Соколова Оксана Валентинівна. Моделі та методи інформаційних технологій накопичення інформації у системах навчання.- Дисертація канд. техн. наук: 05.13.06, Херсон. нац. техн. ун-т. - Херсон, 2015.- 232 с.

ХЕРСОНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи Соколова Оксана Валентиновна

УДК 004:383.4:371.69

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБУЧЕНИЯ**

Специальность 05.13.06 – информационные технологии Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

д.т.н., проф. **Петров Едуард Георгійович**

Этот экземпляр диссертации идентичный

по содержанию другим, которые представлены

в специализированный ученый совет Д 67.052.01

Ученый секретарь

специализированного ученого совета П.И. Гучек

Херсон-2015

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ…………………………………….5 ВВЕДЕНИЕ……………………………………………..…………………………6 РАЗДЕЛ I АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В

СИСТЕМАХ ОБУЧЕНИЯ…………………………………………………...….15

* 1. Общая характеристика состояния проблемы накопления информации в системах обучения. Актуальность исследования……………………………...15
  2. Анализ подходов к понятиям информации, данных и знаний……………24
  3. Взаимосвязь информации и измеряемой величины, характеризующей событие …………………………………………………………………………..38
  4. Методы построения математической модели объекта обучения ………..42
  5. Методы оценки объема накопленных знаний……………………………..48
  6. Постановка задач исследования…………………………………………….53 РАЗДЕЛ II МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБУЧЕНИЯ …………….56
  7. Использование информационного пространства для описания процесса накопления знаний……………………………………………………. ………..56
  8. Моделирование процесса накопления знаний агентом …………………..58
  9. Математическая модель агента в информационной технологии накопления знаний ...……………………………………………………………62
  10. Математическая модель динамики процесса накопления информации…………………………………………………………………....…69
  11. Распределение ресурсов при организации потоков информации ………..74
  12. Пространство сигналов и меры близости………………………………… 80
  13. Модель формирования свойства инвариантности в системах накопления знаний……………………………………………….……………………………86 Выводы по разделу………………….…………………………………….……..92 РАЗДЕЛ 3 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНИВАНИЕ ПРОЦЕДУР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ

ОБУЧЕНИЯ………...…………………………………………………………….94

* 1. Оценивание количества накопленной информации и состояния объекта Формирование входного потока информации в системах обучения……………………….…………………………………………………94
  2. Методы оценивания накопленного объема информации и алгоритмы минимизации ошибки оценивания……………………………………………103
  3. Использование прогноза в алгоритмах коррекции загрузки каналов информационной системы накопления знаний…………………….110
  4. Моделирование динамики накопления информации…………………….115
  5. Реализация информационной технологии накопления информации 119

Выводы по разделу …………………………………………………………….123 РАЗДЕЛ 4 ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ИНФОРМАЦИИ И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ НАКОПЛЕНИЯ

ЗНАНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ……………………………………….125

* 1. Структура комбинированной системы управления процессом обучения………………………………………………………...…………...….125
  2. Формирование входного потока информации в системах обучения... …………………………….………………………………………..129
  3. Методы оценки объема накопленных знаний …………….……………..135
  4. Прецедентный подход к формированию экспертных групп…………….150
  5. Формирование экспертных групп для оценки электронного учебного материл в КСО………………………………………………………………….156
  6. Управление системой накопления знаний в рамках информационной технологии КСО ……………………………………………………………….162
  7. Формализация функций преподавателя как элемента информационной технологии обучения …………………………………………………….…….165 Выводы по разделу…………………………………….……………………….168 РАЗДЕЛ 5. АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ….……….171
  8. Описание структуры и функциональных возможностей модуля КСО создания информационного обеспечения по конкретной дисциплине……..176
  9. Построение базы данных ИКСО…………………………….…………….179
  10. Описание программных продуктов, построенных по информационной технологии ИКСО…………………………………………………....………...181 Выводы по пятому разделу………………………...……………..……………182 ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ……………………………………………..…………183 ЛИТЕРАТУРА……………………………….…………………………………185 ПРИЛОЖЕНИЕ Акты внедрения…………………...………………………202 ПРИЛОЖЕНИЕ Б Блок-схемы работы модулей СКО…………….………...207 ПРИЛОЖЕНИЕ В Экранные формы модулей СКО………………………. 211

