



005005949

На правах рукописи

М. Бухаров

Бухаров Михаил Николаевич

**УПРАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ
НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук**

15 ДЕК 2011

Москва – 2011

15-12-11

Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук Институте радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН.

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор
Олейников Александр Яковлевич

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Иванов Игорь Потапович

доктор физико-математических наук, профессор
Обухов Юрий Владимирович

доктор технических наук, профессор
Саксонов Евгений Александрович

Ведущая организация:

ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)», г. Самара

Защита диссертации состоится 25 января 2012 г. в 16⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета ДМ521.019.01 при Российском новом университете по адресу: 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 22.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РосНОУ.

Автореферат разослан 1 января 2011 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета ДМ521.019.01, кандидат физико-математических наук, доцент



Растягаев Д.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертационная работа посвящена разработке и обоснованию методологических аспектов проектирования и моделирования систем управления сложными человеко-машинными комплексами на основе гибридного интеллекта и представляет собой обобщение результатов научных исследований автора в области теории систем гибридного интеллекта и ее практического применения в социальной и экономической сферах человеческой деятельности.

Актуальность исследования

Развитие рыночных отношений и экономики России в целом предъявляют повышенные требования к качеству работы организаций и ведения бизнеса. От современного менеджмента требуется внедрение новых подходов к управлению организациями. Информатизация, формирование процессной организации экономических, социальных и научно-технических систем на основе информационных и телекоммуникационных технологий способствуют решению этих задач.

В полной мере проблема применения информационных и телекоммуникационных технологий в управлении сложными человеко-машинными комплексами еще не нашла своего решения. Многие аспекты этой проблемы, в том числе и не связанные с ней напрямую, но исключительно важные в силу своей фундаментальности, разрабатывались математиками, специалистами в области управления и информационных и телекоммуникационных технологий, экономистами: системный анализ (Гуд Г.Х., Макол Р.Э., Оптиер С.Л., Янг С., Емельянов С.В., Моисеев Н.Н., Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. и др.); основополагающие проблемы общей теории систем (М.Месарович, Я.Такахара, Уемов А.И. и др.); синергетика (Хакен Г., Николис Г., Пригожин И.Р., Самарский А.А., Стенгерс И., Курдюмов С.П., Данилов Ю.А., Колесников А.А. и др.); имитационное моделирование (Шеннон Р., Нейлор Т.Х., Бусленко Н.П. и др.); теория экономических информационных систем (Королев М.А., Мишенин А.И., Хотяшов Э.Н. и др.); реинжиниринг бизнеса (М.Хаммер, Дж.Чампи, Ойхман Е.Г., Уткин Э.А., Черемных О.С. и др.); теория открытых систем (Козлов В.А. и др.), система менеджмента качества (Э.Деминг, Ф.Кросби, Г.Тагути, К.Исикава, Дж.Ван Этингер, Дж.Ситтинг, П.Друкер, Аронов И.З., Бойцов В.В., Рождественский В.Л. и др.); вопросы математического моделирования и технологий управления (Р.Акофф, И.Ансофф, П.Дойль, Р.Росс, С.Бекер, Д.Джонсон, Г.Кунц, С.О'Доннел, Колесов Ю.Б., Сенченков Ю.Б. и др.); достижения в области искусственного интеллекта (Дж.Нельсон, Х.Уэно, Поспелов Д.А., Попов Э.В. и др.); теория нечетких множеств, теория искусственных нейронных сетей и скоринговые модели (Л.Заде, Д.Дюбуа, А.Прада, Дж.Розенблат, С.Хайкин, Р.Каллан, Дж.Хинтон, Д.Дюрэн и др.); принципы практического использования

информационных и телекоммуникационных технологий в экономике и социальной сфере (Вендров А.М., Липаев В.В., Нуралиев Б.Н., Тельнов Ю.Ф. и др.).

Фундаментом указанного научного направления за рубежом являются идеи реинжиниринга бизнес процессов М.Хаммера, универсальная система показателей деятельности Х.К.Рамперсада, система менеджмента качества П.Друкера. Непосредственные исследования вопросов применения информационных и телекоммуникационных технологий в управлении экономическими и социальными системами выполняются по следующим основным направлениям: искусственный интеллект (А.Ньюэлл, Г.Саймон и др.); аспекты моделирования систем (Р.Шеннон, Т.Х.Нэйлор и др.); оценка и оптимизация деятельности (Нортон Д., Х.К.Рамперсад и др.); реинжиниринг бизнеса (М.Хаммер, Дж.Чампи, Т.Давенпорт, А.Шеер и др.); виртуальные организации и системы гибридного интеллекта (М.Уорнер, М.Витцель, Ванда В.Ф. и др.).

В исследованиях российских ученых (Вендров А.М., Липаев В.В., Тельнов Ю.Ф. и др.) сформулированы общие принципы построения оптимальных экономических, социальных и научно-технических систем, определены направления применения информационных и телекоммуникационных технологий в технике, экономике и социальной сфере, разработаны технологические принципы формирования и функционирования открытых систем. В то же время недостаточно проработаны принципы построения систем управления сложными человеко-машинными комплексами и интеграции информационных и телекоммуникационных технологий в экономические, социальные и научно-технические системы и формирования на их основе систем гибридного интеллекта.

Под системой гибридного интеллекта мы понимаем человеко-машинный комплекс, основанный на равноправном сотрудничестве искусственного компьютерного и естественного человеческого интеллектов и процессной организации систем управления. Система гибридного интеллекта создает условия для целостного творческого процесса развития и совершенствования экономических, социальных и научно-технических систем. В условиях системы гибридного интеллекта менеджеры новой формации, дополняя традиционные подходы возможностями дистанционного взаимодействия сотрудников организации, могут обеспечить широкое профессиональное и общегуманитарное взаимодействие всех ресурсов в ходе выполнения совместных проектов.

Создание и использование систем управления человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта может быть успешным только при активном участии руководителей и работников предприятий и организаций. Поэтому имеется необходимость в научно-методологическом обосновании принципов создания систем гибридного интеллекта и их интеграции во все сферы жизни страны.

Актуальность темы исследования определяется существованием определенных противоречий в работе сложных человеко-машинных комплексов:

1. Экспоненциальный рост информации, определяющей функционирование экономических, социальных и научно-технических систем, несовместим с большим временем их создания и изменения и возможностями субъектов этих систем.

2. Работа современной организации должна основываться на широком использовании возможностей информационной среды, для формирования которой требуется активная работа специалистов по информационным технологиям. В то же время недостаточно проработаны принципы создания информационных систем нового поколения.

3. Традиционные формы управления сложными человеко-машинными комплексами не обеспечивают решения всех задач организации эффективного управления ими, но ограничены и возможности современных информационных технологий. Таким образом, возникает потребность в интеграции информационных и телекоммуникационных технологий и человеческого интеллекта для взаимообогащения их возможностей.

4. В ходе наметившейся технологизации в социальной и экономической сферах в качестве основной цели зачастую выступает подготовка квалифицированных участников рабочих процессов без учета необходимости новых подходов к организации сложных человеко-машинных комплексов. Однако человек с недостаточно развитым творческим мышлением в дальнейшем испытывает трудности в принятии решений в нестандартных ситуациях. Соответственно, требуется разработка технических «усилителей» человеческого разума.

В этой связи суть исследуемой проблемы сводится к выявлению и научному обоснованию возможностей систем гибридного интеллекта в разрешении данных трудностей и построению и апробации теории, которая показывает пути проектирования, стандартизации, моделирования и оптимизации таких систем. Это и послужило основанием для выбора темы диссертации «Управление человеко-машинными комплексами на основе гибридного интеллекта».

Объект исследования – теория и практика моделирования, создания и оптимизации систем управления сложными человеко-машинными комплексами в социальной и экономической сферах.

Предмет исследования – управление человеко-машинными комплексами как фактор совершенствования работы экономических, социальных и научно-технических систем.

Цель исследования – изучение и создание методов и средств, разрабатываемых на основе открытых стандартов и обеспечивающих применение системного подхода для определения эффективных способов формирования сис-

тем управления человеко-машинными комплексами и использования их в социальной и экономической сферах человеческой деятельности.

В соответствии с целью исследования решались следующие задачи:

1. Исследовать и обосновать функциональную структуру систем гибридного интеллекта и их роль в совершенствовании экономических, социальных и научно-технических систем. Здесь необходимо было решить следующие подзадачи:

1) рассматривая систему гибридного интеллекта как открытую систему, определить взаимосвязи и функциональные характеристики ее элементов;

2) классифицировать программное, информационное и методическое обеспечение систем гибридного интеллекта;

3) определить роль систем гибридного интеллекта в повышении эффективности и качества работы экономических, социальных и научно-технических систем.

2. Выявить и обосновать возможности систем гибридного интеллекта для повышения эффективности работы экономических, социальных и научно-технических систем. Здесь необходимо было решить следующие подзадачи:

1) сформулировать и обосновать механизмы совершенствования управления человеко-машинными комплексами путем использования возможностей систем гибридного интеллекта;

2) выявить возможности систем гибридного интеллекта для стимулирования и развития творческой активности работников;

3) выявить и обосновать необходимость мотивации работников к применению информационных и телекоммуникационных технологий, как важного фактора, определяющего функциональность систем гибридного интеллекта.

3. Разработать методологию проектирования систем гибридного интеллекта и построить модель применения информационных и телекоммуникационных технологий с позиций их интеграции в системы гибридного интеллекта. Здесь необходимо было решить следующие подзадачи:

1) сформулировать основные принципы и построить модель проектирования систем гибридного интеллекта;

2) определить сущность и разработать модель применения информационных и телекоммуникационных технологий при их интеграции в системы гибридного интеллекта;

3) установить и обосновать содержание основных этапов интеграции, взаимосвязи элементов модели, определить управляющие элементы;

4) разработать инструментальный программный комплекс для поддержки основных этапов создания систем гибридного интеллекта.

4. Экспериментально проверить на практике справедливость основных положений теории систем гибридного интеллекта и эффективность моделей и

средств создания систем управления человеко-машинными комплексами на основе этой теории. Здесь необходимо было решить следующие подзадачи:

1) применить основные положения теории систем гибридного интеллекта при создании конкретных систем управления человеко-машинными комплексами в различных сферах человеческой деятельности: в экономике, в науке и в образовании;

2) апробировать в реальных условиях инструментальный программный комплекс и методологию его использования для создания систем гибридного интеллекта, обеспечивающие в сочетании с традиционными методами разработки комплексное развитие экономических, социальных и научно-технических систем;

3) выявить особенности восприятия и использования сотрудниками различных видов электронных ресурсов, на основе чего определить оптимальный состав и разработать шаблоны документации на системы управления человеко-машинными комплексами.

Методологическими и теоретическими основами исследования служат: системный анализ; информатика; синергетика; искусственный интеллект; имитационное моделирование; общая теория систем; теория открытых систем; теория нечетких множеств; теория искусственных нейронных сетей; скоринговые модели; теоретические и практические разработки в области современных информационных технологий для решения экономических и социальных задач.

