

Ветров Анатолий Николаевич

**«Среда автоматизированного обучения со свойствами
адаптации на основе когнитивных моделей»**

по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление
и обработка информации»
(адаптивные системы автоматического управления
с детерминированными входными воздействиями
и эталонными когнитивными моделями
субъекта обучения и средства обучения,
реконструируемые модели когнитивных процессов)

Автореферат
диссертации в форме научной монографии
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

РФ, г. Санкт-Петербург,
2019 г.

Работа выполнена в «Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина)» («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"») в 2005 г.

Научный руководитель –
профессор кафедры «Информационных систем»
«Санкт-Петербургского государственного университета»,
член «Американского математического общества»,
доктор физико-математических наук, профессор
Квитко Александр Николаевич.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор

доктор технических наук, профессор

Ведущая организация –

Защита диссертации состоится «___» _____ 201__ г. в _____ часов
на заседании «Диссертационного совета (Д.212.232.50)»
«Санкт-Петербургского государственного университета» («СПбГУ») по адресу:
РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9, ауд. ____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке «СПбГУ» и «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"».

Автореферат разослан «___» _____ 201__ г.

Ученый секретарь
«Диссертационного совета» –
профессор кафедры «Моделирования электромеханических и компьютерных систем»
«Санкт-Петербургского государственного университета»,
доктор физико-математических наук, профессор
Курбатова Галина Ибрагимовна.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования объясняется эволюцией приоритетов со стороны государственных и международных органов регламентирующих политику развития системы образования и информатизацию образовательной сферы, расширением требований к синтезу информационных сред образовательных учреждений, несовершенством научно-методического и технологического аппарата для обеспечения анализа и оценки эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в образовательном процессе, отсутствием универсального научного подхода (метода и технологии) к оценке качества обучения, выработанного в рамках прикладных основ физиологии, психологии, лингвистики и т.д., а также непрерывным развитием и появлением новаций в области информационных технологий (ИТ) и сред программирования, возникновением ряда проблем в различных сферах социальной активности, влияющих на потребительские предпочтения образовательных услуг.

Глобализация информационной среды постиндустриального общества и высокие темпы научно-технического прогресса обуславливают экспоненциальный рост потоков информации как совокупного агрегата знаний по различным предметным областям, что определяет специфику образовательного процесса, ковариантную ограниченному времени обучения и возможностям (физиологическим, психологическим и лингвистическим) субъектов обучения, потребительские предпочтения которых опосредованным образом также влияют на организационно-методическую и технологическую основы образовательного процесса в автоматизированной информационно-образовательной среде (ИОС).

Возникает необходимость создания подходов, методов и технологий для исследования возможностей автоматизированной ИОС и оценки качества функционирования разрабатываемых в ней адаптивных обучающих средств, позволяющих генерировать информационно-образовательные воздействия на основе индивидуальных особенностей личности субъектов обучения (ИОЛСО).

Теоретико-методологическая основа исследования отражается в научных трудах российских и зарубежных ученых: вопросы организации, технического и методического обеспечения автоматизированного обучения в сфере высшего образования (Ершов А.П., Кашицин В.Н., Советов Б.Я. и др.); программированное обучение и разработка обучающих систем (Briggs L., Harrison N. и др.); технологии дистанционного обучения (Knowles M.S., Moore M.G. и др.); восприятие электронной информации (Dillon A., Salomon G. и др.); математические методы и модели анализа и синтеза автоматических систем управления (Айзерман М.А., Бесекерский В.А. и др.); теория открытых систем (Моисеев Н.Н., Хакен Г. и др.); теория моделирования учебного процесса (Беспалько В.П., Машбиц Е.И. и др.); теория интеллектуальных систем и языков представления знаний (Иващенко К.И., Поспелов Д.А. и др.); теория алгоритмов (Гуревич И.Б., Журавлев Ю.И. и др.), объектно-ориентированная парадигма в интегрированных средах программирования (Зихерт К., Дэвис С.Р. и др.).

Проблема синтеза ИОС «адаптивного» обучения на основе новых ИТ еще не достаточно широко решена, хотя многие ее аспекты, в том числе и не связанные с ней напрямую, но исключительно важные в силу своей фундаментальности, разрабатывались педагогами, физиологами, психологами, лингвистами, специалистами в области ИТ: системы обучения и инновационные процессы в образовании (Гальперин П.Я., Загвязинский В.И., Махмутов М.И. и др.); личностно-ориентированное образование (Амонашвили Ш.А., Бондаревская Е.В., Якиманская И.С. и др.); моделирование и программированное обучение (Беспалько В.П., Гершунский Б.С., Тальзина Н.Ф. и др.); психофизиология восприятия (Измайлов Ч.А., Кроль В.М., Смирнов В.М. и др.); когнитивная психология (Дружинин В.Н., Зинченко Т.П., Холодная М.А. и др.); прикладная лингвистика (Гик М.Л., Кобрина Н.А., Потапова Р.К. и др.).

Анализ современного этапа развития технологий (автоматизированного) обучения позволил выявить **наиболее существенные различные противоречия:**

- существующие технологии создания автоматизированных средств обучения и учебно-методических комплексов (УМК) *практически не учитывают* особенности обработки информации обучаемым как субъектом процесса обучения;
- совершенствование организации и технологии процесса автоматизированного обучения *обуславливает необходимость анализа* эффективности функционирования информационно-образовательной среды с учетом индивидуальных особенностей субъектов обучения (физиологических, психологических, лингвистических и т.п.);
- требования к современным ИОС *инициируют* мониторинг, реализацию накопления и оперативной обработки данных, характеризующих индивидуальную динамику изменения показателей качества формирования знаний обучаемых.