5

**СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

КО – компьютеризированное обучение

КСО – компьютеризированная система обучения СДО – система дистанционного обучения

СУ − система управления МАС – мультиагентная среда БД − база данных

БЗ − база знаний

ЭГ – экспертная группа

ХП – хранилище прецедентов

СППР – система поддержки принятия решений ИС – информационная система

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** Уровень развития общества сегодня определяется уровнем используемых технологий. Основой технологического развития являются системы накопления и хранения информации, которые определяют уровень ее упорядоченности, доступности и сохранности. Информационная технология накопления информации охватывает каналы введения информации, средства обработки и упорядочивания, сжатия информационных сообщений, средства и методы накопления. Несмотря на длительный период использования технологий обработки информации, процессы накопления информации остаются недостаточно глубоко изученными, а процессы обучения, в основе которых лежат процессы накопления информации, - сложными и малоэффективными. Многообразие и огромный объем информации создают проблемы в процессе передачи и хранения информации. Стремление детализации и систематизации контента приводит к значительным трудностям в создании алгоритмов хранения и управления потоками информации в системах компьютеризованного обучения, которое негативно влияет на его качество. И наконец, существует проблема измерения количества поступающей в систему и хранимой в ней информации. Оценки, приемлемые при оценке канала связи, не имеют смысла в случае систем накопления информации.

Существенным моментом является проявление одинаковых явлений в разнообразных системах накопления и хранения информации: в технических, социальных, организационных системах. Все эти системы требуют возобновления или перезаписи информации, потому что им свойственная потеря информации.

Когда речь идет о свойствах процессов, протекающих в различных системах (а они, в основном основаны на информации), существенным моментом является проявление одинаковых явлений как в технических

системах накопления и хранения информации, так и в социальных, и организационных системах. Как техническая система требует восстановления или перезаписи информации, так и в социальной системе необходимо восстановление информации, так и человек должен вспомнить и восстановить информацию в памяти. Потеря информации свойственна не только человеческой памяти, но и техническим системам, а так же и социальным организационным структурам. Забывает человек, теряются и стареют книги, теряет данные техническая система, стареют социальные представления и теории. Таким образом, информационные процессы имеют общие - фундаментальные свойства, и эти свойства необходимо учитывать при построении информационных технологий накопления информации, в системах обучения в частности.

Основы подхода к решению задачи накопления информации в процессе функционирования сложной системы вообще и системы обучения в частности, определены трудами отечественных и зарубежных ученых, среди которых: Глушков В.М., Емельянов С.В., Поспелов Д.С., Саати Т., Бир С., Павлов А.А.. Стогний А.А., Скурихин В.И., Ростунов Т.И., Столаров Л.М., Ричмонд У.К., Машбиц Е.И., Гребень И.И., Довгялло О.М., Бурков В.Н., Деннинг В., Эссинг Г., Маас С., Новиков В.А., Савельев О.Я., Грищенко В.И., Цибенко Ю.В., Айвазян С.О., Коваленко И.И., Петров Э.Г., Ходаков В.Е., Атанов Г., Меняйленко А.С., Кухаренко В.Н и др.

Тем не менее, задача повышения эффективности и качеству обучения за счет использования информационных технологий далека от своего решения. Одной из основных проблем в задаче накопления информации является возрастающий поток неинформативных (а иногда попросту ложных) сообщений, хранение которых не имеет смысла, а чаще всего приносит ощутимый вред. Достаточно войти в интернет и оценить информацию практически по любому разделу или событию. Таким образом, исследования, посвященные дальнейшему развитию систем управления

процессом компьютеризированного обучения, созданию для этих целей моделей, методов и информационных технологий накопления информации, специального математического и программного обеспечения для решения широкого круга задач, возникающих в процессе обучения, являются актуальными.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Диссертационная работа выполнена в пределах тематических планов Херсонского национального технического университета по кафедре информационных технологий и кафедре экономической кибернетики и управления проектами Херсонского национального технического университета, а именно в пределах государственных бюджетных тем МОН Украины: «Розробка інформаційно-аналітичного забезпечення процедур підтримки прийняття рішень у в комп’ютерно-інтегрованих системах» (№ 0110U001651) и «Моделі структурного синтезу комп'ютерних інтегрованих систем» (№ 0108U006995), где соискатель принимала участие как исполнитель отдельных разделов. Личный вклад соискателя заключается в разработке моделей и алгоритмов, которые были использованы при выполнении хоздоговорной темы.

