

**Российская академия наук  
Сибирское отделение  
Институт систем информатики  
им. А. П. Ершова**

**Т.А. Волянская  
АДАПТИВНОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ  
УЧЕБНЫХ КУРСОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ  
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.  
Часть 1.**

**Препринт  
183**

**НОВОСИБИРСК 2019**

Препринт является первой частью обзора, посвященного вопросам реализации адаптивности в интеллектуальных системах дистанционного обучения, а именно, вопросам адаптивного генерирования учебных курсов.

В нем описываются интеллектуальные системы обучения и их архитектура, вопросы адаптивного обучения, ориентированного на потребности отдельных учащихся, вводится класс адаптивных систем обучения, в которых процесс обучения и проверки знаний адаптируется, основываясь на индивидуальных характеристиках учащихся, таких как априорные знания и предпочтения, стили обучения, когнитивные способности и т.п. Рассматривается теория стилей обучения, основанная на адаптации процесса обучения в соответствии с индивидуальными стилями обучения, под которыми понимаются различные способы получения, обработки и хранения информации учащимися. Описываются следующие модели, учитывающие индивидуальные стили обучения: модель Колба, модель Хани-Мамфорда, модель Фелдера-Сильверман, модель когнитивных характеристик и таксономия Блума. Рассматриваются адаптивные обучающие гипермедиа-системы, реализующие адаптивное представление и адаптивную навигацию, основываясь на индивидуальном стиле обучения. Описываются два класса адаптации, применяемых в этих системах: адаптация на уровне содержания, называемая адаптивным представлением, которая включает методы и техники, адаптирующие содержание документа или стиль текста, и адаптация на уровне гиперссылок, называемая адаптивной навигационной поддержкой или адаптивной навигацией, которая адаптирует навигацию и ориентацию в гиперпространстве, изменяя вид и структуру гиперссылок. Приводятся различные методы и техники адаптивного представления и адаптивной навигации.

**Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
A. P. Ershov Institute of Informatics Systems**

**T.A. Volyanskaya  
Adaptive courseware generation in  
Intelligent e-learning tutoring systems  
Part 1**

**Preprint  
183**

**NOVOSIBIRSK 2019**

Reviewed by Dr. E. V. Kasyanova

The preprint is devoted to the problems of adaptivity realization in intelligent e-learning tutoring systems, namely the issues of adaptive courseware generation.

© A. P. Ershov Institute of Informatics Systems, 2019

## Введение

Препринт является первой частью обзора, посвященного вопросам реализации адаптивности в интеллектуальных системах дистанционного обучения, а именно вопросам адаптивного генерирования учебных курсов.

Первые компьютерные обучающие системы (англ. Computer Assisted Instruction systems, CAI) появились в 1960-х годах. Они предлагали учащимся задания и запоминали их ответы. В 1970-х были разработаны системы, изменяющие представление учебного материала в зависимости от ответов учащихся. Это было началом моделирования обучаемых, но пока только их поведения, а не знаний [73].

В 1982 году Слимэн и Браун (D. Sleeman, J.S. Brown) впервые ввели термин интеллектуальных обучающих систем (Intelligent Tutoring Systems (ITS)) [63].

В 1990 годах появился новый термин – электронное (дистанционное) обучение (e-learning), система обучения при помощи информационных и электронных технологий, таких как интернет-обучение, компьютеризированное обучение, виртуальные классы и электронное сотрудничество, предоставляющие доступ к образовательному контенту с использованием различных электронных средств информации. По сравнению с традиционным обучением, при котором преподаватель контролирует процесс преподавания и обучения, а также образовательный контент, электронное обучение ставит в центр самих учащихся, предоставляя им возможность учиться в интерактивном режиме, в своем собственном темпе, в простой, гибкой распределенной среде обучения [72].

Специальный класс дистанционных систем обучения – *интеллектуальные системы обучения* (англ. *Intelligent e-learning tutoring systems*) – являются результатом практического применения методов и средств искусственного интеллекта в области автоматизированного обучения и представляют собой новое поколение учебных систем. Интеллектуальные системы обучения предназначены улучшить процесс обучения в соответствии с индивидуальными характеристиками обучаемых, как и в случае традиционного репетиторства один на один. В процессе обучения в этих системах

используются специальные знания трех основных типов: знания о предмете изучения, знания о методах обучения и знания об учащемся [66], [85].

Предполагалось, что интеллектуальные системы обучения займут лидирующее место среди адаптивных систем обучения. Однако этого не произошло из-за их негибкости и высокой стоимости разработки. Для успешной реализации гибкого, динамичного, персонализированного учебного курса в интеллектуальных системах обучения необходимо определить архитектуру, обеспечивающую четкое различие между «механизмом адаптации», динамически генерирующим учебный курс, и «содержимым», используемым для генерирования этого персонализированного учебного курса [22].

Самая важная особенность репетиторства один на один состоит в том, что преподаватель способен адаптировать процесс обучения и преподавания к учащемуся, принимая во внимания его индивидуальные особенности. Не всегда возможно реализовать репетиторство в процессе обучения, однако, были предложены такие формы обучения, которые позволяют достичь приблизительно равной эффективности, используя различные методы и средства адаптации. Методы и средства обучения, ориентированные на потребности отдельных учащихся, называют *адаптивным обучением* [20, 40, 41, 98, 100, 101].

Характеристики учащихся, к которым может быть адаптировано обучение, называются *«предпочтениями»* или *«способностями»* (*aptitudes*). Проблеме соотношения уровня способностей учащихся и подбору соответствующих стратегий обучения посвящена отдельная область исследований, имеющая название *aptitude-treatment interaction* (*ATI*), что можно перевести как «взаимодействие и взаимосвязь уровня способностей учащихся и стратегий обучения» [21].

Некоторые стратегии обучения более или менее эффективны для различных учащихся в зависимости от их индивидуальных способностей. *ATI* предполагает, что можно достичь оптимального результата в том случае, когда метод обучения точно соответствует способностям учащегося [64].

Индивидуальными стилями обучения принято называть способы, при помощи которых человек получает, обрабатывает и хранит информацию. Очевидно, что у учащихся бывают различные сильные

стороны и предпочтения. Одни лучше работают с конкретной информацией, другие – с абстрактной теорией, одни лучше усваивают новое в виде рисунков, диаграмм, таблиц, другие – в виде словесных описаний. В общих чертах, теория стилей обучения основывается на том факте, что разным людям подходят различные стили обучения, и процесс обучения будет эффективным, если им будут даны подходящие инструкции, адаптированные к их стилю обучения [87].

Появившиеся в последнее время адаптивные гипермедиа-системы существенно повышают возможности обучающих систем. Целью адаптивных систем является персонализация гипермедиа-системы, ее настройка на особенности индивидуальных пользователей. Поддержка адаптивных методов в гипермедиа-системах оказывается весьма полезной в тех случаях, когда имеется одна система, обслуживающая множество пользователей с различными целями, уровнем знаний и опытом, и когда лежащее в ее основе гиперпространство относительно велико. Поэтому области применения адаптивной гипермедиа выходят далеко за границы обучающих систем и включают, например, такие, казалось бы, далекие от обучения области применения гипермедиа-систем, как открытые адаптивные виртуальные музеи [38,39,40,41,91, 92, 93, 94, 95,97,98,99,100,101].

В современных условиях в связи с развитием электронных информационно-образовательных ресурсов и сетевых технологий возрастает потребность разработки и создания адаптивных электронных учебных курсов в интеллектуальных системах дистанционного обучения.

Целью данной работы является исследование методов и средств реализации адаптивности в интеллектуальных системах дистанционного обучения, а именно вопросов адаптивного генерирования учебных курсов.

В первой главе рассматриваются интеллектуальные системы обучения, описывается традиционная архитектура современных систем обучения, включающая модуль эксперта, модуль обучаемого, модуль преподавателя и модуль взаимодействия. Далее вводится понятие адаптивного обучения, ориентированного на потребности отдельных учащихся, описывается новый класс систем дистанционного обучения, адаптивных систем, в которых процесс обучения и проверки знаний адаптируется, основываясь на индивидуальных характеристиках

учащихся, таких как априорные знания и предпочтения, стили обучения, когнитивные способности и т.п. Далее рассматриваются два основных подхода к реализации адаптивности: макро-адаптация и микро-адаптация.

Вторая глава посвящена теории стилей обучения, основанной на адаптации процесса обучения в соответствии с индивидуальными стилями обучения, под которыми понимаются различные способы получения, обработки и хранения информации учащимися. Описываются следующие модели, учитывающие индивидуальные стили обучения: модель Колба, модель Хани-Мамфорда, модель Фелдера-Сильверман, модель когнитивных характеристик и таксономия Блума.

Модель Колба представляет собой циклическую четырехступенчатую эмпирическую модель процесса обучения и усвоения новой информации. Цикл обучения по Колбу состоит из следующих четырех стадий: приобретение конкретного опыта, рефлексивное наблюдение, абстрактная концептуализация и активное экспериментирование. Таким образом, теория Колба определяет четыре различных стиля познания, зависящих от способа получения и обработки информации: аккомодационный, дивергентный, ассимиляционный и конвергентный.

Модель Хани-Мамфорда представляет собой модифицированную модель Колба и включает следующие стадии цикла обучения: получение опыта, рассмотрение, теоретизирование и планирование. Стили обучения в модели Хани-Мамфорда напрямую связаны с вышеперечисленными стадиями и названы следующим образом: активист, мыслитель, теоретик и прагматик.

Модель Фелдера-Сильверман строится на основе способов получения и обработки информации учащимися и основана на четырех факторах с двумя противоположными значениями: способе восприятия информации (сенсорный или интуитивный), способе представления информации (визуальный или вербальный), способе обработки информации (активный или рефлексивный) и способе организации информации (последовательный или целостный).

Модель когнитивных характеристик основана на адаптации процесса обучения к когнитивным характеристикам, относящимся к общим познавательным способностям учащихся: объеме рабочей памяти,



способности к индуктивному рассуждению, способности к ассоциативному обучению и скорости обработки информации.

Таксономия Блума представляет собой иерархию учебных целей, описывающих уровни мышления и вытекающие отсюда задачи обучения. Она является самой известной моделью, описывающей процесс мышления, и включает шесть навыков мышления, структурированных от самого базового до самого продвинутого уровня. Таксономия Блума основана на том, что цели обучения напрямую зависят от иерархии мыслительных процессов учащихся, так называемых «элементов» таксономии Блума: запоминание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка.

В третьей главе рассматриваются адаптивные обучающие гипермедиа-системы, реализующие адаптивное представление и адаптивную навигацию, основываясь на индивидуальном стиле обучения. Рассматриваются два класса адаптации, применяемых в этих системах: адаптация на уровне содержания, называемая адаптивным представлением, которая включает методы и техники, адаптирующие содержание документа или стиль текста, и адаптация на уровне гиперссылок, называемая адаптивной навигационной поддержкой или адаптивной навигацией, которая адаптирует навигацию и ориентацию в гиперпространстве, изменяя вид и структуру гиперссылок. Описываются различные методы и техники адаптивного представления и адаптивной навигации.

Читатели, желающие более подробно ознакомиться с темой реализации адаптивности в интеллектуальных системах дистанционного обучения и адаптивного генерирования электронных учебных курсов, могут обратиться к общему списку литературы, который размещен в конце первой и второй части препринта.