Методы исследования:

1) *теоретические* – изучение и анализ научной литературы в области теории и практики построения экономических, социальных и научно-технических систем, информатики, искусственного интеллекта, системного анализа и информационных технологий, синергетики; моделирование и анализ систем гибридного интеллекта для решения экономических, социальных и научно-технических задач; проектирование типовых структур систем гибридного интеллекта; аналитические методы анализа функционирования экономических и социальных систем;

2) *экспериментальные* – опытно-экспериментальная работа по сбору информации о проблемах управления экономическими и социальными системами; изучение и обобщение опыта автоматизации образовательных, социальных, экономических и научно-технических систем; научное наблюдение; анкетирование; имитационное моделирование на компьютере.

База исследования. Основной базой исследования явились: научно-исследовательская группа по компьютерному обучению и лаборатория кибернетики Учреждения Российской академии наук Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН. Основная часть диссертационной работы выполнена в рамках госбюджетных НИР: «Инструментальный программ-

ный комплекс для макетирования и создания программного обеспечения АСНИ», «Разработка и исследование методов и средств представления знаний в компьютере», «Типовой комплекс для компьютерного обучения перспективным информационным технологиям в научно-исследовательском институте общефизического профиля на примере ИРЭ РАН».

Научная новизна исследования:

С точки зрения синергетического подхода определены структура, характеристики и взаимосвязи элементов сложных экономических, социальных и научно-технических систем как открытых многоуровневых систем, аккумулирующих материальные, человеческие, организационные, методические, финансовые, программные, информационные и технические ресурсы. Определены новые принципы создания систем управления человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта: 1) проектирование через моделирование и использование полученной модели на этапах создания и использования систем; 2) равноправное партнерство двух интеллектов: естественного человеческого и искусственного компьютерного; 3) процессная организация систем управления; 4) приоритет знаний перед средствами.

Сформулированы основные свойства систем гибридного интеллекта – открытость, масштабируемость, диалогичность, интегративность, нелинейность, адаптируемость, избыточность и многоаспектность знаниевого и деятельностного компонентов.

На основе системного подхода построена функциональная модель системы гибридного интеллекта как системы управления человеко-машинным комплексом, состоящей из совокупности деловых процессов и человеческих ресурсов и компьютерных подсистем для обеспечения их выполнения. С точки зрения управления система гибридного интеллекта представляет собой основной контур управления человеко-машинным комплексом.

Система управления сложным человеко-машинным комплексом создается как иерархическая многоуровневая система. В качестве основы на первом уровне используются библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы системы. На втором уровне система управления человеко-машинным комплексом представляется состояниями процессов, аккумулирующими логику работы комплекса, на третьем – совокупностью взаимодействующих процессов, а на четвертом – функциональными подсистемами, реализующими стратегию и тактику управления человеко-машинным комплексом.

Такая организация функционирования экономических, социальных и научно-технических систем как систем гибридного интеллекта повышает их эффективность и гибкость, что особенно актуально в сегодняшнем быстро меняющемся мире.

Теоретическая значимость исследования:

1. Рассмотрен широкий класс систем гибридного интеллекта, а, именно, перспективные человеко-машинные комплексы, основанные на равноправном сотрудничестве искусственного компьютерного и естественного человеческого интеллектов и процессной организации систем управления. Для этого класса систем разработана теория, которая показывает пути проектирования, стандартизации, моделирования и оптимизации таких систем, и проведена ее апробация.

2. В свете создания перспективных человеко-машинных комплексов для решения социальных, экономических и научно-технических задач уточнены понятия системы гибридного интеллекта, функциональной подсистемы, процесса и состояния процесса.

Система гибридного интеллекта в широком смысле понимается нами как перспективный человеко-машинный комплекс, основанный на равноправном сотрудничестве искусственного компьютерного и естественного человеческого интеллектов и процессной организации систем управления.

Система гибридного интеллекта в узком смысле понимается как система управления человеко-машинным комплексом, основанная на равноправном сотрудничестве искусственного компьютерного и естественного человеческого интеллектов и процессной организации управления.

Функциональная подсистема в системе гибридного интеллекта представляет собой совокупность процессов, направленных на решение логически взаимосвязанного круга задач, и человеческих ресурсов и компьютерных программ для поддержания их выполнения.

Процесс в системе гибридного интеллекта рассматривается как последовательность работ, выполняемых поочередно во времени и называемых состояниями процесса.

Состояние процесса в системе гибридного интеллекта предстает как объединение (гибрид) открытой экспертной системы, построенной с использованием искусственных нейронных сетей, нечетких множеств и скоринговых моделей и реализующей совокупность правил деловой логики, с одной стороны и человеческих ресурсов с другой стороны. В качестве объединяющего механизма используется имитационная модель событийного типа.

3. Построена функциональная модель системы гибридного интеллекта, служащая основой для выработки единого подхода к проектированию, моделированию и оптимизации работы сложных человеко-машинных комплексов.

4. Разработана функционально-структурная схема инструментального программного комплекса для проектирования, моделирования и оптимизации сложных человеко-машинных комплексов как систем гибридного интеллекта.

Практическая значимость работы определяется тем, что содержащиеся в ней теоретические положения и выводы, результаты опытно-экспериментальной работы позволили создать научную базу и практические методики проектирования, моделирования и оптимизации систем управления сложными человеко-машинными комплексами, на основе которых разработаны:

1. Типовая система управления научными исследованиями и экспериментами. На основе этого типового решения создана виртуальная экологическая лаборатория. Она базируется на научных кадрах и оборудовании, уже имеющихся в Учреждении Российской академии наук Институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН и в других научных организациях, и занимается научными исследованиями и экспериментами в области охраны природы и окружающей среды.

2. Типовая распределенная система сбора и обработки экспериментальных данных. Это типовое решение послужило основой при создании распределенной информационной системы для экологического мониторинга. Разработанная система предназначена для исследования сложных экологических объектов, например, пожароопасных районов Московской области.

3. Типовая система моделирования сложных объектов, процессов и явлений. На основе этого типового решения созданы следующие системы компьютерного моделирования: система моделирования сборочного производства; система моделирования распространения пожара по пересеченной местности; система моделирования работы учебного банка.

4. Типовой инструментальный комплекс для управления инвестиционными проектами. Он предназначен для поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности организаций. На основе этого типового решения построена система управления инвестиционными проектами для консалтинговой группы.

5. Типовая система управления формированием CRM-стратегии организации. CRM – это стратегия организации, определяющая взаимодействие с клиентами во всех аспектах ее деятельности: она касается рекламы, продажи, доставки товаров и обслуживания клиентов, дизайна и производства новой продукции и т.п. На основе этого типового решения построены системы для управления взаимоотношениями с клиентами в консалтинговой группе и в центре дистанционного обучения.

6. Типовая система управления дистанционным учебным процессом. На ее основе построена система управления учебным процессом для Интернет-портала дистанционного обучения.

7. Типовая система управления виртуальной организацией по оказанию различного вида услуг. На основе этого типового решения созданы системы управления для целого ряда виртуальных организаций.

8. Библиотека типовых компонентов для реализации на практике применения математических методов для совершенствования деловых процессов организации. Компоненты этой библиотеки используются практически во всех системах гибридного интеллекта.

Эти работы подтвердили возможность и эффективность управления социальными, экономическими и научно-техническими системами на основе гибридного интеллекта.

Основные защищаемые положения:

1. Сложные экономические, социальные и научно-технические системы с позиций синергетики обладают рядом общих черт. Их анализ позволил сформулировать способ организации и оптимизации работы сложных человеко-машинных комплексов как систем гибридного интеллекта, построенных на основе экспертных систем, нечетких множеств, искусственных нейронных сетей и скоринговых и имитационных моделей.

2. Функциональная структура систем гибридного интеллекта для решения сложных социальных, экономических и научно-технических задач. Система гибридного интеллекта создается как иерархическая многоуровневая система. В качестве основы на первом уровне используются библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы системы гибридного интеллекта. На втором уровне система гибридного интеллекта представляется состояниями процессов, аккумулирующими логику работы человеко-машинного комплекса, на третьем – совокупностью взаимодействующих процессов, а на четвертом – функциональными подсистемами, реализующими стратегию и тактику управления человеко-машинным комплексом.

3. Функционально-структурная схема инструментального программного комплекса для проектирования и оптимизации работы сложных человеко-машинных комплексов как систем гибридного интеллекта. Создание инструментального комплекса в соответствии с этой схемой позволило на практике реализовать управление человеко-машинными комплексами на основе экспертных систем, искусственных нейронных сетей, нечетких множеств и скоринговых и имитационных моделей.

4. Типовые схемы организации систем гибридного интеллекта для решения социальных, экономических и научно-технических задач. Использование репозитория типовых компонентов и решений позволяет быстро разворачивать и внедрять проверенные на практике схемы управления сложными человеко-машинными комплексами.

5. Способ проектирования систем управления сложными человеко-машинными комплексами через моделирование и использование полученных моделей на этапах создания и использования систем. Применение одной и той же компьютерной модели на этапах проектирования, создания и использования системы управления человеко-машинным комплексом сокращает сроки создания системы и время на проведение анализа, так как не надо разрабатывать новых моделей – используется компьютерная модель, созданная на этапе проектирования. Еще одно неоспоримое преимущество такого подхода – это уменьшение погрешности результатов анализа за счет несоответствия модели и реальной действительности.

Достоверность и обоснованность результатов обеспечиваются опорой на фундаментальные исследования в области информатики, математики, синергетики и искусственного интеллекта, применением системного подхода к анализу и моделированию экономических, социальных и научно-технических систем, разносторонним теоретическим анализом, обобщением и учетом имеющегося опыта применения информационных и телекоммуникационных технологий в решении социальных, экономических и научно-технических задач, практической проверкой всех теоретических результатов, внутренней непротиворечивостью результатов исследования, их соответствием теоретическим положениям базисных наук; продолжительностью, воспроизводимостью и контролируемостью опытно-экспериментальной работы, соответствующей широкой апробацией в управлении обычными и виртуальными организациями, научно-экспериментальных изысканиях в области охраны природы и окружающей среды, научного приборостроения, в образовательных процессах вузов.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационного исследования докладывались и обсуждались на следующих международных и отечественных научно-практических конференциях:

– Научно-техническая конференция «Современные методы и средства автоматического контроля атмосферного воздуха и перспективы их развития» (г. Киев, 1988 г.);

– Всесоюзный семинар «Автоматизация исследований в ядерной физике и смежных областях» (г. Ташкент, 1988 г.);

– International Seminar «China-CAMAC'89» (China, Beijing, 1989);

– Международный симпозиум «Проблемы эоинформатики» (г. Москва, 1998, 2000 г.г.);

– Научно-техническая конференция «Информационные технологии в промышленности и учебном процессе» (г. Москва, 2000, 2001 г.г.);

– Международная конференция «Дистанционные технологии в обучении – пути обеспечения однородности образовательного и культурного пространства» (г. Москва, 2003 г.);

– Международная научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в образовании» (г. Москва, 2004 – 2011 г.г.);

– Международный симпозиум «Инженерная экология» (г. Москва, 2007 г.);

– Международная конференция-выставка «Экологические системы, приборы и чистые технологии» (Мытищинский район Московской области, 2008 г.);

– Всероссийская научно-практическая конференция «Информационные системы и технологии в образовании и социально-экономической сфере» (г. Королев Московской области, 2009 г.);

– Научная сессия РНТО РЭС им. А.С.Попова (г. Москва, 2000, 2001, 2003, 2011 г.г.).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 65 работ, в том числе: 11 статей в периодических научных изданиях, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертации на соискание ученой степени доктора наук; 4 монографии; авторское свидетельство и патент на изобретение; 10 учебных пособий; 39 статей в других научных и научно-практических изданиях.

