

ТЕОРИЯ АКТИВНЫХ СИСТЕМ 2011



ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ
СИСТЕМАМИ – 2011»
(14-16 НОЯБРЯ, ИПУ РАН
МОСКВА, РОССИЯ)

ТОМ III

*РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ИМ. В. А. ТРАПЕЗНИКОВА*

**Международная научно-практическая
Мультиконференция
«Управление большими
системами – 2011»**

***ТЕОРИЯ
АКТИВНЫХ
СИСТЕМ – 2011***

**ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(14-16 ноября 2011 г., Москва, Россия)**

ТОМ III

Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков

МОСКВА – 2011

УДК 007
ББК 32.81
Т33

Теория активных систем / Труды международной научно-практической конференции (14-16 ноября 2011 г., Москва, Россия). Том 3. Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2011. – 267 с.

В сборнике представлены труды международной научно-практической конференции «ТАС-2011» по следующим направлениям теории и практики управления социально-экономическими системами: модели и механизмы теории активных систем, принятие решений и экспертные оценки (том 1), прикладные задачи теории активных систем, модели политических процессов и социальных сетей (том 2), информационные технологии в управлении организационными системами, информационные технологии в образовании, мультиагентные системы (том 3).

Издание осуществлено при поддержке РФФИ (грант № 11-07-06075-з).

Утверждено к печати Программным комитетом конференции.

ISBN 978-5-91450-093-8
ISBN 978-5-91450-094-5

© ИПУ РАН, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИИ 5

Информационные технологии в управлении организационными системами

<i>Бауман Е.В., Киселёва Н.Е.</i> ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ КОМПЛЕКС В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ БОЛЬШИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	9
<i>Бочков В.Е., Валентинов В.А., Косова Е.А., Макеев А.М., Хицков Е.А.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВУЗА	13
<i>Васильев Р.Б.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЛУЖБ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	22
<i>Власов Е.В., Горюнова В.В., Кузнецов С.А., Молодцова Ю.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНЫХ ОНТОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ	27
<i>Вожжаков А.В., Гитман М.Б., Евстратов С.Н.</i> ЗАДАЧА ПЕРЕПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАК ЧАСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	32
<i>Габалин А.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ	36
<i>Габалин А.В., Разбегин В.П.</i> МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ WORKFLOW-СИСТЕМ	41
<i>Головинский П.А.</i> БЫСТРЫЙ ПОИСК ПРИ УПРАВЛЕНИИ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ	47
<i>Даниленко А.И.</i> АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЕРАРХИЧЕСКОГО МЕНЮ	51
<i>Зайкова С.С.</i> РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ	55

<i>Заруба В.Я., Кузьминчук Н.В.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАЛОГОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ОБЪЕМОВ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ	59
<i>Зубарев В.В., Ириков В.А., Отарашвили З.А., Павлова О.А.</i> МНОГОУРОВНЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТАНОВКИ И КОНТРОЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОРПОРАЦИЙ	63
<i>Калянов Г.Н.</i> ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕОРИИ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ.	68
<i>Климанов В.П., Сосенушкин С.Е.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ РАЗОВОЙ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ»	75
<i>Лёвочкина Г.А.</i> ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ИТ-АУТСОРСИНГА	86
<i>Лукинова О.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ СППР ЦЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ	90
<i>Печников А.А.</i> О СВЯЗНОСТИ ВЕБ-САЙТОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК НА АДМИНИСТРАТИВНОМ КАРКАСЕ	95
<i>Попов И.И.</i> КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПИСАНИЯ, ОЦЕНКИ, ОПТИМИЗАЦИИ ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	99
<i>Трембач В.М.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	103
<i>Чертовской В.Д.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	106
<i>Ягутко А.В.</i> ИЕРАРХИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗДЕЛЬНОЙ ТРАССИРОВКЕ УПРАВЛЕНИЯ И ДАННЫХ	111

СЕКЦИЯ 6

Информационные технологии в образовании

<i>Адрианов Н.М., Бурькин И.Г., Главацкий С.Т., Иванов А.Б., Одинцов А.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХ- НОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	117
<i>Александрова Е.Г., Александров А.Г.</i> ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ОБУЧЕНИЕМ	121
<i>Белоиваненко М.В., Волошина Н.А., Воскобойникова А.А., Головянко М.В., Рябова Н.В., Шевченко А.Ю.</i> СЕМАНТИ- ЧЕСКИЙ РЕПОЗИТОРИЙ ДОКУМЕНТОВ ОНТОЛОГИ- ЧЕСКОГО ПОРТАЛА МОНМС УКРАИНЫ	124
<i>Болотин Е.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭФ- ФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПОИСКА В ДОКУ- МЕНТАЛЬНЫХ БАЗАХ ДАННЫХ	128
<i>Бочков В.Е., Царьков Е.Н.</i> ИНФОРМАЦИОННО НАСЫ- ЩЕННАЯ СРЕДА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВУЗОМ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ	133
<i>Былкин Б.К., Соболев А.С., Степеннов Д.Б.</i> О РЕАЛИЗА- ЦИИ ПРОЕКТА «ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ»	138
<i>Васильев С.Н.</i> ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕ- МАХ	143
<i>Видякин Б.А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ЛАНДШАФТА ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕ- ГРАЦИОННЫХ СЦЕНАРИЕВ	144
<i>Вольфенгаген В.Э.</i> ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МЫШЛЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	148
<i>Данилов А.Н., Столбов В.Ю.</i> ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНО- СТЬЮ ВУЗА	152
<i>Егоров К.И., Новиков Н.А., Семенов А.В.</i> ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ КОМБИНИРОВАННО- ГО ОБУЧЕНИЯ В СПОРТИВНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ	158
<i>Жуков Д.О., Самойло И.В.</i> СТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИНА- МИКА ЗНАНИЙ	161

<i>Исмаилова Л.Ю.</i> ВОЗМОЖНОСТИ АППЛИКАТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	165
<i>Карамзина А.Г., Сильнова С.В.</i> ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ КОМПЕТЕНТНОСТ- НОЙ МОДЕЛИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА	169
<i>Клименко А.Б.</i> К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ МЛАДШЕЙ G-ВЫБОРКИ ГРАФА ЗАДАЧ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО МНОЖЕСТВА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ	173
<i>Кудяева Я. А.</i> РАЗВИТИЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА И СИСТЕМЫ ФИЗТЕХА ДЛЯ АКТИВНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАСТНИКОВ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА	176
<i>Латышева О.П.</i> ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОР- МАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕ- ДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ	181
<i>Никитин Н.В., Чирков А.В.</i> ПОСТРОЕНИЕ МНОГО- УРОВНЕВЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАН- ЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	185
<i>Степанова Е.Б.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ДАННЫХ В УЧЕБНЫХ ПРОЕК- ТАХ И РЕАЛЬНЫХ РАЗРАБОТКАХ ИНФОРМАЦИОН- НЫХ СИСТЕМ	189
<i>Степанова Е.Б., Урезченко В.М.</i> ПРОЕКТНАЯ И КОН- КУРСНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ: ОТ УЧЕБНОГО КУРСА ДО ГРАНТА НАУЧНОГО ФОНДА	195

СЕКЦИЯ 7

Мультиагентные системы

<i>Амелина Н.О., Фрадков А.Л.</i> МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЗАДАЧИ БАЛАНСИРОВКИ ЗАГРУЗКИ СЕТИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ	201
<i>Амелин К.С., Граничин О.Н.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА МЕСТНОСТИ ГРУППОЙ ЛЕГКИХ БПЛА.	209

<i>Андреев М.В., Бабанин И.О., Иващенко А.В.</i> СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	214
<i>Городецкий В.И.</i> СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГЕНТСКИХ ПРОГРАММ И СУЩЕСТВУЮЩИЕ ЗАБЛУЖДЕНИЯ	218
<i>Дмитриев Д.В., Курбатов Е.В., Симонова Е.В., Скобелев П.О., Степанов М.Е., Царев А.В., Чехов А.В., Шабунин А.Б.</i> СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ОАО «РЖД»	222
<i>Иващенко А.В., Сюсин И.А.</i> СЕТЕВОЙ ПРИНЦИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПОЛЕТА, ГРУЗОПОТОКА И РАСЧЕТА РЕСУРСОВ МКС	225
<i>Каляев И.А., Мельник Э.В.</i> РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ МЕХАТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ	229
<i>Новиков Д.А.</i> РАЦИОНАЛЬНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ МАС	233
<i>Парсегов С.Э.</i> НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ИЕРАРХИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМАЦИЯМИ	238
<i>Rzevski G.</i> MODELLING LARGE COMPLEX SYSTEMS USING MULTI-AGENT TECHNOLOGY	242
<i>Соллогуб А.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЛЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППИРОВКОЙ МАЛОРАЗМЕРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	259
<i>Скобелев П.О., Царев А.В.</i> СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ БОЛЬШИХ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	263

**Секция 5. Информационные
технологии в управ-
лении организаци-
онными системами**

Сопредседатели секции

- ❖ д.т.н. Калянов Г.Н.
- ❖ к.т.н. Лукинова О.В.

ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ КОМПЛЕКС В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ БОЛЬШИХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ*

Бауман Е.В., Киселёва Н.Е.
(ИПУ РАН, Москва)
bau@ipu.ru

Дано обоснование выбора алгоритмической базы человеко-машинного комплекса (ЧМК), рассмотрены особенности представления исходных данных, описаны основные обработочные модули и особенности интерфейса ЧМК – пользователь.

Ключевые слова: классификационный анализ, организационные системы, человеко-машинный комплекс.

Введение

В работах [1,2] предложены основные принципы построения и комплексного использования алгоритмов классификационного анализа данных (КАД). Далее описан человеко-машинный комплекс (ЧМК), разработанный на базе этих принципов и опыта прикладных работ, в которых использовались алгоритмы КАД. При разработке ЧМК особое внимание уделялось задачам, в которых исследуемые объекты имеют территориальную структуру. Управление такими объектами имеет ряд особенностей, учёт которых позволяет существенно повысить эффективность управления. К таким особенностям, прежде всего, относится пространственное (территориальное) взаимодействие объектов, входящих в систему управления. Это транспортные, энергетические, миграционные и другие потоки между объектами - соседями; наличие на территории одного объекта организаций межрегионального значения (межрайонные больницы, энергетические и транспортные узлы, и т.д.).

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 11-07-00178.

1. Человеко-машинный комплекс анализа данных

В работе дано обоснование выбора алгоритмической базы ЧМК, рассмотрены особенности представления исходных данных, описаны основные обработочные модули и особенности интерфейса ЧМК с пользователем-предметником.

Алгоритмическая база ЧМК. В типовых задачах регионального управления приходится анализировать значения сотен показателей для десятков управляемых объектов и всё это для нескольких (иногда десятков) моментов времени. Для качественного принятия решений в ЧМК используются специальные алгоритмы КАД, позволяющие без существенных потерь производить «сжатие» такой информации. Обычно, на начальном этапе использования алгоритмов КАД проводится структуризация исходных параметров, характеризующих исследуемую систему, для этой цели в ЧМК используются алгоритмы экстремальной группировки параметров [1]. Эти же алгоритмы используются для формирования интегральных показателей и выбора пространства информативных показателей. Ключевым этапом КАД исследуемой системы является структуризация множества управляемых объектов. В разработанном ЧМК для решения этой задачи предназначены алгоритмы автоматической классификации (кластерного анализа). При этом используется целый ряд проблемно ориентированных алгоритмов – в детерминированной и размытой постановке, с фоновым классом, итерационных (на каждом шаге обрабатывается только один объект выборки), параллельных (когда все объекты выборки обрабатываются одновременно) и т.д. [1]. Для структуризации объектов изменяющихся во времени используются методы динамического классификационного анализа, позволяющие анализировать поведение объектов в многомерном пространстве траекторий [3]. Здесь также представлен достаточно широкий спектр проблемно ориентированных алгоритмов – по типу обрабатываемых траекторий, по используемым мерам связи (близости) траекторий и т.д.

Важной частью программно-алгоритмического комплекса является блок анализа сложных, нелинейных зависимостей и формирования математических моделей различных процессов в исследуемой системе. Для этой цели используются алгоритмы

кусочной аппроксимации [1]. Предусмотрен специальный режим одномерной кусочной аппроксимации, когда обеспечивается получение глобально-оптимального решения задачи [4].

Структура ЧМК. Вся исходная информация (количественная, качественная, экспертная) представляется в виде куба данных «объекты-параметры-время», причём в данных возможны пропуски, которые заполняются на этапе предварительной обработки. В базе данных ЧМК хранится исходный куб данных, наименования объектов, названия и описания параметров, результаты всех этапов обработки. СУБД ЧМК позволяет постоянно обновлять куб данных, при этом все полученные ранее результаты классификационного анализа распространяются на новые данные. ЧМК состоит из пяти основных обработочных модулей, которые реализуют алгоритмы КАД: предварительной обработки и фильтрации исходных данных; классификационного анализа параметров; классификации объектов; анализа множества полученных классификаций; построения кусочно-регрессионных моделей. ЧМК позволяет отображать исходные данные и результаты анализа в наглядной форме, в том числе в виде географической карты (что особенно важно для крупных региональных систем управления), гистограмм, графиков и т.д.

ЧМК оснащён дружественным интерфейсом, который включает структурированное меню для выбора режимов обработки, вводные формы для определения свободных параметров и т.д. Такой интеллектуальный интерфейс для пользователя-предметника, позволяет формировать схемы и последовательность использования алгоритмов, текущего анализа промежуточных и итоговых результатов, наглядного их отображения.

Работа с ЧМК организована в виде диалога. На каждом этапе пользователю предоставляется возможность выбрать один из основных модулей обработки. В то же время ему даётся рекомендация, какую обработку целесообразно проводить на данном этапе. Результаты применения программ каждого модуля заносятся в базу данных и являются исходными данными для работы других модулей.

В докладе приведены общая блок-схема всего ЧМК и блок-схемы его основных модулей. Подробно рассмотрена работа каждого из этих модулей, а также особенности их взаимодейст-

вия в рамках одной и той же задачи. Приведены краткие результаты использования ЧМК в прикладных задачах, в том числе в задачах регионального управления.

Литература

1. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А. *Классификационный анализ данных.* / Избранные труды Международной конференции по проблемам управления. Том 1. -М.: СИНТЕГ, 1999. -С. 62-67.
2. БАУМАН Е.В., ДОРОФЕЮК А.А., ЧЕРНЯВСКИЙ А.Л. *Методы структурной обработки эмпирических данных.* / Измерения, контроль, автоматизация. № 3, 1985. -С. 64-69.
3. ДОРОФЕЮК А.А., БАУМАН Е.В., ПОКРОВСКАЯ И.В. *Методы структуризации многомерных динамических объектов.* / Интеллектуализация обработки информации (ИОИ-2010): 8-ая международная конференция. Пафос, Республика Кипр: Сборник докладов. / –М.: МАКС Пресс, 2010. –С. 125-128.
4. ДОРОФЕЮК Ю.А. *Структурная идентификация сложных объектов управления на базе методов кусочной аппроксимации* / Управление большими системами. Вып. 30, 2010. - С.79-88.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВУЗА

Бочков В.Е., Макеев А.М., Косова Е.А.

(Евразийский открытый институт; Москва)

VBochkov@eaoi.ru; AMakeev@eaoi.ru; EKosova@eaoi.ru

Валентинов В.А.

*(Московский государственный университет технологий и
управления им. К.Г. Разумовского; Москва)*

valentinov2007@rambler.ru

Хицков Е.А.

*(Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ»; Москва)*

Gh6@ya.ru

Работа посвящена проблемам практической реализации системы процессного управления деятельностью современного распределенного вуза на основе комплексной информатизации всех аспектов его функционирования. Показано, что на практике при автоматизации и информатизации управления необходимо использовать процессный подход и документационно-ориентированную модель процессов управления в рамках принятой системы менеджмента качества на основе модели Делового совершенства EFQM. Представлены примеры лучших практик описания процессов и систем их мониторинга.

Ключевые слова: современные модели распределенных вузов, процессная модель управления качеством деятельности вуза, автоматизация управления вузом, модернизированная модель делового совершенства.

В настоящее время вопрос успешного построения общества знаний и инновационной экономики, построенной на знаниях, академическое сообщество, политические круги и представители бизнеса различных стран тесно связывают с решением проблем развития инновационной инфраструктуры системы про-

фессионального образования [3, с.111-118; 4, с.258-262] и создания альянсов и консорциумов вузов с работодателями из бизнес-сообщества, академическими и отраслевыми учреждениями науки [3, с.111-118; 5].

Решение этих проблем также тесно взаимосвязано с успехами в области комплексной информатизации образовательных учреждений (ОУ), внедрения современных моделей управления качеством (УК) деятельности и решения актуальных проблем управления знаниями (УЗ) в ОУ и в системе образования в целом [1, 2]. Эти проблемы связаны с разработкой и использованием в педагогической практике ряда организационных процессов и механизмов, направленных на создание, обеспечение обмена и использования знаний, формирование и поддержание базы знаний, а также обеспечение мотивации специалистов к сотрудничеству и обмену знаниями на основе методов эпистемологического менеджмента и современных моделей менеджмента качества [5].

Сегодня на рынке ИТ-технологий предлагаются технические решения для информатизации различных аспектов функционирования вузов («Ланит», «Компетентум», «IBS», «Гиперметод», «Галактика», «Ланит-Терком», «Диджитал Дизайн», «ИВК», «КРОК», «ВСС», «1 С», «SAP» и др.). Разработчики на рынке ИТ-продуктов предлагают часто оригинальные технические решения, в основном, по отдельным проблемам, где они имеют наиболее существенные компетенции. Но предлагаемые технические решения являются локальными и часто не сопрягаемыми между собой, отсутствуют интеграционные платформы, позволяющие совмещать данные и приложения, в отдельных случаях приходится отмечать недостаточное качество исходной информации, что сдерживает развитие аналитических подсистем и средств поддержки принятия решений.

Обилие на рынке ИТ-продуктов различных вариантов подхода к разработке систем информатизации деятельности вузов характеризует ситуацию, когда отсутствуют объективные критерии для обоснования и выбора варианта реализации системы в соответствии с текущими реальными возможностями и конкретными потребностями распределенных вузов [6].

По этим причинам Евразийский Открытый Институт (ЕА-ОИ) предпринял совместно с рядом ИТ-компаний и вузов-разработчиков информационных систем попытку устранить ряд присущих недостатков на стадии подхода к проектированию комплексной системы информатизации распределенного вуза. Для этого в основу работ по автоматизации реализуемых процессов был положен принцип их адекватного соответствия документационно-ориентированной модели процессов управления в вузе. Эти процессы построены и организованы в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9000 и модели Делового совершенства Европейского Фонда Менеджмента Качества (EFQM), а их реализация выполнена на основе пакета Microsoft Office SharePoint Server 2007, интегрированного с КИС УЗ «Модус» и «1С Бухгалтерия».

Основное назначение интегрированной автоматизированной системы комплексной информатизации (СКИ) распределенного вуза определяется как информационное обеспечение пользователей и скоординированной деятельности по руководству и процессному управлению качеством учреждения и его территориально-обособленных подразделений в соответствии с целями и направлениями его деятельности, определенными российской законодательной базой, учредительными документами, аккредитацией, лицензией, стратегическим планом развития, договорами и контрактами.

Реализация стратегических задач по достижению вузом нового статуса обеспечивается, в том числе, благодаря реализации проекта комплексной информатизации и автоматизации управления в вузе, который осуществляется поэтапно при безусловном выполнении принципа соответствия документационно-ориентированной модели процессов управления в вузе в рамках созданной системы менеджмента качества.

На первом этапе организации процессного управления в вузе важно идентифицировать и описать процессы вуза, разработать матрицу ответственности, создать графики документооборота вуза.

Профиль процесса содержит основную информацию о процессе:

- цель процесса, владелец процесса, внешние и внутренние регламенты процесса;
- входы процесса, требования к входам, поставщики входов;
- выходы (результаты) процесса, требования к выходам, потребители выходов;
- виды/этапы процесса, входы и выходы этапов, основные участники и используемые ресурсы;
- показатели эффективности и показатели, влияющие на эффективность процесса.

Перечень показателей процесса включает в себя стоимостные, временные, качественные показатели, а также показатели удовлетворенности потребителей результатов процесса.

Перечень процессов с выделением действий по каждому из них, выполняемому в подразделении, оформляются в виде матрицы ответственности (см. таб.1).

Таблица 1. Матрица ответственности.

№ п/п	Название процесса /действия	Сотрудники подразделения			
		Должность Сотрудник 1	Должность Сотрудник 2	Должность Сотрудник 3	Должность Сотрудник 4
1.	Процесс 1	О			
	1.1. Действие 1		И		
	1.2. Действие 2			И	
2	Процесс 2		О		
	2.1. Действие 1	И			
	2.2. Действие 2				И
	И т.д.				

Пояснение к обозначениям: О – ответственный,
И – исполнитель

Описание процесса может быть произведено с помощью общеизвестных нотаций (IDEF0, ARIS) с необходимой степенью детализации.