# 1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Специальный класс дистанционных систем обучения – *интеллектуальные системы обучения* (англ. *intelligent e-learning tutoring systems*) – являются результатом практического применения методов и средств искусственного интеллекта в области автоматизированного обучения и представляют собой новое поколение учебных систем. Интеллектуальные системы обучения предназначены улучшить процесс обучения в соответствии с индивидуальными характеристиками обучаемых, как традиционное репетиторство один на один. В процессе обучения в этих системах используются специальные знания трех основных типов: знания о предмете изучения, знания о методах обучения и знания об учащемся [66], [85].

## 1.1. Традиционная архитектура интеллектуальных систем обучения

Традиционная архитектура современных интеллектуальных систем обучения состоит из четырех компонентов: модуля эксперта, модуля обучаемого, модуля преподавателя и модуля взаимодействия [13].

Модуль эксперта (*Expert module*) выполняет две важные функции – служит источником знаний для учащихся и критерием для оценки успеваемости учащихся. Модуль эксперта – центральный в ИСО, поскольку содержит базу знаний предметной области [1].

Модуль обучаемого (*Student module*) регистрирует понимание или непонимание учащимся знаний предметной области, т.е. содержит данные об успеваемости учащегося. Термин «модель обучаемого» (*Student model*) был впервые введен Слимэном и Брауном в 1982 г. для описания абстрактного представления учащихся [63].

Существует три основных типа моделей обучаемого [92]:

- (1) **оверлейная модель** (*Overlay model*), описывающая знания учащегося, как подмножество знаний эксперта;
- (2) **разностная модель** (*Differential model*), описывающая различия между знанием учащегося и знанием эксперта;

(3) **пертурбационная модель** (*Perturbation model*), отражающая непонимание учащимся экспертных знаний.



Рис.1. Традиционная архитектура интеллектуальных систем обучения

Наиболее простой для реализации является *оверлейная модель*. Она строится в предположении, что знания обучаемого и знания системы имеют аналогичную структуру, при этом знания обучаемого являются подмножеством знаний системы. Каждому элементу знаний предметной области добавляется числовой атрибут, показывающий степень понимания учащимся материала по этой теме. Значение этого атрибута определяются в ходе опроса обучаемого.

Более сложная стратегия предложена для *разностной модели*. При построении этой модели система анализирует ответы учащегося и сравнивает их с теми знаниями, которые заложены в системе, и которыми пользуется эксперт при решении подобных задач. Различия между этими знаниями и ложатся в основу модели обучаемого. Эта модель позволяет учитывать не только отсутствие знаний у учащегося, но и неправильное их использование.

*Пертурбационная модель* строится в предположении, что знания учащегося и знания системы могут частично не совпадать. В этом случае важной предпосылкой построения такой модели является определение причин расхождений. Различают следующие причины расхождений:

- 1) недостаток знаний (учащийся не обладает знаниями, достаточными для того, чтобы правильно выполнить то или иное контрольное задание);
- 2) ошибочные знания (знания учащегося противоречат базе знаний системы);
- 3) неверное использование знаний (учащийся владеет необходимыми знаниями, но не умеет их правильно применять);
- 4) случайные ошибки (ошибки в вычислениях или ошибки, порожденные невнимательным чтением формулировок заданий и вариантов ответов);
- 5) умышленные ошибки (ошибки, возникающие, когда учащийся использует какую-либо «стратегию» ответа на контрольные задания, например, всегда выбирает только первый вариант ответа).

*Модуль преподавателя (Tutor module)* тесно связан с модулем обучаемого и принимает решения о том, как обучать каждого учащегося индивидуально. Модуль преподавателя должен выполнять три функции: (1) контролировать выбор и порядок предоставления учебных материалов, (2) отвечать на вопросы учащегося, (3) распознавать, когда и какая помощь нужна учащемуся. Эти задачи, решаемые модулем преподавателя, называются *сценариями обучения* [62].

*Модуль взаимодействия (Communication module)* контролирует взаимодействие между системой и обучаемым. Взаимодействие может быть реализовано через диалоговый и графический интерфейс пользователя [87].

## 1.2. Адаптивные системы

*Адаптивные системы (Adaptive Systems, AS)* – системы, которые могут изменять свою структуру, функциональность или интерфейс таким образом, чтобы приспосабливаться к различным, изменяющимся со временем, потребностям отдельного пользователя или групп пользователей [4].

Различают *адаптируемые (Adaptable)* системы, которые позволяют пользователю (обучаемому) изменять некоторые параметры и соответственно адаптировать свое поведение, и *адаптивные (Adaptive)* системы, которые автоматически адаптируются к пользователю, основываясь на своих предположениях о нем [57],[94].

Адаптивные системы и дистанционное обучение определяют новый класс систем – *адаптивные системы дистанционного обучения (Adaptive E-learning Systems)*, которые изменяют процесс изучения, обучения и проверки знаний учащегося, основываясь на его индивидуальных характеристиках [10], [67]. Таким образом, они адаптируют выбор и представление учебного материала в соответствии со знаниями, потребностями, когнитивными характеристиками, стилями обучения, априорными знаниями и предпочтениями учащегося. Иногда они называются также *адаптивными системами обучения (Adaptive Educational Systems, AES)* [8].

Два наиболее известных класса адаптивных систем дистанционного обучения, это *интеллектуальные системы обучения (Intelligent Tutoring Systems, ITS)*, которые адаптируются к характеристикам учащихся, ориентированных на знания (цели, знания, опыт), и *адаптивные обучающие гипермедиа-системы (Adaptive Educational Hypermedia Systems, AEHS)*, которые адаптируются в основном к стилям обучения.

Существует два основных подхода для реализации адаптивности: макро-адаптация и микро-адаптация [65].

*Макро-адаптация* происходит перед процессом обучения: вначале собираются данные о когнитивных способностях учащегося, а затем они используются для принятия решения о выборе типа среды обучения и метода обучения, наиболее подходящих при таких способностях.

Напротив, *микро-адаптация* происходит во время процесса обучения. Она заключается в изменении содержания, а не способа представления. Эти решения основываются на сравнении текущих знаний учащихся со знаниями, которые они должны иметь после окончания процесса обучения. Когда учащиеся демонстрируют недостаток знаний, новая или предшествующая информация представляется повторно, а в том случае, если учащиеся демонстрируют хорошее знание, разрешается пропуск некоторых частей.

Некоторые стратегии обучения в разной степени эффективны для различных учащихся в зависимости от их индивидуальных способностей. АТИ предполагает, что можно достичь оптимального результата в случае, когда метод обучения точно соответствует способностям учащегося [64].

*АТИ модель* для генерирования адаптивного учебного курса включает восемь этапов [16]:

- 1) идентифицировать цели,
- 2) специфицировать характеристики задачи,
- 3) идентифицировать начальное множество характеристик учащихся,
- 4) выбрать самые важные характеристики учащихся,
- 5) проанализировать учащихся в целевой группе,
- 6) выбрать желательное изменение (в успеваемости учащихся),
- 7) определить, как адаптировать обучение,
- 8) разработать альтернативные методы обучения.

Существует много различных характеристик учащихся, к которым адаптируются системы обучения, такие как знания, стили обучения, когнитивные характеристики, предпочтения и т.д. Два более важных подхода в реализации адаптивности в системах обучения, это адаптация к *стилям обучения* и адаптация к *когнитивным характеристикам* [45].

## 2. ТЕОРИЯ СТИЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ

*Индивидуальными стилями обучения* принято называть способы, при помощи которых человек получает, обрабатывает и хранит информацию. Очевидно, что учащиеся имеют различные сильные стороны и предпочтения. Одни лучше работают с конкретной информацией, другие – с абстрактной теорией, одни лучше усваивают новое в виде рисунков, диаграмм, таблиц, другие – в виде словесных описаний. В общих чертах, теория стилей обучения основывается на том факте, что разным людям подходят различные стили обучения, и процесс обучения будет эффективным, если им будут даны подходящие инструкции, адаптированные к их стилю обучения [87].

### 2.1. Модель Колба

Заслуга первых исследований в области стилей обучения принадлежит американскому ученому Дэвиду Колбу (David Kolb), который в 1984 году построил циклическую четырехступенчатую *эмпирическую модель процесса обучения* и усвоения человеком новой информации (*Kolb's Experiential Learning Model*) [43].

Первая ступень, согласно Колбу, – это приобретение непосредственного, *конкретного опыта* (*Concrete Experience*), который дает материал для второй ступени, *рефлексивного наблюдения* (*Reflective Observation*), в ходе которого учащийся обдумывает, что он только что узнал. Затем следует третья ступень, *абстрактная концептуализация* (*Abstract Conceptualization*) – это стадия теоретического обобщения, осмысления новых знаний, добавления новой информации и установления взаимосвязей. Четвертая стадия, *активного экспериментирования* (*Active Experimentation*) – это экспериментальная проверка новых знаний и самостоятельное применение на практике, перевод знаний в умения и навыки.

Процесс обучения может начинаться с любой стадии. Он протекает циклически – до тех пор, пока не сформируется требуемый навык.

## Цикл Колба

Kolb's Experiential Learning Cycle

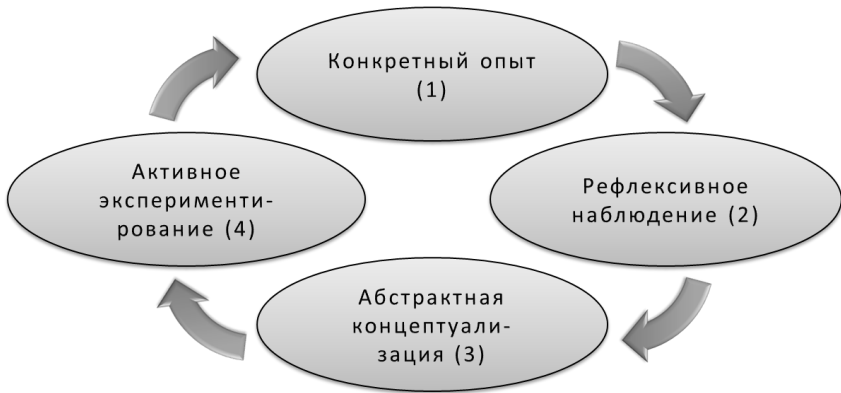


Рис. 2. Цикл Колба

Теория циклов обучения (*Kolb's Experiential Learning Cycle*) и стилей познания Колба (*Kolb's Learning Styles Model*) основывается на том, что при получении информации учащийся обращает внимание и усваивает одни виды информации в большей степени, чем другие. Подобные стратегии информационного выделения и игнорирования образуют характерный стиль восприятия и обработки информации, называемый *стилем познания*.

*Стиль познания* в теории Колба имеет два основных измерения: способ восприятия и сбора информации (конкретный опыт противопоставляется здесь абстрактной концептуализации) и способ реакции и обработки информации (рефлексивное наблюдение противопоставляется здесь активному экспериментированию).

Что касается способа сбора информации, некоторые учащиеся предпочитают получать информацию посредством конкретного, реального опыта. Оптимальным условием для их обучения является их непосредственное участие в опыте. Другие, напротив, лучше усваивают абстрактную, символическую или теоретическую информацию. Наилучшим условием для их обучения является представление им идей и теорий и возможности их логического анализа и осмысления. Такие



учащиеся склонны к абстрактной концептуализации. Учащиеся, склонные к конкретике, предпочитают взаимодействовать с людьми, а абстрактные концептуалисты получать информацию из книг.