Объектом исследования является информационно-образовательная среда системы автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) образовательного учреждения.

Предметом исследования выступает система автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей.

Гипотеза исследования основывается на предположениях о непрерывности развития новых ИТ и расширении сферы их использования в образовании, обеспечивающих возможность *реализации* средств адаптивного обучения в автоматизированных ИОС, учитывающих физиологические, психологические, лингвистические и прочие особенности субъектов образовательного процесса, позволяющих повысить эффективность формирования знаний обучаемого с минимальными нагрузками, транзакционными и временными издержками, а также выдержать требуемый уровень его подготовки.

Целью исследования является повышение эффективности функционирования ИОС АДО за счет реализации индивидуально-ориентированного формирования знаний обучаемого с использованием адаптивной генерации образовательных воздействий на основе блока параметрических когнитивных моделей (КМ).

Согласно гипотезе и цели решались следующие **задачи исследования**:

1. *Анализ* теоретических основ построения автоматизированных ИОС адаптивного обучения с моделью субъекта обучения на базе теории автоматического управления, организационных моделей и технологий взаимодействия субъектов со средствами обучения, а также основных мероприятий при организации индивидуально-ориентированного формирования знаний: моделей репрезентации информационно-образовательных воздействий, алгоритмов обучения, специфики реализации мониторинга успеваемости и оценки уровня остаточных знаний обучаемого.
2. *Синтез* структуры ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ: особенности каналов информационного взаимодействия субъектов и средств обучения; специфики организации, основных технологических этапов обучения как управляемого процесса и компонентов системы АДО.
3. *Создание* технологии когнитивного моделирования (ТКМ) для системного анализа и повышения эффективности функционирования автоматизированной ИОС.
4. *Формирование* КМ субъекта обучения и КМ средства обучения в основе ИОС АДО.
5. *Разработка* программного обеспечения для автоматизации задач исследования.

К основным методам исследования следует отнести:

- теоретические – теория систем, системный анализ и моделирование, теория управления, структурирование и представление знаний, инженерная психология и педагогика;
- экспериментальные – прикладные методы теории информации, физиологии сенсорных систем (анализаторов), когнитивной психологии и прикладной лингвистики.

Основные научные результаты, выносимые на защиту и их новизна:

1. Структура ИОС и принципы функционирования компонентов системы АДО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ – отличаются возможностью *реализации* дополнительного контура адаптации на основе ИОЛСО, позволяющего повысить эффективность функционирования ИОС системы АДО.
2. ТКМ, включая методику ее использования, алгоритм формирования структуры КМ, методики исследования параметров КМ и алгоритм обработки апостериорных данных тестирования – позволяет *соответственно формализовать* последовательность использования технологии, *получить* структуру КМ, *обеспечить* постановку эксперимента и диагностику параметров КМ субъекта обучения, *сформировать* функцию оценивания и вычислить показатели качества теста на основе результатов тестирования и в целом *провести комплексный анализ* эффективности функционирования ИОС системы АДО в рамках серии выбранных научных аспектов.
3. Структуры КМ субъекта обучения и КМ средства обучения – аккумулируют соответственно параметры, характеризующие ИОЛСО и технические возможности средства обучения, *обеспечивая* адаптивную генерацию образовательных воздействий.
4. Комплекс программ, включающий адаптивный электронный учебник, основной и прикладной диагностические модули – обеспечивают возможность соответственно автоматизированной индивидуально-ориентированной генерации информационных фрагментов, оценки уровня остаточных знаний и диагностики параметров КМ субъекта обучения.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается:

1. Предложены основы реорганизации ИОС с учетом реализации адаптации к индивидуальным особенностям (параметрам) субъектов обучения: структура системы АДО со свойствами адаптации; специфика обучения как управляемого процесса; особенности структуры компонентов системы АДО; основы извлечения предметных знаний для целей построения теоретико-справочных модулей электронных учебников и параметры их оценки; специфика использования средств мультимедиа в ИОС АДО.
2. Выделены организационные и технологические модификации ИОС, а также принципы функционирования компонентов системы АДО при реализации контура адаптации на основе блока параметрических КМ.
3. Рассмотрены каналы информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в системе АДО со свойствами адаптации на основе блока КМ, выделены ключевые параметры, влияющие на эффективность формирования знаний обучаемого в ИОС.
4. Разработанная технология когнитивного моделирования обеспечивает анализ ИОС.
5. Полученные структуры КМ субъекта обучения и КМ средства обучения посредством алгоритма формирования структуры КМ позволяют обеспечить генерацию информационных фрагментов адекватно ИОЛСО.
6. Разработанные методика исследования параметров КМ и алгоритм обработки апостериорных данных тестирования формализуют соответственно последовательности постановки эксперимента и обработки апостериорных данных.
7. Комплекс программ обеспечивает автоматизацию адаптивной генерации информационных фрагментов по дисциплине на основе предварительно диагностированных параметров КМ и последующую оценку уровня остаточных знаний обучаемого.

Достоверность научных результатов обеспечена системным подходом к описанию объекта исследования, корректным использованием фундаментальных положений теории информации, физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии, прикладной лингвистики и эргономики, апробацией основных положений диссертации на семинарах и конференциях различного уровня, результатами статистической обработки апостериорных данных серии экспериментов.

Внедрение результатов исследования осуществлялось в «Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете "ЛЭТИ"» («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"») и «Международном банковском институте» («МБИ»), что подтверждается соответствующими актами о практическом использовании.