На втором этапе управления процессами, согласно циклу Деминга (планирование-действие-анализ-улучшение) необхо-

димо разработать план процесса, определив плановые значения и допустимые отклонения показателей, а также перечень мероприятий с указанием сроков выполнения и ответственных. Период планирования определяется вузом, в ЕАОИ планы разрабатываются и пересматриваются раз в полугодие.

Планы разрабатываются владельцами процессов совместно с Центром обеспечения качества образования (ЦОКО) и утверждаются руководством ЕАОИ (рис. 1).

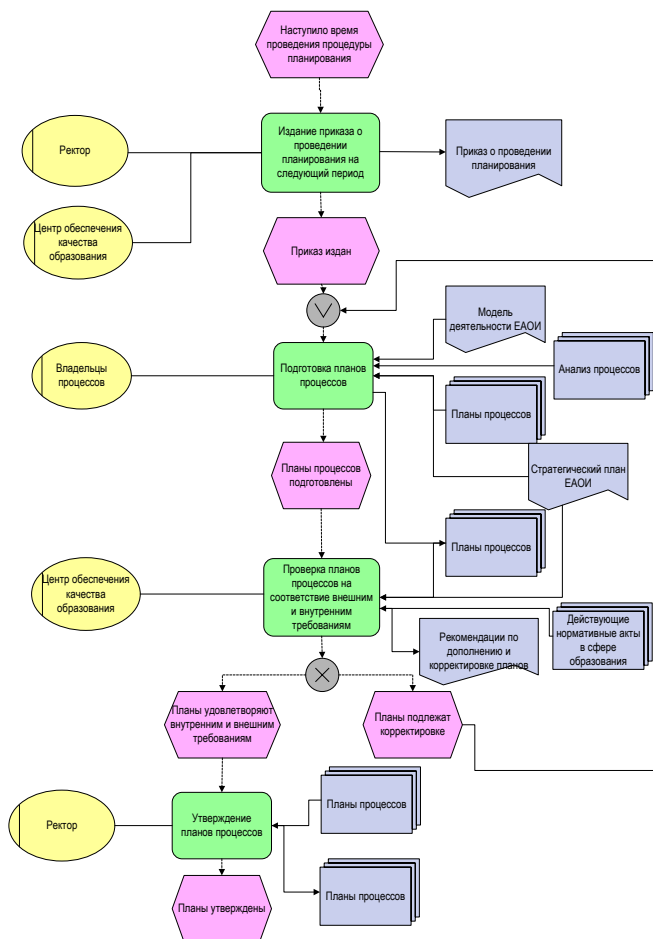


Рис. 1. Планирование деятельности ЕАОИ

Данная информация представлена в виде электронных карточек, размещаемых на узлах корпоративного портала SharePoint Portal. К данной информации имеют доступ владельцы процессов, исполнители, ЦОКО и Ректорат ЕАОИ.

Мониторинг выполнения плана производится ежеквартально, в конце каждого квартала владельцы процессов заполняют фактические значения показателей и текущий статус мероприятий.

Оповещения о любых изменениях в электронных карточках приходят по электронной почте подписанным на изменения, по умолчанию это Ректор, Первый проректор, начальник ЦОКО и владелец процесса.

При наступлении следующего периода планирования электронная карточка за предыдущий период отправляется в архив на узле процесса. Плановые и фактические значения показателей за последние три года отображаются в виде графиков, также размещенных на узлах процессов, что позволяет быстро отследить динамику изменения значений показателей и степень выполнения плана, а также оценить степень совершенствования вуза по модели совершенства EFQM.

Так как ЕАОИ имеет развитую региональную сеть, сотрудники филиалов, также имеющих доступ для работы на SharePoint Portal, могут осуществлять свою деятельность с использованием электронных карточек.

Автоматизированная информационная система управления вузом КИС УЗ «Модус» (в ЕАОИ) в совокупности с программным средством типа Mind Manager Pro 6 позволяет задавать и формировать модель структуры процессного управления вузом по всем подразделениям: вести карточки показателей процессов на определенную дату; вести реестр исполнителей процессов, учитывая степень выполнения ими процессов; производить индикацию состояния процесса (зеленый, желтый, красный); вводить ссылки на файлы используемых документов системы управления вузом и обеспечить, в конечном итоге, оперативный мониторинг реализуемых процессов.

Разработанные процессные подходы и предложенные решения по системной информатизации процессов в распределенном вузе позволили:

- Снизить сроки и стоимость создания новых компонент при их интеграции в единую систему существующего комплекса.
- Охватить максимальное количество автоматизированных функций, внедрить современные технологии анализа и поддержки принятия решения.
- Стандартизировать технологические, инфраструктурные и функциональные решения при развитии системы.
- Обосновать перечень функциональных, технических, технологических, организационных, финансовых и других параметров системы, достаточных для описания деятельности распределенного вуза.
- Провести сравнительный анализ вариантов реализации системы для условий конкретного вуза.
- Создать консолидированную базу ИТ-ресурсов и исключить их дублирование в системе на основе проведения процедур контроля.
- Обосновать выбор архитектуры создаваемой системы информатизации и плана ее реализации на основе централизации управления ИТ-инфраструктурой, стандартизации компонентов системы, обеспечения возможности создания комплексных функциональных подсистем.
- Предоставить функционально-полный набор услуг пользователям, который отражает базовые функционалы деятельности распределенного вуза.
- Обосновать решения для создания системного каталога, который содержит в структурированном виде информацию практически обо всех ресурсах научно-образовательной сети: объектах управления и рабочих местах; пользователях и группах пользователей; установленных в системе сервисах, - что на базе системного каталога и его сервисов позволяет разрабатывать и исполнять единые политики безопасности в системе.
- Обосновать требования к сети и услугам телекоммуникаций, выбору средств и режимов связи.
- Организовать оптимальный жизненный цикл системы от проектирования до периодов ее разработки, эксплуатации, развития или утилизации.

- Организовать режимы эксплуатации и функционального применения информационной системы.
- Оценить эффект от внедрения информационной системы на основе порталных решений на основные результаты деятельности вуза.
- Оценить необходимые ресурсы (финансовые, кадровые, технологические и т.д.) и сроки для реализации системы, обеспечения ее эксплуатации и применения.
- Подготовить персонал и постоянно повышать его компетенции в области использования автоматизированных информационных систем управления распределенным образовательным учреждением.

Реализация процессного управления на основе комплексной информатизации и автоматизации последовательно осуществляется в ЕАОИ при безусловном выполнении принципа соответствия документационно-ориентированной модели процессов управления в рамках созданной системы менеджмента качества на основе модернизированной модели Делового совершенства EFQM-2010.

Результаты развития проекта на современном этапе закреплены *Свидетельством Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам* о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010615134 «Комплексная информационная система управления учебным заведением «Модус» (КИС УЗ «МОДУС»), которая является модулем Глобальной электронной среды обучения (ГЭСО); а также *Сертификатом соответствия системы менеджмента качества и управления распределенным вузом требованиям EFQM* по модели Делового совершенства на уровне «Признанное совершенство 4 звезды»; (рег. № R4E20110522-154154, май 2011 г.), врученном руководству ЕАОИ* Всероссийским обществом качества – национальным представителем EFQM в Российской Федерации.

Литература

1. БОЧКОВ В.Е. *Моделирование и реализация системы управления знаниями и образовательной деятельностью в сетевых учреждениях*

*http://www.eoi.ru/about/press-center/news/?content_id=649&news_id=1572.

денях открытого дистанционного образования на основе информационно-коммуникационных технологий. / Ж.: Качество. Инновации. Образование. М.: ЕЦК. Часть 1: 2007, № 3. С. 65-72; Часть 2: 2007, № 4. С.53-59; Часть 3: 2007, № 5. С.39-46.

2. БОЧКОВ В.Е. *Открытое дистанционное образование: его роль в экономическом развитии информационного общества и реального сектора национальной экономики.* / Монография. Научное издание. Серия «Система открытого дистанционного образования как институциональный инструментальный формирования экономики знаний». – М.: МГИУ, 2005. - 238 с.
3. БОЧКОВ В.Е. *Проектирование информационно-образовательной среды открытого дистанционного образования: системные подходы к формированию институционального элемента экономики знаний.*/ Монография. Научное издание. Серия «Система открытого дистанционного образования как институциональный инструментальный формирования экономики знаний». – М.: ИДО-МНМЦ «СОО» МГИУ, 2006. - 386 с.
4. БОЧКОВ В.Е. *Распределенные исследовательские университетские на основе научно-образовательных сетей как вариант реализации стратегии инновационного развития инфраструктуры современного профессионального образования.* / Состояние и проблемы развития высшего образования в рамках Союзного государства. // Материалы научно-практической конференции (Минск, 13-15 октября 2009 г.).- Минск: БГУ, 2009.- 736 с., с. 111-118.
5. БОЧКОВ В.Е. *Распределенные образовательные учреждения: дидактика формирования среды, качество образования, управление знаниями, проблемы развития инфраструктуры.* / Монография. Научное издание. – М.:МИЭМП, 2011.- 352 с.
6. БОЧКОВ В.Е., ВАЛЕНТИНОВ В.А., ДАВЛЕТШИН А.Т., ХИЦКОВ Е.А., ЦАРЬКОВ Е.Н. *Распределенные образовательные учреждения в высшей школе: новые решения по управлению знаниями и качеством деятельности на основе процессного подхода и комплексной системной информатизации.* / Евразийское пространство: приоритеты социально-экономического развития. // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции в двух томах (Москва, 12 мая 2011).

/ Отв. ред. и сост. проф., д.э.н. В.Е. Бочков, к.э.н. В.В. Клевцов, к.э.н. А.В. Масленникова. Т. 1. М.: Изд. центр ЕАОИ, 2011. - 608 с., с.114-143.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЛУЖБ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Васильев Р.Б.

(Высшая школа экономики, Москва)

rvasiliev@hse.ru

Развитие ИТ – аутсорсинга и облачных технологий приведут в обозримом будущем к радикальной реструктуризации организационно-функциональной структуры служб ИТ компаний и изменению роли и комплекса приоритетов ИТ – директора.

Возникновение облачных вычислений приводит к переосмыслению самого процесса создания стоимости, поскольку они позволяют сменить понятие управления ресурсами на управление взаимодействием производителя и потребителя, существующих и оперирующих в одной среде и преследующих одни и те же цели. Такая среда определяет новые критерии эффективности деятельности и требует иных методов управления, основанных, прежде всего, на свободном и глобальном информационном общении всех ее участников, включая руководителей, сотрудников и потребителей. А это, в свою очередь, означает замену иерархических систем управления, саму систему подчиненности на систему коллективного создания ценностей.

Вопрос заключается в возможности овладения обществом инструментарием облачных вычислений и преодоления связанных с ними рисков. К этим рискам, как и в целом к основным рискам ИТ – аутсорсинга, следует отнести следующие:

- наличие необходимых компетенций у пользователей и провайдеров,
- информационная защищенность и безопасность,

- гарантии исполнения сервисов,
- приемлемость и условия выхода из кооперации,
- правовая защищенность.

Традиционно любая служба ИТ решала две главные задачи: обслуживание существующих информационных систем, имеющей инфраструктуры и их плановое развитие. Использование ИТ - аутсорсинга и облачных технологий практически полностью устранил все функции, связанные с предоставлением сервисов и, соответственно, вызовет сокращение персонала, занятого в этой деятельности. Это же приведет к постепенному исчезновению собственных разработчиков и системных администраторов.

Можно сформулировать те задачи, решение которых останется в сфере компетенции ИТ - директора и его службы:

- Стратегическое планирование развития информационных систем на основе понимания бизнес – стратегии организации.
- Принятие решений о выборе аутсорсера и провайдера облачных вычислений.
- Заключение оптимальных контрактов с партнерами.
- Управление процессом взаимодействия с выбранными партнерами и контроль соблюдения условий контракта.
- Управление рисками получения ИТ – сервисов.
- Принятие решений о выходе из контрактов и обеспечение непрерывности бизнеса в процессе переходного периода.
- Обеспечение информационно-аналитического обслуживания руководства организации.
- Управление корпоративным контентом.
- Организация обучения персонала.

Особое значение в решении этих задач приобретает развитие отношений ИТ – директора с высшим руководством и первым лицом организации. Сокращение ИТ – бюджета, конечно, будет сохранять приоритет, но все большее значение будет приобретать та стратегическая поддержка, которую служба ИТ сможет оказывать основной деятельности для повышения ее стабильности и эффективности. По мнению аналитиков Gartner ИТ – директор должен учиться заинтересовывать руководство и добавлять новые ценности, а это прямо связано с освоением и использованием возможностей ИТ – аутсорсинга.

По существу это означает пересмотр состава ключевых компетенций, которыми должен обладать ИТ – директор и персонал службы ИТ. ИТ – директор должен быть не просто и не столько квалифицированным специалистом в области ИТ, но, прежде всего, быть бизнес руководителем, активно участвующим в управлении организацией и формировании стратегии ее развития. В связи с этим всю большую роль станут играть его компетенции в областях стратегического менеджмента и экономики. А это, в свою очередь, порождает новые требования к системе образовательной подготовки, ориентированной на создание корпуса профессиональных ИТ – директоров.

Опыт множества компаний и организаций показывает, что ряд проблем с корпоративными ИТ имеет в своей основе образовательный разрыв между ИТ-специалистами и ИТ-руководителями с одной стороны, и руководителями, отвечающими за основной бизнес компании, с другой. Руководители бизнеса испытывают объективные трудности с пониманием возможностей и ограничений ИТ, не готовы брать на себя ответственность за согласование и утверждение затратных инициатив, связанных с ИТ. В результате выбираются не оптимальные, а самые простые управленческие решения, неоправданно привлекаются дорогостоящие внешние ресурсы, игнорируется потенциал собственной ИТ-организации. Аналогично, руководители ИТ не всегда могут продемонстрировать руководству бизнеса преимущества и риски, связанные с теми или иными ИТ-решениями, не апеллируя при этом к специальным техническим знаниям. Это порождает взаимное непонимание, тормозит принятие решений, приводит к застою в процессе развития корпоративных ИТ.

В областях ИТ – образования и ИТ – консалтинга в России сложились достаточно развитые рынки. Руководители организаций придают важное значение повышению квалификации персонала как инструменту роста конкурентного преимущества, так и мотивации сотрудников. Сами сотрудники также готовы инвестировать в собственное обучение с целью повышения своей стоимости на рынке труда.

В России работают десятки ИТ - компаний, предоставляющих широкий спектр услуг в области ИТ – консалтинга. По раз-

ным классификациям существуют не менее 40 его видов, которые могут быть отнесены в четыре основных сегмента:

- «Продуктовый» ИТ-консалтинг (ERP, CRM, SCM, электронный документооборот и т.д.) необходим при внедрении любых лицензионных ИТ – решений и ориентирован на поддержку бизнес-процессов, относящихся к функциональности того или иного продукта. Основными представителями этого вида консалтинга являются специалисты, сертифицированные вендорами соответствующих продуктов.
- «Интеграционный» ИТ-консалтинг (интеграционные платформы, интеграция приложений, данных и т.п.) необходим для определения оптимальной архитектуры корпоративной информационной системы, т.е., отвечает на вопрос «Как делать?». Основными представителями этого вида консалтинга являются системные архитекторы.
- ИТ – консалтинг в области ИТ – аутсорсинга, который включает вопросы перехода к ИТ – аутсорсингу, организации центров обработки данных, проблематику виртуализации сервисов и «облачных» вычислений.
- Стратегический ИТ-консалтинг в первую очередь отвечает на вопрос «Что делать?» К нему относятся такие услуги как разработка ИТ-стратегии, проведение стратегического ИТ-аудита, построение эффективной ИТ-службы, оценка совокупной стоимости владения ИТ, формирование ИТ-бюджета и управление портфелем инвестиционных ИТ-проектов.

В идеале, процесс развития ИТ должен начинаться с ответа на вопрос «Что делать?», затем на вопрос «Как делать?» и только потом можно переходить к непосредственному внедрению выбранных ИТ - решений и их интеграции. В реальности процесс, как правило, выглядит с точностью до наоборот. Сначала внедряются конкретные продукты, потом выясняется, что их надо интегрировать и приходят архитекторы. А потом выясняется, что дом построен, но это не тот дом, в котором хочется жить. Тогда переходят к стратегическому ИТ-консалтингу, но уже слишком много затрачено средств и иных ресурсов. На радикальную перестройку их не хватает, как и политической решимости.

Проблема выбора последовательности действий напрямую связана с развитием компетенций руководителей и ИТ-директоров, что порождает необходимость еще в одном, достаточно особом виде консалтинговых услуг, а именно в образовательном ИТ – консалтинге, основная идея которого состоит в оказании помощи компаниям и организациям увеличивать отдачу от инвестиций в ИТ и снижать риски за счёт расширения набора компетенций руководителей всех уровней и применения этих компетенций для оптимизации системы управления ИТ, совершенствования инвестиционной политики в области ИТ, повышения мотивированности ИТ-персонала. Образовательный ИТ – консалтинг создает синергетический эффект благодаря синтезу образовательных и консультационных услуг в области ИТ.

Образовательный ИТ - консалтинг призван способствовать взаимопониманию и конструктивному сотрудничеству руководителей бизнеса и руководителей ИТ. Он помогает внедрить в управленческую практику общий язык, на котором руководители разных уровней смогут обсуждать сложные ИТ - проблемы и принимать осознанные и ответственные решения. Он позволяет избавиться от стереотипа необходимости привлечения дорогостоящих внешних консультантов всегда, когда возникает ИТ - проблема.

Он ориентирован на компании всех форм собственности, органы государственного управления и другие госструктуры, некоммерческие объединения, образовательные учреждения, в деятельности которых информационные технологии играют или должны играть существенную роль в повышении эффективности основной деятельности

Образовательный ИТ – консалтинг представляется достаточно перспективным с точки зрения формирования нового сегмента услуг как на рынке дополнительного образования, так и на ИТ –рынке, поскольку не пересекается ни с услугами учебных организаций, ни с услугами консалтинговых фирм и не конкурирует с ними.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНЫХ ОНТОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Власов Е.В., Горюнова В.В., Кузнецов С.А., Молодцова Ю.В.
(Пензенская государственная технологическая академия, Пенза)
gvv17@mail.ru

Представлены аспекты структурного представления процессов управления в организационных системах на основе модульных онтологий, а именно: моделирование динамики образов работы системы (образное моделирование) и динамики движения управленческих потоков в проблемно-ориентированной информационной среде

Ключевые слова: модульные онтологии, проблемно-ориентированные организационные системы, интегрированные среды.

Введение

Важнейшую роль при управлении проектированием и функционированием организационных систем играет использование интегрированных информационных сред, выполняющих моделирование организационных систем, как статическое (моделирование структуры), так и динамическое (моделирование поведения).

Решение этих и других задач моделирования и анализа организационных процессов при применении средств инженерии онтологий, позволяющих сформировать предварительные ориентиры проекта организационной системы, выявить и устранить нестыковки и ошибки на возможно более ранних этапах его выполнения в современных условиях предполагает использование интегрированных информационных сред (ИИС), использующих проблемно-ориентированную декомпозицию процессов организационного управления.

1. Проблемно-ориентированные средства моделирования процессов организационного управления

Проблемно-ориентированные средства моделирования процессов организационного управления, создаваемые для использования в ИИС, призваны решать задачи прогнозирования и развития организационных систем, в том числе: формирования стратегии развития системы в условиях изменения внешней среды; выбора целей с учетом ограничений на потребляемые ресурсы; определения возможных сценариев достижения целей при выбранной стратегии, определения оптимального сценария и т.д.

Онтологию можно применять в качестве компоненты баз знаний, схемы объектов в объектно-ориентированных системах, концептуальной схемы базы данных, структурированного глоссария взаимодействующих сообществ, словаря для связи между агентами, определения классов для программных систем [1].

Предметом исследований модульной онтологической системной технологии (МОСТ) являются, представляемые в статье [2] методы динамического моделирования схем организационных процессов с применением модульных онтологий. Использование модульных онтологий в интегрированных информационных средах предполагает декомпозицию на уровни [3], которые, в большинстве случаев, обладают иерархической структурой и взаимодействуют с ресурсами, определяющими функциональные возможности этапов жизненного цикла организационных структур (см. рис.1). При применении и использовании МОСТ-технологии к разработке проблемно-ориентированных интегрированных информационных сред, предполагается использовать комплексный подход, учитывающий критериальные значения показателей включаемых в онтологические блоки [4].