### Эмпирическая модель обучения (Experiential Learning Model, David A. Kolb, 1984)



Рис.3. Эмпирическая модель обучения Колба

Второе измерение относится к стратегиям интерпретации и оценки информации, а также реакции на нее. К примеру, некоторые учащиеся, получив какую-то информацию, начинают рассматривать ее с различных сторон, размышлять и анализировать. Они склонны к рефлексивному наблюдению. Для них характерно избегание быстрых решений, стремление взвешивать и только после этого реагировать на информацию. Напротив, учащиеся, склонные к активному экспериментированию, реагируют на информацию едва ли не мгновенно. Они оценивают новую информацию опытным путем, пытаются использовать ее на практике в конкретных ситуациях и для

решения конкретных проблем, формулируют альтернативные гипотезы относительно направлений применения.

Таким образом, теория Колба определяет четыре различных стиля обучения: *аккомодационный*, *дивергентный*, *ассимиляционный* и *конвергентный*. Каждый стиль обучения представляет собой комбинацию двух предпочитаемых способов получения и обработки информации.

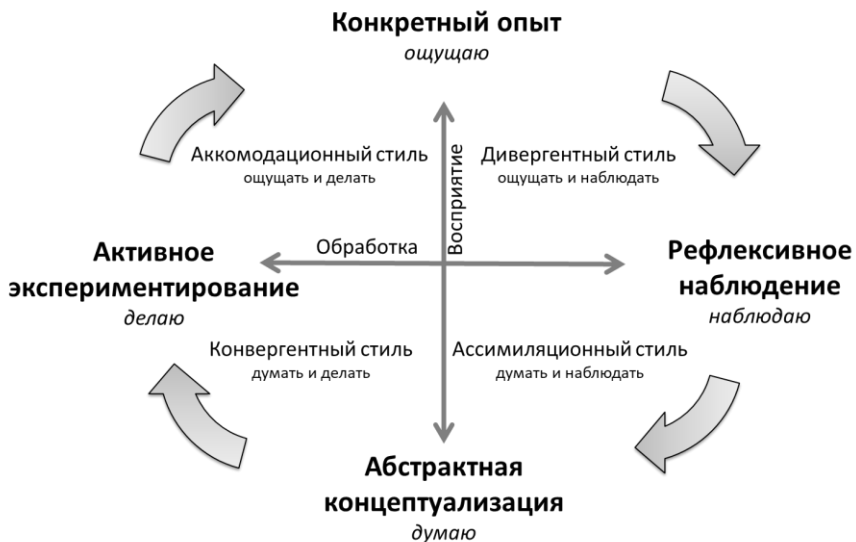


Рис.4. Модель стилей обучения Колба

Для *аккомодационного стиля* (*Accommodating learning style*) познания характерно получение информации посредством конкретного опыта и обработка информации посредством активного экспериментирования. Люди с этим стилем познания способны обучаться на конкретном опыте. Они четко планируют свою деятельность и любят экспериментировать с чем-то новым и содержащим вызов. Оптимальная сфера деятельности для них – сфера практического жизненного опыта. Они предпочитают заниматься участием в реальных проектах,

постановкой целей, распределением заданий, а также опытной проверкой различных подходов к решению проблемы. В обучении предпочитают совместно выполнять задания, достигать целей, решать практические задачи.

Для *дивергентного стиля познания (Diverging learning style)* характерно получение информации посредством конкретного опыта и обработка информации посредством рефлексивного наблюдения. Люди с подобным стилем познания уверенно чувствуют себя в ситуациях, требующих генерации новых идей и выработки альтернативных перспектив. Они предпочитают заниматься творческой деятельностью, поиском всевозможной информации и проведением «мозговых штурмов». Отличаются развитым воображением и необычайной широтой интересов, эмоциональностью и стремлением к работе в группах.

Для *ассимиляционного стиля (Assimilating learning style)* характерно рефлексивное наблюдение и абстрактная концептуализация. Люди с таким стилем познания предпочитают работать с абстрактными идеями и концепциями, широко применяя методы индукции. Они способны к обработке больших объемов информации и изложения ее в точной, компактной и логичной форме, создании теоретических моделей. Они предпочитают работать в сфере науки, заниматься деятельностью, основным элементом которой является поиск и анализ информации.

Для *конвергентного стиля (Converging learning style)* характерна абстрактная концептуализация и активное экспериментирование. Лица, которым присущ этот стиль, склонны к экспериментированию с новыми идеями и сильны в применении на практике идей и теорий. Они предпочитают работать в инженерной и технологической сферах, заниматься практическими приложениями результатов исследований, решением практических и технических задач. Им свойственен дедуктивный способ мышления. В обучении они предпочитают практические эксперименты и лабораторные задания.

## 2.2. Модель Хани-Мамфорда

Развивая идеи Дэвида Колба, в 1986 году британские ученые Питер Хани (Peter Honey) и Алан Мамфорд (Alan Mumford) модифицировали эмпирическую модель обучения Колба. Стадии цикла обучения были переименованы в соответствии с управленческим опытом решения проблем и принятия решений: получение опыта (Experiencing), рассмотрение опыта (Reviewing), получение выводов из опыта (теоретизирование) (Theorizing) и планирование следующих шагов (Planning). Как правило, в общем цикле эмпирического обучения люди начинают обучение с предпочитаемого ими стиля. Стили обучения были напрямую связаны с вышеперечисленными стадиями и названы следующим образом: активист (Activist), мыслитель (Reflector), теоретик (Theorist) и прагматик (Pragmatist) [35].

Каждому из них присущи свои сильные и слабые стороны, свои особенности поведения, требования к процессу обучения и к другим его участникам. Учащиеся, предпочитающие тот или иной стиль в «чистом» виде, встречаются достаточно редко; как правило, у каждого в большей или меньшей степени представлены элементы всех стилей. Но именно доминирующие тенденции определяют и особенности процесса обучения и реакцию обучаемого на определенные методы преподавания.

*Активисты* предпочитают получать знания на основании своего опыта методом проб и ошибок. Они имеют широкие взгляды, с энтузиазмом относятся ко всему новому. Для них характерна тенденция сначала – действовать, а потом уже думать о последствиях. Активисты общительны, активны, непредсказуемы, не склонны к скептицизму.

*Активисты* лучше обучаются, когда существуют новые ситуации, проблемы, задачи, на которых можно учиться. Происходят быстрые изменения, и приходится иметь дело с разнообразными задачами. Можно свободно генерировать идеи без необходимости подчиняться правилам. Когда в процессе обучения необходимо умение проявлять инициативу и активно действовать.

*Мыслители* предпочитают рассматривать проблему и ситуацию с разных точек зрения, «отстраненно», тщательно продумывая и оттягивая, насколько возможно, окончательный вывод. Прежде чем

принять решение, предпочитают рассмотреть все возможные аспекты проблемы и собрать как можно больше информации. Они предпочитают наблюдать, а не действовать. Мыслители осторожны, вдумчивы и осмотрительны, немногословны в дискуссиях.

*Мыслители* лучше обучаются, когда существует возможность для тщательного наблюдения и обдумывания; когда есть достаточно времени, чтобы подумать, прежде чем действовать, подготовиться, прежде чем выступать; когда в процессе обучения требуется провести тщательное исследование, т.е. собрать информацию, исследовать проблему; когда можно принимать решение в собственном ритме, без давления извне и жестких окончательных сроков.

## Модель Хани-Мамфорда

(Honey & Mumford Learning Model, 1986)

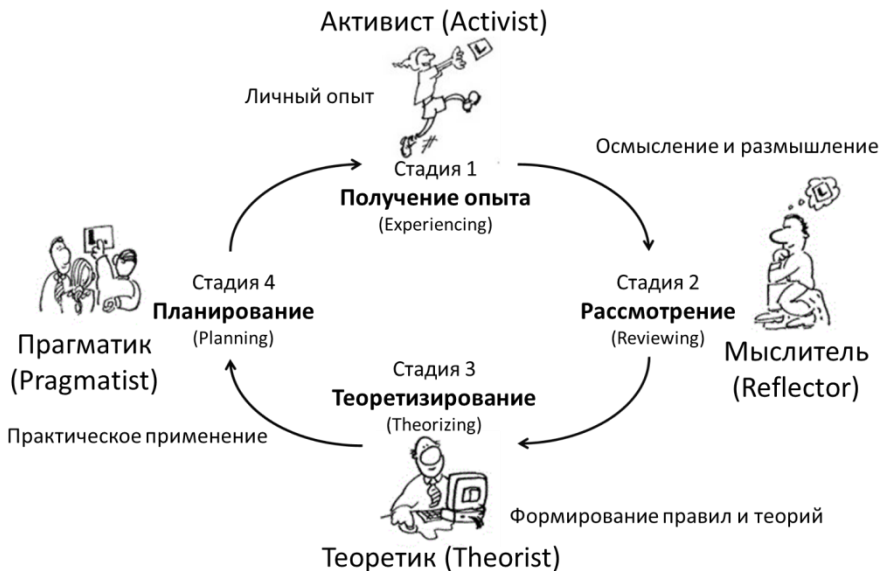


Рис.5. Модель Хани-Мамфорда

*Теоретики* предпочитают получать знания структурированно, читать и глубоко разбираться в теории. Они систематизируют свои наблюдения,

объединяют разрозненные факты в стройную теорию; решают проблемы на основе формальной логики, шаг за шагом, последовательно и планомерно; любят анализировать, склонны к системному мышлению, ценят рациональность и логику; стремятся к максимально возможной определенности, к совершенству и порядку во всем.

*Теоретики* лучше обучаются, когда обучение структурировано и имеет четко сформулированные идеи. Основной акцент в процессе обучения делается на рациональность и логику. Объект обучения дается в контексте систем, моделей, теории. Им необходимо достаточно времени для методичного исследования связей между идеями, событиями, ситуациями.

*Прагматики* в основном обучаются в процессе деятельности и основное внимание уделяют практике, а не теории. Они любят экспериментировать, стремятся проверить новые идеи на практике, быстро и уверенно работают над идеями, которые их привлекли. Прагматики рассматривают проблемы и возможности, как брошенный им вызов, и верят в существование оптимального способа действий. Они хотят заниматься делом и не терпят долгих дискуссий и размышлений.

*Прагматики* лучше обучаются, когда существует очевидная связь между изучаемым предметом и проблемами, решаемыми в жизни: когда в процессе обучения демонстрируются техники, позволяющие получить конкретные практические результаты, когда можно опробовать новые методы на практике под руководством опытного наставника, когда существует возможность немедленного практического применения изучаемого.

### 2.3. Модель Фельдера-Сильверман

Самая известная классификация стилей обучения – это *модель Фельдера-Сильверман (Felder-Silverman model)*, предложенная американскими ученым Ричардом Фельдером (Richard Felder) и психологом Линдой Сильверман (Linda Silverman) в 1988 году [27]. Она строится на основе способов получения и обработки информации учащимися и основана на четырех факторах с двумя противоположными значениями:

- способ восприятия информации: сенсорный/интуитивный (sensing/intuitive);
- способ представления информации: визуальный/вербальный (visual/verbal);
- способ обработки информации: активный/рефлексивный (active/reflective);
- способ организации информации: последовательный/целостный (sequential/global).



Рис. 6. Модель Фельдера-Сильверман

*Сенсорный и интуитивный способ восприятия информации.* Учащиеся с сенсорным способом восприятия информации обладают конкретным мышлением, хорошо умеют работать с фактами и деталями, проводить эксперименты, используя при этом уже известные проверенные методы. Учащиеся с интуитивным способом восприятия, напротив, обладают

абстрактным мышлением, предпочитают иметь дело с понятиями, идеями, теориями, отдают предпочтение инновационным подходам в обучении.