Публикации. По теме диссертации опублик. 43 на 2007 г. (80 на 2012 г.) научных работ: 01 учебник и 03 методических указания к лаб. работам по дисциплине «Информатика»; 02 раздела в 01 колл. научной монографии «МАН ВШ» (с форм. соавторами-препод.); 08 (16) учебных пособий и научных монографиях (без соавторов); 01 (02) отчет(а) по индивидуальной инициативной НИР (2003-2005 г. и 2006-2008 г.); 05 (12) научных статей в научных журналах рекомендованных «ВАК РФ», из них 00 (05) научных статей депонированы во «"ВИНИТИ" "РАН"»; 22 (43) научных доклада в материалах 11 (24) международных научных конференций, а также 04 авторских свидетельства о депонировании и регистрации произведений – объектов интеллектуальной собственности в «РАО» (РФ, г. Москва).

Структура и объем диссертации. Рукопись на правах монографии состоит из введения, семи глав, заключения, библиографического списка, включающего 68 наименований (без приложений). Основная часть работы изложена на 272 страницах машинописного текста и содержит 77 рисунков и 29 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении информатизация учреждений системы образования выступает сложной научной проблемой инициирующей рассмотрение широкого круга научных областей, а также создание инновационных подходов, методов, технологий и алгоритмов при реализации средств автоматизации в основе ИОС, которые обеспечивают возможность анализа и повышения эффективности функционирования системы АДО.

В первой главе «Состояние проблемы создания адаптивных интеллектуальных сред обучения» обоснованы актуальность создания адаптивных интеллектуальных средств и сред автоматизированного обучения, анализ состояния проблемы и существующие противоречия, степень разработанности проблемы создания адаптивных интеллектуальных технологий и средств обучения, цель и задачи создания адаптивной ИОС системы АДО на основе КМ, этапы создания и анализа среды автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей и перечень научных результатов, выносимых на защиту.

Во второй главе «Анализ информационных технологий и теоретические основы создания информационно-образовательных сред и автоматизированных средств обучения» приведены стандарты в области качества ИОС, приоритетные аспекты и направления информатизации, основные принципы АДО, этапы развития автоматизированных средств и сред обучения, особенности организации ИОС АДО (на расстоянии), характеристика возможностей систем АДО, основные параметры оценки современных средств обучения и развитие их функциональных возможностей, особенности информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в автоматизированной ИОС, факторы влияющие на эффективность формирования знаний обучаемых в автоматизированной ИОС, влияние компонентов системы АДО на здоровье потребителей (субъектов ИОС).

В третьей главе «Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» рассмотрены сущность подхода к комплексному решению проблемы и постановка задач исследования, модификации в организации ИОС для реализации учета индивидуальных особенностей контингента обучаемых, модификации в технологии АДО для реализации контура адаптации на основе КМ, структура среды АДО со свойствами адаптации на основе КМ (назначение и функции адаптивного электронного учебника (ЭУ), основного и прикладного диагностических модулей (ДМ), структура блока параметрических КМ), обработка и извлечение информации, структурирование данных и представление знаний для наполнения ЭУ (классификация источников информации, методы получения знаний по предметной области, основные модели представления знаний, информационная структура ЭУ, последовательность наполнения структурированной информацией контента ЭУ), формальное описание адаптивной ИОС на основе теории управления.

Реализация ИОС АДО на основе блока КМ обуславливает организационные и технологические модификации на различных этапах образовательного процесса (рис. 1).



Рис. 1. Модификации в организации и технологии формирования знаний при реализации адаптивного обучения на основе блока параметрических когнитивных моделей

Общая структура системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей (рис. 2) представляет собой замкнутый контур, включающий два уровня информационного взаимодействия и несколько каналов обмена информацией между двумя категориями субъектов.



Рис. 2. Система автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

Обучение представляет собой процесс управляемого формирования знаний обучаемого и включает последовательность этапов обработки информации: визуальная репрезентация, восприятие, понимание, формирование навыков, агрегация полученной информации в знания. Уровень остаточных знаний обучаемого зависит от качества восприятия и понимания информационных фрагментов, отображение которых обеспечивает процессор адаптивной репрезентации в основе ЭУ (рис. 3).