Модель проблемно-ориентированной среды (PS-модель) является доступным для эксперта предметной области средством формирования концептуальных спецификаций объектов и средств автоматизации по этапам жизненного цикла организационной системы, определяя поэтапную динамику вертикально-го управления по цепочкам понятий U_i :

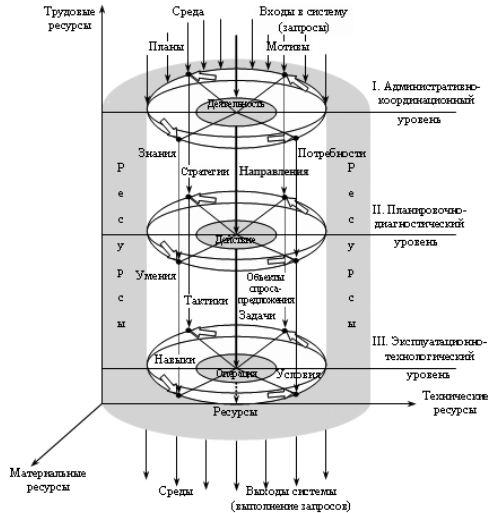


Рис. 1. Декомпозиция проблемно-ориентированной среды

$U1 = (\text{motive, goal, task}) - PS(U1)$ определяет мотивы-цели-задачи;

$U2 = (\text{necessity, demand and supply, condition}) - PS(U2)$ определяет потребности, спрос - предложение, условия ;

$U3 = (\text{knowledge, skill, habit}) - PS(U3)$ определяет знания, умения, навыки ;

$U4 = (\text{plans, strategic, tactics}) - PS(U4)$ определяет планы, стратегии, тактики.

$PS(Ui)$ задает множество событийных входов $\{Pui\}$ для множества онтологических блоков Ui –цепочки.

2. Онтологический блок проблемно-ориентированной организационной системы

Для описания проблемно-ориентированной организационной структуры системы main-агент онтологий имеет следующее формальное описание

$$ONT_{OC} = (U_{ov}, lm(R), \Phi_{ov})$$

где U_{ov} – множество понятий предметной области, определяемых онтологическими блоками, $|U| \neq \emptyset$; $lm(R) = \{w|w:U_n \rightarrow [0,1]\}$ –

множество нечетких (взвешенных) отношений между онтологическими блоками; $\Phi_{об} = \text{Trgramm}$ – описание схем процесса «отработки» онтологии (взаимодействия онтологических блоков).

Формально ОБ-блок можно определить кортежем:

$\text{OБ} = (\text{Input}, \text{Output}, \text{Trgramm})$,

где Input – описание входов онтологического блока;

Output – описание выходов онтологического блока;

Trgramm – описание схем процесса «отработки» онтологического блока (проблемно-ориентированная маска). Пример базовой Trgramm-ы из двенадцати ОБ-блоков для трёх уровней приведен на рис.2.

Пример имеет четыре типовые варианта решения u_1, \dots, u_4 , представленные правилами-продукциями U_1-U_4 :

U_1 : если (OБ6 case OБ7) то OБ2). { вариант }

U_2 : если (OБ8) то OБ3). { единичный выход }

U_3 : если (OБ9 or OБ10) то OБ4). { альтернатива }

U_4 : если (OБ11, OБ12) то OБ5). { список }

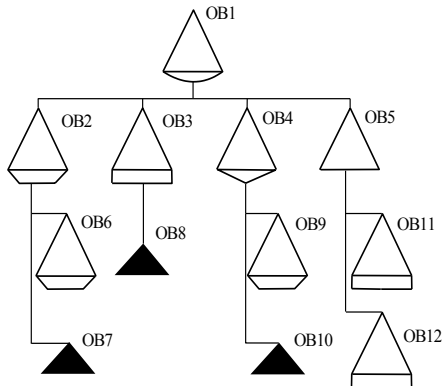


Рисунок 2. Пример проблемно-ориентированной маски из 12 ОБ-блоков.

ОБ блок, из-за ограничений на его размерность, как правило, порождает небольшое число выходов для альтернативных вариантов, пространство которых обозримо для пользователя - исполнителя. Это открывает возможность принятия локальных реше-

ний (на уровне онтологического блока), определяющих дальнейший ход проектирования. При принятии решений могут "отсекаться" значительные "пути" сети N [5]. Понятие проблемно-ориентированной маски, состоящей из иерархической сети онтологических блоков описывает только статическое строение системы. Общей в спектре динамических сетевых моделей является условно-событийная система, которая представляет собой сеть, дополненную правилами изменений условий в результате реализации событий, по рангам создаваемых онтологией образов.

В заключении можно обобщить сформулированные базовые функциональные возможности и методы динамического моделирования образов и процессов, реализуемых МОСТ-технологией.

Разработаны методы моделирования динамики смены онтологических блоков в интегрированных информационных системах с использованием проблемно-ориентированной маски.

Разработаны методы моделирования динамики потоков при реализации процессов, предусматривающие последовательность этапов:

- построение обобщенных проблемно-ориентированных схем операций процесса и синтез на их основе обобщенной проблемно-ориентированной схемы процесса;
- выполнение предыдущего этапа на уровне детализированных проблемно-ориентированных схем операций и процесса;
- построение конвейерно-временной диаграммы схем процесса.

Литература

1. ГОРЮНОВА В.В. *Логический базис представления знаний в интеллектуальных информационных системах*. Учебное пособие. – Пенза, ПГУАС, 2005 г.
2. ГОРЮНОВА В.В., МОЛОДЦОВА Ю.В., СЁМИН Д.В. *Разработка событийно-производственной модели онтологий // Информационно-измерительные и управляющие системы – 2010. – №4. – С.62-68*
3. ГОРЮНОВА, В.В. *Декларативное моделирование и анализ концептуальных спецификаций эксплуатационно-технологических процессов в машиностроении. // Известия*

- ВУЗОВ. Поволжский регион. Технические науки. – 2009. – №1. – С.140-145
4. ГОРЮНОВА В.В., МОЛОДЦОВА Ю.В., СЁМИН Д.В. *Методология использования концептуальных спецификаций интегрированных сред* // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – №8. – С. 56-60

ЗАДАЧА ПЕРЕПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАК ЧАСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Вожаков А.В., Гитман М.Б., Евстратов С.Н.
(*Пермский государственный технический университет*)
vozhakov@ya.ru, mgitman@netzero.net

Рассматривается модель перепланирования производства как часть комплексной задачи управления производством промышленного предприятия.

Ключевые слова: управление, планирование производства, перепланирование производства.

Введение

На крупных предприятиях с дискретным производством и сложной высокотехнологичной продукцией процесс управления производством является сложной задачей, с множеством ограничений, большой степенью неопределенности и большим количеством взаимодействующих субъектов [1]. Эта задача может рассматриваться как Цикл Деминга: планирование, выполнение (учет), анализ, воздействие. При этом первоочередной задачей является задача планирования производства, от качества решения которой будет во многом зависеть качество всего цикла управления. Однако задачи анализа и формирования воздействия являются не менее важными, и также требуют тщательной проработки; управляющим воздействием должны стать коррек-

тировки плана производства, позволяющие компенсировать негативное влияние отклонений.

Рассмотрим постановку задачи перепланирования производства, которая предназначена для анализа отклонений и формирования корректирующего воздействия. При этом сама задача перепланирования рассматривается не в отдельности, а именно как часть комплексной задачи управления производством.

Задача планирования производства была подробно рассмотрена в работах [2],[3]. Суть ее заключается в том, что к началу планового периода должен быть рассчитан оптимальный план производства p_{id} . Соответственно должна быть известна матрица баланса b_{id} .

В идеальном случае, план должен четко выполняться, что обеспечивает оптимальность производственных процессов в соответствии с выбранными приоритетами. Однако в реальных условиях на производстве могут возникнуть непредвиденные ситуации, которые можно разделить на следующие типы:

- Нарушение плана поставок.
- Нарушение выполнения плана операций.
- Изменение плана доступности оборудования.
- Изменение главного календарного плана производства (ГКПП).

Возникновение непредвиденной ситуации может привести к тому, что запланированные операции не смогут быть выполнены в соответствии с планом производства, и, в конечном счете, это приведет к срыву поставок продукции потребителю. Поэтому необходима постановка и решение задачи перепланирования производства.

Следует отметить, что оперативное перепланирование производства имеет несколько отличные цели от задачи планирования производства [3]. При планировании производства, требуется найти оптимальный план производства при заданных ограничениях и критериях. Однако в процессе выполнения плана производства работы организуются таким образом, чтобы обеспечить выполнение плана производства. Многие смежные процессы планируются исходя из плана производства, люди получают задания, рассчитываются ресурсы и т.д. Соответственно замена

в течение планового периода плана производства (пусть даже на более близкий к глобальному оптимуму) приведет к тому, что многие службы должны будут изменить планы своих действий, что в принципе не всегда возможно, и как минимум приведет к ситуации аврала.

Дополнительно, на производстве может быть запущена система оперативного планирования, которая оптимизирует распределение операций по конкретным экземплярам оборудования с учетом дополнительных характеристик оборудования, информации о переналадках, используемой оснастке и т.д. Горизонт планирования таких систем обычно составляет один день. Такая система позволяет создать оптимальную последовательность выполнения технологических операций на конкретном оборудовании, с учетом всех важных на производстве ограничений. На входе система использует план производства p_{id} для заданного дня d . Используя заданный массив информации, система оперативного планирования пытается запланировать операции на технологическое оборудование оптимальным образом. Таким образом, на выходе системы оперативного планирования технологических операций получается набор суточных заданий для выполнения конкретными работниками на конкретном технологическом оборудовании. Следует отметить, что при учете дополнительных ограничений имеющихся на производстве, план p_{id} в заданный день d может быть фактически невыполнимым. В данной ситуации система оперативного планирования должна сообщить о невозможности выполнения плана производства p_{id} в день d , и должна передать данные об операциях, планирование которых не удалось осуществить. Таким образом, система планирования сообщает о возникновении непредвиденной ситуации. Так как система рассчитывает план на следующий день, то она сообщает о непредвиденной ситуации, которая произойдет в будущем, но система перепланирования уже не может менять рассчитанный план на этот день. В данном случае, возникает ситуация, при которой день d считается уже завершенным, т.е. не допускающим изменений плана точно также как это происходит с событиями находящимися в прошлом.

Задача перепланирования производства состоит в том, чтобы найти способ внести корректировки в план производства та-

ким образом, чтобы допустив минимальные изменения плана производства, обеспечить выполнение всех ограничений задачи планирования во вновь сложившихся условиях, с учетом текущего состояния выполнения операций и информацией о возникших непредвиденных ситуациях.

Таким образом, пусть известен оптимальный план производства p_{id} и матрица баланса b_{id} рассчитанные с помощью системы планирования [2]. Известен день d^* – день, до которого все события уже считаются состоявшимися, а после которого все события могут быть перепланированы. Без нарушения общности день d^* может находиться в будущем, по отношению к дате расчета, но это значит, что нам точно известен порядок событий до дня d^* и влиять на них мы не можем. Известна матрица фактического выполнения операций f_{id} , которая заполнена значениями до дня d^* . Кроме того, известна возмущенная матрица плана поставок r_{id}^* , которая отражает изменившийся план поставок. Известен возмущенный ГКПП g_{id}^* и возмущенный план доступности оборудования q_{kd}^* . Необходимо найти возмущенный план производства p_{id}^* , удовлетворяющий всем ограничениям на план производства и минимально отличающийся от p_{id} :

$$F(p_{id}, p_{id}^*) \rightarrow \min .$$

Литература

1. СТОЛБОВ В.Ю., ФЕДОСЕЕВ С.А. *Модель интеллектуальной системы управления предприятием* // Проблемы управления. – 2006. – №5. – С. 36–39.
2. ФЕДОСЕЕВ С.А., ВОЖАКОВ А.В., ГИТМАН М.Б. *Модель календарного планирования производства с нечеткими целями и ограничениями* // Системы управления и информационные технологии. – 2009. – №3. – С. 21–24.
3. ФЕДОСЕЕВ С.А., ВОЖАКОВ А.В. *Управление производством на тактическом уровне планирования в условиях нечеткой исходной информации* // Проблемы управления – Москва, 2009. – С.36-43

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

Габалин А.В.
(ИПУ РАН, Москва)
gabalina@bk.ru

В статье описываются методы математического моделирования. Дается сравнение аналитических и имитационных моделей. Описывается программный комплекс, созданный для решения задачи прогнозирования развития систем.

Ключевые слова: математическое моделирование, имитационные модели, аналитические модели, программный комплекс

Введение

Математическое моделирование становится одним из наиболее эффективных средств исследования сложных систем и процессов. Математические модели применяются для прогнозирования и планирования будущего развития сложных систем на стадии решения вопроса инвестирования проекта, создания бизнес-плана особенно в области машиностроения и металлургии. Большую роль в проведении эксперимента играет выбор системы моделирования, который позволяет, во-первых, описать состав, структуру и процесс функционирования моделируемой системы, а во-вторых, значительно сократить затраты на построение модели.

Моделирование применяется в случае, если эксперименты с реальными объектами, системами невозможно или слишком дорого. Главное отличие моделирования от других методов изучения сложных систем – возможность оптимизации системы до её реализации.

Процесс моделирования состоит из трёх стадий: формализации (переход от реально го объекта к модели), моделирования (анализ и оптимизацию модели, нахождение решения), интерпретации (перевод результатов моделирования в область реальности).

1. Математические модели

Традиционно математические модели разделяют на аналитические и имитационные модели. Аналитические модели представляют собой уравнения или системы уравнений, записанные в виде алгебраических, интегральных, дифференциальных, конечно-разностных и иных соотношений и логических условий. Они записаны и решены в буквенном виде. Отсюда и происходит их название. Аналитическая модель, как правило, статическая. Аналитическое представление подходит лишь для очень простых и сильно идеализированных задач и объектов, которые, как правило, имеют мало общего с реальной (сложной) действительностью, но обладают высокой общностью. Данный тип моделей обычно применяют для описания фундаментальных свойств объектов, так как фундамент прост по своей сути. Сложные объекты редко удаётся описать аналитически.

Альтернативой аналитическим моделям являются имитационные модели (динамические). Основное отличие имитационных моделей от аналитических состоит в том, что вместо аналитического описания взаимосвязей между входами и выходами исследуемой системы строят алгоритм, отображающий последовательность развития процессов внутри исследуемого объекта, а затем «проигрывают» поведение объекта на компьютере. К имитационным моделям прибегают тогда, когда объект моделирования настолько сложен, что адекватно описать его поведение математическими уравнениями невозможно или затруднительно. Имитационное моделирование позволяет разлагать большую модель на части (объекты, «кусочки»), которыми можно оперировать по отдельности, создавая другие, более простые или, наоборот, более сложные модели.

2. Сравнение аналитических и имитационных моделей

Таким образом, основным преимуществом имитационного моделирования по сравнению с аналитическим является возможность решения более сложных задач, так как процесса имитации модели будет значение целевой функции, соответствующей

щее данным входным значениям переменных. Еще в недалеком прошлом имитационные модели считались методом «второго сорта», которые применялись только тогда, когда было невозможно применять аналитические. И действительно, если уже построена аналитическая модель, то обычно с помощью того или иного метода оптимизации можно найти оптимальное детерминированное решение. Однако на сегодняшний день многие аналитические модели (в частности, модели математического программирования) имеют ограниченное применение на практике. В том случае, когда аналитические модели невозможно применять, аналитики применяют имитационные модели. Имитационные модели считаются одними из наиболее перспективных при решении задач управления экономическими объектами. В общем случае, для сложных проблем, где время и динамика важны, имитационные модели считаются одним из самых популярных и полезных методов количественного анализа:

1. Аналитические модели часто трудны для формализации и построения, а иногда их вообще невозможно построить. Любая аналитическая модель имеет свои «затрудняющие» факторы, которые зависят от специфики данной модели.

2. Аналитические модели обычно дают среднестатистические или стационарные (долговременные) решения. На практике часто важно именно нестационарное поведение системы или ее характеристики на коротком временном интервале, что не дает возможности получить «средние» значения.

3. Для имитационного моделирования можно использовать широкий круг программного обеспечения специально разработанных для создания имитационных моделей.

Как аналитические, так и имитационные модели можно использовать для решения задач, включающих случайные события. При этом часто аналитические модели предпочтительнее имитационных по следующим причинам:

1. Имитационное моделирование требует проведения большого числа испытаний, чтобы получить хорошую оценку значения целевой функции для каждого отдельного решения.

2. С помощью аналитической модели можно получить оптимальное решение.

3. Решение задачи с помощью имитационного моделирования требует оценить большое количество возможных альтернативных решений.

К достоинствам имитационного моделирования по сравнению с аналитическими моделями можно отнести:

1. Возможность многократного измерения интересующих нас параметров модели.

2. Возможность исследования сложных сценариев поведения системы.

В настоящее время во многих случаях имитационные модели строятся не вместо аналитических, а параллельно с ними, поскольку они относительно просты для создания и позволяют исследовать такие параметры реальных систем, которые невозможно отобразить в аналитических моделях. Комбинированное использование аналитических и имитационных методов позволяет сочетать достоинства обоих подходов. При построении комбинированных (аналитико-имитационных) моделей производится предварительная декомпозиция процесса функционирования объекта на составляющие подпроцессы, и для тех из них, где это возможно, используются аналитические модели, а для остальных подпроцессов строятся имитационные модели. Такой подход дает возможность охватить качественно новые классы систем, которые не могут быть исследованы с использованием аналитического или имитационного моделирования в отдельности.

3. Применение имитационных моделей

Имитационные модели в последнее время все чаще применяются для прогнозирования и планирования развития систем. Большую роль в проведении имитационного эксперимента играет выбор системы моделирования, который позволяет, во-первых, описать состав, структуру и процесс функционирования моделируемой системы, а во-вторых, значительно сократить затраты на построение модели путем использования стандартных функций имитационного языка.

За последние десятилетия в ИПУ РАН успешно решались задачи построения имитационных моделей различных произ-

водственных, транспортных систем и систем специального назначения с помощью систем GPSS.

В ИПУ РАН создана универсальная система моделирования дискретных систем (УСМ) для автоматизированного проведения имитационных экспериментов по развязке «узких мест» проектируемых систем на базе GPSS World. Применение УСМ позволило значительно сократить общие затраты на проведение имитационных экспериментов.

Исходные данные (шаблоны), различные варианты режимов и настроек экспериментов выполнены в виде таблиц. Программы создания и работы с базами данных, выбора режимов моделирования и исходных данных через различные меню, настройки имитационных моделей, графического отображения результатов выполнены в среде TurboPascal. Имитационные модели написаны на языке GPSS. УСМ внедрена при проектировании ряда систем [2-4].

Литература

1. ЦВИРКУН А.Д., АКИНФИЕВ В.К., ФИЛИППОВ В.А. *Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем*. М.: Наука, 1985.
2. ГАБАЛИН А.В. *Оптимизационно-имитационный подход в задачах анализа и синтеза структуры распределенных систем обработки информации*. / Труды института. Том XXVI. М.: ИПУ РАН, 2005.
3. ГАБАЛИН А.В. *Анализ функционирования информационных систем с помощью имитационных моделей на GPSS World*. Тезисы научной сессии НИЯУ, секция информационно-телекоммуникационные системы. Том 3 с. 80., Мифи, Москва, 2010
4. ГАБАЛИН А.В. *Вопросы оптимизации структуры распределенных систем обработки информации*. Журнал — «Пркладная информатика» №6 2007

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ WORKFLOW-СИСТЕМ

Габалин А.В., Разбегин В.П.

(ИПУ РАН, Москва)

gabalina@bk.ru, valent@ipu.ru

В статье ставится задача оптимизации функционирования и структуры WORKFLOW-систем с помощью построения комплексов оптимизационных и имитационных моделей. Для реализации указанных подходов был создан программный комплекс.

Ключевые слова: WORKFLOW-система, имитационные модели, оптимизационные модели, комплексы моделей

Введение

Имитационное моделирование становится одним из наиболее эффективных средств исследования сложных систем и процессов. Имитационные модели применяются для прогнозирования и планирования будущего развития крупномасштабных систем на стадии решения вопроса инвестирования проекта.

Workflow – это полная или частичная автоматизация бизнес-процесса, при которой документы, информация или задания передаются от одного участника (бизнес-процесса) к другому для выполнения действий согласно набору руководящих правил.

Workflow, ориентированная на информацию и автоматизацию, имеет свою специфическую терминологию. Одним из специфических понятий является информационный, материальный или финансовый объект, используемый в бизнес-процессе (например: письмо, оборудование, счет). Объектом может быть любой ресурс, используемый в процессе.

В рассматриваемых ниже имитационных и оптимизационных задачах участвуют характеристики информационных объектов WORKFLOW-сетей.

1. Постановка задачи

Согласно формализованной постановке задачи синтеза и анализа функционирования и структуры сложной системы [1] необходимо определить оптимальную сетевую структуру обработки потока заданий

$$Sopt(t) = \{E^*(t), A^*(t), X^*(t), Y^*(t)\}, t \in T,$$

где $E^*(t) \subset E \sim(t)$ – оптимальное множество элементов системы в период t ;

$A^*(t) \subset A \sim(t)$ – оптимальное множество взаимосвязей элементов системы в период t ;

$X^*(t) \subset X \sim(t)$ – оптимальное множество собственных функциональных характеристик элементов системы в период t ;

$Y^*(t) \subset Y \sim(t)$ – оптимальное множество системных функциональных характеристик в период t .