*Визуальный и вербальный способ представления информации.* Для учащихся, предпочитающих графики, диаграммы, рисунки, видео, анимации и вебинары, требуется визуальное представление информации. Если, к примеру, им объяснить правило, не подкрепив его графической схемой или рисунком, они могут не усвоить его. Напротив, учащиеся, отдающие предпочтение вербальному способу представления информации в устном и письменном виде, читая, проговаривая и записывая. Они предпочитают устные и письменные объяснения, иначе говоря, словесные описания, а не изображения.

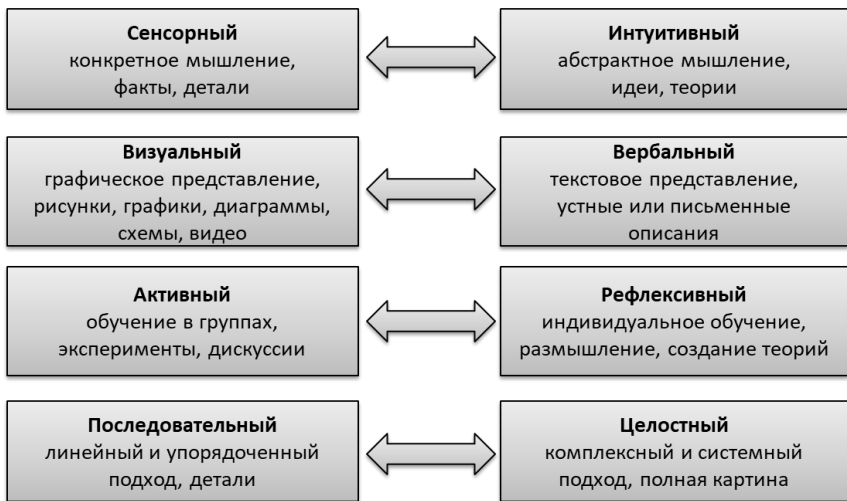


Рис. 7. Характеристики стилей обучения

*Активный и рефлексивный способ обработки информации.* Учащиеся, которым свойственен рефлексивный способ обработки информации, лучше воспринимают новый учебный материал в спокойной обстановке, предпочитают работать в одиночку, обдумывая при этом каждый свой шаг. Активные учащиеся, напротив, усваивают материал во время споров и дискуссий, в группе из нескольких человек, поэтому



в дистанционном обучении для них важно наличие чатов и вебинаров. Они предпочитают сначала делать, а лишь потом оценивать результат.

*Последовательный и целостный способ организации информации.* Учащиеся, усваивающие информацию постепенно, пошагово, используя логику и линейные рассуждения, отдают предпочтение последовательному способу организации информации при обучении. Представление учебного материала для них должно быть непрерывным. Напротив, учащиеся, склонные к целостному восприятию информации, предпочитают системный подход, они видят полную картину, интегрируя и синтезируя отдельные знания. Они обучаются более стремительными темпами, сложные задачи любят решать нестандартными методами. Они могут овладеть тонкостями предмета, только если понимают, как представляемый материал соотносится с тем, что они уже знали и изучали ранее, то есть пока они не охватят полную картину изучаемой темы.

## 2.4. Модель когнитивных характеристик

Другой подход, применяемый в адаптивных системах обучения – это адаптация к когнитивным способностям учащегося, как принято в *модели когнитивных характеристик (Cognitive Trait Model, СТМ)* [42].

Это четыре когнитивных способности: объем рабочей памяти, способность к индуктивному рассуждению, способность к ассоциативному обучению и скорость обработки информации. Эти когнитивные способности, характеризующие общую познавательную способность учащегося, называются *когнитивными характеристиками*. Адаптация в этом контексте гарантирует, что познавательные способности учащегося не будут перегружены.

*Объем рабочей памяти* – определяющая способность «держать в уме» небольшие фрагменты информации, необходимые для сиюминутной мыслительной деятельности, например, для решения логической задачи или осознания сложной информации. *Способность к индуктивному рассуждению* – способность получать общие заключения из конкретных, или частных, суждений. *Способность к ассоциативному обучению* – способность устанавливать связи между новыми и уже известными понятиями. *Скорость обработки информации* – это

когнитивная способность, которая может быть определена как время, необходимое человеку для решения умственной задачи. Этот навык связан со скоростью, с которой человек улавливает информацию и реагирует на неё, как с помощью зрения (через буквы и цифры), так и с помощью слуха (речь) или движения. Т.е. скорость обработки информации – это время между получением стимула и ответом на него.

Одна из интеллектуальных систем обучения, в которой применяется модель когнитивных характеристик – Marginal Costing Adaptive Learning Modules (MCALM) [45].

## 2.5. Таксономия Блума

Вопросы выявления, измерения и оценки уровня сформированности у учащихся знаний, умений и навыков в настоящее время являются одними из центральных в практике обучения. Если цель обучения определяет, что должен знать, уметь обучаемый, то задачи обучения отвечают на вопрос, как двигаться к цели.

В рамках образовательной технологии американским психологом методов обучения Бенджамином Блумом (Benjamin Samuel Bloom) в 1956 г. была создана первая таксономия целей обучения [6]. При этом Б. Блум и Д. Кратволь разделили цели обучения на три области: когнитивную (требования к освоению содержания предмета), психомоторную (развитие двигательной, нервно-мышечной деятельности) и аффективную (эмоционально-ценностная область, отношение к изучаемому).

Таксономия Блума предоставляет четкую и стабильную основу для разработки адаптивных обучающих систем. Она является самой известной моделью, описывающей процесс мышления, и включает шесть навыков мышления, структурированных от самого базового до самого продвинутого уровня.

В своем фундаментальном труде «Таксономия учебных целей: сфера познания» Блум попытался сконструировать иерархию учебных целей, охватывающих когнитивную область, которая шаг за шагом описывала бы уровни человеческого мышления и вытекающие отсюда задачи обучения. С точки зрения Блума, цели обучения напрямую зависят от иерархии мыслительных процессов, их еще называют элементами

таксономии Блума: *знание (knowledge), понимание (comprehension), применение (application), анализ (analysis), синтез (synthesis) и оценка (evaluation)* [6].

Этот список мыслительных процессов иерархически организован, начиная с самого простого, припоминания знания, до наиболее комплексного, состоящего в выработке суждений о ценности и значимости той или иной идеи.

Большинство мыслительных процессов, характерных для учебной деятельности в традиционной школе, соответствуют уровням знания или понимания, они являются наиболее распространенными из мыслительных умений. Они служат базой или фундаментом, на котором строятся все мыслительные умения более высокого порядка. С каждым последующим уровнем мыслительные умения становятся более сложными и используются реже.

## Таксономия Блума (Bloom's Taxonomy, 1956)



Рис. 8. Таксономия Блума

На первом, самом низшем уровне, *уровне знания (Knowledge Level)*, деятельность учащегося сводится лишь к запоминанию и воспроизведению изучаемого материала. Речь идет о запоминании и воспроизведении конкретных фактов, методов и процедур, основных понятий, правил, принципов, целостных теорий. Соответственно каждому уровню с помощью определенных глаголов может предлагаться набор задач. Так, например, для уровня знания подойдут задачи, начинающиеся с глаголов *запомните, повторите, перечислите, назовите, напишите, определите, выучите* и т.д.

Второй уровень, *уровень понимания (Comprehension Level)*, заключается в умении понимать значение, перефразировать главную мысль. Понимание достигается путем объяснения, описания, определения, обсуждения, формулирования, иллюстрирования, демонстрации. Показателем понимания смысла изученного является способность устанавливать связь одного материала с другим, превращать его из одной формы выражения в другую, переводить из одной формы в другую (например, из текстовой в графическую, математическую и наоборот). Показателем понимания может также быть интерпретация материала учащимся (объяснение, краткое изложение), прогнозирование последствий, вытекающих из имеющихся данных.

Третий уровень, *уровень применения полученных знаний (Application Level)*, требует от учащегося умений использовать изученный материал в конкретных условиях и новых ситуациях. Сюда входит применение правил и методов, умение разбивать материал на составляющие понятий, законов, принципов, теорий. Задачи, нацеленные на применение знаний, формулируются с помощью глаголов *решать, планировать, объяснять, изображать, экспериментировать, тренироваться, показывать, использовать, учить, демонстрировать*.

*Уровень анализа информации (Analysis Level)* заключается в умении разбить материал на составляющие и выявить взаимосвязи между ними и принципы построения так, чтобы выявить структуру материала. Учебные результаты характеризуются осмыслением не только содержания учебного материала, но и его внутренней структуры. Учащийся, который хорошо овладел этой категорией учебных целей, видит ошибки в логике рассуждений, разницу между фактами и последствиями, оценивает значимость данных. Аналитические способности формируются заданиями с ключевыми глаголами

*исследовать, сравнивать, противопоставлять, разделять, интерпретировать, анализировать, группировать, отбирать, классифицировать* и т.д.

*Уровень синтеза (Synthesis Level)* направлен на формирование навыков обобщения, соединения идей для создания чего-то нового. Этот уровень состоит в умении комбинировать элементы, чтобы получить целое с новым системным свойством. Таким новым продуктом может быть разработка плана и возможной системы действий, получение системы абстрактных отношений и т.д. Способности к синтезу тренируются задачами, ориентированными на составление, сочинение, соединение, конструирование, воображение, формулирование, построение, изобретение.

*Уровень оценки полученных знаний (Evaluation Level)* призван формировать навыки мышления, которые помогают учащемуся делать суждения относительно ценности полученной информации. Этот уровень направлен на самостоятельную интеллектуальную деятельность и требует умения делать заключения на основе имеющихся данных и внешних критериев, оценивать, одобрять, поддерживать, рекомендовать, критиковать и делать выводы. Как категория учебных целей, она означает умение оценивать значение того или иного материала для конкретной цели. Суждения и умозаключения учащегося должны основываться на четких критериях. Учащийся оценивает логику построения материала в виде письменного текста, оценивает соответствие выводов данным и т.д.

По Блуму, каждый уровень этой когнитивной пирамиды базируется на предыдущем. В основе всего лежит знание, а наивысшей точкой как когнитивных способностей, так и целей обучения является способность к независимой оценке. Т.е. без знания невозможно понимание, без понимания невозможно использование, без освоения начальных уровней невозможен анализ и синтез, а без всего этого невозможна творческая оценка явлений и событий.

### 3. АДАПТИВНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ГИПЕРМЕДИА-СИСТЕМЫ

Адаптивные системы, реализующие стили обучения в процессе обучения, называются *адаптивными обучающими гипермедиа-системами (АОГС)*. Они адаптируют только представление к стилю обучения учащегося, но не используют эту информацию для решения о том, что представить учащемуся [3], [9].

Адаптивные обучающие гипермедиа-системы используют адаптивное представление и адаптивную навигацию, основываясь на индивидуальном стиле обучения [11].

На некотором уровне обобщения гипермедиа-системы состоят из набора узлов или гипердокументов (веб-страниц), связанных гиперссылками. Каждая страница содержит некоторую локальную информацию и ряд ссылок на связанные страницы. Кроме того, гипермедиа-системы могут включать индекс и глобальную карту, которые обеспечивают ссылки на все доступные страницы. Все, что может быть адаптировано в адаптивной гипермедиа, – это содержание обычных страниц (адаптация на уровне содержания) и гиперссылки с обычных страниц, страниц индексов и карт (адаптация на уровне гиперссылок). Адаптация на уровне содержания и гиперссылок рассматриваются как два различных класса адаптации гипермедиа. Первый называется *адаптивным представлением (Adaptive presentation)*, а второй – *адаптивной навигационной поддержкой* или *адаптивной навигацией (Adaptive navigation support)* [94].