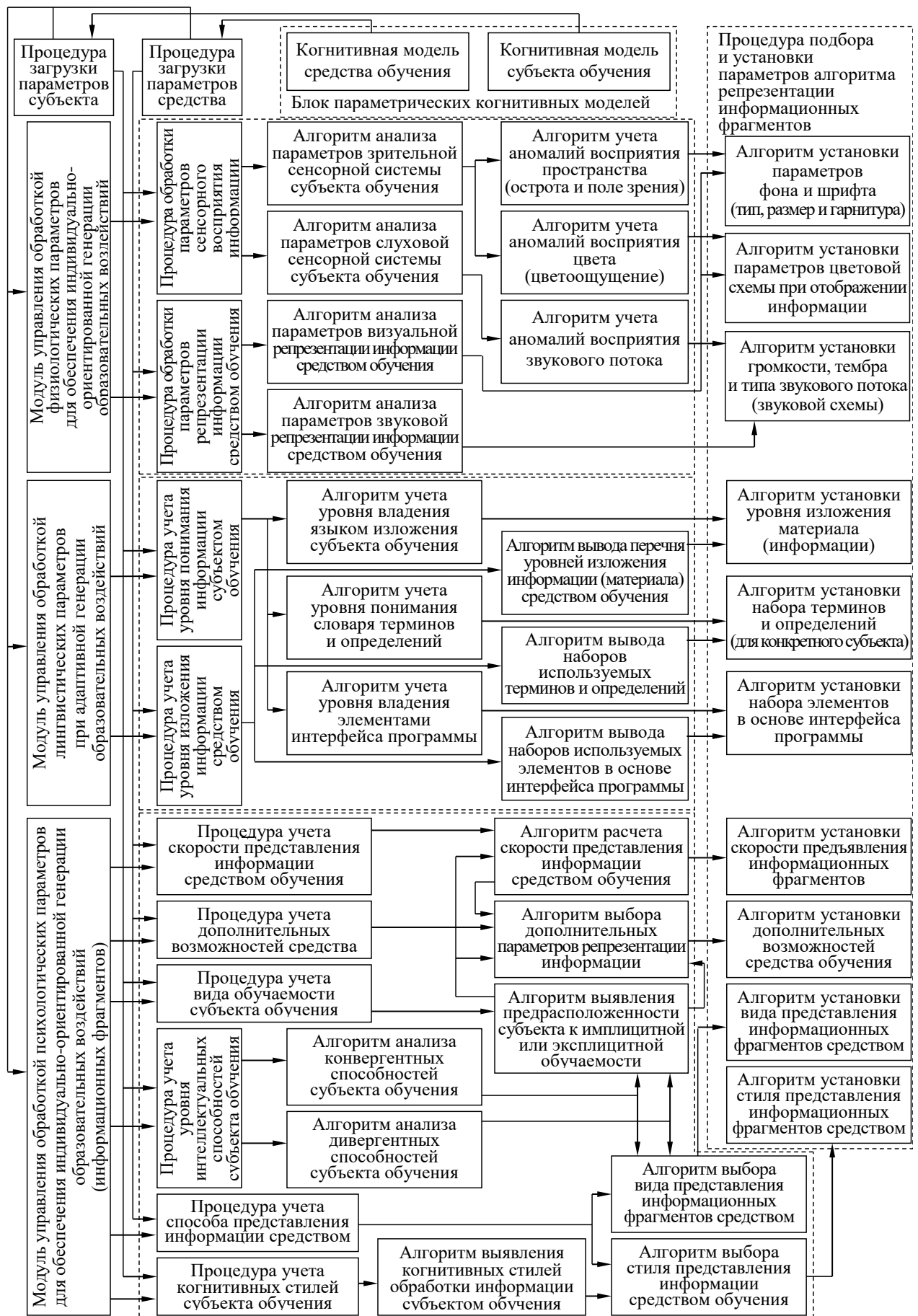


Рис. 3. Структура процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов

Ограниченность коммуникативной дуплексности (виртуального) информационного взаимодействия субъектов разных категорий обусловлена опосредованностью репрезентации образовательных воздействий посредством средств ИОС (ЭУ и ДМ). Данный недостаток присущ системам АДО и влияет на процесс формирования знаний, поэтому его нужно исследовать и технологически устранять.

Процесс обучения в ИОС АДО можно структурно декомпозировать (Семенов В.В., Растринин Л.А., Эренштейн М.Х. и др.) и описать в рамках формального аппарата классической теории автоматического управления (рис. 4).

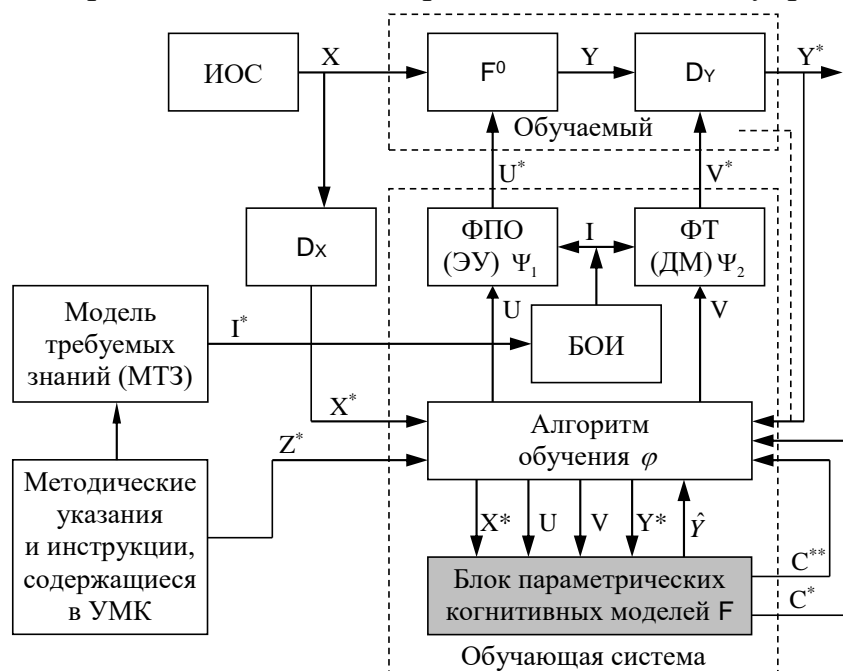


Рис. 4. Структурная схема системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

В предложенной схеме система АДО включает ряд компонентов:

Когнитивная модель – описывает оценку \hat{Y} вектора состояния Y субъекта в функции состояния среды X и информационного воздействия U : $\hat{Y} = F(X^*, U)$, а само состояние Y субъекта определяется его оператором F^0 : $Y = F^0(X, U)$, где оператор F модели субъекта подлежит определению и адаптации в процессе обучения.

Алгоритм формирования порций информации имеет дуальное назначение: во-первых, он определяет обучающее воздействие: $U = \varphi(X^*, \hat{Y}, Z^*, R)$, где φ – алгоритм обучения; \hat{Y} – оценка состояния знаний субъекта, полученная с помощью (когнитивной) модели F ; Z^* – цель обучения; C – ресурс обучения, состоящий из двух компонент: $C = (C^*, C^{**})$, где C^* – внешний ресурс, определяемый возможностями системы обучения, C^{**} – внутренний ресурс, выделяемый субъектом F^0 на обучение (например, время на обучение); во-вторых, алгоритм обучения определяет тесты V , ответы на которые несут информацию о когнитивной модели F субъекта: $V = \Psi(X^*, \hat{Y})$, где Ψ – алгоритм синтеза теста V .