**Цель и задачи исследований.** Целью диссертационного исследования является разработка моделей, методов и информационных технологий накопления информации в системах компьютеризированного обучения и решение на этой основе важной научно-технической задачи - повышения эффективности и качества обучения на основе использования информационных технологий. Оценку эффективности системы и качества обучения, в данном случае, целесообразно связать с качеством ответов обучаемого, т.е. с уменьшением количества ошибок в потоке воспроизводимой информации.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

* исследование теоретических и методологических основ решения задачи повышения качества компьютеризированного обучения за счет построения подсистем накопления информации;
* системологический анализ и структуризация проблемы синтеза подсистем накопления информации в разнообразных системах, системах обучения в частности;
* системологический анализ современных методов математического моделирования информационных систем и процессов накопления информации;
* построение моделей составляющих процесса обучения в системах компьютеризированного обучения;
* разработка моделей оценки количества информации относительно процессов информационных технологий накопления и хранения знаний в системах обучения;
* построение математической модели динамики процесса накопления знаний в информационном пространстве;
* разработка методов оценки параметров модели и уточнения состояния системы хранения информации при условии существенных ошибок в оценке состояния объекта;
* разработка метода построения подсистем накопления информации на основе композиции методов получения начальной информации и методов формирования подсистемы базовых знаний в системах компьютеризированного обучения;
* разработка метода анализа характеристик входных информационных потоков и критериев оценки их информативности;
* разработка структуры подсистем накопления информации и проверки знаний в системах компьютеризированного обучения;

- разработка прикладной информационной технологии и инструментальных средств синтеза системы компьютеризированного

обучения с подсистемами накопления информации, практическая проверка и внедрение в практику;

* определение перспективы развития методов и решений, предложенных в работе.

*Объект исследований –* информационные технологии обработки и накопления информации в системах обучения.

*Предмет исследования –* модели иметоды информационных технологий накопления информации в системах обучения.

**Методы исследования** – при разработке модели объекта использованы методы теории информации, методы оптимизации и методы теории искусственного интеллекта. При решении задачи формирования экспертных коллективов использованы методы математической статистики и оптимизации выпуклых функций. При построении описания динамики процесса накопления информации использованы методы теории дифференциальных уравнений и теории управления. При описании пространства состояния системы использованы современные методы теории информации. Задача идентификации решена в рамках современной теории управления. При моделировании и исследовании алгоритмов, предложенных в работе, использовались оригинальные программы.

**Научная новизна полученных результатов.** В результате проведенного исследования получены следующие научные результаты:

Впервые:

* предложен и обоснован метод оценки количества накопленной информации в рамках концепции информационного пространства и теории полезности, который отличается от существующих моделированием процесса накопления информации как процесса движения динамической системы в информационном пространстве, что позволяет связать принципы оптимальности и полезности, и рассматривать процесс накопления

информации как процесс изменения во времени объемов полезной информации;

* разработана модель динамики процесса накопления информации, как особого класса информационного взаимодействия источника и приёмника информации, с учетом количества ранее накопленной информации, которая является инвариантной по отношению к выбору носителя информации;
* предложен метод распределения информационных потоков с использованием оценки информации в зависимости от характера распределения измеряемой величины, что позволило обосновать процедуру оптимизации распределения ресурсов информационного комплекса накопления информации.

Получили дальнейшее развитие:

* теоретические основы формализации процессов компьютеризованной учебы за счет использования моделей динамики процесса накопления информации, что позволяет решать задачи функционального и структурного синтеза СКО на единых теоретических основах;
* методология формирования информационного обеспечения процесса КН за счет применения методов построения подсистем накопления информации на основе композиции методов получения начальной информации и методов формирования подсистемы базовых знаний в системах компьютеризованного обучения, что позволяет повышать качество информационного обеспечения компьютеризованного обучения;
* метод беспоисковой идентификации в задаче оценки количества информации и параметров модели комплекса накопления информации.