При этом выполняются ограничения ресурсного, технологического, директивного, тактического и др. типов $R[E(t), A(t), X(t), Y(t), t]$, в рамках которых осуществляется развитие и функционирование системы.

3. Комплексы моделей

Для решения этой задачи использовался подход [1], базирующийся на построении комплекса взаимосвязанных оптимизационных (ОМ), имитационных (ИМ) и расчетно-анализирующих (КОР) моделей.

На рис.1 дана соответствующая данному подходу общая схема построения комплексов оптимизационно-имитационных моделей, отображающих различные методы оптимизации функционирования сложных систем. В ней множество возможных моделей разбито на шесть классов в соответствии с особенностями целевой функции и области ограничений.

1. Целевая функция и область ограничений заданы аналитически.
2. Целевая функция задана аналитически, область ограничения задана алгоритмически.
3. Целевая функция задана аналитически, область ограничения задана алгоритмически и аналитически.

4. Целевая функция задана алгоритмически, область ограничения задана аналитически.
5. Целевая функция и область ограничений заданы алгоритмически.
6. Целевая функция задана алгоритмически, область ограничения задана алгоритмически и аналитически.

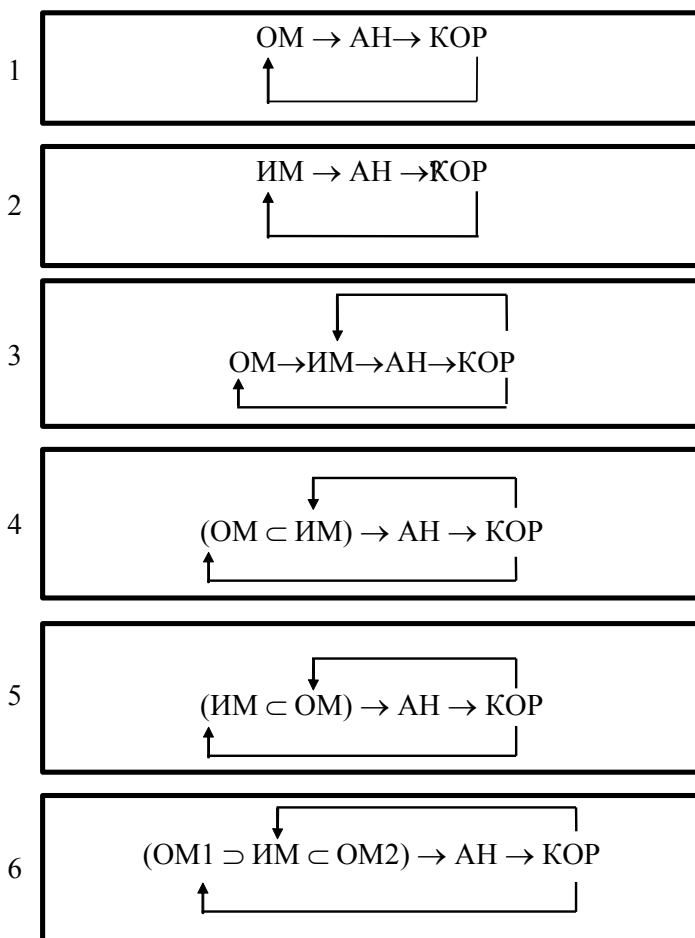


Рис. 1. Оптимизационно-имитационный подход к решению задачи оптимизации функционирования сложных систем

Для решения задач первого класса используются комплексы моделей 1, второго класса – комплексы 3, третьего класса – комплексы 3, 4, четвертого класса – комплексы 2, 5, 6, пятого класса – комплексы 2, 5, 6, шестого класса – комплексы 2, 5, 6.

Задача оптимизация структуры Workflow-систем с помощью имитационных моделей состоит в определении оптимальной, в смысле заданных критериев качества функционирования, структуры Workflow-сети при заданных характеристиках информационных потоков, параметрах автоматизированных и неавтоматизированных узлов обработки и зависимостях их стоимостных показателей и показателей качества функционирования от производительности.

Критерии качества функционирования могут быть трех видов: временные (обеспечение минимальной задержки передачи информации при заданных показателях стоимости и надежности); стоимостные (обеспечение минимальной стоимости сети при заданных средних задержках передачи сообщений, показателях надежности сети и объемах информации); надежности (обеспечение максимальной надежности сети при заданных показателях стоимости сети и средней задержки сообщений).

Для случая временного критерия качества функционирования потоковой системы рассмотрим подход к оптимизации по времени получения необходимого результата обработки. Оценка временных характеристик может быть получена в процессе имитационных экспериментов, реализующих алгоритмы и ограничения функционирования системы, включая приоритетность и стратегии обработки заданий. Условие выполнения требований к временным показателям может быть представлено в виде:

$$(1) T(S, X, V) \leq T^*, X = \{x_i\}, V = \{v_i\}, i \in I,$$

где $T(S, X, V)$ - время получения результирующей информации, достигаемое на данной топологической структуре S с заданными уровнями мощностей ее элементов X (объемы обработки информации, пропускные способности каналов связи) и их характеристиками V (время обработки, скорость и режимы передачи обрабатываемых объектов); i -индекс структурного элемента системы; T^* -максимально допустимое значение временного показателя. Таким образом, оцениваем, что по введенной нами классификации возможны классы моделей с номерами 1-4, и,

соответственно, особенности целевой функции и области ограничений с номерами 1-3.

В процессе моделирования условие (1) может быть нарушено по двум причинам:

- величина T^* на данной топологической структуре S при любых комбинациях значений X и V не достижима;
- полученное решение можно улучшить (в смысле временно-го показателя) за счет маневренных свойств системы.

В первом случае необходимо пересмотреть требования, предъявляемые к системе (смягчить правые части ограничений на качество функционирования, расширить множество допустимых наборов средств обработки и т.п.).

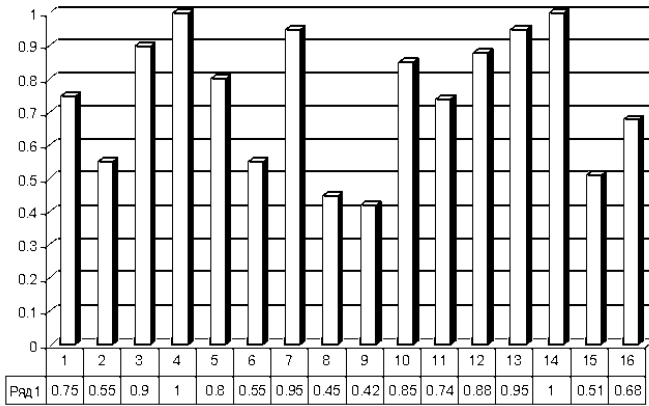
Во втором случае необходимо идентифицировать «узкие места» в системе, т.е. определить элементы, которые из-за недостаточной мощности и/или нарушения режимов функционирования сдерживают поток обработки и тем самым негативно влияют на значение $T(S, X, V)$. Для этого по каждому узлу обработки собирается полная статистика о его функциональных параметрах и в первую очередь о его загрузке, размере очереди и времени ожидания в очереди. Из этих устройств составляется специализированная ранжированная таблица «узких мест». Сбор статистики для нескольких последних транзактов в имитационной модели позволяет значительно ускорить поиск устройства, пропускные способности которого в наибольшей степени влияют на $T(S, X, V)$. Далее необходимо осуществлять «развязку» «узких мест» до тех пор, пока не будет выполнено ограничение (1).

2. Универсальная система моделирования

Для реализации указанных алгоритмов, в частности, задачи развязки узких мест сложных потоковых систем, в ИПУ РАН создана универсальная система моделирования (УСМ), которая опробовалась для анализа и синтеза систем различного назначения. Ядро УСМ реализовано в среде GPSS World.

На Рис.2. и Рис.3. представлены примеры результатов модельных экспериментов по идентификации узких мест сети, полученных с помощью УСМ.

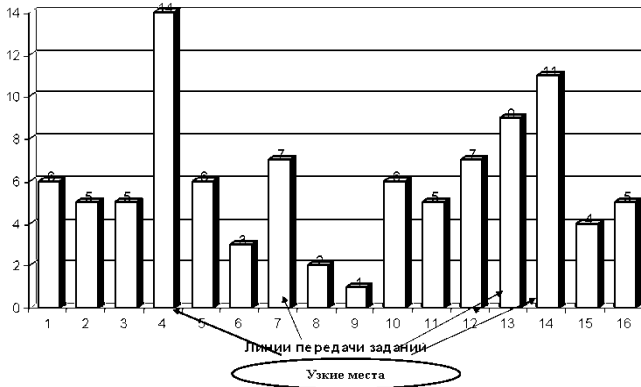
Загрузка линий передачи заданий



Линии передачи заданий

Рис. 2. Пример результатов модельного эксперимента по загрузке линий передачи заданий для идентификации узких мест Workflow – сети

Максимальный размер очереди линий передачи заданий



Узкие места	Лп 4	Лп14	Лп13	Лп7	Лп12	Лп1	Лп10	Лп5
-------------	------	------	------	-----	------	-----	------	-----

Обозначения: Лп1,...,Лп16 – линии передачи заданий.

Рис. 3. Пример результатов модельного эксперимента по идентификации узких мест Workflow – сети.

Процедуры, реализованные в УСМ, отличаются сложностью формализации и алгоритмизации, предполагают использование дополнительной информации, имеющейся у ЛПР. Проведенные эксперименты подтверждают сходимость к согласованному решению за приемлемое число итераций. Разработанный комплекс моделей был успешно внедрен при оптимизации функционирования и развития структуры ряда распределенных систем обработки информации (РСОИ) [2], а также в учебный процесс Московского Авиационного института.

Литература

1. ЦВИРКУН А.Д., АКИНФИЕВ В.К., ФИЛИППОВ В.А. *Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем*. М.: Наука, 1985.
2. ГАБАЛИН А.В. *Оптимизационно-имитационный подход в задачах анализа и синтеза структуры распределенных систем обработки информации*. / Труды института. Том XXVI. М.: ИПУ РАН, 2005.

БЫСТРЫЙ ПОИСК ПРИ УПРАВЛЕНИИ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ

Головинский П.А.

*(Воронежский государственный
архитектурно-строительный университет)*
golovinski@bk.ru

Рассмотрена организация поиска данных в реляционных базах данных с использованием ортогональных базисов и квантовой интерференции. Показано, что переход к параллельной обработке информации на основе квантовых нейронных сетей может быть основой для построения быстрых поисковых систем с временем поиска в несколько пикосекунд.

Ключевые слова: сложные системы, реляционные базы данных, быстрый поиск, ортогональные пространства, квантовые нейроны.

Введение

При анализе и синтезе организационных структур возникает проблема быстрого поиска информации при многоуровневой иерархии [1]. Одним из наиболее распространенных типов баз данных остаются реляционные модели, основанные на декартовом произведении. Для реляционных баз данных существует своя строгая установившаяся система понятий (отношения, атрибуты, кортежи, домены), но суть реляционных схем сводится к табличным представлениям [2].

Основные усилия при усовершенствовании схем поиска в базах данных направлены, обычно, на построении структуры, наиболее отвечающей данной задаче или классу задач. При этом сам вычислительный процесс остается традиционным. Поскольку быстрый поиск является одной из ключевых операций баз данных и баз знаний, дополнительные подходы представляют значительный интерес. В данной работе обсуждается комбинация идеи вложенных декартовых произведений, ортогональных базисов и квантовой интерференции для быстрого поиска. В стороне остается вопрос о возможности декомпозиции произвольной структуры в виде суммы прямых произведений, которая тесно связана с неприводимыми представлениями. Предполагается, что такая декомпозиция возможна.

1. Произведения пространств и ортогональные базисы

При построении базы данных нужно иметь удобную адресацию данных сложной структуры, описываемых кортежами [2]. Математически индексацию кортежа можно вести в одном пространстве X , а кортеж задавать в другом пространстве Y . Тогда структура базы данных задается в пространстве, являющимся прямым произведением $X \times Y$. В частном случае это может быть просто индексное множество $Y = \Pi Y_i$. Если данные имеют ие-

рархическую структуру, то каждому кортежу может быть ассоциировано еще одно пространство, которое также состоит из большого числа записей сложной структуры.

При решении задачи поиска в подобных базах данных с использованием стандартной компьютерной архитектуры происходит параллельная или последовательная адресация двоичных ячеек. Возникает вопрос о возможности других физических реализаций для ускорения процедуры поиска. Важным упрощением задачи является использование ортогональных базисов. Кортежи в ортогональном базисе можно представлять ортогональными векторами. Можно избрать иной путь, и сделать ортогональными отдельные компоненты кортежа. В этом случае поиск осуществляется по образцу y путем нахождения в параллельном поиске элемента y_x с минимальным расстоянием $\|y - y_x\|$. В евклидовом пространстве это эквивалентно минимальному значению скалярного произведения $(y, -y_x)$.

2. Квантовые нейроны для быстрого поиска

Новые возможности для формирования ортогональных базисов представляют квантовомеханические системы [3]. Наблюдаемые величины соответствуют собственным значениям эрмитовых операторов, а их собственные функции образуют ортогональный базис. Одним из вариантов технической реализации такого подхода является квантовый нейрон [4].

Главной математической операцией, определяющей результат срабатывания нейрона, является вычисление скалярного произведения. Поэтому для реализации искусственного нейрона может быть использована интерференция волн. Устройство, регистрирующее ток j , может служить простейшим когерентным квантовым нейроном. Пусть есть две волны, состоящие из суперпозиции разных частотных компонент:

$$(1) \quad \psi_a = \sum_i a_i e^{-i\omega_i t} \psi_i, \quad \psi_b = \sum_i b_i e^{-i\omega_i t} \psi_i.$$

Если волны частично перекрываются в некоторой области, средняя интенсивность (ток) j будет пропорциональна квадрату

модуля суммы амплитуд в области перекрытия волн, усредненному по времени:

$$(2) \quad \begin{aligned} j &= j_0 \bar{W}_{ab} = j_0 \overline{|\psi_a + \psi_b|^2} = \sqrt{2} \\ &= j_0 \left(\sum_i |a_i|^2 |\psi_i|^2 + \sum_i |b_i|^2 |\psi_i|^2 + 2 \operatorname{Re} \sum_i \psi_i^* \psi_i b_i^* a_i \right). \end{aligned}$$

В области интерференции положим $|\psi_i|^2 = \alpha$, $\psi_i^* \psi_i = \beta$. Из нормировки ψ_a и ψ_b следует, что $\sum_i |a_i|^2 = \sum_i |b_i|^2 = 1$ и

$$(3) \quad j = 2j_0 \beta \left(\operatorname{Re} \sum_i b_i^* a_i + \frac{\alpha}{\beta} \right).$$

Величина тока j зависит от соотношения компонент волн ψ_a и ψ_b и максимальна для одинаковых волн.

Преимущество когерентного квантового нейрона состоит в увеличении быстродействия и параллельности обработки информации. Его можно использовать для распознавания образов с учетом инвариантности по отношению к поворотам. Изображение в этом случае представляет совокупность точек на плоскости, и изображения одного предмета отличаются друг от друга конформными аффинными преобразованиями (приближение геометрической оптики).

Работа выполнена при финансовой поддержке РРФИ (грант № 11-07-00155-а).

Литература

1. ВОРОНИН А.А., ГУБКО М.В., МИШИН С.П., НОВИКОВ Д.А. *Математические модели организаций*. М.: ЛЕНАНД, 2008. – 360 с.
2. ДЕЙТ К. Дж. *Введение в системы баз данных*. 8-е изд. М.: «Вильямс», 2006. – 1328 с.
3. ДИРАК П.А.М. *Принципы квантовой механики* / Сборник научных трудов. Т.1. М.: Физматлит, 2002. С. 17-320.
4. ГОЛОВИНСКИЙ П.А. *Когерентный нейрон и распознавание образов* // Проблемы управления. 2006. № 5. С. 86-88.

АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЕРАРХИЧЕСКОГО МЕНЮ*

Даниленко А.И.
(ИПУ РАН, Москва)
alexander@danilenko.org

Для практического решения задачи оптимизации иерархических меню требуется подход, объединяющий математические методы оптимизации со смысловой нагрузкой элементов меню. В докладе поставлена задача оптимизации меню и предложены два алгоритма для автоматического построения оптимальных осмысленных меню.

Ключевые слова: иерархические меню, алгоритмы оптимизации, автоматизация построения меню.

Введение

Задача оптимизации иерархических меню активно исследуется с 80-х годов прошлого века. За это время получен ряд аналитических и экспериментальных результатов, описывающих структуру и свойства оптимального меню. Однако, большинство разработанных методик не учитывают важного факта – меню в первую очередь должно быть осмысленным. Для практического применения недостаточно предложить математический метод оптимизации структуры. Требуется алгоритм, который позволяет построить оптимальную структуру меню, учитывая смысловую нагрузку элементов меню.

В докладе предлагаются подобные алгоритмы, основанные на математической модели оптимизации меню [1]. Описанные алгоритмы реализованы в системе проектирования меню [2], которая показала свою эффективность на ряде примеров.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-07-00129)

1. Задача оптимизации иерархического меню

Цель меню – обеспечить доступ к элементам, представленным на нижних уровнях (например, командам или ссылкам в web-каталогах). Как правило, качество меню определяется средним временем доступа к искомому элементу (средним временем пользовательской сессии).

Рассмотрим множество элементов $w \in N$, которые необходимо разместить в меню. За $\mu(w)$ обозначим популярность элемента w (вероятность того, что он требуется пользователю).

При построении меню множество N разбивается на категории, содержимое которых определяет панели меню. Каждая категория характеризуется набором элементов $s \subseteq N$, доступных в ней. Вложенная структура категорий формирует древовидное меню. Листьями дерева являются элементы из множества N , а промежуточные узлы соответствуют категориям.

Как правило, считается, что пользователь ищет один элемент нижнего уровня. Время одной пользовательской сессии тогда складывается из времени, затраченного пользователем на поиск требуемого элемента в каждой категории, которую он проходит. Для каждой категории $s \subseteq N$ можно определить ее популярность как сумму популярностей входящих в нее элементов $\mu_s = \sum_{w \in s} \mu(w)$. Тогда среднее время одной пользовательской сессии в иерархии H определяется суммой $T = \sum_{s \in H} \mu_s t_s$.

Доказано [1], что для ряда практических случаев оптимальной структурой меню является однородное дерево. В однородном дереве каждая панель меню имеет одинаковое количество вариантов k (также называемое *шириной иерархии*) с популярностями, разбитыми в одной и той же пропорции y_1, \dots, y_k . Для различных условий использования меню получены [1] аналитические выражения для вычисления оптимальных параметров меню и нижней оценки времени поиска в меню.

2. Автоматические алгоритмы построения меню

Таким образом, модель предоставляет оптимальный шаблон, которому, по возможности, должно соответствовать меню.

Для автоматического формирования осмысленных категорий предлагается использовать классификации элементов, составленные экспертами. Чем больше оснований классификации и чем они подробнее (иерархические классификации приветствуются), тем эффективней результат работы алгоритма.

Ниже описаны два подхода к построению меню на основе классификаций. Оба алгоритма позволяют строить осмысленные меню, близкие по времени поиска к теоретическому оптимуму.

2.1. ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЕНЮ ПО ШАБЛОНУ

Первый алгоритм основан на построении меню, близкого по структуре к оптимальному шаблону. Построение начинается с верхнего уровня. На первом шаге полный набор элементов меню разбивается на осмысленные группы таким образом, чтобы количество и популярности групп были близки к оптимальным значениям ширины иерархии k и пропорции y_1, \dots, y_k .

Осмысленное разбиение элементов на непересекающиеся категории можно получить из предоставленной классификации следующим образом. Для первой компоненты пропорции y_1 из набора всех элементов и категорий в классификации выбираем вариант с максимально близким значением популярности. Назначаем соответствующую категорию или элемент на первую позицию в панели меню и исключаем эту вершину из дальнейшего поиска. При этом на другие позиции той же панели меню нельзя назначать элементы и категории, принадлежащие выбранной, а также категории, которым она принадлежит. Поэтому исключаем также все вершины, подчиненные выбранной, и все вершины от выбранной до корня классификации. Далее процесс повторяется для каждой компоненты пропорции, пока остаются неиспользованные вершины. Если после выбора k позиций остались неиспользованные элементы, объединяем их в категорию «Другое» и добавляем в панель меню.

Шаги выполняются для каждой доступной классификации, и выбирается наилучшее разбиение, из которого формируется текущая панель меню. Далее процедура повторяется для каждой из подкатегорий до достижения нижнего уровня.

2.2. АЛГОРИТМ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ ПОИСКА

Второй подход реализует жадный алгоритм построения меню сверху вниз. Идея алгоритма состоит в сведении глобальной задачи оптимизации меню к множеству независимых локальных задач построения отдельных панелей меню, решение которых дает результат, близкий к глобальному оптимуму.

