

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*На правах рукописи*

**Ветров Анатолий Николаевич**

**ТЕХНОЛОГИЯ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ДЛЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА  
ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД**

Специальность 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические науки)

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
доктора технических наук

*Русский язык*

**Том 1**

Научный руководитель:  
доктор физико-математических наук, профессор  
Квитко Александр Николаевич

г. Санкт-Петербург  
2006, 2007, 2023

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

В-39 Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования для системного анализа информационно-образовательных сред: диссертация (техн., физ.-мат. и мед. науки) (спец. 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03)) (3 тома) / А.Н. Ветров; «С.-Петербургск.гос.ун-т». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006, М.: «РАО», 2007, СПб: «СПбГУ», 2023. – 910 (240, 252, 418) с.: 310 (44, 89, 177) ил., 327 (2, 154, 171) табл. – Библиогр. 499 (299) (499, 0, 0) назв. – Рус. – Деп. в «РАО», 2007.

В диссертации проведено исследование и системный анализ информационных технологий для поддержки информационной среды автоматизированного обучения, представлены особенности структуры адаптивной информационно-образовательной среды автоматизированного (дистанционного) обучения на основе когнитивных моделей, технология когнитивного моделирования и структура параметрических когнитивных моделей для адаптивных интеллектуальных систем автоматизированного обучения (на расстоянии), а также выполнена экспериментальная проверка параметрических когнитивных моделей для системного анализа и повышения эффективности информационного взаимодействия разнородных субъектов обучения и различных средств обучения нового поколения.

Предметом исследования выступает технология когнитивного моделирования для системного анализа информационно-образовательной среды системы (среды) автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей.

Проведен системный анализ структуры адаптивной информационно-образовательной среды автоматизированного (дистанционного) обучения на основе когнитивных моделей, в частности организация и технологические этапы автоматизированного (дистанционного) обучения с учетом индивидуальных особенностей личности субъектов обучения, программное обеспечение автоматизированного обучения как информационного процесса, особенности структуры технологического процесса автоматизированного обучения (на расстоянии) и уровни представления структурированных данных в информационно-образовательной среде, алгоритмы (принципы) функционирования различных классических и инновационных компонентов системы автоматизированного обучения (на расстоянии) (в частности адаптивный электронный учебник, лабораторный практикум и библиотека, основной и прикладной диагностические модули и электронный деканат), структура процессора адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов на основе параметрических когнитивных моделей, специфика каналов информационного взаимодействия субъектов и средств обучения.

Представлены технология когнитивного моделирования и структура параметрических когнитивных моделей для адаптивных систем автоматизированного обучения (на расстоянии).

Проведена экспериментальная проверка когнитивных моделей для системного анализа и повышения эффективности информационного взаимодействия субъектов и средств обучения, в частности первичная статистическая обработка апостериорных данных предполагала поиск аномалий последовательностей номинальных значений в выборках с апостериорными данными (выявление аномальных выбросов и артефактов в значениях, формирование первичных описательных статистик, расчет критических значений показателей и отображение графиков), а также вторичная статистическая обработка апостериорных данных осуществлялась посредством использования дисперсионного, регрессионного, дискриминантного, кластерного анализа, многомерного шкалирования и факторного анализа.

Предназначена для ученых и сотрудников НИИ, преподавателей технических ВУЗов и студентов по спец.: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», 05.13.10 – «Управление в социальных и экономических системах», 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», 01.01.05 – «Теория вероятности и математическая статистика», 01.02.01 – «Теоретическая механика», 19.00.02 – «Психофизиология восприятия», 10.02.21 – «Прикладная и математическая лингвистика» и другим.

на правах рукописи

© Ветров А.Н. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), 2006.  
© Ветров А.Н. («РАО»), 2007.  
© Ветров А.Н. («СПбГУ»), 2023.