Усовершенствованно:

* элементы конструктивной теории и проблемно-ориентированного инструментария моделирования систем компьютеризованного обучения за счет структурной идентификации моделей составляющх

компьютеризованного обучения, что позволяет повышать интенсивность и качество обучения.

**Практическое значение полученных результатов**. В результате выполнения диссертационного исследования разработаны методы построения информационного обеспечения системы накопления информации, позволяющие оценивать количество поступающей и накопленной информации, а так же получен метод синтеза процедуры идентификации модели объекта в комплексе информационной технологии накопления информации в системах обучения.

Проведенное моделирование и программные средства, разработанные в ходе диссертационного исследования, позволяют повысить эффективность управления процессами накопления информации и обучения в системах обучения.

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую работу общественной организации «Майстерня добра» (г. Николаев) (акт от 03.09.2014 г.), а так же нашли применение в учебном процессе кафедр информационных технологий (акт от 14.05.2014 г.) и економической кибернетики и управления проектами (акт от 05.09.2014 г.) Херсонского национального технического университета, а также кафедры економической кибернетики Харьковского национального университета радиоэлектроники.

**Личный вклад соискателя.** Основные научные и практические результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно и являются его личным вкладом в науку. Из трудов, опубликованных в соавторстве, в диссертационной работе использованные лишь те положения и идеи, которые являются результатом личных исследований соискателя. Автором выполнено: постановка задачи моделирования подсистемы накопления информации в электронных средствах обучения, обоснование перехода к ентропийной мере информации при описании процесса накопления информации, описание модели объекта обучения с помощью

агентного подхода, обоснование повышения эффективности КО за счет построения систем управления процессом КО, разработка алгоритма формирования коллектива экспертов для формирования информационного обеспечения СКО, обоснование подхода к моделированию КО, обоснование необходимости использования субъективных характеристик объекта обучения, анализ влияния управления на процесс КО, формулировка предложений относительно моделирования тренажерных систем с помощью агентного подхода, описание составляющих информационной технологии накопления знаний в СКО, обоснование модели динамики системы накопления информации, постановка задания фильтрации в СКО.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: межкафедральных семинарах ХНТУ, научных конференциях ХНТУ, научно- практических международных конференциях “Інформаційні технології в освіті і управлінні” (г. Новая Каховка, 2011 - 2014); международной научно- практической конференции «Управління проектами: стан і перспективи» (г. Николаев, 2013-2014); V международной научно-практической конференции

«Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (г. Харков, 2013); Всеукраинской научно-практической конференции «Молодь у світі сучасних технологій» (г. Херсон, 2011); Всеукраїнской практической конференции «Європейські інтеграційні процеси в Україні: Стан, проблеми та перспективи» (г. Херсон, 2011); международной научно-практической конференции молодых учених и студентов «Молодь у світі сучасних технологій» (г. Херсон, 2012-2014); I Международной научно-практической конференції «Актуальні проблеми розвитку електронної освіти у галузі економіки» (г. Севастополь, 2011); Международной научно-практической конференции «Комп'ютерні науки: освіта, наука, практика» (г. Николаев, 2014).

**Публикации.** Основные научные положения отражены в 19 печатных работах, среди которых 6 статей в журналах по списку ВАК (из них 5 статей в наукометрических журналах), и 12 докладов в материалах всеукраинских и международных конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из вступления, 5 разделов, выводов, списка использованных источников (202 наименования на 18 страницах) 5 приложений на 30 страницах. Общий объем диссертации составляет 150 страниц, включая 37 рисунков и 5 таблиц. Основное содержание изложено на 150 страницах.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертационное исследование посвящено доработке элементов конструктивной теории и проблемно-ориентированного инструментария моделирования и создания систем управления процессом КО, моделированию составляющих процесса КО с целью решения на этой основе важной научно-технической задачи – повышения интенсивности и качества обучения на основе использования информационных технологий.