Банк обучающей информации (БОИ) содержит набор сведений I , необходимых для усвоения субъектом в процессе обучения.

Формирователь порции обучения (ФПО) определяет порцию информации, передаваемую субъекту для изучения на данном этапе обучения: $U^* = \Psi_1(U, I)$, где Ψ_1 – алгоритм формирования порции. Заметим, что разница между U и U^* такая же как, например, между ссылкой на какую-то страницу текста, т.е. ее номером, и текстом этой страницы. Иными словами, U – адреса в БОИ, а U^* – их содержимое.

Формирователь тестов (ФТ) работает аналогично: $V^* = \Psi_2(V, I)$. Субъект в системе обучения представляет собой «преобразователь» состояния среды X и порции обучающей информации U^* в состояние Y . Информацию об этом состоянии можно получить только с помощью тестовых вопросов V^* : $Y^* = D_Y(Y, V^*)$, где D_Y – оператор преобразования тестовой задачи V^* и состояния Y субъекта в его ответ Y^* . Заметим, что в частном случае, возможно $U = V$, что значительно упрощает обучающую систему.

Очевидно, что качественные показатели процесса обучения зависят от параметров КМ субъекта обучения F и алгоритма формирования порций информационно-образовательных воздействий φ , который учитывает параметры КМ средства обучения.

В четвертой главе «Технология когнитивного моделирования...» представлены итеративный цикл ТКМ, методика использования ТКМ, способы представления структуры КМ, алгоритм формирования структуры КМ, методики исследования параметров КМ субъекта и средства обучения, алгоритм обработки апостериорных данных тестирования.

ТКМ обеспечивает построение структуры КМ и ее последующее параметрическое наполнение. Обобщенный итеративный цикл ТКМ предусматривает возврат на предыдущие этапы исследования: если были скорректированы цели и задачи, выявлены ошибки, допущенные на предыдущих или текущем этапах анализа ИОС АДО (рис. 5).

Для сложных ИОС АДО ТКМ предусматривает привлечение ряда консультантов, которые обозначены литерами: методист (Э) – эксперт в области педагогики; когнитолог (К) – специалист в области инженерии знаний, обеспечивающий корректность полученной структуры КМ; системный аналитик (А) – специалист в области системного анализа и моделирования (автоматизированной) ИОС АДО; программист (П) – квалифицированный специалист, владеющий методами и подходами реализации высокотехнологичных средств ИОС посредством современных интегрированных сред программирования.

КМ отражает наиболее важные аспекты информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в ИОС АДО, позволяет качественно объяснить причины затруднений в процессе формирования знаний. Согласованность генерации информационных воздействий и ИОЛСО достигнута посредством КМ субъекта обучения и КМ средства обучения в ИОС АДО.