## Содержание

Перечень сокращений и условных обозначений .....	6
Введение .....	7
1. Анализ информационных технологий для поддержки информационной среды автоматизированного обучения .....	22
1.1. Понятие информационных технологий в науке и образовании .....	23
1.2. Назначение информационных технологий образовательной среды .....	24
1.3. Классификация информационных образовательных технологий .....	25
1.4. Виды и задачи автоматизированных средств обучения .....	27
1.5. Основные этапы развития автоматизированных обучающих систем .....	28
1.6. Сущность и основные принципы дистанционного образования .....	32
1.7. Выводы по первой главе .....	36
2. Особенности структуры адаптивной информационно-образовательной среды автоматизированного (дистанционного) обучения на основе когнитивных моделей ..	37
2.1. Организация автоматизированного (дистанционного) обучения с учетом индивидуальных особенностей личности субъектов .....	39
2.2. Основные технологические этапы автоматизированного (дистанционного) личностно-ориентированного обучения .....	41
2.3. Программное обеспечение автоматизированного обучения .....	47
2.4. Автоматизированное обучение как информационный процесс .....	51
2.4.1. Особенности структуры технологического процесса обучения и уровни представления знаний в информационно-образовательной среде .....	52
2.4.2. Структурные (семантические) модели представления знаний и семантическое программирование в автоматизированном обучении ..	54
2.5. Структура автоматизированного адаптивного обучения как управляемого процесса формирования знаний обучаемого .....	55
2.5.1. Особенности компонентов системы автоматизированного обучения на различных этапах образовательного процесса .....	56
2.5.2. Алгоритмы (принципы) функционирования компонентов системы автоматизированного обучения (на расстоянии) .....	57
2.5.3. Процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов на основе когнитивных моделей .....	60
2.5.4. Основы технологии извлечения знаний преподавателя для целей построения теоретико-справочных модулей электронных учебников ..	62
2.5.5. Специфика практического использования средств мультимедиа в создании электронных учебников и лабораторных практикумов .....	65

2.6. Теоретические основы построения адаптивных систем обучения на основе блока параметрических когнитивных моделей.....	66
2.6.1. Алгоритмы обучения в автоматизированных обучающих системах .....	68
2.6.2. Адаптация в автоматизированной обучающей системе (на расстоянии) ..	73
2.6.3. Специфика алгоритма обучения с когнитивной моделью обучаемого....	78
2.6.4. Специфика оценки параметров когнитивной модели обучаемого ..	81
2.7. Принципы реализации адаптивной информационной среды на основе индивидуальных характеристик обучаемого .....	84
2.8. Специфика канала информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в образовательной среде .....	88
2.9. Структура системы автоматизированного обучения (на расстоянии) со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей.....	89
2.10. Выводы по второй главе.....	92
3. Технология когнитивного моделирования и структура параметрических когнитивных моделей для адаптивных систем автоматизированного обучения .....	93
3.1. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования для формирования параметрических когнитивных моделей .....	98
3.2. Особенности представления и формального описания структуры параметрической когнитивной модели .....	101
3.3. Методика использования технологии когнитивного моделирования для системного анализа объекта, процесса и явления исследования.....	103
3.4. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели для задач системного анализа информационно-образовательной среды .....	105
3.4.1. Построение структуры когнитивной модели субъекта обучения для задач системного анализа информационно-образовательной среды ..	107
3.4.2. Построение структуры когнитивной модели средства обучения для задач системного анализа информационно-образовательной среды ..	114
3.5. Описание структуры параметрической когнитивной модели.....	120
3.6. Структурно-функциональная схема комплекса программ для автоматизации задач исследования среды обучения.....	123
3.7. Физиологический портрет параметрической когнитивной модели .....	124
3.7.1. Специфика исследования аномалий рефракции глаза.....	126
3.7.2. Специфика исследования аномалий цветового восприятия.....	129
3.7.3. Специфика исследования аномалий восприятия пространства.....	131
3.7.4. Программный инструментарий для автоматизации исследования параметров физиологического портрета когнитивной модели субъекта обучения ..	132

3.8. Психологический портрет параметрической когнитивной модели .....	133
3.8.1. Специфика исследования конвергентных интеллектуальных способностей..	138
3.8.2. Специфика исследования дивергентных интеллектуальных способностей .	141
3.8.3. Специфика исследования вида обучаемости субъекта обучения .	143
3.8.4. Специфика исследования индивидуальных познавательных стилей.	144
3.8.5. Специфика исследования уровня мета-когнитивной осведомленности субъекта обучения по предмету изучения (дисциплине) .....	145
3.8.6. Программный инструментарий для автоматизации исследования параметров психологического портрета когнитивной модели субъекта обучения.	145
3.9. Лингвистический портрет параметрической когнитивной модели.....	146
3.9.1. Специфика исследования уровня владения языком изложения материала.	147
3.9.2. Специфика исследования уровня владения словарем терминов..	148
3.9.3. Специфика исследования лингвистической дружелюбности интерфейса..	148
3.9.4. Программный инструментарий для автоматизации исследования параметров лингвистического портрета когнитивной модели субъекта обучения.	148
3.10. Выводы по третьей главе .....	149
4. Экспериментальная проверка когнитивных моделей для системного анализа и повышения эффективности информационного взаимодействия субъектов и средств обучения	150
4.1. Особенности организации и проведения эксперимента .....	152
4.2. Методики исследования параметров когнитивных моделей субъекта обучения и средства обучения в среде обучения .....	154
4.3. Алгоритм обработки апостериорных данных тестирования.....	159
4.4. Результаты статистической обработки апостериорных данных.....	161
4.5. Выводы по четвертой главе .....	164
Заключение .....	165
Библиографическая глава.....	172
Список приложений.....	239