В работах, выполненных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, лично автору принадлежат: идея применения имитационного моделирования для проектирования систем, функционально-структурная схема имитатора внешней среды, разработка алгоритмов и компьютерных программ [6-8]; концепция языка программирования для контроллера и разработка программного обеспечения [11]; инструментальный программный комплекс для создания систем управления человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта и методология его использования для проектирования и моделирования деловых процессов организаций [32, 33, 36, 58, 60, 61]; идея изобретения и разработка компьютерных программ при его проверке и внедрении [16]; типовая распределенная система сбора и обработки экспериментальных данных и ее настройка и испытание, разработка программного обеспечения распределенной информационной системы для экологического мониторинга [36, 58, 60, 61]; идея и концепция создания, типовая система управления научными исследованиями и экспериментами [36]; постановка задачи, типовая система управления виртуальной организацией по оказанию различного вида услуг [32, 33]; идея создания, разработка компьютерных программ и проведение испытаний [50, 52, 55-58]; разработка алгоритмов и компьютерных программ [5, 9, 10, 59, 62-65]; разделы по настройке и примеры применения автоматизированной системы RS-Bank [26].

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка (260 наименований) и шести приложений; содержит 64 рисунка и 4 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность исследования, охарактеризована степень разработанности проблемы; определены объект, предмет, цель, задачи и методы исследования, выделены этапы исследования; представлены его научная новизна, теоретическая и практическая значимость; сформулированы основные положения, выносимые на защиту; показаны формы апробации и внедрения результатов исследования.

В первой главе сформулированы и обоснованы основные положения теории систем гибридного интеллекта, представлено научно-техническое обоснование функциональной структуры системы гибридного интеллекта и ее роли в совершенствовании работы социальных и экономических систем.

В научных работах, посвященных разработке понятийного аппарата информатизации, в последние годы широко обсуждаются термины «интеллектуальные системы», «системы принятия решений», «корпоративные базы знаний». Несмотря на расхождения, общим в интерпретации этих понятий является то, что под ними подразумеваются системные совокупности, обеспечивающие организацию работы экономических, социальных и научно-технических систем на базе информационных и телекоммуникационных технологий. Такие системы относятся к классу систем гибридного интеллекта.

Под системой гибридного интеллекта мы понимаем человеко-машинный комплекс, основанный на равноправном сотрудничестве искусственного компьютерного и естественного человеческого интеллектов и процессной организации систем управления.

В главе дано строгое математическое описание системы гибридного интеллекта.

Система гибридного интеллекта и соответствующий ей человеко-машинный комплекс имеют интегральные показатели: C_0 – суммарная стоимость обеспечения работы человеко-машинного комплекса; T_0 – средняя продолжительность основного цикла работы комплекса; V_0 – широта области применения (степень охвата входов); P_0 – полезность комплекса (степень удовлетворенности выходами); A_0 – адекватность реакции на воздействия внешней среды.

Человеко-машинный комплекс математически обозначается как кортеж из трех элементов $D = \langle S, L, P \rangle$. В этом обозначении: D – человеко-машинный комплекс; S – структура комплекса; L – логика работы комплекса; P – интегральные показатели работы комплекса (C_0, T_0, V_0, P_0, A_0).

Теперь можно ввести понятие преобразования человеко-машинного комплекса. Комплекс D_1 может быть преобразован в комплекс D_2 путем изменения S и L . При этом интегральные показатели комплекса P в общем случае также изменятся. Если изменения S и L выполняются не произвольно, а по установленным правилам, то такое преобразование человеко-машинного комплекса называется реорганизацией. Правила реорганизации могут охватывать ограничения или установки на изменение структуры человеко-машинного комплекса S , на изменение логики его работы L , а также на изменение интегральных показателей работы комплекса P .

Обозначим ограничения и установки на изменение структуры человеко-машинного комплекса как S^0 , ограничения и установки на изменение логики его работы как L^0 , а ограничения и установки на изменение интегральных показателей работы комплекса как P^0 . Тогда преобразование комплекса D_1 в комплекс D_2 можно записать как:

$$D_2 = T(D_1), \quad (1)$$

а реорганизацию комплекса D_1 в комплекс D_2 – как преобразование комплекса D_1 в комплекс D_2 при заданных ограничениях:

$$D_2 = T(D_1, S^0, L^0, P^0) \quad (2)$$

Интегральные показатели работы человеко-машинного комплекса P могут быть определены как элементы векторного функционала от статических характеристик (S и L) и от динамических характеристик (параметров работы комплекса). В общем случае P определяется по формуле:

$$P = F(S, L, I, O, V, R, K) \quad (3)$$

В формуле (3) используются следующие обозначения: F – функционал (функция, имеющая областью значений вещественные числа или векторы из вещественных чисел); I – вектор входных данных человеко-машинного комплекса; O – вектор выходных данных комплекса; V – вектор воздействий внешней среды на комплекс; R – вектор реакции комплекса на воздействие внешней среды; K – вектор внутренних параметров комплекса.

Все перечисленные выше параметры комплекса I, O, V, R, K изменяются во времени, то есть являются функциями времени. Поэтому добавим в их обозначение переменную t – значение времени. Формула (3) примет вид:

$$P = F(S, L, I(t), O(t), V(t), R(t), K(t)) \quad (4)$$

Ограничения и установки на изменение структуры человеко-машинного комплекса S^0 в формуле (2) могут представлять собой задание нескольких возможных вариантов структуры: комплекса, каждой из подсистем и каждого процесса. Ограничения и установки на изменение логики работы комплекса L^0 в формуле (2) представляют собой несколько возможных вариантов каждого состояния. Ограничения и установки на изменение интегральных показателей работы человеко-машинного комплекса P^0 в формуле (2) представляют собой не-

сколько вариантов формул для расчета каждого параметра и несколько вариантов ограничений на значения или на тенденцию и темпы изменения во времени каждого параметра для всех возможных вариантов структуры и логики работы комплекса, определяемых ограничениями S^0 и L^0 .



Рис. 1.

Примечание. АРМ - автоматизированное рабочее место; ФМ - функциональный модуль.

Варьируя ограничения на статические характеристики (S^0 и L^0) и на динамические характеристики ($I(t)$, $O(t)$, $V(t)$, $R(t)$, $K(t)$), можно строить сложные

человеко-машинные комплексы, удовлетворяющие определенным требованиям. Требования к разрабатываемому человеко-машинному комплексу задаются ограничениями и установками на изменение интегральных показателей комплекса P^0 .

В главе на основе синергетического подхода определены структура, характеристики и взаимосвязи элементов человеко-машинного комплекса для решения экономических, социальных и научно-технических задач как открытой многоуровневой системы, аккумулирующей материальные, человеческие, организационные, методические, финансовые, программные, информационные и технические ресурсы. Определены новые принципы создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта: 1) проектирование через моделирование и использование полученной модели на этапах создания и использования систем; 2) равноправное партнерство двух интеллектов: естественного человеческого и искусственного компьютерного; 3) процессная организация систем управления; 4) приоритет знаний перед средствами.

В соответствии с первым принципом на этапах проектирования, создания и использования системы гибридного интеллекта используется одна и та же имитационная модель. Это сокращает сроки создания систем и время на проведение анализа, так как не надо создавать новых моделей – используется имитационная модель, созданная на этапе проектирования. Еще одно неоспоримое преимущество, вытекающее из первого принципа, – это уменьшение погрешности результатов анализа за счет неадекватности модели и реальной деятельности.

В соответствии со вторым и третьим принципами на основе системного подхода построена функциональная модель системы гибридного интеллекта как человеко-машинного комплекса, состоящего из совокупности процессов и человеческих ресурсов и компьютерных подсистем для обеспечения их выполнения. С точки зрения управления система гибридного интеллекта представляет собой основной контур управления человеко-машинным комплексом.

Система гибридного интеллекта реализуется как иерархическая многоуровневая система (см. рисунок 1). В качестве основы на первом уровне используются библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы системы гибридного интеллекта. На втором уровне система гибридного интеллекта представляется состояниями процессов, аккумулирующими логику работы человеко-машинного комплекса, на третьем – совокупностью взаимодействующих процессов, а на четвертом – функциональными подсистемами, реализующими стратегию и тактику управления человеко-машинным комплексом.

В системе гибридного интеллекта осуществляется «плотное» взаимодействие искусственного интеллекта (процессы) и естественного интеллекта (сотрудники). Схематично это взаимодействие изображается на диаграмме взаимодействия деловых процессов и автоматизированных рабочих мест (см. рисунок 2). Посредником в этом взаимодействии выступают автоматизированные рабочие места сотрудников.

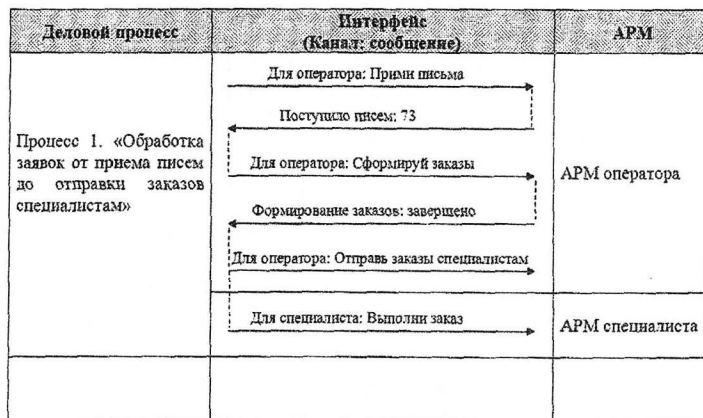


Рис. 2.

Примечание. АРМ – автоматизированное рабочее место.

Система гибридного интеллекта для решения социальных, экономических и научно-технических задач представляет собой сложную систему, аккумулирующую наряду с программными, информационными, методическими, организационными и техническими ресурсами, интеллектуальный, культурный потенциал организации, содержательный и деятельностный компоненты, самих сотрудников, владельцев, поставщиков и клиентов организации. Управление данной системой основано на целевых установках общества, сотрудников, владельцев и контрагентов организации. Поэтому в соответствии с четвертым принципом система гибридного интеллекта в первую очередь создается как открытая база знаний о предметной области, об устройстве системы и о том, как ее внедрять и использовать, и только во вторую очередь – как совокупность компьютерных средств и человеческих ресурсов для организации выполнения деловых процессов и работ.

При проектировании системы гибридного интеллекта эта база знаний используется разработчиками, при внедрении – консультантами для обучения со-

трудников, при эксплуатации – сотрудниками для саморазвития и совершенствования системы. Средства реализации системы гибридного интеллекта (компьютеры, программные компоненты и сотрудники) с течением времени заменяются новыми, а база знаний лишь постоянно пополняется и совершенствуется, аккумулируя опыт работы в данной предметной области.

Для успешного формирования теории систем гибридного интеллекта имеются достаточные предпосылки, основанные на теоретических и экспериментальных исследованиях социальных, экономических, научно-технических и компьютерных систем. Анализ и обобщение их результатов позволил сформулировать свойства систем гибридного интеллекта, характеризующие закономерности формирования и развития таких систем: открытость, масштабируемость, диалогичность, интегративность, нелинейность, адаптируемость, избыточность и многоаспектность знаниявого и деятельностного компонентов.