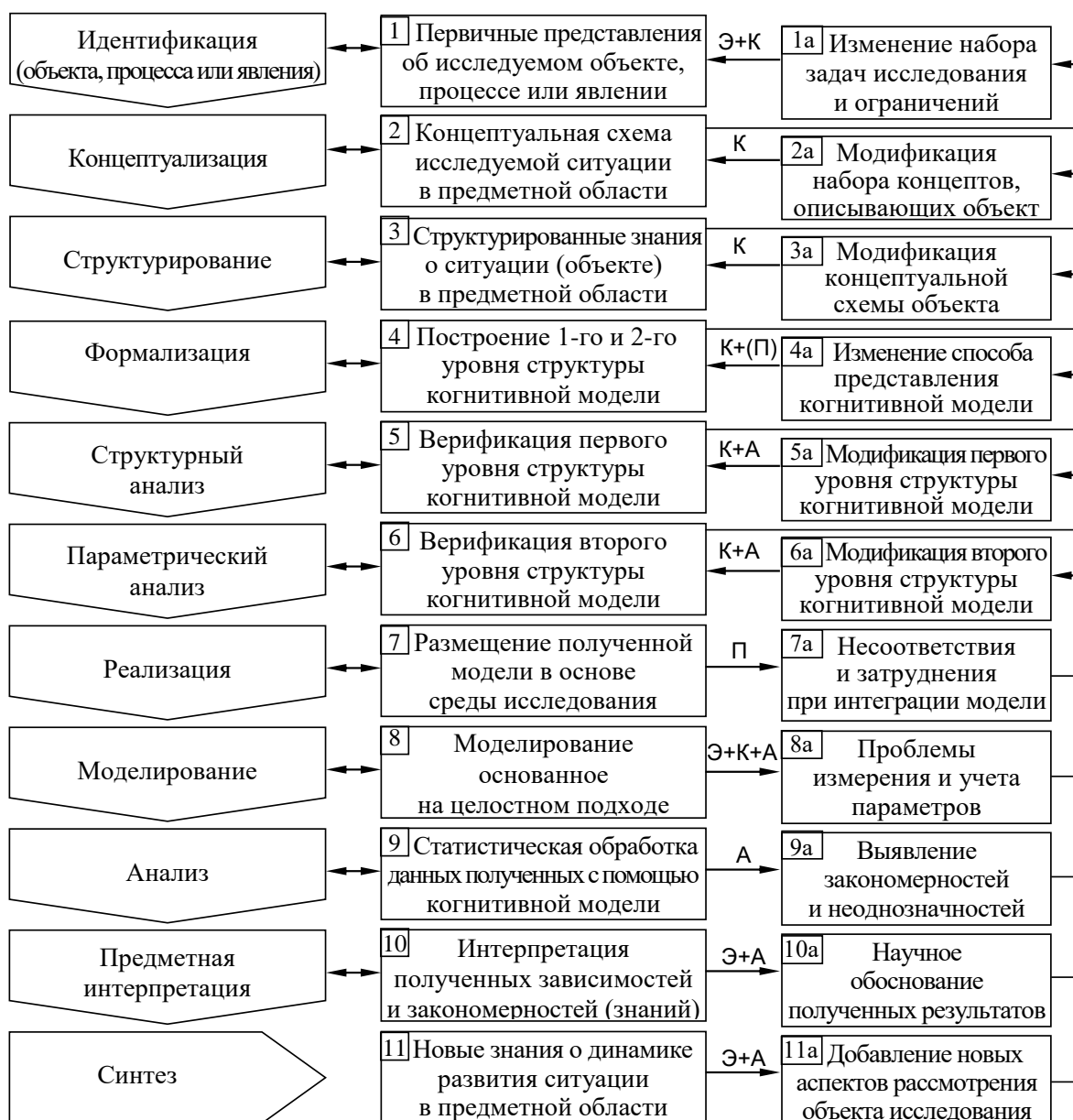


Рис. 5. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования

В пятой главе «Блок параметрических когнитивных моделей для анализа и повышения эффективности функционирования автоматизированной образовательной среды» сформированы инновационные структуры КМ субъекта и средства обучения.

КМ субъекта обучения (рис. 6) представляет собой параметризованный репертуар, эшелонированный на совокупность портретов: физиологический (особенности сенсорного восприятия информации зрительным и слуховым анализаторами), психологический (конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, обучаемость и познавательные стили субъекта), лингвистический (естественно-языковые аспекты виртуальной коммуникации), в целом позволяет проанализировать эффективность процесса формирования знаний обучаемого, поступающих из информационных фрагментов генерируемых средствами обучения.

КМ средства обучения (рис. 7) дифференцируется на ряд портретов: физиологический (особенности визуальной репрезентации: параметры фона, шрифта, цветовые схемы отображения контента), психологический (способ репрезентации информационно-образовательных воздействий: вид отображаемой информации, стиль представления информационных фрагментов), лингвистический (языковые аспекты коммуникации).



Рис. 6. Структура когнитивной модели субъекта обучения

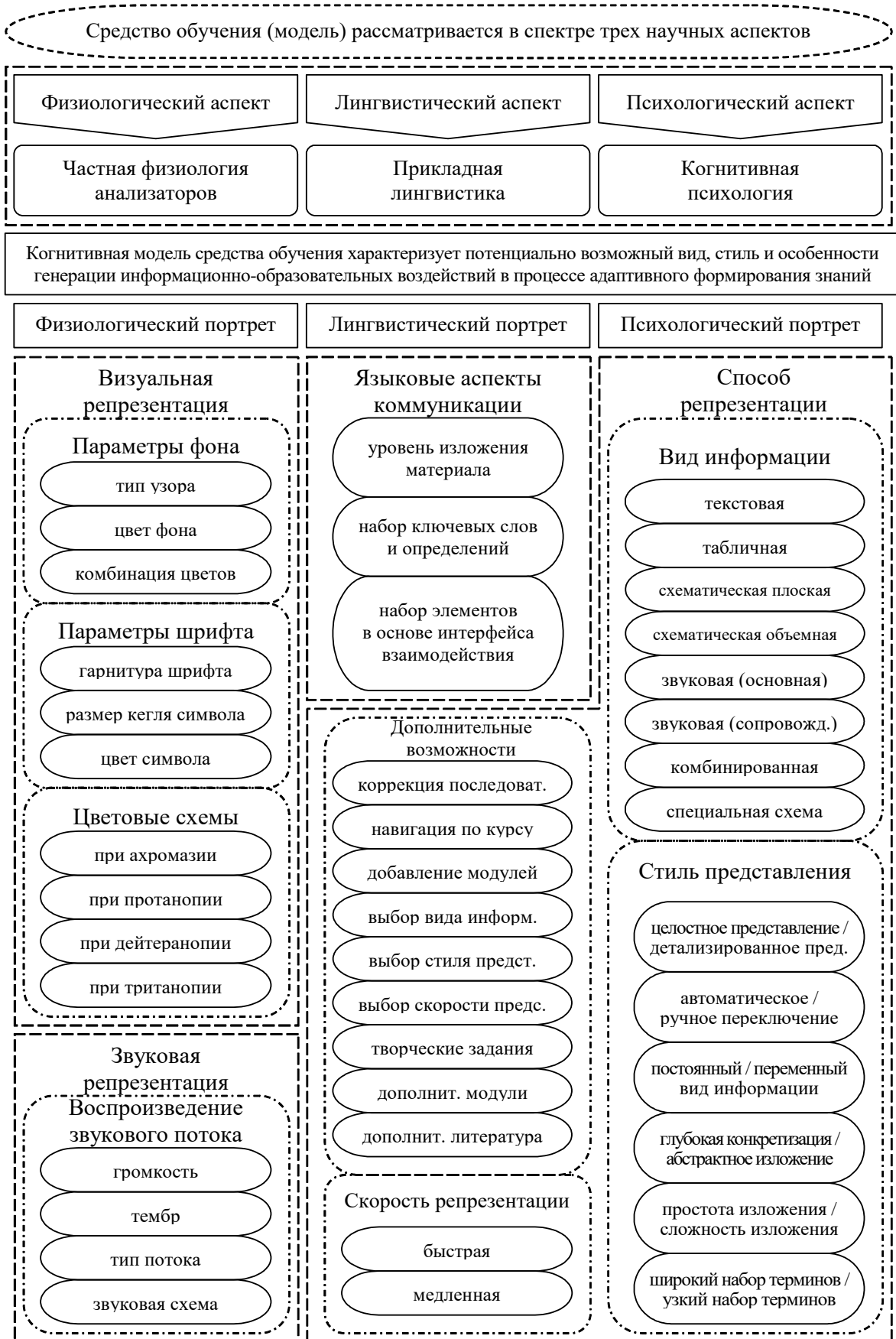


Рис. 7. Структура когнитивной модели средства обучения

КМ субъекта обучения технологически применима в контуре ИОС АДО, если средства обучения способны генерировать информационно-образовательные воздействия согласованно с КМ средства обучения.