Элементы теории и инструментарий ориентированы на решение новых задач, связанных с внедрением в учебный процесс новых технологий обучения, в основе которых лежат информационные технологии накопления информации, что позволяет достичь повышения качества образования.

Основываясь на результатах выполненного диссертационного исследования можно сделать следующие выводы:

* + 1. Выполнен системологический анализ и структуризация проблемы синтеза подсистем накопления информации с целью повышения эффективности и качества компютеризованого обучения.
    2. Анализ современных информационных технологий накопления информации, методов моделирования процедур обработки информационных потоков и методов оценки количества хранимой информации позволяет утверждать, что процесс накопления информации владеет свойством изменения во времени количества информации, которая хранится, и, как следствие, описывается дифференциальными уравнениями.
    3. Основываясь на концепции представления процессов накопления информации в информационном пространстве, определена норма и метрика, которая отвечает заданию накопления информации, показано, что норма формируется как взвешенная на коэффициент полезности оценка ёмкости носителя сообщения.
    4. Показано, что математическая модель динамики процесса накопления знаний является системой дифференциальных уравнений, порядок которой определяется количеством концептов в сообщении.
    5. С целью повышения точности оценки объема накопленной информации и снижения влияния ошибок оценивания разработан метод синтеза асимптотического наблюдателя того, которое обеспечивает минимизацию ошибок оценивания количества информации.
    6. Основываясь на предложенном методе оценки количества информации, разработана методика формирования входных потоков информации, которая обеспечивает оптимальное распределение нагрузки каналов.
    7. Показано, что при накоплении сложной информации возникают значительные фазовые задержки, что вызывает колебание реального объема информации и ошибки в ее интерпретации, предложена процедура прогноза, который обеспечивает возможность построения процедуры управления входными потоками без возникновения ошибок интерпретации.
    8. Разработаны методы построения подсистем накопления информации на основе композиции методов получения начальной информации и методов формирования подсистемы базовых знаний в системах компьютеризованного обучения.
    9. Разработаны структуры подсистем накопления информации и проверки знаний в системах компьютеризованного обучения.
    10. Разработана прикладная информационная технология и инструментальные средства синтеза системы компьютеризованного обучения с подсистемами накопления информации.
    11. Проведенное моделирование и исследование информационной технологии накопления информации подтвердило выдвинутые гипотезы и эффективность предложенных решений.

Предложенные и обоснованные в работе методы построения моделей, оценки информации, построения наблюдателя и управления процессом накопления информации могут быть применены как в системах обучения, так и в технических системах хранения информации.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Библиотечно – библиографический классификатор: рабоч. Б59. табл. для мас. б-к. – М.: Либерея, 1997.- 688с.
2. Костюк В.И. Системы отображения информации и инженерная психология / В.И. Костюк, В.Е. Ходаков –К.: Вища школа,1977.-312с.
3. Кукина А.В. Методы расчёта и управления себестоимостью обучения / А.В. Кукина, А.Е. Соколов // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2007. - №4(27). – с. 113-121.
4. Меняйленко О.С. Математичні моделі «гуманних» педагогічних впливів для автоматизованих навчальних систем / О.С. Меняйленко // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля. -2006. -№1(95). –С.134-144.
5. Платформа сетевого дистанционного обучения Sakai [Электронный ресурс] // Портал сетевого дистанционного обучения СПбГУ. – Режим доступа: сайт <http://dl.spbu.ru/o-distancionnom-obuchenii/opisanie-sistemy-setevogo-> distancionnogo-obucheniya-na-baze-sakai/sistema-distancionnogo-obucheniya- sakai.
6. Карпенко Д.С. Система автоматического повышения качества тестовых заданий и мониторинг процесса усвоения знаний / Д.С. Карпенко, О.М. Карпенко, Е.Н. Шлихунова. – К.: Наукова думка, 2008. – 165с.
7. Концепция создания и развития единой системы дистанционного образования // Проблемы информатизации высшей школы. -1998. - №3. – С. 95-105.
8. Костюк В.И. Проектирование информационных моделей в гибких системах / В.И. Костюк –К.: Вища школа,1987.-279с.
9. Методика экспертной оценки средств обучения, формирующих понятия и умения М. СГУ. 2000. – 60с.