Формирование системы гибридного интеллекта для решения конкретных социальных, экономических и научно-технических задач как открытой развивающейся системы осуществляется в контексте синергетической научной парадигмы, когда акценты переносятся на изучение механизмов возникновения и совершенствования нового сложного человеко-машинного комплекса, перестройки структурных и содержательных компонентов экономической, социальной или научно-технической системы, ее самоорганизации. Такие важные классы программного обеспечения как: экспертные системы, пакеты программ для работы с нечеткими множествами, искусственные нейронные сети, скоринговые модели, информационно-поисковые системы, обучающие программы и системы, моделирующие программы, программные средства для поддержания компьютерных коммуникаций, в системах гибридного интеллекта приобретают новые системные свойства и возможности, обусловленные как внутрисистемными взаимодействиями, так и открытостью систем гибридного интеллекта.

Таким образом, с одной стороны, система гибридного интеллекта является средой, аккумулирующей особенности, «ноу-хау», данного сложного человеко-машинного комплекса, а, с другой стороны, – школой или центром по подготовке и переподготовке кадров путем их самообучения и саморазвития.

Во второй главе выявлены и обоснованы возможности теории систем гибридного интеллекта для организации и выполнения на практике совершенствования функционирования сложных человеко-машинных комплексов в социальной и экономической сферах.

Управление сложными человеко-машинными комплексами в соответствии с теорией систем гибридного интеллекта организуется по четырехуровневой схеме. На первом уровне выполняется оптимизация процессов, на втором уровне – управление процессами, на третьем уровне реализуется корпоративная база знаний и документооборот, на четвертом уровне работают технические и

программные средства, образующие платформу для рассматриваемого человеко-машинного комплекса.

При разработке сложных человеко-машинных комплексов важнейшим является получение связного, системного представления об основных процессах их работы. Решение данной проблемы возможно на основе теории систем гибридного интеллекта, благодаря как специфическим особенностям работы с информацией в системе гибридного интеллекта, так и системообразующей роли информационных и телекоммуникационных технологий.

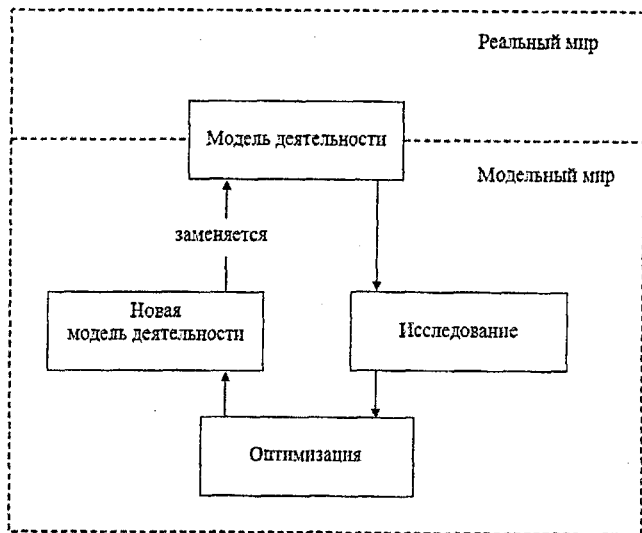


Рис. 3.

Ядро системы гибридного интеллекта составляет база знаний. Наряду с традиционным содержанием (электронные инструкции, алгоритмы выполнения основных операций, сценарии процессов) база знаний может включать и другие материалы: моделирующие программы для решения разнообразных задач, базы данных, ссылки на источники Интернет, позволяющие расширять систему гибридного интеллекта практически неограниченно, что согласуется со свойствами открытости и масштабируемости таких систем.

Накопление и систематизацию знаний можно отнести к одной из самых важных характеристик систем гибридного интеллекта, поскольку система гибридного интеллекта концентрирует в себе обобщенный опыт решения базовых проблем рассматриваемой предметной области, и, что особенно важно, это опыт самих сотрудников. Это способствует созданию целостной модели ин-

формационно-функционального управленческого пространства для коллективного решения задач и достижения целей. Благодаря гибкости систем гибридного интеллекта и возможности их расширения, использование такого опыта ведет к решениям творческим, точным и эффективным.

Совершенствование процессов работы сложных человеко-машинных комплексов основывается в системе гибридного интеллекта на непрерывном мониторинге основных показателей их работы. Для научно-технических систем – это надежность, производительность, для экономических и социальных систем – это сбалансированная система показателей деятельности и показатели качества основных видов товаров и услуг организации.

Представление экономических, социальных и научно-технических систем как систем гибридного интеллекта позволяет проводить оптимизацию их работы на основе моделей (см. рисунок 3). Имитационная модель является в нашем подходе основой системы процессного управления сложным человеко-машинным комплексом. В ней мы выделяем три уровня: уровень показателей эффективности, уровень процессов и уровень инфраструктуры.

На уровне показателей эффективности рассматриваются такие интегральные характеристики, как: надежность, производительность (для научно-технических систем); выручка организации, показатели качества обслуживания клиентов, эффективность использования ресурсов (для экономических систем), уровень удовлетворенности населения качеством работы служб (для социальных систем).

Эффективность применения модели во многом будет определяться тем, каким образом заданы алгоритмы расчета данных показателей, степень и характер их зависимости от элементов уровня процессов. Уровень процессов – это более низкий уровень абстракции. Примерами процессов могут быть подача электроэнергии к двигателям, производство, продажи, управление логистикой, маркетинг, анкетирование населения и другие. Адекватность модели существенно зависит от корректности определения вертикальных связей между элементами уровня инфраструктуры и соответствующими процессами.

На уровне инфраструктуры рассматриваются такие элементы как: промышленное оборудование, компьютеры, офисное оборудование, оборудование локальных вычислительных сетей, средства подключения к глобальной сети Интернет, операционные системы и др. Эти элементы инфраструктуры используются для выполнения человеко-машинным комплексом своих основных функций и построения взаимосвязей между ними. Учет взаимного влияния элементов, а также внешних факторов, определяющих способность инфраструктуры выполнять свои функциональные задачи, базируется на опыте эксплуатации и на статистических данных.

Обеспечение устойчивости и непрерывности работы сложных человеко-машинных комплексов в соответствии с теорией систем гибридного интеллекта решается теми же средствами, что и исполнение процессов. Это экономит ресурсы и средства, а, главное, обеспечивает более точное моделирование и прогнозирование.

Модель управления сложным человеко-машинным комплексом полностью представлена в компьютере и может анализироваться и совершенствоваться как компьютерными программами, так и специалистами. В то же время эта модель может исполняться компьютерными программами и исполнительными механизмами (приборами) и/или сотрудниками, реализуя работу человеко-машинного комплекса. По мере накопления опыта работы сотрудники организации и программы исполнительных систем процессов могут изменять и совершенствовать процессы и объекты, что немедленно отражается в модели работы человеко-машинного комплекса.

Консультанты и аналитики тоже непрерывно анализируют модель и работают над ее совершенствованием. Все улучшения модели также немедленно поступают в практику управления работой человеко-машинного комплекса. Таким образом, представление систем управления сложными человеко-машинными комплексами в виде системы гибридного интеллекта способствует повышению эффективности работы этих комплексов.

В третьей главе изложены принципы проектирования, создания силами консультантов и сотрудников компонентов, сборки из компонентов в соответствии с проектом и внедрение систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта.

В соответствии с нашей методологией проектирование систем управления человеко-машинными комплексами для решения социальных, экономических и научно-технических задач выполняется по принципу «сверху-вниз» и включает семь уровней: системы, функциональные подсистемы, процессы, состояния, актеры и документы, логика, объекты. При проектировании используются следующие положения:

1) человеко-машинный комплекс представляется в виде матрично-проектно-процессной структуры, непрерывно изменяющейся в направлении совершенствования;

2) в человеко-машинном комплексе имеются три уровня управления: стратегический, тактический и оперативный;

3) для проектирования человеко-машинного комплекса, функциональных подсистем и программного обеспечения используется единый подход – теория систем гибридного интеллекта.

В человеко-машинном комплексе в соответствии с нашей методологией выделяют структуру его основных частей, проводимые в нем работы (проекты)

и имеющиеся в нем процессы и объекты (актеры и документы). Затем осуществляется проектирование и документирование всех процессов и объектов. Кроме этого необходимо выделить правила, в соответствии с которыми происходит смена состояний процессов и статусов объектов. Эти правила вместе с описаниями процессов и объектов составят базу знаний о работе создаваемого человеко-машинного комплекса.

В результате проектирования будет получена хорошо описанная и документированная модель работы сложного человеко-машинного комплекса в виде системы гибридного интеллекта. Эта модель представлена следующими документами: описание системы и ее функциональных подсистем; описания процессов; описания актеров и документов; правила в форме продукций или событий; описания реализации актеров и документов в виде программных объектов.

Регламенты выполнения процессов мы представляем в форме продукций или событий, понятных как сотрудникам, так и исполнительной системе процессов. Однако этих правил так много, что понять работу системы управления на практике оказывается очень и очень трудно, а иногда и невозможно. Чтобы облегчить понимание работы сложных человеко-машинных комплексов, необходимо было их каким-то образом структурировать. Для этого была разработана математическая модель процессов.

Математически все процессы системы представляют собой множество событий:

$$S = \{C_{j_i, k_i, j_i}^i \rightarrow E_{j_i, k_i, j_i}^i\} \quad (5)$$

В множестве событий (5) можно выделить N подмножеств событий ($i=1, 2, 3 \dots, N$), составляющих группы процессов или подсистемы. То есть подсистема с номером n – это подмножество событий:

$$S_n = \{C_{j_n, k_n, j_n}^n \rightarrow E_{j_n, k_n, j_n}^n\} \quad (6)$$

В то же время в каждом подмножестве событий (6) можно выделить M_n подмножеств событий ($j_n=1, 2, 3, \dots, M_n$), составляющих процесс с номером j_n подсистемы с номером n . То есть процесс с номером m подсистемы с номером n – это подмножество событий:

$$P_{n,m} = \{C_{m, k_{n,m}}^n \rightarrow E_{m, k_{n,m}}^n\} \quad (7)$$

В свою очередь в каждом подмножестве событий (7) можно выделить $L_{n,m}$ подмножеств событий ($k_{n,m}=1, 2, 3, \dots, L_{n,m}$), составляющих состояние с номером $k_{n,m}$ процесса с номером m подсистемы с номером n . То есть состояние с номером l процесса с номером m подсистемы с номером n – это подмножество событий:

$$\tau_{n,m,l} = \{C_{m,l}^n \rightarrow E_{m,l}^n\} \quad (8)$$

В итоге можно записать следующие соотношения:

$$S = \bigcup_{n=1}^N s_n, s_n = \bigcup_{m=1}^{M_n} p_{n,m}, p_{n,m} = \bigcup_{l=1}^{L_{n,m}} \tau_{n,m,l}, \tau_{n,m,l} = \{C_{m,l}^n \rightarrow E_{m,l}^n\} \quad (9)$$

В каждый момент времени активным (то есть работающим) состоянием в каждом процессе является только одно состояние этого процесса. Эти состояния называются текущими состояниями процессов.

Всего в системе Р событий. Число Р вычисляется по следующей формуле:

$$P = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} \sum_{k=1}^{L_{i,j}} n_{i,j,k} \quad (10)$$

В формуле (10) N – число подсистем в рассматриваемой системе, M_i – число процессов в i -ой подсистеме, $L_{i,j}$ – число состояний в j -ом процессе i -ой подсистемы, $n_{i,j,k}$ – число событий в k -ом состоянии j -го процесса i -ой подсистемы.