Для целей автоматизации задач исследования ИОС использовался специально реализованный комплекс программ.

В шестой главе «Комплекс программного обеспечения для автоматизации задач исследования» разработан комплекс программ для автоматизации задач исследования, в частности адаптивный ЭУ, основной и прикладной ДМ.

В седьмой главе «Статистическое обоснование практического использования полученных результатов» выделены факторы влияющие на эффективность формирования знаний обучаемого в автоматизированной ИОС, особенности организации и план проведения эксперимента, особенности исследования параметров физиологического, психологического и лингвистического портретов КМ субъекта и средства обучения, специфика предварительной обработки апостериорных результатов диагностики, особенности выбора методов статистического анализа сформированных выборок данных, анализ динамики результативности обучения за несколько лет, результаты регрессионного и дискриминантного анализа. Методика исследования параметров КМ обеспечила постановку и проведение эксперимента.

На первом этапе исследования проводилась диагностика ИОЛСО – особенности восприятия, обработки и понимания информации. Рассмотренная технология предусматривает автоматизированное исследование параметров физиологического, психологического и лингвистического портретов КМ. В ходе диагностики параметров физиологического портрета КМ среди контингента испытуемых не выявлено субъектов с различными аномалиями восприятия информации зрительной сенсорной системой. Исследование лингвистического портрета КМ направлено на выявление соответствия между уровнем изложения материала образовательным средством и уровнем владения языком субъекта.

На втором этапе осуществлялась автоматизированная репрезентация информационных фрагментов посредством ЭУ, учитывающего параметры ИОЛСО, содержащиеся в параметрической КМ субъекта обучения. При репрезентации учебного материала в качестве основных использовались информационно-образовательные воздействия нескольких видов: текстологического, табличного и схематического (плоскостного).

На третьем этапе осуществлялась автоматизированная диагностика уровня остаточных знаний обучаемых с использованием разработанного программного обеспечения, содержащего в своей основе две шкалы оценки (стандартную и бальную).

Исследования проводились в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ» по ряду дисциплин: «Информатика», «Интеллектуальные технологии представления знаний», «Банковское дело», «Бухгалтерский учет и аудит», «Налоги и налогообложение», «Управленческий учет» и «Страхование».

Оценка эффективности внедрения результатов исследования производилась с использованием общепринятых критериев эффективности обучения:

$$K = \{k_1; k_2; k_3\} = \left\{ Y_i - Y_{i-1}; \frac{Y_i}{Y_{i-1}}; \frac{Y_i - Y_{i-1}}{Y_{i-1}} 100\% \right\}.$$

Коэффициенты соответственно обозначают абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности. В ходе практического использования ТКМ эксперимент осуществлялся в рамках ряда групп испытуемых. Результаты первичной статистической обработки данных эксперимента представлены в табл. 1. Табл. 1. Результаты статистической обработки данных эксперимента

Наименование показателя	Экспериментальная группа испытуемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер группы	1	2	3	4	5	6	7	8
Кол. испытуемых	26	28	22	25	27	23	21	24
Эксперимент №1 (без использования ТКМ)								
Средний балл Y_1	3,850	3,414	3,224	3,678	4,036	3,643	3,790	3,645
СКО ср. балла	0,867	0,178	1,958	0,879	0,577	0,783	1,679	1,047
Эксперимент №2 (с использованием ТКМ, личностная адаптация)								
Средний балл Y_2	4,041	3,674	3,357	3,786	4,157	3,853	3,821	3,743
СКО ср. балла	0,723	0,127	1,743	0,743	0,446	0,654	1,538	0,986
Итоги исследования								
k_1	0,191	0,26	0,133	0,108	0,121	0,21	0,031	0,098
k_2	1,049	1,076	1,041	1,029	1,029	1,057	1,008	1,026
$k_3, \%$	0,049	0,076	0,041	0,029	0,029	0,057	0,008	0,027
Изменение СКО	-0,144	-0,051	-0,215	-0,136	-0,131	-0,129	-0,141	-0,061

Научно-методические исследования и экспериментальная проверка эффективности функционирования ИОС АДО на основе ТКМ с использованием КМ позволят: во-первых,- выявить особенности сенсорного восприятия (физиологический портрет), последующей обработки (психологический портрет) и понимания (лингвистический портрет) различных видов информации, представляемых контингенту обучаемых посредством электронных образовательных средств; во-вторых,- разработать и интегрировать в учебный процесс адаптивные средства обучения и электронные учебно-методические комплексы, обеспечивающие индивидуально-ориентированное обучение.

Статистический анализ апостериорных данных и практическое использование результатов исследования в учебном процессе позволяют сделать следующие выводы:

- эффективное использование КМ в автоматизированной ИОС предполагает проектирование электронных учебно-методических пособий;
- степень влияния параметров КМ на эффективность обучения зависит от контингента обучаемых и носит индивидуальный характер;
- эффективность обучения с использованием ТКМ определяется возможностями средств ИОС, содержанием ЭУ по циклу дисциплин и целями обучения, варьируемыми в соответствии с учебными планами и рабочими программами.