Построение начинается с верхнего уровня и повторяется для каждой подкатегории. Структура панелей меню выбирается локальным поиском по доступным классификациям. Реализовано два варианта локального поиска – сверху вниз (начинается с классификации верхнего уровня и последовательно разворачивает категории) и снизу вверх (начинается с полного набора элементов и сворачивает элементы в категории). В результате выбирается панель меню, минимизирующая локальный критерий оптимизации – оценку времени поиска в результирующем подменю. Оценка вычисляется как сумма времени поиска в текущей панели меню и аналитически вычисленной оценки времени поиска в ее подкатегориях.

Литература

1. ГУБКО М.В., ДАНИЛЕНКО А.И. *Математическая модель оптимизации структуры иерархического меню* / Проблемы управления. 2010. № 4. С. 49 – 58.
2. ДАНИЛЕНКО А.И. *Система автоматизированного проектирования иерархических меню* / Сборник трудов конференции «Информационные технологии и системы – 2010». М.: ИППИ РАН, 2010. С. 200 – 205.

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ

Зайкова С.С.

(Высшая школа экономики, Москва)

sszaikova@yandex.ru

В современном бизнесе управление знаниями становятся главным корпоративным приоритетом компании. Для достижения синергетического эффекта результативного управления бизнесом система управления знаниями - Knowledge Management System (KMS) должна быть интегрирована с корпоративной информационной системой управления предприятием. Для решения этой задачи автором разработана модель архитектуры KMS, особенностью которой является интеграция с системой управления эффективностью бизнеса класса Business Performance Management (BPM).

Ключевые слова: Эффективность бизнеса, управление знаниями, интеграция BPM и KMS.

1. Интеграция KMS и BPM

Аспекты управления знаниями лежит в русле общей концепции BPM. В рассматриваемой модели системы BPM (рис. 1) определено четыре уровня управления [2, 5]:

1. Стратегическое управление;
2. Бюджетирование и управленческий учет;
3. Управление информационными технологиями;
4. Операционное управление.

Стратегический уровень системы класса BPM включает подсистемы определения стратегии, ключевых бизнес-процессов, оценки показателей эффективности и управления по отклонениям. На данном уровне необходимо в соответствии с бизнес-моделью компании сформулировать требования к знаниям компании для реализации ключевых бизнес-процессов компании, определить критические факторы успеха в области

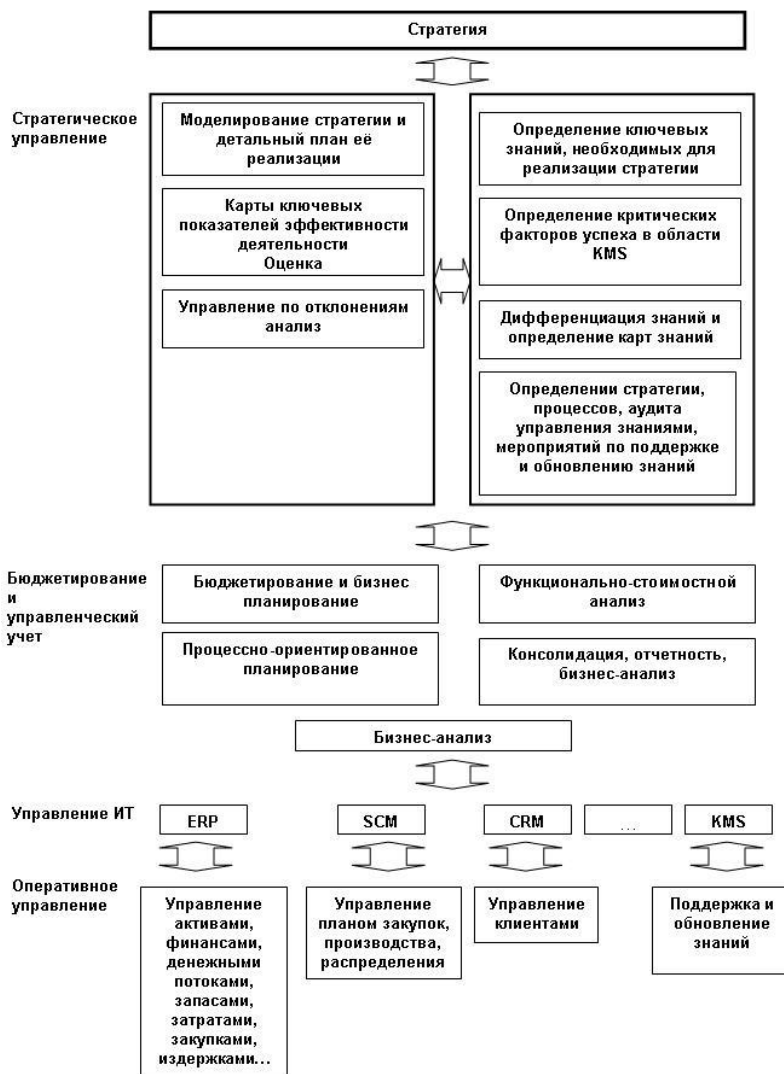


Рис. 1. Интеграция систем BPM и KMS

управления знаниями, провести дифференциацию знаний. Согласно требованиям к управлению знаниями следует определить четыре типа знаний [3]:

1. Стратегические знания, используемые для определения возможностей формирования целей и ценностей предприятия;
2. Систематические знания, необходимые для глубокого анализа причин и синтезирования новых методов и альтернатив;
3. Прагматичные знания, используемые в процессах принятия решений и являющиеся фактическими знаниями. К данной категории относятся знания о способах и результатах хозяйственной деятельности компании, организационные и управленческие знания.
4. Автоматические знания, используемые при выполнении заданий автоматически, без осознанного обоснования.

2. Архитектура KMS

Архитектура KMS (рис. 2) состоит из пяти уровней, которые позволяют использовать систему управления знаниями для повышения результативности и совершенствования бизнес-процессов, а также инновационного развития предприятия посредством систематического доступа, анализа, управления и циклического обновления знаний.

Описание уровней архитектуры представлены в таблице 1.

Таблица 1. Уровни модели KMS

Уровень	Функциональность	Классификация знаний
Система управления эффективностью бизнеса	Спектр задач в области стратегического и финансового управления компанией	Стратегические и систематические знания
Интерфейсы бизнес-ролей	Персонализированный доступ к приложениям	Автоматические знания
Бизнес сценарии	Динамически изменяемые параметры выполняемых пользователем задач	Прагматические знания
Онтология	Спецификация предметной области	Прагматические знания
Источники информации	Базы данных, хранилища, системы управления предприятием, Интернет и другие источники информации	Прагматические знания

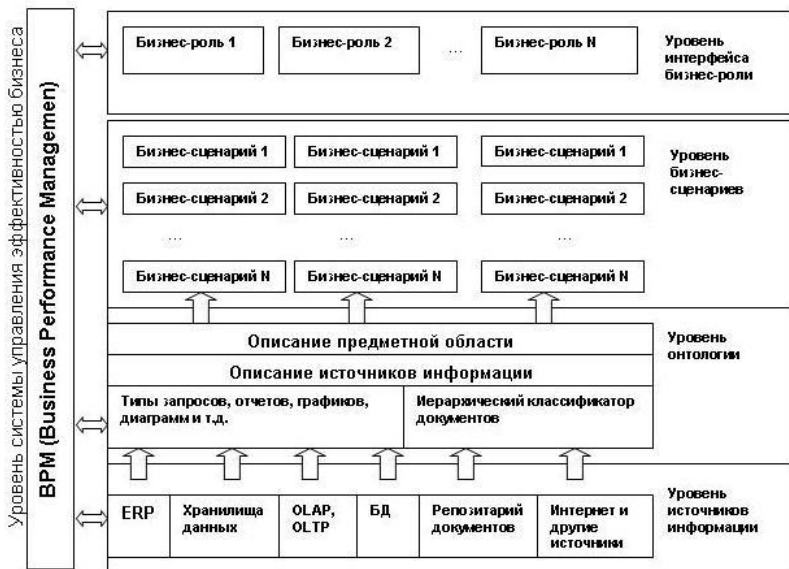


Рис. 2. Архитектура KMS

Заключение

Разработанная интеграционная модель обладает рядом преимуществ. Во-первых, с помощью BPM-системы создается целостная инфраструктура для поддержки согласованного стратегического и тактического управления знаниями. Во-вторых, системы BPM и KMS основаны на процессном подходе к описанию и улучшению деятельности организации и позволяют формализовать или спроектировать новые бизнес-процессы, организационные структуры, распределив функции и ответственность между исполнителями.

Литература

1. ГАВРИЛОВА Т.А., ВЕРЕМЬЕВ В.Л. *Управление знаниями как корпоративная стратегия автоматизации* / Сборник научных трудов 6-й научно-практической конференции МЭСИ «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современ...

менных информационных технологий. Системы управления знаниями». 2002. С. 218 – 224.

2. ДУХОНИН Е.Ю., ИСАЕВ Д.В., МОСТОВОЙ Е.Л. *Управление эффективностью бизнеса. Концепция Business Performance Management*; Под ред. Генса Г.В. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 269 с.
3. МИЛЬНЕР Б.З. *Концепция управления знаниями в современных организациях* / Российский журнал менеджмента. 2003. № 1. – С. 57 – 76.
4. ТЕСЛИНОВА Е.А. *Архитектура системы управления знаниями, построенной на базе интегрированной системы управления предприятием* / Современные проблемы науки и образования. 2006. № 2 – С. 77 – 78.
5. <http://www.sas.com> (дата обращения: 01.09.2010).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАЛОГОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ ОБЪЕМОВ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ

Заруба В.Я., Кузьминчук Н.В.

*(Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт», Украина)*

nkuzminchuk@ukr.net

Разработан метод прогнозирования налоговых поступлений в бюджеты разных уровней с учетом динамики изменений объемов теневой экономики. Метод базируется на модели поведения налогоплательщиков и позволяет определять будущий уровень налоговых поступлений не только в условиях действующего законодательства, но и при возможных изменениях в нем.

Ключевые слова: модель, налоги, валовая добавленная стоимость, теневая экономическая деятельность, налоговое поведение.

На эффективность финансово-бюджетного регулирования социально-экономического развития стран и их отдельных регионов существенно влияет точность прогноза объемов налоговых поступлений. При предположении о сохранении тенденций экономического развития прогноз объема $N(T+1)$ налоговых поступлений в будущем периоде времени $T+1$ (на следующий год) осуществляют обычно путем экстраполяции временного ряда N_t^{of} ($t=1,2,\dots,T$) объемов налоговых поступлений за T прошлых периодов времени:

$$N(T+1) = A_{of}(T+1),$$

где $A_{of}(T+1)$ – значение на периоде времени $T+1$ функции $A_{of}(t)$, которая описывает тренд временного ряда N_t^{of} ($t=1,2,\dots,T$). Недостаток описанного подхода заключается в субъективном выборе вида функции $A_{of}(t)$, а также в том, что в нем не учитывается динамика изменений теневого сектора экономики.

В соответствии с разработанной нами Методикой оценки объемов теневой экономики [2] могут быть рассчитаны временной ряд a_2^t ($t=1,2,\dots,T$) объемов валовой добавленной стоимости (ВДС), которые соответствуют скрытому производству (работ, услуг), и временной ряд $a^t = a_1^t + a_2^t$ ($t=1,2,\dots,T$) общих объемов ВДС, где a_1^t – величина ВДС, которая соответствует официально проведенным операциям на интервале времени t . Величины a_1^t , a^t определяют долю $p_t = a_1^t / a^t$ официально проведенных агентом (предприятием, отраслью) операций на t -м периоде. Изменения величины p_t с течением времени определяют налоговое поведение агента.

В работах [1, 3] предложена модель поведения налогоплательщиков, которая учитывает влияние на него экономических и психологических факторов, а также наличие инерционности в изменениях соотношений между официальными и теневыми объемами деятельности. В соответствии с этой моделью на каждом периоде времени t плательщик налога максимизирует эффект E , соответствующий выбираемой им величине p_t :

$$E = Ц(p_t) - A(p_t) - C(p_t, p_{t-1}) \rightarrow \max,$$

где $C(p_t)$ – экономическая полезность (экономическая выгода) для агента его налогового состояния p_t ,

$$C(p_t) = (1-n)p_t + (1-q(p_t))(1-p_t) = 1-np_t - q_0(1-p_t)^2,$$

n – совокупная налоговая ставка, $n \in [0, 1]$;

$q(p_t)$ – доля потерь на единицу ВДС, которая ожидается в случае ее создания при скрытом проведении операций,

$$q(p_t) = q_0(1-p_t),$$

q_0 – параметр зависимости $q(p_t)$, который может интерпретироваться как максимальная доля потерь q при нелегальном проведении операций, что имеет место, когда $p_t = 0$, $q_0 \geq 0$;

$A(p_t)$ – величина психологических потерь, появляющихся при несоответствии состояния p_t ценностям агентов,

$$A(p_t) = a(1-p_t)^2 + b(p_t)^2,$$

a, b – параметры зависимости $A(p_t)$, которые определяются соответственно склонностью агента к лояльности и оппортунизму; $a > 0$, $b = 0$, если агент склонен к лояльности; $a = 0$, $b > 0$, если агент склонен к оппортунизму;

$C(p_t, p_{t-1})$ – величина расходов и потерь, которые появляются при изменении состояния агента, $C(p_t, p_{t-1}) = c(p_t - p_{t-1})^2$, c – коэффициент, отражающий инерционность поведения, $c > 0$. Инерция поведения плательщиков налогов обуславливается тем, что изменения налоговых состояний связаны с расходами времени и рисками материальных потерь.

В [1, с. 114] показано, что при максимизации эффекта E поведение p_t ($t=1, 2, \dots$) плательщиков налогов описывается функцией $p(t)$, имеющей следующее выражение: $p(t) = s_0 + s_1 p_{t-1}$, где $s_0 = (q_0 + a - n/2)/v$; $s_1 = c/v$; $v = q_0 + k + c$; $k = a + b$; $k = a$, если $b = 0$; $k = b$, если $a = 0$.

Если длительность каждого периода времени приближается к 0, то тренд временного ряда p_t ($t=1, 2, \dots, T$) описывается функцией $p^*(t) = \beta - |\beta - p_0| e^{-\lambda t}$, где β, λ – параметры этой функции, $\beta = s_0 / (1 - s_1)$, $\lambda = (1 - s_1) / s_1$. Отсюда следует, что на протяжении времени доля p_t официально проведенных операций или монотонно уменьшается от величины p_0 до стационарного состояния β , когда $p_0 < \beta$, или монотонно увеличивается от начальной величины p_0 до стационарного состояния β , когда $p_0 > \beta$.

Через величины β , λ , которые находятся по статистическим данным, могут быть аналитически выражены параметры a , b , c , отражающие «скрытые» характеристики налогоплательщиков. Знание значений этих параметров дает возможность прогнозировать поведение налогоплательщиков не только при отсутствии изменений в системе налогообложения, но и в случае изменения величин n , q_0 , которые ее определяют.

Общий объем налогов $N(t+1)$, который прогнозируется на период времени $T+1$ в соответствии с рассмотренной моделью поведения налогоплательщиков, определяется по формуле:

$$N(T+1) = np(T+1)A_3(T+1),$$

где $A_3(t)$ – функция, которая аппроксимирует временной ряд a^t ($t=1, 2, \dots, T$).

Литература:

1. ЗАРУБА В. Я. *Исследование влияния налоговой системы на поведение налогоплательщиков* / В. Я. Заруба, Н. В. Кузьминчук // *Налогообложение: проблемы науки и практики – 2009: Монография.* / Под. ред. проф. Ю. Б. Иванова. — Х.: ФЛП Либуркина Л. М.; ИД «ИНЖЭК», 2009. — С. 106-118.
2. КУЗЬМИНЧУК Н. В. *Визначення втрат податкового потенціалу регіону від тіньової економіки* // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».* Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технічний прогрес і ефективність виробництва. — Харків: НТУ «ХПИ». — 2008. — № 54(3). — С. 110-116.
3. КУЗЬМИНЧУК Н. В. *Модель поведения плательщиков налогов с учетом экономических и морально-психологических факторов их мотивации* / Н. В. Кузьминчук // *Теория активных систем / Труды международной научно-практической конференции (17-19 ноября 2009 г., Москва, Россия).* Том II. Общая редакция – В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2009. – С. 195-198.

МНОГОУРОВНЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТАНОВКИ И КОНТРОЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОРПОРАЦИЙ

Зубарев В.В.

(государственная дума РФ, Москва)

Ириков В.А.

(ИППУ РАН, Москва)

irikov41@mail.ru

Отарашвили З.А.

(НОУ ВПО Российский новый университет, Москва)

baruzo@mail.ru

Павлова О.А.

(Интернет-Университет Информационных

Технологий, Москва)

ol.pavlova@mail.ru

Рассматривается трехуровневое дерево целей «конечная цель – подцели – проекты». Показано поэтапное решение, двигаясь от этапа к этапу для достижения конечной цели с минимальными затратами.

Ключевые слова: целевые установки, потенциал изменения, консолидированный бюджет развития, эффективность.

Введение

Постановка задачи: «Постановка целей развития и контроль их достижения».

Рассмотрим трехуровневое дерево целей «конечная цель – подцели – проекты».

Требуется четко сформулировать цель, подцели (задачи) и выбрать средства (проекты) так, чтобы обеспечить достижение конечной цели с минимальными затратами.

Рассмотрим поэтапную информационную технологию решения этой задачи.

Стадия 1. Целеполагание, структуризации дерева «цели – средства»

Этап 1 (верхний уровень) Формулировка желаемой степени достижения цели (точки идеала), например: «утроить маржинальную прибыль корпорации».

Этап 2 (движение «сверху вниз»). Разбиение цели на подцели (направления) достижение которых достаточно для достижения конечной цели; назначение ответственных за их достижение.

Этап 3 (движение «сверху вниз»). Определение по каждой подцели (промежуточной цели) проектов развития (мер по изменениям), которые могут дать вклад в ее достижение.

Стадия 2 (движение «снизу вверх»). Оценка потенциала достижения промежуточных и конечных результатов

Этап 4 (нижний уровень) Экспертная оценка вклада проектов в достижение сформулированных подцелей и требуемых для этого затрат. Передача информации на средний уровень.

Этап 5 (движение «снизу вверх»). Формирование аналитической информации по каждой подцели о зависимости степени достижения подцели от наличия ресурсов (затрат). Передача аналитики на верхний уровень.

Этап 6 (движение «снизу вверх»). Формирование аналитической информации по степени достижения конечной цели в зависимости от уровня располагаемых ресурсов.

Стадия 3 (верхний уровень). Принятие решения на верхнем уровне о выборе объема бюджета развития

Этап 7 (верхний уровень). Принятие решения по выбору оптимального объема бюджета развития.

Этап 8 (верхний уровень). Учет ограничений на объем бюджета развития и принятие решения о корректировке и утверждении конечной цели с учетом ресурсного ограничения.

Стадия 4 («сверху вниз»). Утверждение целевых установок и приоритетов по их достижению

Этап 9 (верхний уровень). Принятие решения по утверждению подцелей и выбору объемов бюджетов, выделяемых для достижения подцелей.

Этап 10 (средний уровень). Принятие решения по выбору приоритетных проектов, обеспечивающих каждой подцели с минимальными затратами.

Этап 11 (средний уровень). Выбор объемов бюджетов проектов.

Этап 12 (нижний уровень). Согласование сроков реализации проектов, динамики их результатов и затрат.

Стадия 5 («снизу вверх»). Формирование консолидированного бюджета

Этап 13 (нижний уровень). Разработка бюджета реализации каждого проекта в динамике.

Этап 14 (средний уровень). Формирование в динамике консолидированного бюджета развития и результатов по подцелям (направлениям).

Этап 15 (верхний уровень). Формирование в динамике консолидированного бюджета развития и результатов по конечной цели.

Стадия 6 (сверху вниз). Утверждение к исполнению согласованного комплекса целей, работ и бюджетов

Этап 16 (верхний уровень). Утверждение к исполнению согласованного комплекса результатов, программ и бюджетов по подцелям.

Этап 17 (средний уровень). Утверждение к исполнению согласованного комплекса результатов, работ и бюджетов по проектам.

Стадия 7 («снизу вверх»). Контроль план-факт и отчетность

Этап 18 (нижний уровень). Контроль план-факт и отчетность по проектам.

Этап 19 (средний уровень). Контроль план-факт и отчетность по подцелям.

Этап 20 (верхний уровень) Контроль план-факт и отчетность по конечной цели.

Стадия 8. Перепланирование (корректировка) программ, бюджетов и целей

Этап 21 (верхний уровень). Анализ влияния отклонений на достижение целей и принятие решения о необходимости перепланирования.

Этап 22 Перепланирование (в случае необходимости) с повторением этапов 9-17.

В докладе обсуждаются используемые модели и алгоритмы. В качестве примера приведем алгоритм решения задачи выбора оптимально объема бюджета развития, решаемой на этапе 7 стадии 3.

