взаимодействия (субъекты взаимодействуют через электронный учебник и диагностический модуль) и является недостатком любой существующей системы дистанционного обучения, который нужно качественно исследовать и технологически устранять.

В основе автоматизированной информационно-образовательной среды находится компьютерная система дистанционного обучения, реализуемая непосредственно по модульному принципу (классически), но, наряду с электронным учебником и диагностическим модулем, структурно включающая модуль адаптации средств обучения (на расстоянии) на основе параметрических когнитивных моделей вовлеченных субъектов (рис. 2).

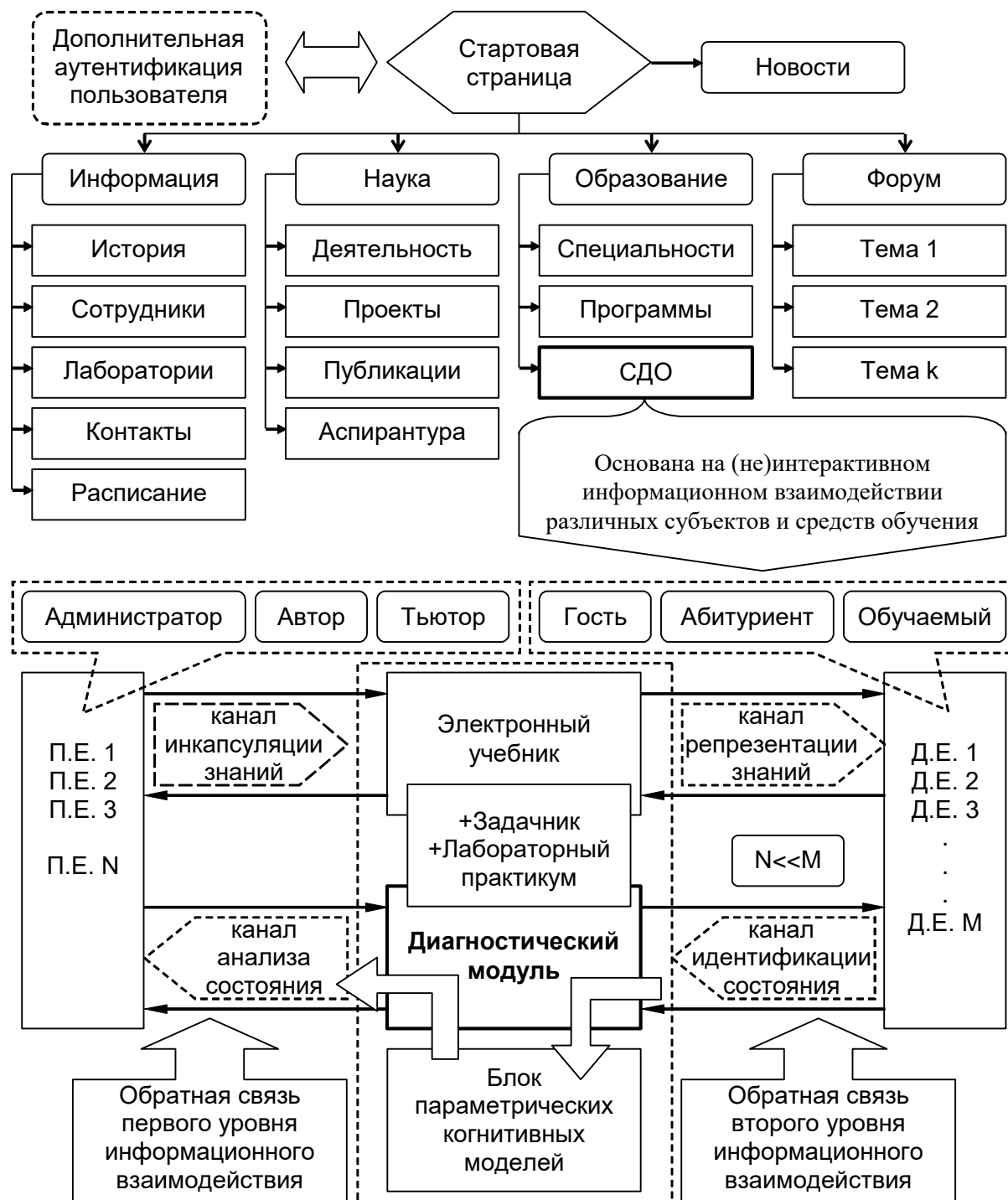


Рисунок 2. Структурная схема системы (дистанционного) обучения в основе разрабатываемого информационно-образовательного портала кафедры «АПУ» «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»

Программные инструменты, наряду с «грубой» шкалой оценки уровня знаний (основана на расчете суммарного весового коэффициента правильных ответов), содержат «расширенную» («точную») шкалу оценки уровня знаний (на основе подсчета сумм набранных баллов по каждому варианту ответа на вопрос), - в результате анализа апостериорных данных диагностики установлено, что точность оценки уровня остаточных знаний существенно возрастает при линейном возрастании количества многовариантных ответов.