Так как в принятом нами принципе структурирования системы управления процессами в каждый момент времени активным является только одно текущее состояние каждого процесса, то число активных (работающих в данный момент времени) событий определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^{M_i} \sum_{k=1}^{L_{i,j}} n_{i,j,k} \quad (11)$$

Это означает, что число вычислений сократится примерно в K раз:

$$K = \frac{P}{P_i} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} \sum_{k=1}^{L_{i,j}} n_{i,j,k}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} n_{i,j,k_{i,j,j}}} \quad (12)$$

Приняв в среднем число событий в каждом состоянии равным n , число состояний в каждом процессе – в среднем L , число процессов в каждой подсистеме – в среднем M , число подсистем в системе – в среднем N , получим:

$$P = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^L n = N \cdot M \cdot L \cdot n \quad (13)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^L n = N \cdot M \cdot n \quad (14)$$

$$K = \frac{P}{P_i} = \frac{N \cdot M \cdot L \cdot n}{N \cdot M \cdot n} = L \quad (15)$$

Такое структурирование логики работы сложных человеко-машинных комплексов позволило не только сократить объемы вычислений при управлении и моделировании, но и, самое главное, упростило проектирование и облегчило понимание работы человеко-машинных комплексов. Из формулы (15) следует, что с увеличением среднего числа состояний в процессах объем вычислений при управлении и моделировании примерно линейно сокращается.

Но в исследовательских системах гибридного интеллекта при моделировании сложных объектов, процессов и явлений объемы вычислений становятся не под силу даже современным мощным компьютерам. Здесь существует два пути: либо использовать сверхмощные суперкомпьютеры, либо разделить решение на независимые параллельно выполняемые подзадачи и запустить их на исполнение на нескольких компьютерах локальной или глобальной сети Интернет. Использование сверхмощных суперкомпьютеров требует больших экономических затрат и не всегда возможно по организационным причинам. Системы гибридного интеллекта по своему устройству автоматически позволяют исполнять процессы на разных компьютерах.

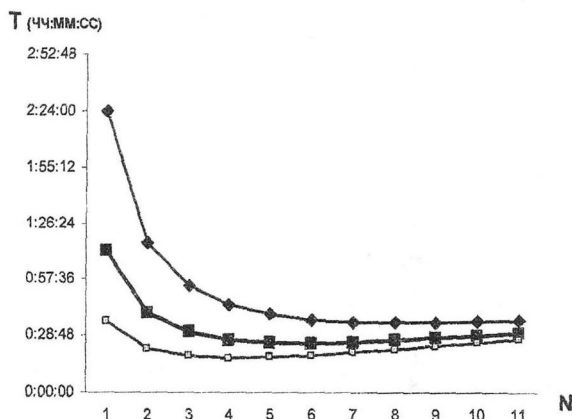


Рис. 4.

Экспериментальная проверка ускорения процесса моделирования при выполнении модели в сети показала, что для моделей с большими объемами вычислений время моделирования может сокращаться в несколько раз.

На рисунке 4 изображены три графика зависимости времени моделирования от числа компьютеров: верхний график соответствует модели в четыре раза большей по объему вычислений по сравнению с моделью для нижнего графика, а средний соответствует модели вдвое большей по объему вычислений по сравнению с моделью для нижнего графика. Анализ графиков показывает, что с ростом объема вычислений в модели ускорение моделирования при оптимальном выборе числа компьютеров возрастает и может быть экономически обоснованным.

Распределение процессов по компьютерам сети может выполняться «вручную» с помощью автоматизированного рабочего места администратора процессов. Также была разработана подсистема, которая распределяет процессы по компьютерам сети автоматически. Один из алгоритмов, реализуемых этой подсистемой, схематично изображен на рисунке 5.

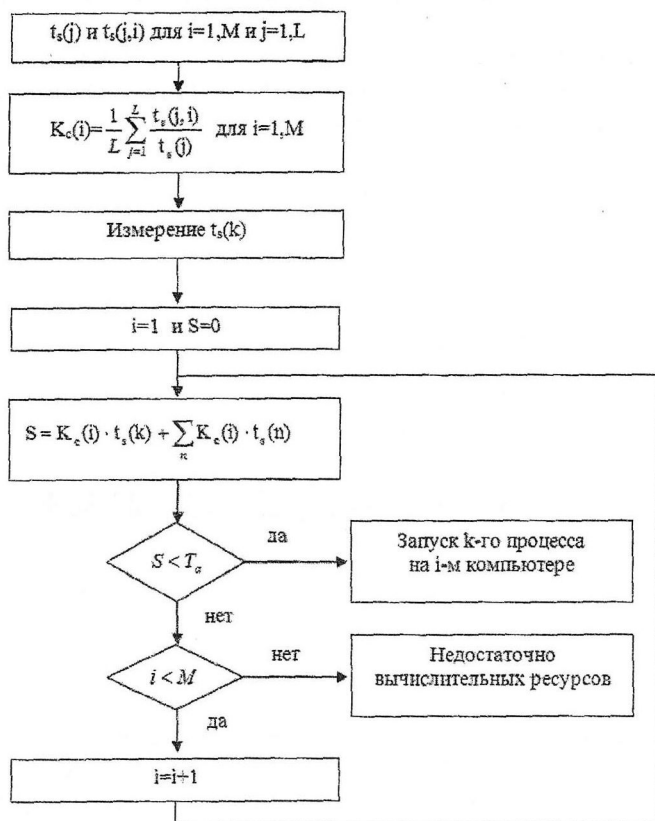


Рис. 5.

Примечание. $t_s(j)$ - максимальное время выполнения состояния j-го процесса на эталонном компьютере; $t_s(j,i)$ - максимальное время выполнения состояния j-го процесса на i-м компьютере; T_a - период активации состояния.

Центральным звеном нашей методологии проектирования является уровень функциональных подсистем. Структурно функциональная подсистема —

это совокупность взаимодействующих процессов, а концептуально – открытая система, функционирование которой основано на определенной технологии решения данной практической задачи или круга задач. Функциональная подсистема может реализовывать функции автоматизированных складских, производственных и контролирующих систем, моделирующих программ и других программных средств, доступных в системе управления человеко-машинным комплексом.

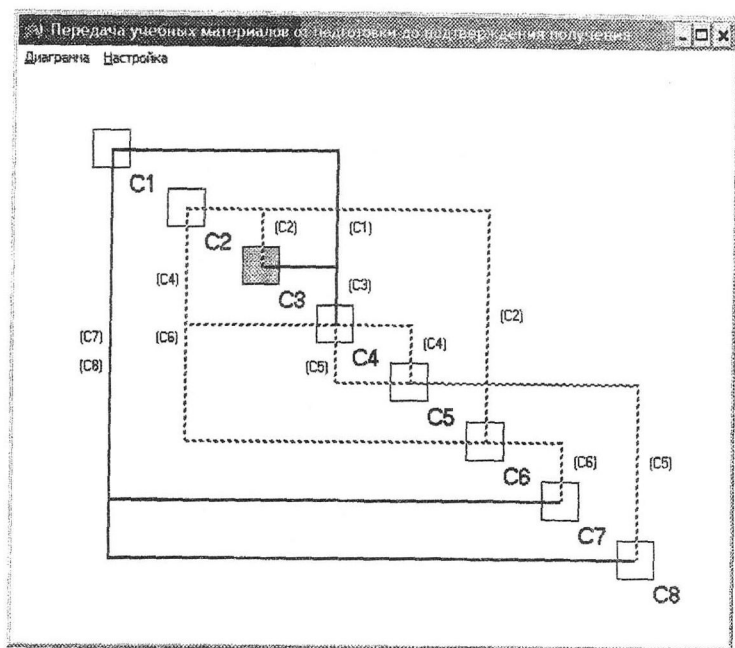


Рис. 6.

Примечание. C1, C2, ..., C8 – состояния процесса.

Функциональная подсистема интегрируется в структуру системы управления человеко-машинным комплексом, в максимально возможной степени используя общие информационные, программные и аппаратные ресурсы (базы данных, сервера и др.). Создание функциональной подсистемы выполняется по следующим основным этапам: идентификация проблемы, концептуализация, формализация, реализация и тестирование.

Поскольку проектирование и реорганизации некоторой деятельности – это тоже деятельность, то логично и для нее разработать систему гибридного

интеллекта. Такая система была создана и получила название инструментальный программный комплекс. Этот комплекс может служить примером системы гибридного интеллекта. Инструментальный программный комплекс реализует интегрированный подход к созданию систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта. Он обеспечивает автоматизацию всех основных этапов проектирования системы и разработку моделей менеджерами, а не программистами.

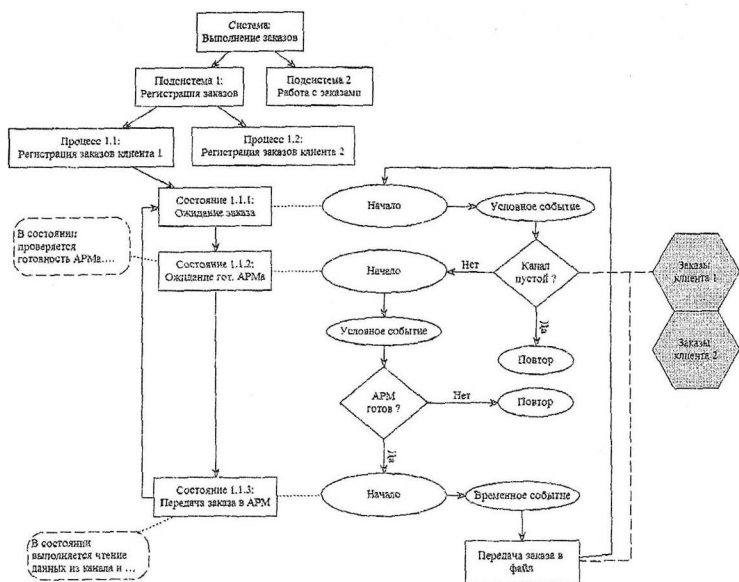


Рис. 7.

Для облегчения навигации по проектируемой системе используются интерактивные графические средства. Процесс представляется графически в виде ориентированного графа (см. рисунок 6). Вершинами графа являются состояния процесса, а дугами – переходы между состояниями. Если из состояния возможен переход в два или более состояния, то переходы обозначаются пунктирной линией. Щелкнув по состоянию мышкой можно его выбрать или пометить, а нажав на правую кнопку мыши, можно легко и быстро перейти в любой диалог из иерархии диалогов проектирования системы гибридного интеллекта. Для концентрации внимания на определенных аспектах проектирования имеется возможность избирательного отображения компонентов системы на диаграмме проекта (см. рисунок 7).

Инструментальный программный комплекс состоит из нескольких подсистем. Каждая подсистема включает в себя несколько процессов. Взаимодействие подсистем схематично показано на рисунке 8. Инструментальный программный комплекс позволяет организовать полный цикл создания системы управления человеком-машинным комплексом от проектирования до внедрения. Внедрение системы управления сложным человеком-машинным комплексом основывается на самообучении сотрудников при освоении системы и при работе в ее составе сначала под руководством консультантов, а потом и самостоятельно.