Адаптивное представление адаптирует содержание документа или стиль текста. Адаптивная навигация обеспечивает учащимся ориентацию и навигацию в гиперпространстве, изменяя внешний вид контента, доступного по гиперссылкам.

#### 3.1. Адаптивное представление

Смысл методов адаптивного представления состоит в том, чтобы адаптировать содержание страницы, к которой обращается учащийся, к текущему знанию, целям и другим его характеристикам. Например, начинающему ученику могут потребоваться дополнительные

объяснения, в то время как продолжающему можно предоставить более детальную и сложную информацию. Адаптивное представление – общий термин для всех методов и техник, которые адаптируют содержание гипермедиа-страницы в соответствии с моделью обучаемого.

### **3.1.1 Методы адаптивного представления**

Содержание гипермедиа документа адаптируется к потребностям учащегося посредством сокрытия некоторой специализированной информации или добавления дополнительной информации. Основные методы адаптивного представления текста: дополнительные, предварительные и сравнительные объяснения, варианты объяснений и сортировка.

#### *Дополнительные объяснения (additional explanations)*

Цель метода дополнительных объяснений, наиболее популярного метода адаптации содержания – показать учащемуся те части информации об отдельном понятии, которые соответствуют его знаниям или целям, и скрыть те, которые не соответствуют.

Например, подробности нижнего уровня могут быть скрыты от учащихся с недостаточным уровнем знания этой темы, поскольку они не смогут их понять. Напротив, дополнительные пояснения, обычно требующиеся начинающим для понимания темы, могут быть скрыты от учащихся с хорошим уровнем знания этой темы, поскольку они больше в них не нуждаются. В общих чертах, вдобавок к основному представлению, некоторая категория учащихся может получить дополнительную информацию, которая специально подготовлена для этой категории, и не будет показываться учащимся других категорий.

#### *Предварительные объяснения (prerequisite explanations) и сравнительные объяснения (comparative explanations)*

Два других метода – предварительные (необходимые как условия) и сравнительные объяснения – изменяют представляемую о понятии информацию в зависимости от уровня знаний учащимся сходных (близких) понятий.

Первый метод основан на предварительных связях между понятиями. Идея в следующем: перед предоставлением объяснения понятия система добавляет объяснения всех понятий, предварительно необходимых для понимания этого понятия, которые еще не известны учащемуся.

Второй метод основан на отношении подобия (сходства) между понятиями. Смысл метода состоит в том, чтобы при объяснении нового понятия подчеркивать его связь с уже известными понятиями. Если понятие, сходное с представляемым понятием, уже известно, учащийся получает сравнительное объяснение, которое подчеркивает сходства и различия между текущим и сходным понятиями.

#### *Варианты объяснения (explanation variants)*

Очевидно, что для адаптации не всегда достаточно показа или сокрытия некоторых частей информации, поскольку различные учащиеся могут нуждаться в существенно различной информации. При использовании метода вариантов объяснения система хранит несколько различных вариантов объяснения отдельного понятия, и учащийся получает вариант, наиболее соответствующий своей модели.

#### *Сортировка (sorting)*

Метод, который может принимать во внимание как подготовку, так и уровень знаний учащегося – сортировка фрагментов информации о понятии. Фрагменты информации сортируются и отображаются на странице от наиболее до наименее релевантного подготовке и знанию учащегося.

### **3.1.2 Техники адаптивного представления**

Следующие техники используются для реализации перечисленных выше методов адаптивного представления текста.

#### *Условный текст (conditional text)*

Простая, но эффективная техника для адаптации содержания – технология условного текста. При использовании этой техники вся возможная информация о понятии разделена на несколько частей текста. Каждая часть связана с условием на уровне знания, представленного в модели обучаемого. При представлении информации



о понятии система показывает только те части текста, для которых условие истинно. Это техника нижнего уровня, требующая некоторой работы «программирования» от автора для установления всех требуемых условий. Выбирая соответствующие условия на уровне знаний текущего понятия и связанных понятий, представленных в модели обучаемого, можно реализовать все методы адаптации, перечисленные выше, за исключением сортировки. Простой пример – это сокращение частей текста с неподходящими объяснениями, если уровень знаний учащегося текущего понятия достаточно хорош, или включение части текста со сравнительными объяснениями, если соответствующее сходное понятие уже известно.

#### *Расширяющийся текст (stretchtext)*

Техника более высокого уровня, которая дополнительно может включать и выключать различные части текста в соответствии с уровнем знаний учащихся. Она основана на так называемом «расширяющемся» тексте (stretchtext), который является специальным видом гипертекста. В обычном гипертексте результатом активации ключевого слова является перемещение на другую страницу со связанным текстом. В stretchtext этот связанный текст может просто заменять активированное слово (или фразу с этим словом), расширяя текст текущей страницы. При необходимости этот расширенный, или «развернутый» текст может быть свернут обратно в слово. Каждый узел – stretchtext-страница, которая может содержать много «свернутых» слов. Идея адаптивного stretchtext-представления состоит в том, чтобы представить требуемую страницу со всеми stretchtext-расширениями, нерелевантными для учащегося, свернутыми, и всеми расширениями, релевантными для учащегося – развернутыми.

Важная особенность адаптивной stretchtext-техники состоит в том, что она позволяет и учащемуся, и системе адаптировать содержание отдельной страницы, и в том, что она может принимать во внимание и знания, и предпочтения учащегося. После произвольного представления stretchtext-страницы, она может быть далее адаптирована учащимся, который может сворачивать или разворачивать соответствующие объяснения и подробности в соответствии со своими предпочтениями. Модель обучаемого может обновляться в соответствии с демонстрируемыми им предпочтениями, чтобы гарантировать, что он всегда будет видеть предпочитаемую комбинацию сокращенных и

несокращенных частей. Например, если учащийся свернул дополнительные объяснения отдельного понятия, они будут показываться свернутыми до тех пор, пока он не изменит предпочтения.

*Варианты фрагмента (fragment variants) и варианты страницы (page variants)*

Метод вариантов объяснения может быть реализован с помощью техник вариантов фрагмента и вариантов страницы. Варианты фрагмента – более мелко модульная реализация метода вариантов объяснения. Система хранит несколько вариантов объяснения каждого понятия (варианты фрагментов), и учащийся получает страницу, содержащую те варианты, которые соответствуют его знанию о представленных понятиях. Техники вариантов страницы и вариантов фрагмента могут быть скомбинированы, например, для обеспечения адаптации и к подготовке, и к знанию учащегося. Текущий вариант страницы для конкретного узла выбирается согласно подготовке учащегося. Эта страница затем может быть адаптирована: для каждого понятия, представленного на странице, система выбирает объяснение, которое наиболее соответствует уровню знаний учащегося.

Варианты страницы – наиболее простая техника адаптивного представления. При использовании этой техники система хранит несколько вариантов страницы с различными представлениями ее содержания. Как правило, каждый вариант подготовлен для одного из возможных стереотипов учащихся. При представлении страницы система выбирает вариант страницы согласно стереотипу учащегося.

*Фреймовая техника (frame-based technique)*

Наиболее мощная из всех техник адаптации содержания – фреймовая (основанная на фреймовом представлении) техника. При использовании этой техники вся информация об отдельном понятии представлена в форме фрейма. Слоты фрейма могут содержать несколько вариантов объяснения понятия, связи с другими фреймами, примерами и т.д. При использовании технологии естественного языка страницы монтируются из маленьких информационных элементов подобно словам и частям предложений. Используются специальные правила представления для определения того, какие слоты должны быть представлены конкретному учащемуся и в каком порядке. Более точно, эти правила используются для выбора одной из существующих схем представления

(каждая схема – упорядоченное подмножество слотов), и схема используется для представления понятия. Могут применяться правила для вычисления «приоритета представления» для каждого слота, и затем подмножество слотов с высоким приоритетом представляется в порядке уменьшения приоритета. В своих условных частях эти правила могут ссылаться не только на уровень знаний пользователем представляемого понятия, но и на любую характеристику, представленную в модели пользователя. В частности, система может принимать во внимание подготовку учащегося.

Фреймовая техника может использоваться для реализации всех методов, упомянутых выше. Методы предварительных и сравнительных объяснений могут быть реализованы при помощи фреймовой техники, при этом соответствующие условия ставятся на уровне знаний связанных понятий.

## **3.2. Адаптивная навигация**

Смысл методов адаптивной навигационной поддержки состоит в том, чтобы помочь учащимся найти путь в гиперпространстве с помощью адаптации способа представления гиперссылок к целям, знаниям и другим характеристикам отдельного учащегося. Эти методы могут быть классифицированы согласно способу, который они используют для адаптации представления ссылок. Различаются шесть методов для адаптации представления ссылок: полное руководство (*direct guidance*), сортировка ссылок (*link sorting*), сокрытие ссылок (*link hiding*), аннотирование ссылок (*link annotation*), генерирование ссылок (*link generation*) и адаптация карты (*map adaptation*) [8], [94].

### **3.2.1 Методы адаптивной навигационной поддержки**

Техники адаптивной навигационной поддержки используются для достижения нескольких целей адаптации: обеспечить глобальное руководство, локальное руководство, локальную ориентацию, глобальную ориентацию и управление индивидуализированными представлениями в информационных пространствах.

### *Глобальное руководство (global guidance)*

Глобальное руководство можно обеспечить в гипермедиа-системах, в которых учащиеся имеют некоторую «глобальную» информационную цель (т. е. нуждаются в информации, которая содержится в одном или нескольких узлах где-нибудь в гиперпространстве) и просмотр – способ нахождения требуемой информации. Цель методов глобального руководства состоит в том, чтобы помочь учащемуся найти самый короткий путь к информационной цели с минимальным блужданием.

Наиболее полный метод обеспечения глобального руководства состоит в том, чтобы на каждом шаге просмотра предлагать учащемуся ссылку для дальнейшего перехода (т. е. применять технику полного руководства). Более поддерживающий метод состоит в применении техники адаптивной сортировки: все гиперссылки с данной страницы сортируются в соответствии с релевантностью глобальной цели (наиболее релевантные – сначала). При этом учащиеся все еще имеют возможность перехода по первой наиболее релевантной ссылке, но также имеют некоторую информацию (релевантность других ссылок), чтобы сделать свободный выбор.

### *Локальное руководство (local guidance)*

Цель методов локального руководства состоит в том, чтобы помочь учащемуся сделать один навигационный шаг, предлагая гиперссылки с текущей страницы, наиболее подходящие для перехода. Эта цель отчасти подобна цели глобального руководства, но более «скромна». Методы локального руководства не предполагают глобальную цель для обеспечения руководства. Они делают указание согласно предпочтениям, знанию и подготовке пользователя – что наиболее важно для данной прикладной области.

Методы, используемые в гипермедиа-системах обучения – это сортировка ссылок согласно знанию учащегося и полное руководство в соответствии со знанием учащегося. Последний метод обычно применяется для выбора наиболее подходящей задачи из набора задач, доступных из текущего пункта.

### *Поддержка локальной ориентации (local orientation support)*

Цель методов поддержки локальной ориентации состоит в том, чтобы помочь учащемуся в локальной ориентации (т. е. помочь понять, что

находится вокруг, и какова его относительная позиция в гиперпространстве). Существующие системы осуществляют поддержку локальной ориентации двумя различными способами: предоставляя дополнительную информацию о страницах, доступных с текущей (использование техники аннотирования), и ограничивая число навигационных возможностей для уменьшения познавательной перегрузки, позволив учащимся сфокусироваться на анализе наиболее релевантных гиперссылок (использование техники сокрытия).