В заключении диссертационной работы подведены итоги исследования, дана его оценка, указаны возможные направления применения полученных результатов в ИОС. В ходе ознакомления с рукописью монографии можно заметить, что представленные материалы базируются на фундаменте ИТ обучения, теории автоматического управления, педагогики, психологии, физиологии и прикладной лингвистики.

Опубликованные работы по теме диссертации

1. Научно-образовательный портал www.vetrovan.spb.ru (с 01^{го} сентября 2003 г.).
2. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования: коллективная монография / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; подред. члена-корр. «МАНВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С.54-65 (13 с.).
3. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения: коллективная монография / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; подред. члена-корр. «МАНВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С.65-78 (15 с.).
4. Ветров А.Н. Операционная система MS Windows 98/Me/2000: методические указания к лабораторным работам / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 72 с.
5. Ветров А.Н. Пакет прикладных программ MS Office 97/2000: Текстовый редактор Word: методические указания к лабораторным работам / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 64 с.
6. Ветров А.Н. Пакет прикладных программ MS Office 97/2000: Система электронных таблиц Excel: методические указания к лабораторным работам / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 76 с.
7. Ветров А.Н. Информатика: методическое пособие для студентов и школьников / учебник для студентов и школьников / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, 2008, М.: «РАО», 2008. – 331 с.
8. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI^{го} века: монография (философские науки) (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10) / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2004, М.: «РАО», 2007. – 141 с.
9. Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: монография (техн., физ.-мат. и мед. науки) (спец. 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03)) / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, М.: «РАО», 2007. – 256 с.
10. Ветров А.Н. Отчет по индивидуальной инициативной НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций, СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2005. – 451 с.
11. Ветров А.Н. Приложение к отчету по индивидуальной инициативной НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций, СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2005. – 654 с.
12. Ветров А.Н. Отчет по индивидуальной инициативной НИР «Исследование информационной среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей и финансовый анализ организации посредством технологии когнитивного моделирования» за 2006-2008 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций, СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2008. – 716 с.
13. Ветров А.Н. История и философия техники и информатики: монография (философские науки – «История и философия науки») (спец. 07.00.10, 09.00.08) «К 70^{ти}-летию "ЮНЕСКО"» / А.Н. Ветров; «МБИ». – СПб.: «МБИ», 2015, М.: «"ВИНИТИ" "РАН"», 2015. – 36 с.

14. Ветров А.Н. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного дистанционного обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Известия "МАН ВШ"» («Украинское отделение»), №1, 2005. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, Киев: «МАН ВШ», 2005. – 21 с. (С.102-121).
15. Ветров А.Н. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного (дистанционного) обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "Волгоградского государственного технического университета"», №8, 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, Волгоград: «ВГТУ», 2006. – 9 с. (С.194-196).
16. Ветров А.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "МАН ВШ"» («Московское отделение»), №3(37), 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006, М.: «МАН ВШ», 2006. – 15 с. (С.100-112).
17. Ветров А.Н. Адаптивная информационно-образовательная среда автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», №1, 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006. – 14 с. (С.101-111).
18. Ветров А.Н. Реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Известия "СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», №1, 2007. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007. – 8 с. (С.10-16).
19. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде / А.Н. Ветров // «Вестник "РУДН"», №4, 2008. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006, М.: «РУДН», 2008, (Библиогр. 13 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2008). – 18 с. (С.26-42).
20. Ветров А.Н. Особенности реализации информационно-образовательных сред автоматизированного обучения / А.Н. Ветров // «Автоматизация и современные технологии», №8, 2008. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007, М.: «Машиностроение», 2008, (Библиогр. 8 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2008). – 15 с. (С.16-25).
21. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде / А.Н. Ветров // «Вестник компьютерных и информационных технологий», №11, 2008. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007, М.: «Машиностроение», 2008, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2008). – 22 с. (С.38-50).
22. Ветров А.Н. Программный комплекс для задач исследования адаптивной среды автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Автоматизация и современные технологии», №10, 2010. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, М.: «Машиностроение», 2010, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2009). – 19 с. (С.20-33).
23. Ветров А.Н. Прикладной диагностический модуль для диагностики параметров когнитивной модели субъекта обучения в адаптивной среде / А.Н. Ветров // «Вестник "Дагестанского государственного технического университета"», №1 (44), 2017. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, Махачкала: «ДГТУ», 2017, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2009). – 25 с. (С.70-85).
24. Ветров А.Н. Основной диагностический модуль в системе автоматизированного обучения со свойствами адаптации (на основе блока параметрических когнитивных моделей) / А.Н. Ветров // «Автоматизация процессов управления», №1, 2016. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, Ульяновск: «ФГУП НПО "Марс"», 2016, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2010) – 18 с. (С.47-58).
25. Ветров А.Н. Блок параметрических когнитивных моделей для анализа эффективности обмена информацией в адаптивной среде автоматизированного обучения / А.Н. Ветров // «Вестник "Дагестанского государственного технического университета"», №3 (44), 2017. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, Махачкала: «ДГТУ», 2017, (Библиогр. 10 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2010) – 23 с. (С.112-125).

Ветров Анатолий Николаевич, 2005 г. © «СПБГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007 г. ® «РАО», 2019 г. © «СПбГУ»
ЛР № _____ от _____._____._____ г.

Подписано в печать _____._____._____ г. Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1.
Тираж 100 экз. Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета

Издательство «СПбГУ»
РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9.