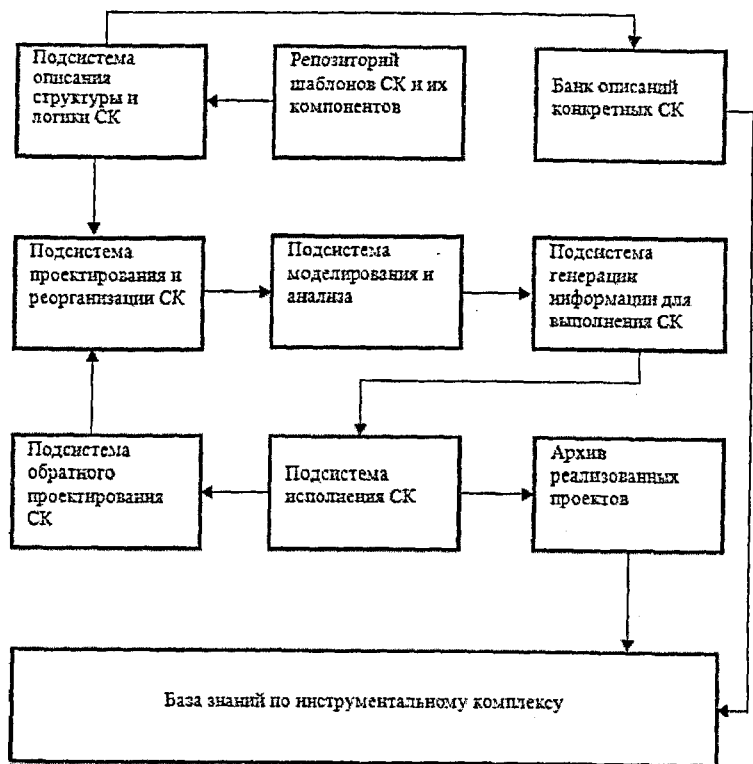


Рис. 8.

Примечание. СК - сложный человекo-машинный комплекс.

Самообучение сотрудников осуществляется с помощью части базы знаний инструментального программного комплекса, которая в качестве одной из

функциональных подсистем устанавливается в организации при внедрении системы управления сложным человеко-машинным комплексом.

В четвертой главе описаны разработанные в диссертации технология создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта и модель включения новых информационных и телекоммуникационных технологий в состав действующих систем гибридного интеллекта с целью их развития и совершенствования.

Технология создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта основана на разработке и применении типовых решений. Словом «типовой» мы обозначаем компонент, созданный на основе обобщения нескольких схожих компонентов и предназначенный для многократного использования в различных конкретных системах. Типовые компоненты снабжаются развитыми средствами декларативной и процедурной настройки.

Эффективность применения информационных и телекоммуникационных технологий достигается тогда, когда соответствующие средства обоснованно и гармонично интегрируются в деловые процессы организации, обогащая ее ключевые технологии, облегчая решение задач управления, а опыт, знания, традиции, накопленные в организации, используются на новом более высоком организационно-техническом уровне. Поэтому процесс системной интеграции информационных и телекоммуникационных технологий должен охватывать все структуры сложного человеко-машинного комплекса (деловые, административные, научные) и включать:

- 1) адаптацию структур человеко-машинного комплекса и существующих в нем технологий к возможностям внедряемых информационных и телекоммуникационных технологий;
- 2) адаптацию информационных и телекоммуникационных технологий к требованиям, предъявляемым структурами и технологиями человеко-машинного комплекса;
- 3) создание взаимно совместимых новых структур и приобретение и внедрение в человеко-машинном комплексе соответствующих им информационных и телекоммуникационных технологий.

Для обеспечения естественного формирования и развития системы управления сложным человеко-машинным комплексом разработана концептуальная модель включения информационных и телекоммуникационных технологий в систему гибридного интеллекта при непосредственном участии сотрудников и консультантов по разработке и внедрению. В этой концептуальной каскадно-итерационной модели процесса интеграции выделены следующие основные стадии:

1) инициирование – предварительная оценка ситуации, изучение проблемы применения информационных и телекоммуникационных технологий и возможностей ее решения;

2) анализ и оценка – определение целей, анализ имеющихся исходных данных, оценка состояния используемых информационных и телекоммуникационных технологий, определение направлений внедрения (конкретных подразделений организации, отделов, лабораторий);

3) выбор информационных и телекоммуникационных технологий – поиск или создание множества возможных решений проблемы, оценка решений в соответствии с целями организации, выбор информационных и телекоммуникационных технологий и способов их использования;

4) проектирование интеграции – планирование новых деловых процессов и изменения существующих процессов, обеспечение ресурсами, предварительное тестирование средств информационных и телекоммуникационных технологий;

5) реализация проекта – создание и отладка новых деловых процессов и изменение существующих процессов, подготовка необходимой документации, установка и настройка оборудования и программного обеспечения, обучение сотрудников;

6) мониторинг и адаптация – непрерывный контроль и оценка основных показателей работы человеко-машинного комплекса, адаптация информационных и телекоммуникационных технологий по результатам оценки;

7) оценка результатов – итоговые формализованная и неформальная оценки результатов включения информационных и телекоммуникационных технологий в систему гибридного интеллекта.

В главе показаны взаимосвязи элементов модели и роль консультантов по созданию и внедрению систем управления сложными человеко-машинными комплексами в этой интеграции.

Интеграция информационных и телекоммуникационных технологий в систему управления сложным человеко-машинным комплексом в нашей модели является управляемой. Речь идет не об административных рычагах, а о том, что в самой модели присутствуют управляющие элементы, оказывающие влияние на всех стадиях интеграции. Под обеспечением качества процесса интеграции понимается не только достижение определенного уровня качества работы рассматриваемого человеко-машинного комплекса, но и то, что действия на всех стадиях интеграции ведут к достижению целей, связанных с развитием этого комплекса. Поскольку сотрудники организации являются активными субъектами в деятельности организации, то их мотивацию к применению информационных и телекоммуникационных технологий будет естественным отнести к категории управляющих элементов модели. Потенциальные возможно-

сти мотивации работников таковы, что они могут повлиять на ход всех стадий и этапов процесса интеграции.

Рассмотренный процесс интеграции не предполагается линейным. На практике описанная последовательность действий берется за основу и реально реализуемая схема может оказаться более сложной. На многих стадиях и этапах процесса, возможно, потребуется пересмотреть предыдущие решения. Такая итерационность – это позитивное свойство модели, обеспечивающее снижение рисков процесса интеграции информационных и телекоммуникационных технологий в систему управления сложным человеко-машинным комплексом и отражающее его рекурсивную природу.

В пятой главе изложены результаты и дан анализ практической работы по созданию и использованию систем управления сложными человеко-машинными комплексами в различных прикладных областях в социальной и экономической сферах на основе подходов и моделей, предложенных в диссертационном исследовании.

На основе методологии проектирования и внедрения систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта, изложенной в третьей главе диссертационного исследования, были разработаны следующие типовые компоненты и системы:

1. Библиотека типовых компонентов для реализации на практике применения математических методов для совершенствования деловых процессов организации.
2. Типовая подсистема электронного документооборота.
3. Типовая подсистема организации совместной работы над проектом.
4. Типовая подсистема консультирования.
5. Типовой инструментальный комплекс для управления инвестиционными проектами.
6. Типовая система управления формированием CRM-стратегии организации.
7. Типовая система управления дистанционным учебным процессом.
8. Типовая система управления научными исследованиями и экспериментами.
9. Типовая система управления виртуальной организацией по оказанию различных видов услуг.
10. Типовая система моделирования сложных объектов, процессов и явлений.

На основе этих типовых решений были созданы и внедрены: комплексная распределенная информационная система для экологического мониторинга, система для управления инвестиционными проектами в консалтинговой группе; системы для управления взаимоотношениями с клиентами в центре дистан-

ционного обучения и в консалтинговой группе; система управления учебным процессом для Интернет-портала дистанционного обучения; системы управления для целого ряда виртуальных организаций, занимающихся оказанием различных видов услуг; система моделирования сборочного производства; система моделирования распространения пожара по пересеченной местности; система моделирования работы учебного банка и другие системы.

Эти практические шаги экспериментально подтвердили действенность разработанных в рамках диссертационного исследования концепции и методологии проектирования и создания систем гибридного интеллекта для решения социальных, экономических и научно-технических задач.

В соответствии с четвертым принципом проектирования систем гибридного интеллекта, сформулированным нами в первой главе диссертационного исследования, формирование корпоративных баз знаний – одна из важнейших задач в создании систем управления сложными человеко-машинными комплексами. Успешность работы сотрудников с электронными ресурсами во многом определяется тем, насколько принцип представления материалов соответствует личностным особенностям работников. Поэтому при формировании баз знаний необходимо определить адекватные особенностям работников способы и средства освоения трудовой деятельности в составе систем управления человеко-машинными комплексами.

Для экспериментального изучения этого вопроса сотрудникам, предварительно протестированным на предмет преобладающего развития у них понятийного или образного мышления и уровня их начальной подготовки в области информационных и телекоммуникационных технологий, были предложены материалы, созданные на основе различных технологических подходов: компьютерные анимации, многоплановый и одномерный гипертекст, традиционный текст на бумажном носителе с иллюстрациями. Проведенный статистический анализ полученных экспериментальных данных позволил выявить влияние на реализуемое работником предпочтение к разным способам представления материала таких факторов, как уровень начальной подготовки в области информационных и телекоммуникационных технологий, преимущественная развитость образного или понятийного мышления.

Проведенные экспериментальные исследования и анализ их результатов позволили сделать вывод о том, что для формирования у работников потребности в самообразовании при освоении своих ролевых функций в управлении сложными человеко-машинными комплексами им должны быть предоставлены разноуровневые (и по содержанию, и по способу изложения) электронные ресурсы, связанные в единую корпоративную базу знаний, в которой обеспечивается преемственность при переходе на более глубокий уровень изучения технической документации на систему, а также последовательный переход от разбо-

ра практических примеров выполнения отдельных операций к рассмотрению примеров более сложных работ и проектов.

Таблица. Корреляционные зависимости между степенью начальной подготовки работников и предпочтениями в использовании различных средств описания системы управления человеком-машинным комплексом (СУ).

Уровень подготовки	Вид документации						
	ЭС	ПД	ДМ	МР	СС	ДР	ПК
Низкий	0,97	0,77	0,06	0,95	0,98	-0,01	0,83
Средний	0,56	0,96	0,25	0,94	-0,25	0,45	0,99
Высокий	-0,66	0,84	0,99	0,13	-0,76	0,78	0,95

Примечание. ЭС – встроенные электронные справочники по компонентам СУ, ПД – полные иллюстрированные тексты документации по СУ и по ее компонентам, ДМ – дополнительные материалы по СУ и по предметной области, МР – методические рекомендации по работе в СУ, СС – системы для самопроверки правильности понимания устройства СУ и умения работать в процессах, ДР – демонстрационные ролики по СУ и ее компонентам, ПК – помощь консультанта.

В ходе исследования был проведен корреляционный анализ взаимосвязей между степенью начальной подготовки работников и предпочтениями в использовании различных видов документации по системам управления сложными человеком-машинными комплексами в сочетании с индивидуальными встречами и обсуждениями с консультантами по созданию и внедрению систем управления человеком-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта. В таблице представлены значения коэффициентов корреляции r_{ij} , свидетельствующие о наличии в каждой группе: наиболее предпочтительных ресурсов, степень востребованности которых возрастает с ростом уровня начальной подготовки (r_{ij} близки к 1); ресурсов, выбор которых не детерминируется подготовленностью работника (r_{ij} близки к 0); ресурсов, интерес к которым падает для более подготовленных работников (r_{ij} близки к -1).