Методы, основанные на технике сокрытия, имеют ту же самую идею: скрыть от учащегося все гиперссылки (или с индекса, или с локальной страницы), которые не подходят ему в данный момент, или, другими словами, показывать только релевантные гиперссылки (соответствующие знанию, цели, опыту или предпочтениям учащегося). Другой метод, основанный на опыте учащегося в данном гиперпространстве, состоит в том, чтобы показывать учащимся тем больше ссылок, чем больше опыта они имеют в гиперпространстве.

В гипермедиа-системах обучения применяются два специфических метода, основанных на технике сокрытия: смысл первого метода заключается в сокрытии гиперссылок к тем частям информации, которые учащийся не готов еще изучить, а второго – к тем, которые относятся к целям обучения последующих уроков.

Цель применения методов, основанных на технике аннотирования, состоит в том, чтобы дать учащемуся информацию о текущем «состоянии» документов за видимыми гиперссылками. Аннотирование может использоваться, чтобы показать несколько градаций релевантности гиперссылки или несколько уровней знания учащимся информации, содержащейся по аннотируемым гиперссылкам, а также чтобы выделить гиперссылки, соответствующие текущей цели, и затемнить несоответствующие.

Методы поддержки локальной ориентации не руководят учащимся непосредственно, но обеспечивают помощь в понимании того, что содержится за ближайшими ссылками, а также в принятии обоснованного навигационного выбора.

#### *Поддержка глобальной ориентации (global orientation support)*

Цель применения методов поддержки глобальной ориентации состоит в том, чтобы помочь учащемуся понять структуру всего

гиперпространства и свою абсолютную позицию в нем. В неадаптивной гипермедиа эта цель обычно достигается с помощью визуальных ориентиров и глобальных карт. Адаптивные гипермедиа могут обеспечить более существенную поддержку для учащегося благодаря техникам аннотирования и сокрытия.

Аннотации играют роль ориентиров: так как гиперссылка сохраняет свою аннотацию при просмотре из различных мест гиперпространства: учащийся легко может узнавать гиперссылки, которые он встречал прежде, и понимать свою текущую позицию. Сокрытие уменьшает размер видимого гиперпространства и может упростить и ориентацию, и обучение, обеспечивая постепенное изучение гиперпространства. Перспективное направление применения адаптивной поддержки глобальной ориентации – адаптация локальных и глобальных карт, когда сама структура карты может зависеть от характеристик учащегося.

#### *Управление индивидуализированными представлениями (managing personalized views)*

Индивидуализированные представления – способ организации электронного рабочего места для учащихся, которые нуждаются в доступе к достаточно небольшой части гиперпространства для своего обучения. Каждое представление – это просто список гиперссылок ко всем документам, которые соответствуют конкретной учебной цели. Классические гипермедиа-системы предлагают закладки и списки как способы создавать персональные представления. Более развитые системы предлагают механизмы адаптируемости более высокого уровня, основанные на метафорах и моделях обучаемого.

Адаптивные решения, т. е. управляемая системой поддержка индивидуализированных представлений, требуются в WWW-подобных динамических информационных пространствах, где объекты могут появляться, исчезать или изменяться. Для этого используются интеллектуальные агенты, которые могут регулярно искать новые релевантные объекты и распознавать измененные объекты или объекты с истекшим сроком хранения.

### 3.2.2 Техники адаптивной навигационной поддержки

#### *Прямое руководство (direct guidance)*

Прямое руководство – наиболее простая техника адаптивной навигационной поддержки. Прямое руководство может применяться в любой системе, которая может определить «следующую наилучшую» страницу для учащегося в соответствии с его целью и другими параметрами, представленными в модели обучаемого. Гиперссылка предоставляется к той странице, которую система считает наиболее подходящей для следующего перехода учащегося.

Различаются два метода прямого руководства:

- «следующий наилучший» (*next best*) – предоставление кнопки «next» для навигации через гиперпространство,
- установление последовательности страниц (*page sequencing or trails*) – генерирование последовательности страниц для просмотра всей гипермедиа-системы или ее части.

Прямое руководство может использоваться со всеми видами гиперссылок, но оно вряд ли может быть основной формой навигационной поддержки, поскольку не обеспечивает никакой помощи для учащихся, которые не хотели бы следовать указаниям системы.

#### *Адаптивная сортировка (упорядочение) ссылок (adaptive sorting (ordering) of links)*

Вместо предоставления единственной «наилучшей» гиперссылки, эта техника предоставляет список гиперссылок, упорядоченных по убыванию релевантности, в соответствии с моделью обучаемого. Различаются два метода сортировки:

- сортировка по подобию (*similarity sorting*) – ссылки сортируются, исходя из их подобия данной странице;
- предварительные знания (*prerequisite knowledge*) – ссылки упорядочиваются согласно предварительно необходимым знаниям.

Адаптивное упорядочение имеет ограниченную применимость: эта техника может использоваться только с контекстно-независимыми

гиперссылками. Другая проблема с адаптивным упорядочением состоит в том, что эта техника делает порядок гиперссылок неустойчивым: он может изменяться каждый раз при входе учащегося на страницу, в то время как устойчивый порядок элементов меню важен для начинающих.

#### *Адаптивное сокрытие ссылок (adaptive link hiding)*

Адаптивное сокрытие ссылок – в настоящее время наиболее часто используемая техника для обеспечения адаптивной навигационной поддержки. Идея заключается в том, чтобы ограничить навигационное пространство, скрывая гиперссылки к «нерелевантным» страницам. Страница может рассматриваться как нерелевантная по нескольким причинам: например, если она не связана с текущей целью учащегося, или если она представляет материал, который он не готов еще понять. Сокрытие защищает учащихся от сложности неограниченного гиперпространства и уменьшает их познавательную перегрузку, также оно более понятно и выглядит более «стабильно», чем адаптивное упорядочение.

Различаются три вида сокрытия гиперссылок: непосредственно сокрытие гиперссылок (ссылка делается неотличимой от нормального текста), удаление гиперссылок (ссылка делается невидимой) и отключение гиперссылок (ссылка делается недоступной):

*Адаптивное сокрытие ссылок (adaptive link hiding):* эта техника делает гиперссылку визуально неотличимой от обычного текста. Сокрытие имеет широкую применимость: оно может использоваться со всеми видами контекстно-независимых, индексных ссылок и ссылками карт с помощью реального сокрытия кнопок или пунктов меню и с контекстно-зависимыми ссылками, превращая ключевые слова в обычный текст.

*Адаптивное удаление ссылок (adaptive link removal):* эта техника полностью удаляет гиперссылку для нерелевантных ссылок. Это может быть выполнено только тогда, когда окружающий текст все еще имеет смысл после удаления гиперссылки.

*Адаптивное отключение ссылок (adaptive link disabling):* функциональные возможности гиперссылки удаляются, но текст ссылки остается. Эта техника часто объединяется с сокрытием гиперссылки, потому что, если визуальное представление гиперссылки остается, но



ссылка не «работает», учащийся может подумать, что это ошибка в системе.

#### *Адаптивное аннотирование ссылок (adaptive link annotation)*

Смысл техники адаптивного аннотирования ссылок состоит в пополнении ссылок некоторыми комментариями, чтобы дать учащимся подсказку о содержании страниц по аннотируемым ссылкам. Аннотации могут быть представлены в текстовой форме или в форме визуальных подсказок, например, используя различные значки, цвета или размеры шрифтов.

Наиболее популярный способ аннотирования ссылок – использование метафоры светофора (*traffic light metaphor*). Гиперссылка аннотируется цветной точкой: красная точка перед ссылкой указывает, что у учащегося недостаточно знаний для понимания этой страницы; таким образом, страница не рекомендуется для чтения. Желтая точка означает, что страница не рекомендуется для чтения; эта рекомендация менее строга, чем в случае красной точки. Зеленая точка ставится перед ссылками на страницы, рекомендуемые для чтения. Серая точка указывает учащемуся, что содержание этой страницы уже известно. Существуют и другие варианты.

Типичный вид аннотирования, рассматриваемый в традиционной гипермедиа – статическое (независимое от учащегося) аннотирование.

Аннотирование может использоваться со всеми возможными типами гиперссылок. Эта техника сохраняет стабильный порядок гиперссылок и избегает проблем с формированием неправильных ментальных карт. Аннотирование – более мощная техника, чем сокрытие: сокрытие может различать только два состояния – уместные и неуместные, в то время как аннотирование – от шести состояний, в частности, несколько уровней релевантности. Эксперименты привели к заключению, что адаптивное аннотирование гиперссылок является полезным для сокращения числа навигационных шагов и в улучшении понимания учебного материала.

#### *Адаптивное генерирование ссылок (adaptive link generation)*

Рост систем рекомендаций делает необходимым различать два по существу различных способа адаптивной навигационной поддержки: адаптация гиперссылок, представленных на странице во время

разработки гиперпространства, и генерирование новых (неразработанных) гиперссылок для страницы. Генерирование гиперссылок включает три случая: обнаружение новых полезных ссылок между документами и добавление их к постоянному набору существующих ссылок, генерирование ссылок для навигации между элементами, основанной на подобии, и динамическая рекомендация релевантных ссылок.

#### *Адаптация карты (map adaptation)*

Техника адаптации карты включает различные пути адаптации формы глобальных и локальных гипермедиа карт (графические представления структуры гиперссылок), представленных обучаемому. Карты могут быть адаптивно фильтрованы, чтобы обеспечить представление частей гипердокумента, которые релевантны для учащегося. Такие техники, как полное руководство, сокрытие и аннотирование, могут использоваться для адаптации гипермедиа-карты, но все эти техники не изменяют форму или структуру карт.

Полное руководство, сортировка, сокрытие, аннотирование и адаптация карты – основные техники адаптивной навигационной поддержки. Большинство из существующих методов адаптации используют только один из этих способов для обеспечения адаптивной навигационной поддержки. Однако эти техники не противоречивы и могут использоваться в комбинациях. В частности, техника полного руководства может легко использоваться в комбинации с любой из трех других технологий [94].

При рассмотрении адаптации в системах обучения необходимо различать, какие системные компоненты должны быть адаптированы, и на основе чего (когда, как и зачем) [52]:

1. Адаптационная информация определяет то, какую форму адаптации применить. Обычно это знания учащегося, однако, адаптация может базироваться на любом состоянии системного окружения.
2. Правила адаптации необходимы для принятия решений о том, когда начать процесс адаптации. Эти правила базируются на адаптационной информации и считаются пусковыми механизмами для адаптации (т.н. триггерами).

3. Процедуры адаптации показывают, какие компоненты системы требуют адаптации и каким образом.
4. Цели адаптации относятся к задачам адаптации, но не к ресурсам. По этой причине, компоненты, моделирующие цели адаптации, должны также отслеживать состояния окружения и оценивать эффект адаптации.

Методы адаптации (*adaptation methods*) – это методы, определенные на концептуальном уровне, тогда как техники (или технологии) адаптации (*adaptation techniques*) – это реализации методов адаптации. При определении того, как адаптировать, необходимо принять во внимание следующее: где (область применения адаптивной системы), зачем (каковы цели адаптации), к чему (к каким характеристикам адаптируется система), что (на содержании или навигации сосредоточена адаптация), как (какие методы и техники адаптации используются) [9].

Адаптивное представление содержания документов или стиля текста реализовано в гипермедиа-системах обучения C-Book и Hypertext. В системах ELM-ART, InterBook, WEST-KBNS, AST поддерживается адаптивная навигация, обеспечивающая учащимся ориентацию и навигацию в гиперпространстве посредством изменения внешнего вида видимых гиперссылок [8].