Пусть в фонде развития организации имеется объем финансовых средств Φ_c , k - плата за привлечение дополнительных средств, d - доходность вложения собственных средств во внешние инвестиции.

Подготовительный шаг. В результате выполнения этапа 6 построена параметрическая зависимость $Y(x)$ степени достижения цели Y от объема x бюджета развития.

Шаг 1. Находится первое пороговое значение Φk по критерию равенства эффективности (то есть производной Y) при $\Phi = \Phi k$ значению k .

Шаг 2. Находится второе пороговое значение Φd по критерию равенства эффективности (то есть производной Y) при $\Phi = \Phi d$ значению d .

Шаг 3. Сопоставление объема собственных средств с граничными значениями. Величина собственных средств Φ_c сопоставляется с первым граничным значением Φ_k .

3а) Если объем собственных средств меньше, чем первое граничное значение Φ_k ($\Phi_c < \Phi_k$), то переходим к шагу 4;

3б) Если собственные средства Φ_c больше, чем второе граничное значение Φ_d ($\Phi_c > \Phi_d$), то переходим к шагу 5;

3в) Если значение Φ_c объема собственных средств лежит между первым и вторым граничными значениями ($\Phi_k \leq \Phi_c \leq \Phi_d$), то переходим к шагу 6.

Шаг 4. ($\Phi_c < \Phi_k$) Рекомендуемое решение задачи:

(1) $\Phi^* = (\Phi_k - \Phi_c)$;

Шаг 5. ($\Phi_c > \Phi_d$). Рекомендуемое решение:

(2) $\Phi^* = (\Phi_c - \Phi_d)$.

Шаг 6. ($\Phi_k \leq \Phi_c \leq \Phi_d$) Рекомендуемое решение:

(3) $\Phi^* = \Phi_c$.

Приводятся результаты численных расчетов. Из них, делаются в частности, следующие выводы:

- на стадии 4 применения предложенного комплекса ИТ приводит к сокращению затрат для достижения поставленной цели на 15–25 %;
- на стадии 3 при ограничениях на ресурсы степень достижения цели повышается на 10–20 %;
- в результате выполнения всех этапов бюджетная эффективность (отдача на единицу бюджетных средств) возрастает на 25–30 %.

В случае рассмотрения территории как корпорации среднему уровню соответствуют цели развития коммерческих и муниципальных предприятий, а верхнему уровню соответствуют цели социально – экономического развития территории. В этом случае содержательная интерпретация целей и исходная информация отличаются существенно, тогда как в целом схема этапов ИТ, аналитическая информация и алгоритмы сохраняются.

Литература

1. БУРКОВ В.Г., *Технологии повышения финансового результата. Практика и методы.* – М.: МЦФЭР, 2009.

2. БАЛАШОВ В.Г. *Модели и методы принятия решений*. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2003.
3. ИРИКОВ В.А., ОТАРАШВИЛИ З.А. *Алгоритмы и информационные технологии решения типовых задач подготовки и принятия выгодных финансовых стратегий*. – М.: РосНОУ, 2011.
4. ИРИКОВ В.А. *Методы программно-целевого управления, включая бюджетирование, ориентированное на результат. Учебно-методическое пособие*. – М.: Стелс, 2007.

ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕОРИИ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ.

Калянов Г.Н.
(ИПУ РАН, Москва)
kalyanov@ipu.ru

Управление информационными системами представляет собой комплекс теоретических основ и методов, которые обеспечивают целостный, процессно-ориентированный подход к принятию управленческих решений, направленных на повышение эффективности владения и развития информационных систем для достижения бизнес-целей организаций и создания новых конкурентных преимуществ. Изучение этих методов позволяет:

- анализировать и формировать показатели эффективности использования информационных технологий для организации стратегического и оперативного управления их развитием;
- разрабатывать стратегии развития информационных систем;
- организовывать ИТ-службу и управлять ее деятельностью;
- эффективно управлять портфелем ИТ-проектов;

- рационально организовывать взаимодействие с вендорами и партнерами;
- руководить проектами в области ИТ-консалтинга;
- организовывать переход к аутсорсингу и контролировать его выполнение.

Необходимость подготовки специалистов такого профиля обусловлена объективными потребностями бизнеса и сферы госуправления. Современный бизнес требует наличия стратегии управления развитием информационных систем, которая бы обеспечивала поддержку реализации стратегии развития самого бизнеса, и руководителей, способных разрабатывать и осуществлять соответствующие планы.

Объектами профессиональной деятельности специалистов такого профиля являются:

- информационные системы и технологии;
- архитектуры организаций и функциональные модели предметной области;
- функциональные и информационные системные модели;
- ИТ-процессы;
- ИТ-проекты.

Преподавание соответствующих дисциплин опирается на набор компетенций, которыми должен обладать выпускник соответствующей специализации:

- владеть специфическими методами консалтинговой профессии;
- обладать навыками установления отношений;
- владеть комплексом методов, применяемых при работе в рабочей группе ИТ-проекта, уметь их подбирать под конкретную задачу, условия и ограничения ;
- обладать знанием предметной области и отраслевой специфики;
- владеть методиками управления ИТ-проектом, позволяющими жестко регламентировать фазы, этапы и шаги проведения работ, четко формулировать их результаты;
- иметь личностные характеристики, соответствующие требованиям профессии консультанта.

Фактически для управления ИС наиболее близкими специальностями являются «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика». Отличие заключается в том, что при подготовке специалиста по управлению ИС большое внимание должно уделяться фундаментальной теоретической подготовке, а также выработке умений и навыков обследования, описания и оценки объектов предметной области, разработке рекомендаций по решению имеющихся проблем. Таким образом, базовая площадка для подготовки специалиста по управлению ИС заложена в стандартах обучения специальности (направления) «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика». Речь может идти о дополнительной подготовке в виде дисциплин по выбору ВУЗа и дисциплин специализации, а также по магистерским программам. Например, в качестве основы [1] можно предложить блок дисциплин, включающий такие темы, как:

- теория систем и системный анализ,
- основы теории управления,
- структурный системный анализ,
- объектно-ориентированный анализ,
- исследование предметной области,
- исследование систем управления,
- методики анализа проблемных объектов,
- методы инжиниринга/реинжиниринга объектов предметной области,
- проектирование информационных систем,
- управление ИТ-проектами,
- маркетинговые исследования.

Специфика ИТ с позиций системного подхода и теории управления заключается в следующем:

1) ИТ как система характеризуется следующими основными моментами:

- относится к классу организационно-технических систем;
- одновременно является объектом управления и частью управляющей системы.

2) В процессе управления организацией с использованием ИТ участвуют следующие системы (рис. 1):

- производственная система (в качестве целевого объекта управления);
- система управления организацией;
- ИТ как часть системы управления организацией;
- ИС как часть ИТ;
- система управления ИС.

Для описания трех последних систем воспользуемся следующим определением системы: $S = \langle z, str, tech, cond \rangle$, где z – совокупность целей, str – совокупность структур, реализующих цели, $tech$ – совокупность технологий, реализующих систему, $cond$ – совокупность условий существования системы.

Для системы управления ИС совокупность целей сводится к задачам управления созданием и сопровождением ИС, к реализующим цели структурам относятся ИТ-процессы (процессы планирования и бюджетирования работ, заказ услуг, организация и

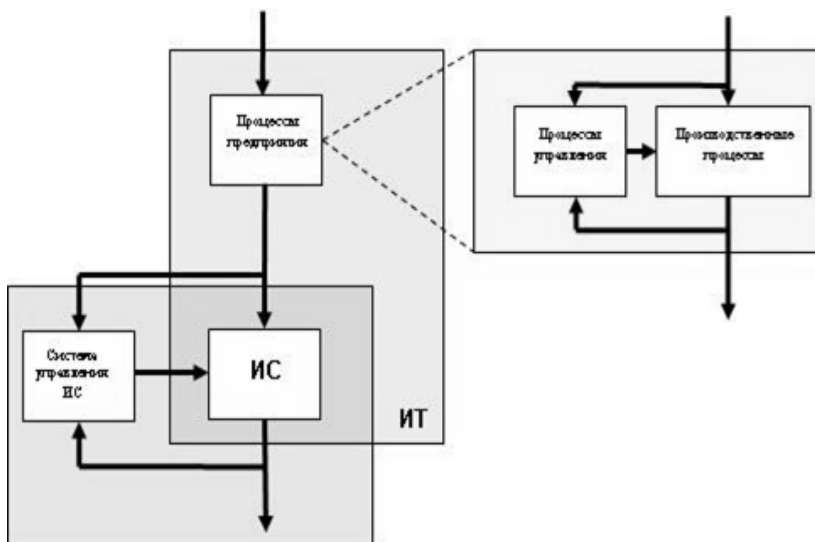


Рис. 1. Управление организацией с использованием ИТ

управление выполнением заказанных программ работ и проектов, приемка результатов программ работ и проектов, организация внедрения результатов и др.) и ИТ-служба как организационно-

штатная структура поддержки ИТ-процессов, в качестве реализующих систему технологий рассматриваются, прежде всего, методологии управления ИТ-проектами и соответствующими программами работ.

Цели ИС направлены на решение задач автоматизации бизнес-функций организации, в качестве реализующих цели структур выступают процессы системной инженерии, системные требования различных категорий и коллективы разработчиков (как внешних, так и собственных – специализированных подразделений ИТ-службы), в качестве реализующих систему технологий рассматриваются методологии ее проектирования, разработки и реализации, а также соответствующие инструментальные средства.

Цели ИТ (как части системы управления организацией) направлены на решение задач управления бизнес-процессами, к реализующим цели структурам относятся процессные регламенты, бизнес-подразделения – пользователи ИТ, подразделения ИТ-службы, осуществляющие поддержку ИТ, в качестве реализующих систему технологий, как правило, рекомендуются эталонные модели управления ИТ-услугами, например, ITIL/ITSM.

Условия существования каждой из рассматриваемых систем определяются бизнес-стратегией организации (и, естественно, ИТ-стратегией, как ее обязательным компонентом).

Традиционно выделяются 3 группы функций системы управления:

- 1) функции принятия решений (преобразования информации о состоянии объекта управления и внешней среды в управляющую информацию;
- 2) функции обработки информации (учет, хранение, поиск и т.п.);
- 3) функции обмена информацией.

В соответствии со схемой, изображенной на рис.1, первая группа функций относится к уровню процессов управления, вторая группа – к уровню производственных процессов.

Основными задачами теории управления ИС являются:

- 1) синтез структуры и параметров ИС, соответствующих цели создаваемой системы с управлением;
- 2) синтез структуры и параметров системы управления ИС с учетом ограничений по затратам различного вида;

3) синтез структуры и параметров процессов организации с учетом ограничений на ресурсы.

Методы решения данных задач базируются на ориентации в сторону организационных процессов результатов теории программирования по следующим разделам:

- формальные грамматики и языки;
- параллельные процессы;
- методы тестирования;
- методы оптимизации;
- методы поддержки принятия решений;
- методы управления знаниями.

В этой связи схема взаимодействия дисциплин выглядит следующим образом (рис. 2).



Рис. 2. Схема взаимодействия дисциплин.

В общем разделе рассматриваются основы теории систем, а также модели и методы моделирования бизнес-процессов и системного проектирования. Ядром специализации являются теория управления организационными системами (прежде всего, модели, методы и механизмы управления и принятия решений в организа-

ционных системах) и теория управления информационными системами. Специальный раздел посвящен дисциплинам, собственно и формирующим перечисленные выше компетенции.

В качестве примеров магистерских программ по подготовке специалистов данного профиля можно привести следующие:

1) магистерская программа «Стратегическое управление информационными системами» для направления 080700.68 «Бизнес-информатика» подготовки магистров, поставленная в 2004 году одноименной кафедрой факультета бизнес-информатики ГУ-ВШЭ [2];

2) магистерская программа «Системный анализ и управление информационными системами» для направления 220100.68 «Системный анализ и управление» подготовки магистров, поставленная в 2007 году кафедрой системного анализа и управления в области информационных технологий факультета информационных бизнес-систем МФТИ [3].

Литература

1. КАЧАЛА В.В. *Подготовка специалистов по IT-консалтингу / Труды 2-й Российской научно-методической конференции —Совершенствование подготовки IT-специалистов по направлению —Прикладная информатика” на основе инновационных технологий и E-learning”*. М.: 2006, с.92-97.
2. ВАСИЛЬЕВ Р.Б., КАЛЯНОВ Г.Н., ЛЁВОЧКИНА Г.А. *Магистерская программа —Стратегическое управление информационными системами” / Труды 2-й Российской научно-методической конференции —Совершенствование подготовки IT-специалистов по направлению —Прикладная информатика” на основе инновационных технологий и E-learning”*. М.: 2006, с.57-59.
3. КАЛЯНОВ Г.Н. *Подготовка специалистов по направлению —Системный анализ и управление в области информационных технологий” / Труды 3-й Российской научно-методической конференции —Совершенствование подготовки IT-специалистов по направлению —Прикладная информатика” на основе инновационных технологий и E-learning”*. М.: 2007, с.116-117.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ РАЗОВОЙ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ»

Климанов В.П., Сосенушкин С.Е.
(ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин», Москва)
slav@stankin.ru, ss@stankin.ru,

Рассмотрен метод повышения эффективности облачных вычислений на основе разработанного авторами разового протокола маршрутизации сетевых пакетов с балансировкой нагрузки.

Ключевые слова: облачные вычисления, разовая адаптивная маршрутизация, балансировка нагрузки.

Введение

Комплексная эффективность облачных вычислений определяется эффективностью трех основных компонентов «облака»: эффективностью работы приложений, платформы и инфраструктуры. Требования к инфраструктуре обусловлены переносом в сеть Интернет потоков данных, ранее сосредоточенных в локальных центрах обработки данных, что на порядок увеличивает требования к пропускной способности информационных каналов связи и её эффективному использованию. Адаптивная маршрутизация является мощным инструментом управления информационными потоками в сети и, как следствие, может быть использована как инструмент для повышения эффективности облачных вычислений. В данной работе приведен анализ современных методов маршрутизации и разработан оригинальный протокол, позволяющий повысить эффективность работы сети до 15% по критерию времени доставки пакета.

Традиционные методы маршрутизации

В основу классификации существующих методов маршрутизации целесообразно положить одно из фундаментальных по-

нений теории адаптивного распределения информационных потоков – план распределения информации (ПРИ) [1]. Если для маршрутизатора R_i задан список доступных каналов связи и порядок их выбора при установлении связи к любому из маршрутизаторов в сети, т.е. дана матрица маршрутов M_i , то говорят, что для R_i задан план распределения информации [1, 2].

Классификация методов маршрутизации на основе ПРИ приведена в таблице.

Таблица 1. Классификация методов маршрутизации

Методы маршрутизации	
1. Статические	2. Адаптивные
1.1. С использованием обходных путей	2.1. Статистические
1.1.1. Случайные	2.1.1. Разовые
1.1.1.1. С перепоиском	2.1.2. Групповые
1.1.1.2. Без перепоиска	2.1.2.1. С перепоиском
1.1.2. Детерминированные	2.1.2.2. Без перепоиска
1.1.2.1. С перепоиском	2.2. Детерминированные
1.1.2.2. Без перепоиска	2.2.1. Разовые
1.2. Без использования обходных путей	2.2.2. Групповые
	2.2.2.1. С перепоиском
	2.2.2.2. Без перепоиска
	2.3. Комбинированные
	2.3.1. Разовые
	2.3.2. Групповые
	2.3.2.1. С перепоиском
	2.3.2.2. Без перепоиска

Методы маршрутизации, не производящие коррекции ПРИ в процессе работы сети, называются статическими. Они делятся на методы без использования обходных направлений и методы с их использованием. В первом случае между двумя различными маршрутизаторами существует единственный маршрут. Во втором случае между маршрутизаторами существует несколько маршрутов, но порядок их выбора не меняется в процессе работы сети. Статические методы с использованием обходных путей делятся на случайные и детерминированные. В первом случае

направление продвижения пакета выбирается случайным образом, а во втором – согласно упорядоченному множеству возможных направлений, определяющему порядок их просмотра.

Методы адаптивной маршрутизации (т.е. корректирующие ПРИ в процессе работы) можно подразделить на детерминированные, статистические и комбинированные. Детерминированные методы корректирует ПРИ в соответствии с состоянием сети в данный момент времени, статистические – на основе предыстории продвижения пакетов.

Все методы адаптивной маршрутизации могут быть разовыми или групповыми, в зависимости от того, как часто производится коррекция ПРИ: после обслуживания одного пакета или некоторой группы пакетов.

К алгоритмам, лежащим в основе методов маршрутизации, предъявляются следующие требования по оптимизации маршрутов, гибкости и сходимости. Под оптимизацией маршрутов понимается способность определять наилучший маршрут в зависимости от заданных критериев выбора и их весовых коэффициентов. Аддитивная характеристика протяженности (стоимости) маршрута называется метрикой. Наилучшим маршрутом будет тот, для которого метрика минимальна. Под гибкостью понимается способность быстро и точно адаптироваться к изменениям структуры и условий функционирования сети: отказам и восстановлению узлов маршрутизации и каналов связи, изменению интенсивности и направления информационных потоков и другим изменениям условий работы сети. Под сходимостью понимается способность достичь быстрого соглашения между маршрутизаторами сети по оптимальным маршрутам. Требования к алгоритмам маршрутизации по гибкости и сходимости взаимосвязаны друг с другом. При изменении условий функционирования сети, влияющих на выбор оптимальных маршрутов, маршрутизаторы пересчитывают оптимальные маршруты и извещают о произошедших изменениях удаленные маршрутизаторы, которые также производят перерасчет. Время, в течение которого все маршрутизаторы приходят к общему соглашению по оптимальным маршрутам, называется временем сходимости. Алгоритмы маршрутизации, не обладающие высокой гибкостью

и быстрой сходимостью, приводят к образованию маршрутных петель маршрутизации и даже к неработоспособности сети.

Традиционно в сетях передачи данных, входящих в состав сети Интернет, применяются детерминированные групповые методы адаптивной маршрутизации без перепоиска, подразделяемые на дистанционно-векторные методы и методы состояния связей.

Дистанционно-векторные методы (ДВМ) основаны на алгоритме Беллмана-Форда [3]. Эти методы достаточно просты в реализации, но обладают рядом недостатков, таких как:

- недостаточная гибкость: ДВМ плохо адаптируются к изменениям маршрутной сети, что может приводить к возникновению петель и ошибочных маршрутов;
- время сходимости пропорционально глубине сети, что ограничивает применимость ДВМ в больших сетях.

Вычислительная сложность алгоритма Беллмана-Форда для графов без ребер отрицательного веса составляет $O(n^2)$, где n – число вершин графа, т.е. маршрутизаторов в сети. К стандартным протоколам внутренней маршрутизации, реализующим ДВМ и применяемым в КВС, относятся: RIP (Routing Information Protocol), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) и EIGRP (Enhanced IGRP). В силу особенностей ДВМ эти протоколы наиболее эффективно применять в небольших сетях с разреженной структурой, т.е. таких, для которых число ребер (каналов связи) m много меньше n^2 .

Методы состояния связей (МСС) основаны на алгоритме Дейкстры [3], также известном как алгоритм SPF (shortest path first – кратчайший путь первый). Данные методы превосходят ДВМ по всем показателям (гибкость, сходимость), кроме вычислительной сложности, которая для алгоритма Дейкстры составляет $O(n^2+m)$. Стандартные протоколы маршрутизации OSPF и IS-IS (Intermediate system to intermediate system), основанные на МСС, применимы для сетей большого диаметра любой связности, однако, в связи с высокой вычислительной сложностью алгоритма Дейкстры, предъявляют достаточно высокие требования к вычислительной мощности маршрутизаторов, их реализующих.

Протокол маршрутизации «РБ»

Рассмотренные протоколы маршрутизации относятся к групповым методам и в условиях быстро меняющейся нагрузки на разные участки сети не всегда успевают адаптироваться к происходящим изменениям. В такой ситуации разовый алгоритм способен повысить производительность всей сети в целом за счёт более равномерного распределения информационных потоков в сети. Авторами статьи разработан алгоритм разовой маршрутизации, позволяющий повысить эффективность сетевой маршрутизации на основе балансировки нагрузки, т.е. более равномерного использования пропускной способности каналов связи и вычислительной мощности маршрутизаторов. Назовём указанный алгоритм РБ («разовый с балансировкой») и рассмотрим его подробнее.

Пусть маршрутная сеть состоит из n узлов, соединенных между собой t каналами связи и описывается квадратной матрицей M размера $n \times n$, причем элемент $M_{i,j}$ равен метрике кратчайшего маршрута между узлами i и j . В качестве метрики можно использовать любую величину или комбинацию величин. Для простоты примем за метрику число шагов (т.е. каналов связи), необходимое для достижения узла j из узла i . Нетрудно заметить, что полученная матрица симметрична относительно главной диагонали (если каналы связи дуплексные), а значения всех элементов $M_{i,i}$, лежащих на главной диагонали, равно нулю.