На основе объективного оценивания особенностей использования различными работниками электронных ресурсов был определен оптимальный состав документации для типовых вариантов систем управления сложными человеком-машинными комплексами.

В главе показано, что теория систем гибридного интеллекта как нельзя лучше подходит также для создания виртуальных организаций. Виртуальное предприятие – это новая форма организации общественного производства, отвечающая представлениям об изменении характера производства при переходе к постиндустриальному обществу или, как его еще называют, информационному обществу. Рассмотрены перспективы использования виртуальных организа-

ций в сфере экономики, образования и науки, исходя из особенностей такого рода предприятий.

Опытно-экспериментальная работа также проводилась в вузах. Новый подход к организации обучения в комбинированной форме, сочетающей элементы дистанционного обучения с традиционными формами, был реализован в процессе чтения курсов: «Системы искусственного интеллекта», «Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий», «Информационные технологии и системы в экономике», «Информационные сети и телекоммуникации», «Проектирование информационных систем», «Реинжиниринг бизнес-процессов», «Комплексные системы защиты информации на предприятиях», «Математические методы и модели в экономике» и др. Студенты имели полный доступ ко всем ресурсам учебного варианта инструментального программного комплекса для создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами в сети Интернет, в самостоятельной работе использовались электронные учебно-методические комплексы. Чтение лекций осуществлялось с использованием компьютера и проектора.

Результаты исследования показали важность и востребованность знания основных принципов методологии проектирования и моделирования работы систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта для студентов многих специальностей: «Управление и информатика в технических системах», «Прикладная информатика в экономике», «Организация и технология защиты информации», «Математические методы и модели в экономике» и др. При этом экспериментально было установлено, что обязательным условием успешности такого обучения является обеспечение постоянного доступа студентов ко всем ресурсам учебного варианта инструментального программного комплекса для создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведем итоги и перечислим наиболее значимые результаты диссертационного исследования:

1. С точки зрения синергетического подхода определены структура, характеристики и взаимосвязи элементов сложных экономических, социальных и научно-технических систем как открытых многоуровневых систем, аккумулирующих материальные, человеческие, организационные, методические, финансовые, программные, информационные и технические ресурсы.

2. Анализ и обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований социальных, экономических, научно-технических и компьютерных систем позволил сформулировать свойства систем гибридного интеллекта: открытость, масштабируемость, диалогичность, интегративность, нелиней-

ность, адаптируемость, избыточность и многоаспектность знаниевого и деятельностного компонентов. Эти свойства характеризуют закономерности формирования и развития системы гибридного интеллекта и отражают ее возможности по организации саморазвития сотрудников и самосовершенствования трудовой среды.

3. Система гибридного интеллекта для решения экономических, социальных и научно-технических задач создается как иерархический многоуровневый комплекс. В качестве основы на первом уровне используются библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта. На втором уровне система гибридного интеллекта представляется состояниями процессов, аккумулирующими логику работы человеко-машинного комплекса, на третьем – совокупностью взаимодействующих процессов, а на четвертом – функциональными подсистемами, реализующими стратегию и тактику управления человеко-машинным комплексом. Такая организация функционирования систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта повышает их эффективность и гибкость, что особенно актуально в сегодняшнем быстро меняющемся мире.

4. Рассматривая систему гибридного интеллекта в контексте синергетической научной парадигмы как открытую развивающуюся систему, мы установили, что программные и технические средства информационных и телекоммуникационных технологий, интегрированные в систему гибридного интеллекта, приобретают новые возможности, обусловленные как внутрисистемными взаимодействиями, так и открытостью таких систем. При этом были выявлены наиболее важные категории программного обеспечения: экспертные системы, пакеты программ для работы с нечеткими множествами, искусственные нейронные сети, скоринговые модели, информационно-поисковые системы, обучающие программы и системы, моделирующие программы, программные средства для поддержания компьютерных коммуникаций.

5. Практическая разработка и внедрение конкретных систем гибридного интеллекта, спроектированных на основе принципов поэтапного моделирования и создания компонентов систем, показали адекватность предложенной функциональной модели системы гибридного интеллекта решаемым ею задачам и эффективность методологии проектирования таких систем.

6. Результаты применения инструментальных программ, разработанных в соответствии с предложенной функционально-структурной схемой, и методологии их использования для создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами в сфере экономики, образования и науки позволяют рекомендовать их и разработанные типовые схемы организации систем гибридного

ного интеллекта в качестве конструктивной основы информатизации экономических, социальных и научно-технических систем.

7. На основе системного подхода построена модель интеграции информационных и телекоммуникационных технологий в системы гибридного интеллекта. Разработанная концептуальная каскадно-итерационная модель описывает сущность отдельных стадий интеграции (иницирование, анализ и оценка, выбор информационных и телекоммуникационных технологий, проектирование интеграции, реализация проекта, мониторинг и адаптация, оценка реализации) и показывает взаимосвязи между ними.

8. Статистический анализ результатов опытно-экспериментальной работы по изучению особенностей восприятия и использования работниками различных видов документации позволил сделать следующий вывод: выбор вида материалов, должен основываться на знании уровня начальной подготовки работников и представлении о преимущественной развитости у них образного или понятийного мышления. На основе объективного оценивания с помощью корреляционного анализа особенностей использования работниками электронных ресурсов сделаны выводы об оптимальном составе компьютерных материалов для типовых систем гибридного интеллекта и рекомендации по формированию базы знаний при создании конкретных систем гибридного интеллекта.

9. Анализ результатов обучения и развития студентов различных специальностей по целому ряду дисциплин с использованием теории систем гибридного интеллекта подтвердил действенность и эффективность предложенных подходов к организации образовательного процесса. В учебном процессе теория систем гибридного интеллекта позволяет строить компьютерные модели различных деятельности с целью изучения самих этих деятельности и выработки у обучаемых необходимых умений и навыков (деловые игры) и освоения методов для исследования этих деятельности (лабораторные работы и курсовые и дипломные работы и проекты).

10. Представление систем управления сложными человеко-машинными комплексами в виде системы гибридного интеллекта способствует совершенствованию этих комплексов. Система гибридного интеллекта обеспечивает мониторинг показателей деятельности, постановку и проведение имитационных экспериментов. Важным моментом является также способность систем гибридного интеллекта аккумулировать и легко тиражировать схемы или регламенты выполнения эффективных (успешных) деятельности.

Таким образом, на основании выполненных исследований и разработок осуществлено решение крупной научной проблемы, имеющей важное практическое значение, а, именно, созданы методы и средства для проектирования, стандартизации, моделирования и оптимизации систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта и прове-

дена их апробация. Полученные новые научные результаты являются важными для управления в социальных и экономических системах.

Значимость для науки результатов исследований заключается в том, что теоретические выводы раскрывают пути достижения основной цели оптимизации сложных человеко-машинных комплексов – улучшение качества продукции и эффективности организаций и экономики страны в целом.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что они нашли применение в сфере экономики, образования и науки, позволяют реализовать процессный подход к управлению организациями, повышают качество управления, могут использоваться при подготовке студентов различных специальностей.

Эффективность разработанного инструментального программного комплекса для создания систем управления сложными человеко-машинными комплексами как систем гибридного интеллекта и методологии его использования подтверждается их внедрением в научно-практическую деятельность Учреждения Российской академии наук Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН, в учебный процесс филиала ГОУ ВПО «Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет)» в г. Фрязино Московской области, ГОУ ВПО МО «Королевский институт управления, экономики и социологии», для переподготовки специалистов организаций аэрокосмической отрасли в НОУ ДПО «Институт повышения квалификации работников машиностроения и приборостроения» и в других организациях.

Основные результаты исследования отражены в следующих публикациях:

Статьи в периодических научных изданиях, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертации на соискание ученой степени доктора наук

1. Бухаров М.Н. Проектирование и анализ эффективной деятельности с использованием методов искусственного интеллекта и цифровой имитации. – Экологические системы и приборы, 2009, № 1. – С. 14-21.

2. Бухаров М.Н. Технология создания систем гибридного интеллекта на основе программного комплекса «Оберон-3000». – Экологические системы и приборы, 2005, № 3. – С. 31-37.

3. Бухаров М.Н. Итерационная технология для разработки экологических компьютерных программ. – Экологические системы и приборы, 2003, № 1. – С. 25-29.

4. Бухаров М.Н. Макетирование интерфейсов экологических экспертных систем с применением методов цифровой имитации. – Экологические системы и приборы, 2001, № 11. – С. 42-43.

5. Бухаров М.Н., Выставкин А.Н., Кондратьев В.В. и др. Система управления и сбора данных для работы в составе геофизического электроразведочного комплекса на основе МГД-генератора. – Автометрия, № 2, 1990. – С. 45-49.

6. M.N.Buharov, A.Ya.Oleinikov. Programmable environment simulator for real-time automatic system design. – Programming and Computer Software (USA), 1988, vol. 12, no. 2. – P. 65-72.

7. Бухаров М.Н., Кораблин М.А., Моргунов С.В., Смирнов С.В., Сульдин В.С., Шамашов М.А. Программируемый имитатор внешней среды в задачах проектирования и отладки программного обеспечения систем реального времени. – Управляющие системы и машины, № 4, 1986. – С. 28-33.

8. Бухаров М.Н., Олейников А.Я. Программируемый имитатор внешней среды для проектирования автоматизированных систем реального времени. – Программирование, № 2, 1986. – С. 14-23.

9. Бухаров М.Н., Вуколиков В.М., Выставкин А.Н., Олейников А.Я. Комплекс для автоматизации радиофизических исследований на базе микро-ЭВМ и аппаратуры КАМАК. – Приборы и техника эксперимента, № 4, 1985. – С. 237-238.

10. Бухаров М.Н., Вуколиков В.М., Выставкин А.Н., Моренков А.Д., Олейников А.Я. Использование автономного контроллера КАМАК-крейта на основе микропроцессора INTEL-8080 в системах автоматизации экспериментов. – Автометрия, № 4, 1982. – С. 94-97.

11. Бухаров М.Н., Вуколиков В.М., Панкрац Е.В. Реализация подмножества языка IML для автономного контроллера крейта JCAM-10. – Автометрия, № 2, 1982. – С. 83-85.

Монографии

12. Бухаров М.Н. Теория систем гибридного интеллекта. Проектирование, стандартизация, моделирование и оптимизация: монография. // М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. (ил). ISBN 5-8135-0439-7. – 214 с.

13. Бухаров М.Н. Перспективные информационные системы и технологии. Теоретические аспекты: монография. // М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. (ил). ISBN 5-8135-0437-0. – 167 с.

14. Бухаров М.Н. Перспективные информационные системы и технологии. Практические аспекты: монография. // М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. (ил). ISBN 5-8135-0438-9. – 216 с.

15. Бухаров М.Н. Системы гибридного интеллекта. // М.: Научтехлитиздат, 2005. (ил). ISBN 5-279-00891-7. – 352 с.

Авторские свидетельства, дипломы, патенты

16. Способ избирательной перезаписи сигналов цифровых информационных зон на однопорочном носителе магнитной записи. – Патент России. № документа 01501153. 15.08.1989 г. авторы: Бухаров Михаил Николаевич, Резцов Валерий Прохорович, Фурщик Александр Борисович.