WAPE – адаптивная среда дистанционного обучения, поддерживающая активное индивидуальное обучение программированию в рамках проблемного подхода и соединяющая возможности адаптивных гипермедиа-систем и интеллектуальных обучающих систем [40, 41, 98, 100, 101].

Система WAPE ориентирована на поддержку дистанционного обучения и предполагает четыре типа пользователей: студенты, инструкторы, лекторы и администраторы. Все пользователи осуществляют доступ к системе через стандартный Web-браузер, который представляет HTML-документы, предоставляемые HTML-сервером на стороне сервера.

Многие адаптивные системы отслеживают движение пользователя по гиперкниге. Хотя это оправданный подход, его недостатком является трудность измерения знания, приобретенного учащимся во время чтения Web-страницы. Вместо этого в системе WAPE для обновления модели знаний используются только данные об успехах и неудачах

студента, продемонстрированных им при решении задач (тестов, заданий и упражнений).

Другое важное отличие подхода от традиционного состоит в том, что в системе WARE успех студента в изучении курса не оценивается на основании уровня знаний в его модели. Поэтому достижение определенного уровня знаний студентом не позволяет ему завершить изучение курса с определенной оценкой, а лишь дает возможность приступить к решению той или иной задачи из его индивидуального набора. Все это мотивировано проблемным подходом к обучению, который поддерживается системой WARE.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anderson J.R. The expert module // Foundations of Intelligent Tutoring Systems / Eds. Polson M.C., Richardson J. J. – Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London, 1988. – P. 21–53.
2. Anh N.V., Ha N.V., Dam H.S. Constructing a Bayesian Belief Network to Generate Learning Path in Adaptive Hypermedia System // Journal of Computer Science and Cybernetics. – 2008. – Vol. 24, N. 11. – P. 12–19.
3. Beaumont I., Brusilovsky P. Educational applications of adaptive hypermedia // Human-Computer Interaction, Proceedings of Interact'95, Lillehammer, Norway. – London, Chapman & Hall. – 1995. – P. 410–414.
4. Benyon D., Murray D. Adaptive systems: From intelligent tutoring to autonomous agents // Knowledge-Based Systems. – 1993. – Vol. 6, N. 4. – P. 197–219.
5. Bhaskar M., Das M.M., Chithralekha T., Sivasathya S. Genetic Algorithm Based Adaptive Learning Scheme Generation For Context Aware E-Learning // IJCSE International Journal on Computer Science and Engineering. – 2010. – Vol. 2, N. 4. – P. 1271–1279.
6. Bloom B.S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. – New York, Toronto: Longmans, Green, 1956. – 207 p.
7. Bontchev B., Vassileva D., Chavkova B., Mitev V. Architectural design of a software engine for adaptation control in the ADOPTA elearning platform // Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing, ACM, 2009. – P. 1–6.
8. Brusilovsky P. Adaptive educational systems on the world-wide-web: A review of available technologies // Proceedings of Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98). – San Antonio, 1998.
9. Brusilovsky P. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia // User Modeling and User Adapted Interaction. – 1996. – Vol. 6, N. 2–3. – P. 87–129.
10. Brusilovsky P., Nijhawan H. A framework for adaptive e-learning based on distributed re-usable learning activities // Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2002. – Montreal, Canada, AACE, 2002. – P. 154–161.
11. Brusilovsky P., Schwarz E., Weber G. ELM-ART: An intelligent

- tutoring system on World Wide Web // *Intelligent Tutoring Systems*, Springer, 1996. – P. 261–269.
12. Brusilovsky P., Vassileva J. Course sequencing techniques for large-scale web-based education // *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*. – 2003. – Vol. 13, N. 1. – P. 75–94.
  13. Burns H.L., Capps C.G. Foundations of intelligent tutoring systems: An introduction // *Foundations of Intelligent Tutoring Systems* / Eds. Polson M. C., Richardson J. J. – Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London, 1988. – P. 1–19.
  14. Carchiolo V., Longheu A., Malgeri M., Mangioni G. Automatic generation of learning paths // *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems ICECS 2003, IEEE*. – 2003. – Vol. 3. – P. 1236–1239.
  15. Carr B., Goldstein I.P. Overlays. A theory of modeling for computer-aided instruction, AI Lab Memo 406. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge. – Massachusetts, 1977.
  16. Carrier C.A., Jonassen D.H. Adapting courseware to accommodate individual differences // *Instructional designs for microcomputer courseware*, Hillsdale, NJ. – Erlbaum, 1988. – P. 203–226.
  17. Chang M., Chang A., Heh J.S., Liu T.C. Context aware learning path planner // *WSEAS Transactions on Computers*. – 2008. – Vol. 7, N. 4. – P. 316–325.
  18. Chapelle C., Mizuno S. Student's strategies with learner-controlled CALL // *Calico Journal*. – 1989. – Vol. 7, N. 2, – P. 25–47.
  19. Conlan O., Wade V., Bruen C., Gargan M. Multi-model, Metadata Driven Approach to Adaptive Hypermedia Services for Personalized eLearning // *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems* / Eds. Bra P. D., Brusilovsky P., and Conejo R. – Springer Berlin Heidelberg, 2002. – P. 100–111. – (Lect. Notes Comput. Sci.; 2347).
  20. Corno L., Snow R.E. Adapting teaching to individual differences among learners // *Handbook of research on teaching*, 3. – 1986. – P. 605–629.
  21. Cronbach L., Snow R. *Aptitudes and Instructional Methods: A Handbook for Research on Interactions*. – New York, NY, USA: Irvington, 1977. – 592 p.
  22. Dagger D., Wade V., Conlan O. Developing Adaptive Pedagogy with the Adaptive Course Construction Toolkit (ACCT) // *Proceedings of the Third International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, AH2004* / Eds. De Bra P. and Nejd W. – Berlin:

- Springer Verlag, Eindhoven, The Netherlands, 2004. – P. 55–64.
23. Dagger D., Wade V., Conlan O. Personalisation for all: Making adaptive course composition easy // *Educational Technology & Society*. – 2005. – Vol. 8, N. 3. – P. 9–25.
  24. Dijkstra S., Krammer H.P., Van Merriënboer J.G. Instructional models in computer-based learning environments. – Springer-Verlag New York, Inc. Secaucus, NJ, USA, 1992. – 516 p.
  25. Dolenc K., Aberšek B. TECH8 intelligent and adaptive elearning system: Integration into Technology and Science classrooms in lower secondary schools // *Computers & Education*. – 2015. – Vol. 82. – P. 354–365.
  26. Essalmi F., Ayed L.J.B., Jemni M., Kinshuk, Graf S. A fully personalization strategy of E-learning scenarios // *Computers in Human Behavior*. – 2010. – Vol. 26, N. 4. – P. 581–591.
  27. Felder R.M., Silverman L.K. Learning and teaching styles in engineering education // *Engineering education*. – 1988. – Vol. 78, N. 7. – P. 674–681.
  28. Gascuena J.M., Fernandez-Caballero A., Gonzalez P. Domain ontology for personalized e-learning in educational systems // *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. – 2006. – P. 456–458.
  29. Gavignet E. Environnement de conception de système d'apprentissage: une modélisation de la connaissance pédagogique: PhD thesis, de l'Université de Nancy 1. – 1991.
  30. Grandbastien M Teaching expertise is at the core of ITS research // *International journal of artificial intelligence in education*. – 1999. – Vol. 10, N. 3-4. – P. 335–349.
  31. Grandbastien M., Gavignet E. ECSA: An Environment to Design and Instantiate Learning Material // *Handbook of Design and Production of Multimedia and Simulation-based Learning Material / Eds. Jong T. and Sarti L.* – Kluwer Academic, Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1994. – P. 31–44.
  32. Gruber Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications // *Knowledge Acquisition*. – 1993. – Vol. 5. – P. 199–220.
  33. Grubišić A., Stankov S., Žitko B. Adaptive Courseware: A Literature Review // *Journal of Universal Computer Science*. – 2015. – Vol. 21, N. 9. – P. 1168–1209.
  34. Henze N., Nejdil W. Adaptivity in the KBS Hyperbook System // *Proceedings of the 2nd Workshop on User Modeling and Adaptive*

- Systems on the WWW. – Toronto, Canada, 1999. – P. 67–74.
35. Honey P., Mumford A. The manual of learning styles. – Maidenhead, Peter Honey, 1992.
  36. Karampiperis P., Sampson, D. Adaptive instructional planning using ontologies // Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004. – P. 126–130.
  37. Karampiperis P., Sampson D. Adaptive learning resources sequencing in educational hypermedia systems // Educational Technology & Society. – 2005. – Vol. 8, N. 4. – P. 128–147.
  38. Kasyanov V.N. An open adaptive virtual museum of informatics history in Siberia // IFIP International Federation for Information Processing. - Boston: Springer, 2008. - Vol. 266. History of Computing and Education 3 (HCE 3). - p. 129-146. - (Proc. of the 20th IFIP World Computer Congress).
  39. Kasyanov V. SVM - Siberian Virtual Museum of Informatics History // Innovation and the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies, Amsterdam, IOS Press, 2005, Part 2, p.1014-1021.
  40. Kasyanov V.N., Kasyanova E.V. A Web-based system for distance learning of programming // Lecture Notes in Electrical Engineering. - Springer, 2009. - Vol. 27. - pp. 453-462. - (Proceedings of the European Computing Conference).
  41. Kasyanov V., Kasyanova E. WAPE — a system for distance learning of programming // Learning to Live in the Knowledge Society: IFIP 20th World Computer Congress. — Boston: Springer, 2008. – P. 355–356. – (IFIP International Federation for Information Processing, Vol. 261).
  42. Kinshuk, Lin T., Patel A. Supporting the Mobility and the Adaptivity of Knowledge Objects by Cognitive Trait Model // Innovations in instructional technology: Essays in honor of M. David Merrill / Eds. Spector J. M., Ohrazda C., Van Schaack A., and Wiley D. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, – 2005. – P. 29–41.
  43. Kolb D. Experiential Learning: Experience as the source of Learning and Development. – Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
  44. Latham A., Crockett K., McLean D. An adaptation algorithm for an intelligent natural language tutoring system // Computers & Education. – 2014. – Vol 71. – P.97–110.
  45. Lin T. Cognitive Trait Model for Adaptive Learning Environments: PhD Thesis, Massey University. – Palmerston North, New Zealand, 2007.
  46. Macias J., Castells P. An authoring tool for building adaptive learning



- guidance systems on the web // *Active Media Technology*. – 2001. – P.268–278.
47. Macías J., Castells P. *Interactive Design of Adaptive Courses // Computers and Education*. – 2002. – P. 235–242.
  48. Magoulas G.D., Papanikolaou Y., Grigoriadou M. Adaptive web based learning: accommodating individual differences through system's adaptation // *British Journal of Educational Technology*. – 2003. – Vol. 34, N. 4. – P. 511–527.
  49. Márquez J.M., Ortega J.A., Gonzalez-Abril L., Velasco F. Creating adaptive learning paths using Ant Colony Optimization and Bayesian Networks // *Proceedings of the IEEE World Congress on Computational Intelligence IJCNN 2008*. – 2008. – P. 3834–3839.
  50. Melis E., Gogvadze G., Libbrecht P., Ullrich C. Activemath – a learning platform with semantic web features // *Semantic Web Technologies for e-Learning / Eds. Dicheva D., Mizoguchi R. and Greer J. (Eds.)*. – IOS Press, *The Future of Learning*. – 2009. – P. 159–177.
  51. Mendez N.D., Ramirez C.J., Luna J.A. IA planning for automatic generation of customized virtual courses // *Proceedings of ECAI Frontiers In Artificial Intelligence And Applications*. – 2005. – Vol. 117. – Valencia, Spain, IOS Press. – P. 138–147.
  52. Mödritscher F. *Adaptive E-Learning Environments: Theory, Practice, and Experience*. – Verlag Dr. Müller, 2008.
  53. Mohan P., Greer J., McCalla G. Instructional planning with learning objects // *Knowledge Representation and Automated Reasoning for E-Learning Systems*. – 2003. – P. 52–58.
  54. Muñoz- Merino P.J., Fernández Molina M., Muñoz-Organero M., Delgado Kloos C. An adaptive and innovative question-driven competition-based intelligent tutoring system for learning // *Expert Systems with Applications*. – 2012. – Vol. 39, N. 8. – P. 6932–6948.
  55. Novak J. D., Cañas A. J. *The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct and Use Them*. – Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008. (Tech. Rep. / IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008).
  56. O Keeffe I., Brady A., Conlan O., Wade V. Just-in-time generation of pedagogically sound, context sensitive personalized learning experiences // *International Journal on e-Learning*. – 2006. – Vol. 5, N1. – P. 113–127.
  57. Oppermann R., Rasher R. Adaptability and adaptivity in learning systems // *Knowledge Transfer*. – 1997. – Vol 2. – P. 173–179.