Поскольку сетевая топология определена, матрицу M можно считать заданной. Первый этап работы алгоритма состоит в том, чтобы каждый маршрутизатор получил полную информацию о сетевой топологии и построил свой экземпляр упрощенной маршрутной матрицы для каждого из своих интерфейсов, а именно: для каждого интерфейса необходимо знать кратчайшее расстояние до всех других узлов сети. Построить такую топологическую базу данных можно любым из подходящих методов маршрутизации, например методом состояния связей. Пусть на начальном этапе все узлы широковещательно рассылают со всех интерфейсов сведения о подключенных каналах и их пропускной способности, ретранслируя при этом получаемые от соседних узлов извещения со всех своих интерфейсов. В рассматриваемой сети с t

каналов связи максимальное расстояние между двумя узлами равно m (если все узлы выстроены «в линию»). В отсутствие пользовательского трафика время передачи одного пакета размером не более 1 кБ по каналу связи с пропускной способностью 10 Мбит/с составит не более 0,8 мс, (округлим до 1 мс). Тогда информация о состоянии каналов достигнет самого удаленного узла не более чем за m мс. Число узлов в современных корпоративных сетях редко превосходит 100, следовательно, для заполнения базы в самом «худшем» случае достаточно 100 мс.

После построения топологической БД необходимо для каждого интерфейса рассчитать кратчайшие расстояния до каждого из удаленных узлов. Используем алгоритм Дейкстры. Его вычислительная сложность составляет $O(n^2+m)$ и максимальна для сильносвязных сетей (графов), таких где m сопоставимо с n^2 . Для таких сетей сложность составит $O(2n^2)$, то есть порядка $2n^2$ операций. При частоте процессора маршрутизатора не менее 10 МГц и n порядка 100 узлов время вычисления кратчайших путей составит порядка 20 мс. Итого общее время сходимости для сети из порядка 100 узлов составит не более 1 с.

Итак, кратчайшие пути рассчитаны. Рассмотрим процесс маршрутизации сетевых пакетов. В качестве исходных данных используем полученные кратчайшие расстояния до всех узлов, коэффициенты загрузки подключенных к данному узлу каналов, а также максимально допустимую метрику маршрута M_{max} , задаваемую администратором сети. Тогда на каждом узле маршрутизируемый пакет будет отправлен с интерфейса для которого выполнены следующие два условия:

- при отправке пакета через данный интерфейс существует маршрут до целевого узла, для которого метрика не превосходит M_{max} ;
- загрузка канала связи данного интерфейса минимальна среди всех интерфейсов, для которых выполнено первое условие.

Процесс продолжается до достижения пакетом целевого узла.

Рассмотрим пример, приведенный на рис. 1.

Данная сеть состоит из 6 маршрутизаторов и 8 каналов связи. Пропускная способность всех каналов одинакова и составляет 100 Мбит/с, полнодуплексный режим передачи. Нетрудно

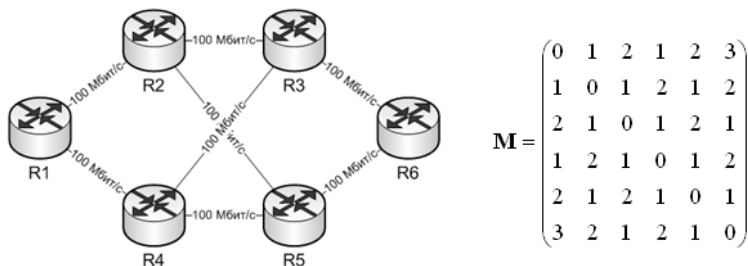


Рис. 1. Пример маршрутной сети и матрицы маршрутов M

заметить, что максимальная протяженность маршрута составляет 3 шага (между узлами $R1$ и $R6$). Установим максимальное число шагов маршрутизации равное 5. На первом этапе узлы обмениваются информацией о каналах, строят топологические БД и вычисляют кратчайшие пути. Результат первого этапа для узла $R2$ имеет вид, приведенный в таблице 2.

На основании этой таблицы маршрутизатор $R2$ будет принимать решение о продвижении входящих сетевых пакетов через один из своих интерфейсов. Например, если на $R2$ поступил пакет, адресованный $R6$, причем прошедший уже 2 шага маршрутизации (из 5 допустимых), $R2$ при продвижении пакета выберет менее загруженный канал из ведущих к $R3$ и $R5$, т.к. канал к $R1$ не удовлетворяет условию о максимальном числе шагов ($2+4=6>5$).

Таблица 2. Кратчайшие расстояния для узла $R2$

Интерфейс $R2$	Кратчайшее расстояние до					
	$R1$	$R2$	$R3$	$R4$	$R5$	$R6$
к $R1$	1	-	3	2	3	4
к $R3$	3	-	1	2	3	2
к $R5$	3	-	3	2	1	2

Анализ эффективности протокола «РБ»

Оценим эффективность предложенного протокола по критерию времени доставки в сравнении со стандартными протоколами RIP и OSPF на основе событийных моделей указанных протоколов. Для этого используем метод статистических испы-

таний (метод Монте-Карло [4]) В основе модели лежит концепция представления параллельно текущих процессов обработки пакетов в виде линейной последовательности событий. События рассматриваются в хронологическом порядке; для обработки каждого события выполняется алгоритм, соответствующий данному типу события, определяющий реакцию системы и появление последующих событий, вызванных данным. Для проведения модельного эксперимента автором разработана компьютерная среда моделирования адаптивных протоколов маршрутизации. Среда реализована с использованием современных технологий объектно-ориентированного программирования, на языке высокого уровня Object Pascal в визуальном редакторе Delphi 7 на компьютере с характеристиками: процессор AMD Athlon 1,8 ГГц, 1 Гб ОЗУ под управлением ОС Microsoft Windows XP.

В созданной среде построим модели 3 сетей разной связности, относящихся к трём составным топологиям [5] (рис. 2): иерархическая звезда (дерево), радиально-кольцевая топология и решетка (grid). Каждая сеть состоит из одиннадцати узлов. Для простоты будем считать их одинаковыми (с производительностью 100 Мбит/с), а пропускную способность всех каналов связи примем за 100 Мбит/с.

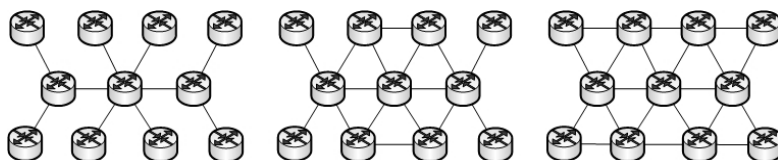


Рис. 2. Экспериментальные сети: дерево (слева), радиально-кольцевая (по центру), решетка (справа)

Для каждой сети проведем две серии экспериментов и построим зависимости среднего времени доставки пакета от общей загрузки сети, где общая загрузка L определяется как отношение суммы потоков заявок от узла i к узлу j (для всех i и j от 1 до n)

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_{i,j},$$

где $l_{i,j}$ – интенсивность потока сетевых пакетов от узла i к узлу j .

Время обработки пакета считаем с момента его генерации до момента доставки в сеть назначения. Для получения среднего времени доставки выполним обработку 104 пакетов, что обеспечит точность полученного среднего порядка 0,005. При таких условиях процесс моделирования в разработанной среде на компьютере с характеристиками: процессор AMD Athlon 1,8 ГГц, 1 Гб ОЗУ под управлением ОС Microsoft Windows XP составляет порядка 10 секунд. В каждой сети моделируем работу стандартных протоколов RIP и OSPF и протокола РБ. В качестве метрики маршрута для RIP используем число шагов, для OSPF – «стоимость» (интегральная характеристика, складывающаяся из числа шагов и пропускной способности каналов). Для протокола РБ в качестве метрики выберем для простоты число шагов и ограничим его числом 6 (избыточная стоимость маршрута не более 50%).

Эксперименты 1 серии. Пусть сеть находится в стационарном состоянии. Все потоки пакетов считаем пуассоновскими (следовательно, интервалы между появлением пакетов распределены по экспоненциальному закону). Интенсивности потоков считаем равными.

Эксперименты 2 серии. Пусть сеть не находится в стационарном состоянии. Все потоки сетевых пакетов считаем пуассоновскими с переменной интенсивностью. Изначально 30% суммарной интенсивности сосредоточено в одном потоке f_0 , выбранном случайно с равной вероятностью из всех $n(n-1)$ потоков, а остальные 70% равномерно распределены между остальными потоками. В ходе эксперимента после обработки каждых 10% пакетов случайным образом (с равной вероятностью) выбирается один из оставшихся потоков f_1 , и избыточная интенсивность перераспределяется между f_0 и f_1 по линейному закону. Такой эксперимент позволит проследить влияние на эффективность работы протокола (по критерию времени обработки пакета) переменных по времени локальных перегрузок.

Зависимости среднего времени доставки пакета общей загрузки, полученные в ходе проведения модельных экспериментов, представлены на рисунке 3.

Рассмотрим графики а) и г), на которых представлены результаты модельных экспериментов для топологии «дерево».

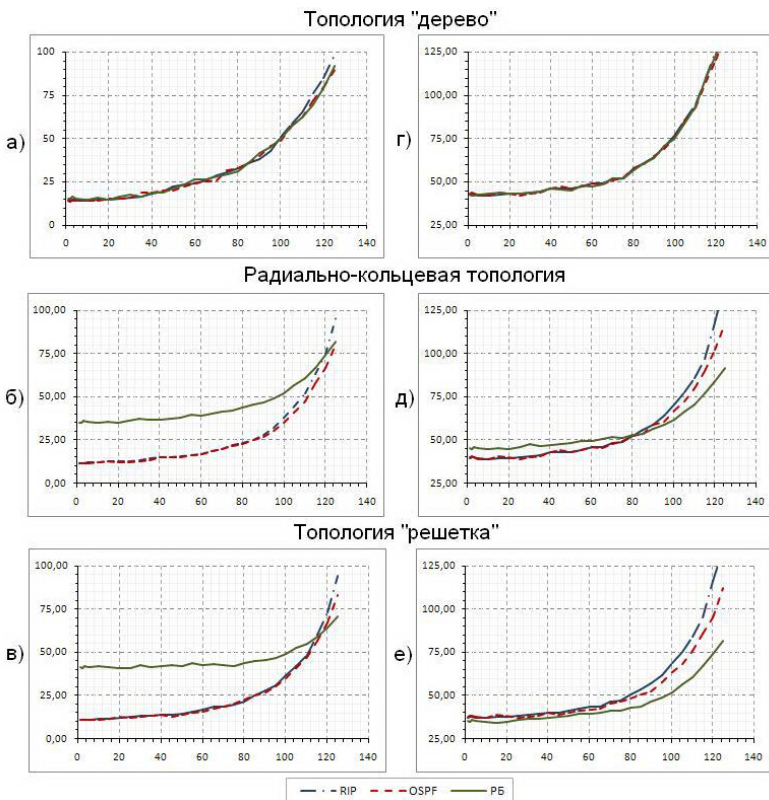


Рис.3. Результаты моделирования

Графики для всех трех протоколов совпадают, что подтверждает адекватность разработанной среды моделирования. Действительно, в сети существует единственный маршрут между любыми узлами i и j , следовательно, использование адаптивной маршрутизации нецелесообразно.

Графики б) и в) (стационарное состояние, радиально-кольцевая топология и «решетка» соответственно) подтверждают предположение о том, что при низкой загрузке сети протокол РБ неэффективен и проигрывает групповым методам. Действительно, пропускная способность практически свободных каналов позволяет передавать большую нагрузку без задержек. Протокол РБ, стремясь выровнять загрузку каналов, удлинит мар-

шруты, что приводит к увеличению времени обработки в сравнении с групповыми алгоритмами. С ростом загрузки сети время доставки выравнивается, т.к. использование обходных путей, в т.ч. с лишними шагами, становится оправданным из-за загруженности кратчайших путей.

Зависимости д) и е) показывают, что при переменной загрузке сети и локальных перегрузках протокол РБ способен эффективно загружать свободные каналы, снижая нагрузку на «кратчайшие пути» и, тем самым, уменьшая задержки. Эффект от балансировки возрастает с ростом нагрузки и с увеличением числа обходных маршрутов (эффективность протокола на «решетке» выше, чем на радиально-кольцевой топологии).

Выводы

В работе проведен подробный обзор и классификация существующих методов маршрутизации как основных компонентов инфраструктуры вычислительного облака. Отдельно рассмотрены методы адаптивной маршрутизации и стандартные протоколы на их основе.

Авторами разработан и предложен адаптивный алгоритм разовой маршрутизации с балансировкой нагрузки (алгоритм РБ), позволяющий повысить эффективность работы сети путем более равномерного использования пропускной способности каналов связи.

Разработана компьютерная среда событийного моделирования адаптивных алгоритмов маршрутизации на основе метода статистических испытаний Монте-Карло. Среда позволяет моделировать работу вычислительного облака произвольной конфигурации с использованием адаптивных протоколов RIP, OSPF, а также разработанного автором протокола РБ.

Литература

1. БЕСТУГИН А.Р. *Контроль и диагностирование телекоммуникационных сетей.* / Бестугин А.Р., Богданова А.Ф., Стогов Г.В. – СПб: Политехника, 2003. 174 с.: ил.

2. ЛАЗАРЕВ В.Г. *Динамическое управление потоками в информационных сетях связи.* / Лазарев В. Г., Лазарев Ю. В. – М.: Радио и связь, 1983 – 216 с.
3. Т. КОРМЕН *Алгоритмы: построение и анализ (Introduction to Algorithms)* / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн – 2-е изд. М.: Вильямс, 2006. – 1296 с.
4. КЛИМАНОВ В.П. *Разработка математических моделей и анализ эффективности вычислительных систем.* – М.: Изд-во МЭИ, 1992. – 103с.
5. СОСЕНУШКИН С.Е. *Анализ типовых структур корпоративных сетей.* Микроэлектроника и информатика 2009. 16-ая Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов – М.: МИЭТ, 2009. – 372 с.

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ОБЛАСТИ ИТ-АУТСОРСИНГА

Лёвочкина Г.А.

(Высшая школа экономики, Москва)

glevochkina@hse.ru

Рассматриваются вопросы подготовки кадров в области ИТ-аутсорсинга. Предлагается подход к организации обучения. Анализируются имеющиеся проблемы.

Ключевые слова: ИТ-аутсорсинг, провайдер, ИТ-специалист, учебная дисциплина.

На сегодняшний день тема ИТ-аутсорсинга как способа оптимизации деятельности предприятия за счет передачи непрофильных функций специализированным компаниям является одной из самых обсуждаемых. Основными причинами применения аутсорсинга как стратегии управления являются следующие: стремление сосредоточить ре-

сурсы предприятия на основной деятельности, необходимость повышения качества собственных продуктов и услуг, отсутствие или недостаток квалифицированных специалистов, владеющих передовыми технологиями и знаниями, нехватка собственных ресурсов для реализации бизнес-стратегии, необходимость снижения издержек в конкретной функциональной области. Для России ИТ-аутсорсинг – сравнительно новый бизнес-инструмент, но доля предприятий, организаций и государственных учреждений, использующих различные виды аутсорсинговых услуг, постепенно возрастает. По мере расширения практики применения ИТ-аутсорсинга появляется и растет потребность в специалистах, обладающих необходимыми для этого направления знаниями, навыками и умениями. При этом речь идет не только об ИТ-специалистах и ИТ-консультантах, непосредственно занятых в процессах организации и предоставления аутсорсинговых услуг, но и менеджерах и руководителях, отвечающих за основной бизнес предприятия, которым необходимо иметь представление об аутсорсинге как бизнес-инструменте. Это определяет актуальность и целесообразность систематической подготовки и обучения кадров в области ИТ-аутсорсинга.

Обучение кадров в области ИТ-аутсорсинга может проводиться путем:

- создания программ специализации и разработки специальных учебных дисциплин в рамках традиционного ВУЗовского процесса;
- разработки специализированных магистерских программ;
- разработки программ повышения квалификации и профпереподготовки кадров для специалистов, имеющих высшее профессиональное образование.

В качестве примера можно привести магистерскую программу «Стратегическое управление информационными системами» для направления «Бизнес-информатика» подготовки магистров, разработанную в 2004 г. одноименной кафедрой фа-

культета «Бизнес-информатики» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» [1]. В состав указанной магистерской программы включена дисциплина «Организация перехода к ИТ-аутсорсингу». Целью преподавания учебной дисциплины является формирование у студентов комплекса теоретических знаний и методологических основ, навыков и умений, необходимых для проведения квалифицированного обоснования перехода к ИТ-аутсорсингу, осуществления процедур переходного периода (передачи выбранных функций / услуг/ задач, ИТ-активов, управленческой ответственности внешнему провайдеру) и управления аутсоринговым контрактом. Описание структуры и содержание дисциплины «Организация перехода к ИТ-аутсорсингу» рассмотрены в [2-3]. Указанная дисциплина может быть включена в учебные планы в блок специальных дисциплин, вариативную часть по выбору ВУЗа, профиль подготовки, магистерскую программу.

В настоящее время существует ряд проблем, препятствующих развитию рынка образовательных услуг в сфере ИТ-аутсорсинга.

Общие российские проблемы развития ИТ-аутсорсинга порождают проблемы в подготовке кадров в этой предметной области. Так, низкая степень проработанности методологической и законодательной базы, отсутствие индустриальных стандартов и общепринятой универсальной терминологии вызывают сложности в разработке программ обучения и содержания учебных дисциплин, основой которых должны быть лучшие практики, методологии и стандарты. Отметим, что в практику обучения необходимо ввести имеющиеся международные рекомендации, в т.ч. свод знаний по аутсорсингу Outsourcing Professional Body of Knowledge (OPBoK), разработанный международным сообществом экспертов International Association of Outsourcing Professionals (IAOP).

Другая проблема – отсутствие в достаточном объеме необходимых учебно-методических материалов и учебной литературы, содержащих детальную и полную теоретическую базу ИТ-аутсорсинга и практические примеры. В настоящее время изданная литература в области ИТ-аутсорсинга в основном представлена отдельными монографиями и большим количеством

популярных статей. В немногочисленных опубликованных учебных пособиях вопросы ИТ-аутсорсинга в лучшем случае рассматриваются в объеме главы и на уровне общих подходов, что является недостаточным для полноценной подготовки кадров. Для учебного процесса необходимы специальные учебники, пособия, сборники практических и тестовых заданий. Была бы крайне полезной подготовка практического пособия, содержащего различные примеры бизнес-кейсов, обобщающие практический опыт организации перехода к ИТ-аутсорсингу и управления аутсорсинговым контрактом.

Кроме того, в ВУЗах существуют определенные кадровые проблемы. Для реализации программ обучения в области ИТ-аутсорсинга профессорско-преподавательский состав (ППС) должен обладать профессиональными компетенциями в данной предметной области. В качестве рекомендаций здесь можно предложить следующее: осуществлять привлечение к преподаванию учебных дисциплин в области ИТ-аутсорсинга специалистов-практиков, проводить программы повышения квалификации для ППС, создавать в Вузах базовые кафедры аутсорсинговых компаний, обеспечивающих прохождение различных видов практик и стажировок для студентов и слушателей, разработку специальных учебных дисциплин, проведение мастер-классов.

Систематическая подготовка кадров в области ИТ-аутсорсинга будет способствовать развитию российского рынка ИТ-аутсорсинга и формированию профессионального круга специалистов, востребованных на рынке.

Литература

1. ВАСИЛЬЕВ Р.Б., КАЛЯНОВ Г.Н., ЛЁВОЧКИНА Г.А. *Магистерская программа «Стратегическое управление информационными системами»* / Труды 2-й Российской научно-методической конференции «Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению «Прикладная информатика» на основе инновационных технологий и E-learning». М.: 2006. С.57-59.
2. ВАСИЛЬЕВ Р.Б., КАЛЯНОВ Г.Н., ЛЁВОЧКИНА Г.А., ЛУКИНОВА О.В. *Стратегическое управление информацион-*

ными системами / Под ред. Калянова Г.Н. - М: Интернет-университет Информационных технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 510 с.

3. ЛЁВОЧКИНА Г.А. *Подготовка специалистов в области ИТ-аутсорсинга / Качество. Инновации. Образование*, 2011. № 4 (71). С. 66—70.

ФОРМИРОВАНИЕ СППР ЦЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Лукинова О.В.
(ИПУ РАН, Москва)
lobars@mail.ru

Рассмотрены эвристические алгоритмы формирования целей обеспечения информационной безопасности автоматизированных бизнес-процессов компании, реализуемые СППР при проектировании комплексной системы защиты (КСЗ).

Ключевые слова: комплексная система защиты, СППР, модель OSE\RM, бизнес-процесс, оценочные критерии безопасности.

Процесс построения КСЗ ресурсов корпоративной информационной системой (КИС) характеризуется слабоструктурированностью, противоречивостью требований, ошибками в выборе приоритетов, поэтому выбрать «правильные» цели без компьютерной поддержки становится все сложнее. В докладе рассматриваются процедуры генерации списка целей обеспечения безопасности, значений оценочных критериев, которые реализуются в рамках СППР при проектировании КСЗ.