Учебные пособия

17. Бухаров М.Н. Методические указания по написанию и оформлению курсового проекта по дисциплине «Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий». – М.: РУК, 2008. – 14 с.

18. Бухаров М.Н. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Информационные системы в экономике». – М.: МФЭИ, 2008. – 20 с.

19. Бухаров М.Н. Методические указания по написанию и оформлению курсовой работы по дисциплине «Информационные системы в экономике». – М.: МФЭИ, 2008. – 14 с.

20. Бухаров М.Н. Интеллектуальные информационные системы. Методические рекомендации по проведению лабораторных работ. – М.: РУК, 2005. – 17 с.

21. Бухаров М.Н. Информационные системы бухучета в коммерческих организациях. Учебно-методический комплекс для студентов очно-заочной формы обучения. Специальность 08010965 Бухгалтерский учет, анализ и аудит. – М.: Финансовая академия при Правительстве РФ, 2005. – 55 с.

22. Бухаров М.Н. Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий. Учебное пособие. – М.: МУПК, 2004. – 162 с.

23. Бухаров М.Н. Интеллектуальные информационные системы. Учебное пособие. – М.: МУПК, 2003. – 36 с.

24. Бухаров М.Н. Интеллектуальные информационные системы. Практикум. – М.: МУПК, 2003. – 47 с.

25. Бухаров М.Н. Разработка и стандартизация программных средств и информационных технологий. Практикум. – М.: МУПК, 2002. – 48 с.

26. Бухаров М.Н., Кузнецов Ю.П. Банковские информационные технологии. Методические указания по изучению программного комплекса RS-Bank. – М.: МУПК, 2000. – 46 с.

Статьи в других научных и научно-практических изданиях

27. Бухаров М.Н. Создание компьютерных моделей сложных объектов, процессов и явлений. – Труды 66-ой Научной сессии РНТО РЭС им. А.С.Попова. – М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2011. – С. 75-77.

28. Бухаров М.Н. Применение математических методов для совершенствования деловых процессов организации. – Труды одиннадцатой Международной научно-практической конференции «Развитие инновационной структуры образовательных учреждений», Москва, 2011. В 2-х частях, Часть 1. – С. 467-471.

29. Бухаров М.Н. Использование в учебном процессе компьютерных моделей сложных объектов, процессов и явлений. – Труды десятой Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности обучения и управления образовательными учреждениями», Москва, 2010. В 2-х частях. Часть 1. – С. 442-446.

30. Бухаров М.Н. Проектирование комплексных систем защиты информации для виртуальных предприятий. – Сборник трудов третьей Всероссийской научно-практической конференции «Информационные системы и технологии в образовании и социально-экономической сфере», 2009, Королев МО; Ярославль: изд-во «Канцлер». – С. 21-30.

31. Бухаров М.Н. Проектирование комплексных систем защиты информации для виртуальных предприятий. – Труды девятой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании», Москва, 2009. В 3-х частях. Часть 3. – С. 224-230.

32. Бухаров М.Н., Волкова О.А. Информационная система для автоматизации продажи книг через торговых агентов. – Вестник МФЭИ, Выпуск № 26, М.: МФЭИ, 2008. – С. 62-68.

33. Бухаров М.Н., Сорокин Д.А. Информационная система для автоматизации процесса трансформации отчетности по МСФО. – Вестник МФЭИ, Выпуск № 24, М.: МФЭИ, 2008. – С. 56-65.

34. Бухаров М.Н. Теория систем гибридного интеллекта в учебном процессе и в реальной жизни. – Материалы шестой научно-практической конференции преподавателей, М.: МФЭИ, 2008. – С. 33-40.

35. Бухаров М.Н. Опыт использования теории систем гибридного интеллекта в учебном процессе и в реальной жизни. – Труды восьмой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании», Москва, 2008. – С. 306-310.

36. Бухаров М.Н., Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А., Садовников В.П. Виртуальная экологическая лаборатория. – Материалы Международного симпозиума «Инженерная экология – 2007», – М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2007. – С. 98-100.

37. Бухаров М.Н. Создание виртуальных организаций в области науки, образования и экономики. – Материалы Международного симпозиума «Инженерная экология – 2007», – М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2007. – С. 121-125.

38. Бухаров М.Н. Проектирование, моделирование и оптимизация работы виртуальных организаций в области науки, образования и экономики. – Труды

седьмой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании», Москва, 2007. – С. 255-259.

39. Бухаров М.Н. Международный стандарт ISO 9000 и качество дистанционного обучения. – Труды шестой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании», Москва, 2006. – С. 199-203.

40. Бухаров М.Н. Организация дистанционного обучения на основе программного комплекса «Живая книга ОБЕРОН». – Труды пятой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании», Москва, 2005. – С. 112-114.

41. Бухаров М.Н. Технология создания компьютерных учебных материалов на основе программного комплекса «Живая книга ОБЕРОН». – Сборник материалов четвертой Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании», М: Финансовая академия при Правительстве РФ, 2004. – С. 111-117.

42. Бухаров М.Н. Современная учебная среда на основе программного комплекса «Живая книга ОБЕРОН». – Образовательные технологии. – 2004. – № 1. – С. 150-155.

43. Бухаров М.Н. Практическая теория компьютерного обучения, деловые игры и экспертные системы. – Образовательные технологии. – 2004. – № 1. – С. 147-149.

44. Бухаров М.Н. Программный комплекс «Живая книга ОБЕРОН» и технология создания компьютерных учебных материалов на его основе. – Труды Международной конференции «Дистанционные технологии в обучении – пути обеспечения однородности образовательного и культурного пространства. – М: ООО «Издательство ЦентрКом», Том 2, 2003. – С. 104-108.

45. Бухаров М.Н. Практическая теория компьютерного обучения, деловые игры и экспертные системы. – Труды 56-ой Научной сессии РНТО РЭС им. А.С.Попова. – М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2001. – С. 164-166.

46. Бухаров М.Н. Практическая теория компьютерного обучения в обучении студентов вузов. – Сборник материалов шестой научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности и учебном процессе», М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2001. – С. 65-66.

47. Бухаров М.Н. OberonSchedule: программа составления расписаний занятий для школ и вузов. – Сборник материалов шестой научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности и учебном процессе», М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2001. – С. 64-65.

48. Бухаров М.Н. Экспертные системы в проблемах тестирования. – Материалы научно-практической конференции «Колледжное образование: опыт, проблемы, перспективы развития», Казань: КГТУ, 2001. – С. 194-197.

49. Бухаров М.Н. Деловые игры в рамках практической теории компьютерного обучения. – Материалы научно-практической конференции «Колледжное образование: опыт, проблемы, перспективы развития», Казань: КГТУ, 2001. – С. 193-194.

50. Бухаров М.Н., Учаев Р.С. Применение экспертных систем при создании компьютерных тестов. – Сборник материалов пятой научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности и учебном процессе», М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2000. – С. 26-27.

51. Бухаров М.Н. Практическая теория компьютерного обучения и деловые игры. – Сборник материалов пятой научно-технической конференции «Информационные технологии в промышленности и учебном процессе», М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2000. – С. 22-23.

52. Бухаров М.Н., Учаев Р.С. Экспертные системы в компьютерном обучении. – Сборник научных статей профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета, М.: МУПК, 2000. – С. 161-164.

53. Бухаров М.Н. Применение практической теории компьютерного обучения в подготовке студентов вузов. – Сборник научных статей профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета, М.: МУПК, 2000. – С. 159-161.

54. Бухаров М.Н. Практическая теория компьютерного обучения. – Труды LV научной сессии «Радиотехника, электроника и связь на рубеже тысячелетия», – М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2000. – С. 191.

55. Бухаров М.Н., Садовников В.П., Сусков И.И. Экспертная система для оценки генетической изменчивости по результатам популяционных обследований населения, подвергнувшегося радиационному воздействию. – Материалы Международного симпозиума «Проблемы экоинформатики», Москва, 2000. – С. 67.

56. Бухаров М.Н., Учаев Р.С. Применение экспертных систем в компьютерном обучении. – Труды LV научной сессии «Радиотехника, электроника и связь на рубеже тысячелетия», М.: РНТО РЭС им. А.С.Попова, 2000. – С. 161-164.

57. Бухаров М.Н., Шагова Ю.Е. Деловые игры в компьютерном обучении. – Труды LV научной сессии «Радиотехника, электроника и связь на рубеже тысячелетия», РНТО РЭС им. А.С.Попова, г. Москва, 2000. – С. 164-165.

58. Бухаров М.Н., Садовников В.П. Проблемы создания экспертных систем для мониторинга состояния окружающей среды на персональных компьютерах. – Материалы третьего Международного симпозиума «Проблемы экоинформатики», Москва, 1998. – С. 106.

59. M.N.Buharov, E.O.Adamov, V.P.Shishov Standard Computer-Aided System for Experimental Thermal Physics Investigation Based on IBM PC and CAMAC CODE EQUIPMENT. – Proceedings Symposium on flexible automation, Japan – U.S.A., 1990. – P. 107-108.

60. Бухаров М.Н., Потапова Л.А. Система сбора и синхронной регистрации цифровой информации. – Информационный бюллетень «Алгоритмы и программы», рег.ном. 50880001121, М.: ВНИИЦ, № 5, 1989. – С. 13.

61. Бухаров М.Н., Кузнецов В.А., Простатина Л.И. Многоканальная диалоговая система сбора, регистрации и обработки экспериментальных данных с задаваемыми моментами выдачи управляющих сигналов. – Информационный бюллетень «Алгоритмы и программы», рег.ном. 50880000701, М.: ВНИИЦ, № 2, 1989. – С. 15-16.

62. Buharov M.N., Kiryukhin S.V., Lukoshkov S.V. Intelligent modules in CAMAC scientific experiment automation systems. – Proceedings International Seminar «China-CAMAC'89», Beijing, Vol. 2, 1989. – P. 178-182.

63. Бухаров М.Н., Кондратьев В.В., Кузнецов В.А. Система управления и сбора данных для работы в составе геофизического электроразведочного комплекса на основе МГД-генератора. – Труды V Всесоюзного семинара «Автоматизация исследований в ядерной физике и смежных областях», Ташкент: Изд. «ФАН» УзССР, 1988. – С. 206-207.

64. Бухаров М.Н., Зенкевич В.П., Моренков А.Д. Бортовая автоматизированная система для контроля загрязнения атмосферы. – Труды научно-технической конференции «Современные методы и средства автоматического контроля атмосферного воздуха и перспективы их развития», Киев: ВНИИАП, 1988. – С. 5-6.

65. Бухаров М.Н., Виниченко В.С., Резцов В.П. КАМАК-система для отладки устройств со встроенными микропроцессорами. – Новости ИАИ, № 3, 1988. – С. 10-11.

Бухаров Михаил Николаевич

**УПРАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ
НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Отпечатано в полном соответствии с качеством
представленного оригинал-макета

Подписано в печать 01.11 2011. Формат 60х90 1/16 Бумага 80 г/м²
Гарнитура «Таймс». Ризография. Усл. печ. л. 2,0
Тираж 100 экз. Заказ № 340.

Издательство Московского государственного университета леса
141005, Мытищи-5, Московская обл., 1-ая Институтская, 1, МГУЛ
E-mail: izdat@mgul.ac.ru