58. Özyurt Ö., Özyurt H., Baki A., Güven B., Karal H. Evaluation of an adaptive and intelligent educational hypermedia for enhanced individual learning of mathematics: A qualitative study // *Expert Systems with Applications*. – 2012. – Vol. 39, N. 15. – P. 12092–12104.
59. Papanikolaou K.A., Grigoriadou M., Kornilakis H., Magoulas G.D. Personalizing the Interaction in a Web-based Educational Hypermedia System: the case of INSPIRE // *User Modeling and User-Adapted Interaction*. – 2003. – Vol. 13, N. 3. – P. 213–267.
60. Park O., Lee J. Adaptive instructional systems // *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 3rd ed / Eds. Spector J.M., Driscoll M.P., Van Merriënboer J., and Merrill M.D. – 2008. – P. 469–484.
61. Pukkhem N., Evens M.W., Vatanawood W. The Concept Path Combination Model for Supporting a Personalized Learning Path in Adaptive Educational Systems // *Proceedings of the 2006 International Conference on e-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, e-Government, and Outsourcing (EEE'06)*. – 2006. – P. 10–16.
62. Rickel J.W. Intelligent computer-aided instruction: A survey organized around system components // *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. – 1989. – Vol. 19, N. 1. – P. 40–57.
63. Sleeman D., Brown J.S. Introduction: Intelligent Tutoring Systems: An Overview // *Intelligent Tutoring Systems*. – Academic Press, Burlington, MA, 1982. – P. 1–11.
64. Snow R.E., Swanson J. Instructional psychology: Aptitude, adaptation, and assessment // *Annual Review of Psychology*. – 1992. – Vol. 43, N. 1. – P. 583–626.
65. Shute V.J., Lajoie S.P., Gluck K.A. Individualized and group approaches to training // *Training and retraining: A handbook for business, industry, government, and the military*. – 2000. – P. 171–207.
66. Shute V.J., Psotka J. Intelligent Tutoring Systems: Past, Present and Future // Eds. Jonassen D. / *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. – New York, NY: Macmillan, 1996. – P. 570–600.
67. Shute V., Towle B. Adaptive e-learning // *Educational Psychologist*. – 2003. – Vol. 38, N. 2. – P. 105–114.
68. Shute V.J., Zapata-Rivera D. Adaptive technologies // *Handbook of research on educational communications and technology*. – 2008. – P. 277–294.

69. Specht M., Kravcik M., Pesin L., Klemke R. Authoring adaptive educational hypermedia in WINDS // Proceedings of ABIS2001. – Dortmund, Germany, 2001. – P. 1–8.
70. Specht M., Oppermann R. ACE-adaptive courseware environment // The New Review of Hypermedia and Multimedia. – 1998. – Vol. 4, N. 1. – P. 141–161.
71. Specht M., Weber G., Heitmeyer S., Schöch V. AST: Adaptive WWW-courseware for statistics // Proceedings of Workshop 'Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web' at 6th International Conference on User Modeling, UM97. – Chia Laguna, Sardinia, Italy, 1997. – P. 91–95.
72. Stankov S., Grubišić A., Žitko B. E-learning paradigm & Intelligent tutoring systems // Annual 2004 of the Croatian Academy of Engineering. – 2004. – P. 21–31.
73. Uhr L. Teaching machine programs that generate problems as a function of interaction with students // Proceedings of the 24th ACM National Conference. – 1969. – P. 125–134.
74. Ullrich C. Pedagogically founded courseware generation for web-based learning: an HTN-planning-based approach implemented in PAIGOS // Lecture Notes In Computer Science. – 2008. – Vol. 5260. – P. 111–167.
75. Van Marcke K. A generic tutoring environment // The European Conference on Artificial Intelligence. – 1990. – P. 655–660.
76. Van Marcke K. Instructional expertise // Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Tutoring Systems. – Springer, 1992. – P. 234–243.
77. Van Marcke K. GTE: An epistemological approach to instructional modelling // Instructional Science. – 1998. – Vol. 26, N. 3. – P. 147–191.
78. Vassileva J. Dynamic CAL-courseware generation within an ITS-shell architecture // Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of the International Conference on Computer Assisted Learning ICCAL. – 1992. – Vol. 602. – P. 581–591.
79. Vassileva J. Dynamic courseware generation: at the cross point of CAL, ITS and authoring // Proceedings of ICCE. – 1995. – P. 290–297.
80. Vassileva J. DCG+ GTE: Dynamic courseware generation with teaching expertise // Instructional Science. – 1998. – Vol. 26, N. 3. – P. 317–332.
81. Vassileva J., Wasson B. Instructional planning approaches: From tutoring towards free learning // Proceedings of EuroAIED96. – 1996. – P. 1–8.

82. Weber G. Episodic Learner Modeling // *Cognitive Science*. – 1996. – Vol.20, N. 2. – P. 195–236.
83. Weber G., Kuhl H.C., Weibelzahl S. Developing adaptive internet based courses with the authoring system NetCoach // *Hypermedia: Openness, Structural Awareness, and Adaptivity*. – 2002. – P. 222–223.
84. Weber G., Moellenberg A. ELM-Programming- Environment: A Tutoring System for LISP Beginners // *Cognition and Computer Programming* / Eds. Wender K. F., Schmalhofer F., and Böcker H.-D. – Norwood, NJ: Ablex, 1995. – P. 373–408.
85. Wenger E. *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*. – Morgan Kaufmann Publishers, Inc., California, USA, 1987.
86. Wiley D.A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy // *The instructional use of learning objects*. – 2000. – Vol. 2830, N. 435. – P. 1–35.
87. Woolf B. AI in Education // *Encyclopedia of Artificial Intelligence* / Ed. Shapiro S. – John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992. – P. 434-444.
88. Zhu F., Cao J. Learning activity sequencing in personalized education system // *Wuhan University Journal of Natural Sciences*. – 2008. Vol. 13, N. 4. – P. 461–465.
89. Абрамова Н.В., Николаева Ю.В. Построение концептуальных карт как метод повышения валидности результатов оценочного исследования // *Социология: методология, методы, математическое моделирование*. – 2006. – № 23. – С. 83-99.
90. Афанасьева И. Ю., Извольская И. В. Модель Юнга и современные стили обучения // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики*. – 2013. – № 8(50). – С. 27–37.
91. Волянская Т.А. Виртуальный музей истории информатики в Сибири // *Материалы Междунар. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям*. – Новосибирск, 2002. – С. 49.
92. Волянская Т.А. Виртуальный музей истории информатики в Сибири: модель предметной области и модель пользователя // *Новые информационные технологии в науке и образовании*. – Новосибирск, 2003. – С. 124–146.
93. Волянская Т.А. Методы адаптации гипермедиа и их применение при создании виртуального музея истории информатики в Сибири // *Материалы XL Междунар. науч. студенческой конф. «Студент и научно-технический прогресс»*. – Новосибирск, 2002. – С. 173–

- 174.
94. Волянская Т.А. Методы и технологии адаптивной гипермедиа // Современные проблемы конструирования программ. – Новосибирск, 2002. – С. 38-68.
  95. Волянская Т.А., Касьянов В.Н., Несговорова Г.П. Адаптивная гипермедиа и ее использование при создании виртуального музея истории информатики в Сибири // Материалы Пятой международной конференции «Перспективы систем информатики» PSI'03. – Новосибирск, 2003. – С. 10–12.
  96. Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения. – М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.
  97. Касьянов В.Н. Музеи и Интернет: новая виртуальная реальность // Вычислительные технологии, 2008, Том 13, С. 239-247
  98. Касьянов В. Н, Касьянова Е. В. Адаптивные системы и методы дистанционного обучения // Информационные технологии в высшем образовании. – 2004. – Т.1, № 4. – С. 40–60.
  99. Касьянов В. Н., Несговорова Г. П., Волянская Т. А. Виртуальный музей истории информатики в Сибири // Проблемы программирования, 2003, N. 4, С. 82-91.
  100. Касьянова Е.В. Адаптивные методы и средства поддержки дистанционного обучения программированию. – Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2007. – 170 с.
  101. Касьянова Е.В. Методы и средства обучения программированию в вузе // Образовательные ресурсы и технологии. – 2016. – № 2. – С. 23–30.
  102. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. – М.: Научный мир, 2010.
  103. Митрофанова О.А., Константинова Н.С. Онтологии как системы хранения знаний // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. – 54 с.
  104. Муромцев Д.И.. Концептуальное моделирование знаний в системе Concept Map. – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2009. – 83 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ .....	10
1.1. Традиционная архитектура интеллектуальных систем обучения .....	10
1.2. Адаптивные системы .....	13
2. ТЕОРИЯ СТИЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ .....	15
2.1. Модель Колба .....	15
2.2. Модель Хани-Мамфорда .....	20
2.3. Модель Фелдера-Сильверман .....	23
2.4. Модель когнитивных характеристик.....	25
2.5. Таксономия Блума .....	26
3. АДАПТИВНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ГИПЕРМЕДИА- СИСТЕМЫ.....	30
3.1. Адаптивное представление.....	30
3.1.1 Методы адаптивного представления .....	31
3.1.2 Техники адаптивного представления .....	32
3.2. Адаптивная навигация .....	35
3.2.1 Методы адаптивной навигационной поддержки...35	
3.2.2 Техники адаптивной навигационной поддержки ..39	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	45

**Т.А. Волянская**

**АДАПТИВНОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ  
УЧЕБНЫХ КУРСОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ  
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ  
Часть 1**

**Препринт  
183**

Рукопись поступила в редакцию 04.06.2019  
Редактор Т. М. Бульонкова  
Рецензент Е. В. Касьянова

---

Подписано в печать 01.08.2019  
Формат бумаги 60 × 84 1/16      Объем 1.71 уч.-изд.л., 1.88 п.л.  
Тираж 50 экз.

---

Типография Оригинал-2, г. Бердск, ул. Олега Кошевого, 6, оф. 2  
тел./факс: 8 (383) 328-32-38, (38341) 2-12-42, сот.: 8 913 987 77 67