В электронном учебнике материал по каждой дисциплине стратифицируется на разделы, подразделы, главы и страницы, каждой страте ассоциируется блок контрольных вопросов, предназначенный непосредственно для практического использования в диагностическом модуле системы дистанционного обучения, что позволяет организовать эффективно текущий, промежуточный и итоговый контроль уровня осведомленности (остаточных знаний) субъекта по ряду разнородных предметов изучения (дисциплин) с применением целого ряда моделей «псевдо»-адаптации. Многие модели адаптации не охватывают в полной мере оба уровня информационного взаимодействия системы дистанционного обучения, а непосредственно носят лишь экспериментальный характер, так как позволяют иногда снизить индивидуальное время цикла тестирования за счет подстройки последовательности вопросов подлежащих отображению (из общей выборки вопросов, которые заранее ранжированы по сложности) на основе анализа ответов определенного испытуемого в масштабе времени, который приближен к реальному (для существенной минимизации временных издержек и максимизации эффекта синхронизации виртуального диалога при интерактивном взаимодействии субъектов обучения и средств обучения).

Для текущей обработки апостериорных результатов исследования уровня остаточных знаний испытуемых применяется аналитически-численный метод, который также позволяет скорректировать эффективно последовательности вопрос-ответных структур в базе данных (базе знаний) диагностического модуля для организации тестирования последующих групп испытуемых в будущем периоде, включает расчет следующих параметров (i – индекс номера испытуемого, j – индекс номера вопроса в задании или номера задания в блоке заданий):

1. Сложность j^{Γ_0} задания в выборке вопрос-ответных структур (из базы данных):

$$K_j = \frac{N_j}{N}.$$

2. Суммарный результат выполнения всех заданий i^M испытуемым:

$$y_j = \sum_{j=1}^M x_{ij}.$$

3. Суммарный результат выполнения j^{Γ_0} задания всеми испытуемыми:

$$x_j = \sum_{i=1}^N x_{ij}.$$

4. Средний уровень тестирования по результатам выполнения всех заданий:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}.$$

5. Средний уровень выполнения j^{Γ_0} задания всеми испытуемыми:

$$P_j = \frac{x_j}{N}.$$

6. Дисперсия суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения):

$$\delta_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}{N - 1}.$$

7. Стандартное отклонение суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения):

$$\delta_y = \sqrt{\delta_y^2}.$$

8. Дисперсия результатов тестирования по определенному $j^{\text{м}}\text{у}$ заданию:

$$\delta_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{ij} - p_j)^2}{N-1}.$$

9. Стандартное отклонение результатов тестирования по $j^{\text{м}}\text{у}$ заданию:

$$\delta_j = \sqrt{\delta_j^2}.$$

10. Оценка связи каждого $j^{\text{г}}\text{о}$ задания с суммой баллов по всему тесту:

$$r_j = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{ij} * y_i)^2}{N} - p_j * \bar{Y}}{\delta_j^2 * \delta_y} * \frac{N}{N-1}.$$

11. Среднее арифметическое независимых экспертных оценок:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}.$$

12. Стандартное отклонение независимых экспертных оценок:

$$\delta_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i * \bar{Z})^2}{N-1}}.$$

13. Коэффициент корреляции результатов тестирования испытуемых и независимых экспертных оценок (валидность теста):

$$V = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i * y_i)}{N} - \bar{Z} * \bar{Y}}{\delta_Z * \delta_y} * \frac{N}{N-1}.$$

14. Показатель точности и устойчивости результатов в времени (надежность теста).

Учебная практика современного образовательного учреждения, основанного на инновационных высоко-технологичных адаптивных информационно-образовательных средствах и средах, предполагает периодическую идентификацию и системный анализ не только уровня осведомленности познающего субъекта по предметам изучения, но, также, и актуализирует рассмотрение концептуальных фундаментальных основ инженерии знаний (когнитивной информатики, физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и когнитивной лингвистики), которые акцентируют существенное внимание ученых и исследователей на физиологическом, лингвистическом и психологическом аспектах информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения.

Для системного анализа эффективности формирования знаний обучаемых поступающих непосредственно из электронного учебника (в частности) по каналу репрезентации информации системы дистанционного обучения информационно-образовательной среды разработана структура когнитивной модели, эшелонированная на ряд разнородных параметризованных портретов: физиологический (подчеркивает потенциальную возможность сенсорного восприятия информации в сигнальной форме зрительным и слуховым анализаторами), психологический (отражает различные конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, когнитивные стили и обучаемость) и лингвистический (естественно-языковые аспекты виртуальной коммуникации), для наполнения которых используется итеративный цикл специально разработанной технологии когнитивного моделирования (представлена в разделе 2.3 коллективной монографии «Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа» под редакцией члена-корреспондента «МАН ВШ» Захарова И.Н.).

Интеллектуальные (адаптивные) обучающие системы (на расстоянии) относятся к новым средствам компьютерной поддержки процесса обучения, поэтому они могут быть использованы с успехом для прикладных задач исследования информационно-образовательной среды адаптивного обучения.

Разработанные программные продукты предполагается использовать в составе единого информационно-вычислительный комплекса параметрической идентификации портретов когнитивной модели, а результаты полученные на его основе предполагается использовать в дальнейших научно-методических и практических исследованиях адаптивных информационно-образовательных сред (на расстоянии).

В данный момент ведется верификация баз данных (баз знаний) и продукционных ядер механизма вывода программной реализации модулей диагностики конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели субъекта обучения на основе архитектуры экспертной системы с применением итеративного цикла технологии когнитивного моделирования.

Предложенный подход к синтезу адаптивной информационно-образовательной среды основанный на использовании методов и технологий когнитивного моделирования позволит объяснить качественно разнородные причины затруднений при формировании знаний субъектами обучения (обучаемыми) и адекватно скорректировать информационно-образовательные воздействия, генерируемые автоматизированными средствами обучения (на расстоянии).