Решение о необходимости защиты информационных активов компании, как правило, принимается руководством организации и здесь, прежде всего, хотелось бы знать: какой уровень защиты \overline{KS} необходим, чтобы обеспечить безопасное и непре-

рывное функционирование бизнеса; сколько будет стоить защита данного уровня (St); какой ущерб U понесет компания в случае, если защита окажется недостаточно эффективной.

Набор целей достаточно стандартный, вопрос в том, какой цели отдать предпочтение. При этом возможны следующие варианты:

- А) $St^{min} \Rightarrow \overline{KS}^{min} \Rightarrow U^{max}$,
- Б) $\overline{KS}^{max} \Rightarrow St^{max} \Rightarrow U^{min}$,
- В) $U > U^* \Rightarrow \overline{KS}^? \Rightarrow St^?$.

Выбор того или иного варианта СППР может осуществить двумя способами:

1) Автоматически, когда на основании оценочной шкалы «Риск», которая была получена в [5], СППР делает вывод о выборе варианта (рис.1).

St^{min}	?	$U < U^*$?	\overline{KS}^{max}
Очень низкий	Низкий	Средний	Выше среднего	Высокий

Рис.1. Выбор варианта целей в зависимости от риска

Если $Risk_i =$ «низкий» или $Risk_i =$ «выше среднего», то СППР проводит дополнительный анализ соотношения оценок ущерба $Pr(S_i)$ и угроз Y_i .

2) Во втором варианте в рамках предельных ситуаций А), Б), В) СППР предлагает перечень возможных целей, которые хранятся у нее в БД. ЛПР или эксперты выбирают те или иные цели, а СППР отслеживает, чтобы этот выбор, в соответствии со схемами А), Б), В), был непротиворечив и согласовывает их.

Тем самым СППР формирует постановку задачи оптимизации А), Б) или В) для выбора вариантов КСЗ.

Вне зависимости от того, какой вариант выбран, главное понять, как формировать цели по безопасности. Традиционный подход заключается в том, что защитные механизмы выбираются так, чтобы они противостояли возможным атакам. Однако безопасность информации заключается в обеспечении основных

ее свойств [1,2]: конфиденциальности, целостности, доступности. Поэтому и основными целями КСЗ должно стать именно обеспечение этих базовых свойств.

Второй важный вопрос, который необходимо решить при проектировании КСЗ – как представлять объект защиты. Стандарты по информационной безопасности под предметом защиты понимают информацию, а под объектом защиты – информационную систему (ИС). Наиболее системный взгляд на функциональность ИС представляется моделью OSE\RM (Open System Environment\ Reference Model) [3,4], представляющей матрицу компонентов базовой плоскости платформенной и прикладной составляющих системы, а также проекций базовой плоскости на плоскости администрирования и защиты.

Однако, современная методология управления ИТ с ИС ассоциирует автоматизированные бизнес-процессы компании, функции которых и осуществляют операции над данными, что позволяет рассматривать именно бизнес-процессы в качестве защищаемых информационных активов. С технологической точки зрения бизнес-процесс также представим моделью OSE\RM, т.к. функции бизнес-процесса реализуются прикладной компонентой, а платформа представляет собой среду реализации. Следовательно, перечень целей защиты логично также структурировать в соответствии с этой моделью.

Тогда по каждому S_i -му бизнес-процессу ($1 \leq i \leq N$, N – количество бизнес-процессов, входящих в состав данной ИС) необходимо обеспечить безопасность реализации каждой p -ой «клетки» модели OSE\RM ($1 \leq p \leq P$, P – количество реализованных «клеток» среды S_i -го бизнес-процесса). Безопасность «клетки» предполагает обеспечение именно базовых свойств. Алгоритм формирования целей обеспечения безопасности «клеток», реализуемый СППР, представлен на рис. 2.

В результате СППР получит набор целей, описывающий референсное (на уровне целей) представление КСЗ. Задача компьютерной системы заключается в том, чтобы на основании определенных критериев, соотносящихся с целями, уметь оценивать варианты проектируемой системы. В качестве таких критериев логично использовать параметры «Уровень конфиденциальности» (К), «Уровень целостности» (С), «Уровень доступности»

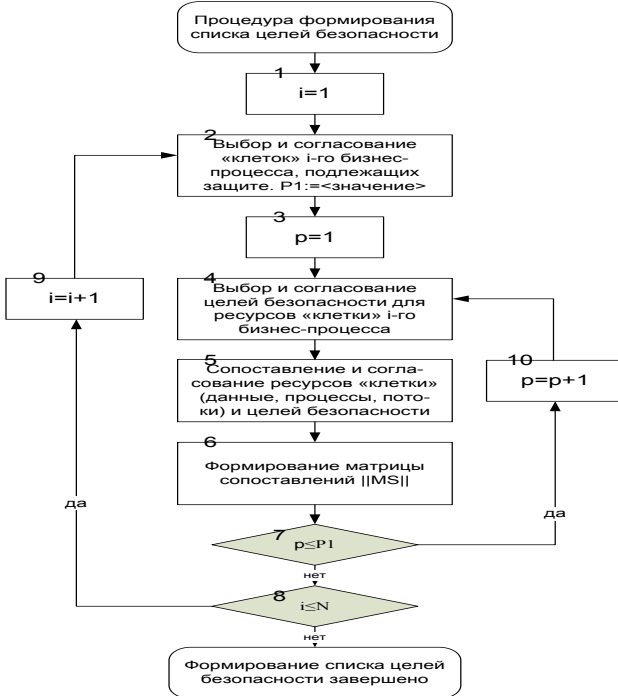


Рис.2. Алгоритм формирования целей по «клеткам»

(D), которые и составят критериальные вектора безопасности $\overline{KS}_i(C, D, K)$ (здесь для простоты понимания для целей и критериев безопасности введены одинаковые обозначения).

Свои требования к безопасности бизнес-процессов эксперты должны выразить в форме тех или иных значений критериев \overline{KS}_i , процедура определения целевых значений векторов безопасности состоит из следующих шагов.

Шаг1. Определение базового уровня критериев, заключается в том, что на основании вектора оценок $Pr^{b/p}(p_1, p_2, \dots, p_N)$ (полученного в [5]), который отражает ценность бизнес-процесса для предприятия, СППР назначает базовые значения критериев $K^{\hat{A}}(\hat{O}_1^*, \hat{O}_2^*, \dots, \hat{O}_N^*)$, $C^{\hat{A}}(\hat{O}_1^*, \hat{O}_2^*, \dots, \hat{O}_N^*)$, $D^{\hat{A}}(\hat{O}_1^*, \hat{O}_2^*, \dots, \hat{O}_N^*)$, где $T_i^* = p_i$ – базовые значения критериев S_i -го бизнес-процесса.

Шаг 2. Определение *предпочитаемого* уровня. Специфика бизнеса влечет и разные требования к защите, поэтому СППР выясняет точку зрения ЛППР относительно важности для него критериев \overline{KS}_i и формирует матрицу предпочтений $TS^{b/p} = ||ts_{ij}||$, где ts_{ij} – оценки значимости j -го критерия для i -го бизнес-процесса. Оценки значимости критериев корректируют базовый уровень безопасности, т.е. вектора D^B , C^B , K^B подправляются величинами ts_{ij} .

Шаг 3. Определение *ожидаемого* уровня. В подсистеме мониторинга [5] на основе рейтинга уязвимостей и потенциала возможного нарушителя получены матрицы оценок угроз бизнес-процесс $Y^{b/p} = ||y_{ij}||$, где y_{ij} – оценка опасности уязвимостей i -го бизнес-процесса по j -му критерию. Ненулевые значения говорят о том, что среда бизнес-процесса содержат уязвимости, которыми с успехом может воспользоваться нарушитель и которые *должны быть учтены* при планировании защиты, т.е. ожидаемые уровни критериев безопасности K^O , C^O , D^O должны быть построены на основе предпочитаемого, но с учетом поправок на значение оценок опасности.

Если S_i -ый бизнес-процесс обменивается данными с S_j , то целевые значения должны быть выровнены: если информационный поток, входящий в S_j -ый бизнес-процесс имеет больший уровень по некоторому критерию, то значение S_j -го бизнес-процесса по этому критерию надо увеличить.

Таким образом, СППР получает набор целевых векторов для i -ых бизнес-процессов $\overline{KS}_i^{\text{цель}}(K(T^*), C(T^*), D(T^*))$, где T^* - выбранные значения измерительной шкалы критериев. На этом процедура формирования целей заканчивается. Следует заметить, что в этой процедуре СППР использует исключительно эвристические алгоритмы, которые могут быть модифицированы, дополнены или заменены прямым вводом экспертных оценок.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2002 *Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий.*

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799-2005 *Информационная технология. Практические правила управления информационной безопасностью.*
3. ISO/IEC TR 14252-1996 *Guide to the POSIX Open System Environment.*
4. ЛУКИНОВА О.В. *Компьютерные методы мониторинга и анализа защищенности при функционировании автоматизированных бизнес-процессов компании // Открытое образование. – 2011. В печати.*

О СВЯЗНОСТИ ВЕБ-САЙТОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК НА АДМИНИСТРАТИВНОМ КАРКАСЕ

Печников А.А.

*(Институт прикладных математических исследований
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск)
pechnikov@krc.karelia.ru*

Исследованы взаимосвязи на множестве официальных сайтов отделений и научных центров РАН, реализуемые посредством гиперссылок. Показано, что административный каркас играет системообразующую роль в организации академического Веба, однако его возможности для улучшения связности использованы не полностью.

Ключевые слова: Веб, веб-сайт, гиперссылка, организационная структура.

Введение

Российская академия наук (РАН) построена по научно-отраслевому и территориальному принципу и включает 11 отделений РАН (по областям науки) и 3 региональных отделения РАН, а также 15 региональных научных центров РАН [3]. В состав Дальневосточного отделения (ДВО) РАН входят 6 научных центров, Сибирского отделения (СО) РАН – 8, Уральского отде-

ления (УрО) РАН – 6. Большинство из перечисленных организаций имеют официальные веб-сайты.

Поскольку представленное множество отделений и научных центров РАН имеет иерархическую организационную структуру, представляет несомненный интерес ответ на вопрос о том, насколько иерархические отношения организаций-владельцев находят свое отражение на множестве их официальных веб-сайтов.

1. Некоторые понятия и определения

Иерархическая структура может быть представлена корневым деревом $G_H = (\mathcal{D}^T, E_H, du_0)$, где \mathcal{D}^T – множество организаций-владельцев сайтов, du_0 – корень (в нашем случае РАН), а E_H – множество дуг. E_H определяется следующим образом: $\forall u, d \in \mathcal{D}^T$: $(u, d) \in E_H$ тогда и только тогда, когда организация d находится в отношении подчиненности к организации u [1].

Пусть \mathcal{T} – целевое множество веб-сайтов и E – множество связывающих их гиперссылок. Рассмотрим пару вершин $s, t \in \mathcal{T}$ и однозначно соответствующую им пару организаций-владельцев сайтов $ds, dt \in \mathcal{D}^T$. Графом административного каркаса (или просто административным каркасом) называется граф $G_{Frame} = G_{Frame}(\mathcal{T}, E_k)$, где \mathcal{T} – целевое множество, а множество каркасных дуг E_k формируется по следующим правилам:

- дуга $(s, t) \in E_k \Leftrightarrow (s, t) \in E \ \& \ (ds, dt) \in E_H$,
- дуга $(t, s) \in E_k \Leftrightarrow (t, s) \in E \ \& \ (ds, dt) \in E_H$.

Каркасную функцию связности сверху вниз SFC (Skeleton Force of Connectivity) между сайтами u и d определим как:

$$SFC_{ud}^+ = \begin{cases} 1, & \text{существует каркасная дуга от } u \text{ к } d, \\ 0, & \text{каркасной дуги не существует.} \end{cases}$$

Пусть D – множество организаций, находящихся под руководством организации u . Функцию связности сверху вниз между сайтом u и всеми сайтами $d \in D$ определим следующим образом:

$$SFC_{uD}^+ = \frac{\sum_{d \in D} SFC_{ud}^+}{|D|}.$$

Аналогично определяются функции связности снизу вверх SFC_{ud}^- и SFC_{uD}^- . Функция связности в общем случае – это $SFC_{uD} = \alpha SFC_{uD}^+ + \beta SFC_{ud}^-$, ($\alpha, \beta > 0$, $\alpha + \beta = 1$).

2. Исследование целевого множества

Целевое множество содержит 40 веб-сайтов, поскольку не имеют собственных веб-сайтов (или их не удалось обнаружить): 6 отделений РАН по областям науки, 2 региональных научных центра и 2 научных центра региональных отделений РАН. В таблице 1 приводится часть данных.

Таблица 1. Организации и официальные веб-сайты

№	\mathcal{D}^T	\mathcal{T}
1	Российская академия наук	www.ras.ru
3	Отделение математических наук	omn.ras.ru
7	Дальневосточное отделение РАН	www.febras.ru
24	Пушкинский научный центр РАН	www.psn.ru
23	Амурский научный центр ДВО РАН	amur.febras.ru
27	Бурятский научный центр СО РАН	www.bscnet.ru
40	Челябинский научный центр УрО РАН	www.csc.ac.ru

Иерархическая структура $G_H = (\mathcal{D}^T, E_H, du_0)$ построена на основе анализа [2,3] и соответствующих разделов на веб-сайтах Дальневосточного, Сибирского и Уральского отделений РАН. Для сбора, хранения и обработки информации о сайтах целевого множества и использована Информационная система для веб-метрических исследований [4]. В частности, было сформировано множество гиперссылок E , связывающих сайты из \mathcal{T} , и построен граф $G_{Frame} = G_{Frame}(\mathcal{T}, E_k)$.

3. Результаты

На рис. 1 приводится граф $G_{Frame} = G_{Frame}(\mathcal{T}, E_k)$ для исследуемого целевого множества. Ориентированные дуги изображены со стрелками, неориентированные дуги обозначают пары встречных дуг между вершинами. Интересно отметить наличие

изолированных вершин, соответствующих региональным научным центрам.

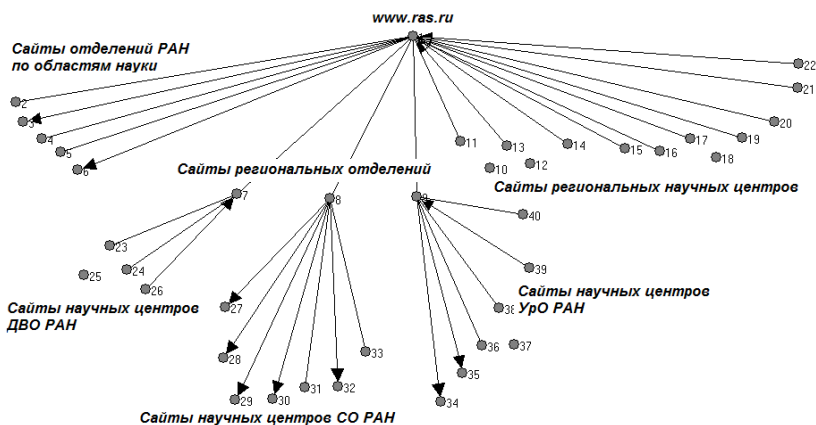


Рис. 1. Граф административного каркаса

Значения каркасных функций связности для данного административного каркаса достаточно высоки. При этом можно отметить, например, что практически везде $SFC_{uD}^+ > SFC_{uD}^-$.

Литература

1. ВОРОНИН А.А., МИШИН С.П. *Оптимальные иерархические структуры* – М.: ИПУ РАН, 2003. – 213 с.
2. *Информационные системы научных учреждений РАН* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/sciencestructure/informationssystem.aspx>.
3. *Российская академия наук.* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ras.ru>.
4. *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Информационная система для вебметрических исследований» Роспатента № 2010610941 от 29 января 2010 г.*

КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПИСАНИЯ, ОЦЕНКИ, ОПТИМИЗАЦИИ ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Попов И.И.

(ГОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Москва)

popovii@mail.ru

Рассматриваются основные подходы к описанию, оценке, оптимизации документальных информационных ресурсов и систем с помощью моделей. Приводится классификация применяемого математического аппарата и моделей.

Ключевые слова: математическая модель, метод, объект, документальные информационные системы, информационные ресурсы.

В рассматриваемом комплексе моделей исследуются документальные информационные ресурсы, определяемые как информационные массивы и потоки полнотекстовых и близких к ним (реферативных) документов, представленные, как правило, в машиночитаемой форме, в том числе в виде базы данных (организованной совокупности файлов), рассматриваемых совместно со средствами доступа к ним. Под информационными процессами понимаются операции по созданию и преобразованию ИР, типа объединения сообщений в потоки (массивы), преобразования потоков, сообщений.

Информационные процессы рассматриваются на трех уровнях:

- информационные технологии;
- информационные системы;
- информационные ресурсы.

Информационная деятельность определяется как совокупность всех информационных процессов, независимо от организационных форм ее реализации, в которой можно выделить рабочие процессы и функции управления, при этом последние предполагают выработку решений по параметрам информационных процессов, что и определяется как технология управле-

ния ИР. Информационные системы определяются как формы информационной деятельности, организационно обособленные от конечного потребителя ИР.

Целью всякого моделирования является исследование объекта вначале на качественном, а затем по мере накопления информации и развития модели на все более точных количественных уровнях. Если говорить о логических, математических, имитационных моделях, то следует признать, что здесь не достаточно точно проходят разграничительные линии таких понятий, как метод, модель, объект. Данные соображения могут быть проиллюстрированы простым примером. Существовал (и существует) метод "теория вероятностей" как широкий класс моделей, оперирующих понятиями "вероятность", "событие", "среднее значение", "дисперсия" и т.д. На грани XIX и XX веков появляется объект - коммутируемая система связи, с которой ассоциируются понятия "заявка", "отказ", "время ожидания", "коммутация" и другие характеристики системы.

В 20-е годы А.К.Эрланг объединил метод и объект; в результате была создана математическая теоретико-вероятностная модель процессов в коммутируемых телефонных сетях, оперирующая понятиями "поток заявок", "среднее время ожидания", "средняя длина очереди на обслуживание", "вероятность отказа" и т.д. Дальнейшее развитие этого научного направления показало плодотворность понятийной базы данной модели, ее широкие конструктивные возможности. Модель развилась в метод исследования сложных систем - "теорию массового обслуживания", терминология и понятийная база которого абстрагировались от ассоциаций с телефонными сетями и обрели общетеоретический характер. И теперь новые модели могут строиться путем применения теории массового обслуживания к другим объектам.

Таким образом, с одной стороны, метод определен, если развита однородная совокупность моделей, т.е. способов рассмотрения различных объектов в одном аспекте, а с другой, объект познается тем глубже, чем больше моделей объекта разработано. При этом двойственная природа модели приводит к дуализму понятийной базы моделирования, включающей общие (от "метода") и специфичные (от "объекта") понятия.

Можно утверждать, что методы, модели, объекты образуют непрерывную последовательность, внутри которой целесообразно выделить группы моделей, различающихся по своему происхождению и применимости, а именно:

- модели, связанные с применением известных методов к новым объектам;
- модели, впервые разработанные для описания данного объекта, допускающие их использование для других объектов.

Как уже отмечалось выше, здесь речь идет о документальных ресурсах, информационных процессах и системах. Различные способы представления компонентов объекта моделирования производят различные методы и модели. Ранние модели документальных ИС создавались путем приложения к данному объекту известных методов - теории массового обслуживания, сетевого планирования и т.д., путем описания системы в известных категориях потоков заявок, технологических процессов и пр. Названные модели сыграли свою положительную роль, однако реальная история математических моделей ИС, по-видимому, начинается с ввода критериев оценки и переменных, присущих именно этому классу систем, и с установления причинных связей, определяющих значения и изменения данных переменных.

Некоторые из моделей, основанных на таком подходе, - это имитационные и математические модели, ориентированные на выявление и исследование качественных закономерностей, присущих информационным системам, причем альтернативным способом такого исследования является только длительная практическая работа по проектированию и эксплуатации систем. Математический аппарат и модели могут быть классифицированы следующим образом:

- цели моделирования
 - описание процессов и систем,
 - оценка и оптимизация абстрактных систем,
 - оценка и оптимизация конкретных БД;
- применяемый математический аппарат
 - линейные модели,

- теоретико-множественные модели;
- степень абстрактности моделей
 - аналитические,
 - вычислительные,
 - имитационные;
- применяемые критерии оценки и оптимизации
 - частные,
 - интегральные,
 - обобщенный;
- режим функционирования моделируемых систем
 - избирательное распределение информации,
 - разовые запросы,
 - диалоговый поиск;
- фактор времени
 - статические модели,
 - динамические.

Литература

1. ВАСИНА Е.Н., ГОЛИЦЫНА О.Л., МАКСИМОВ Н.В., ПОПОВ И.И. *Информационные ресурсы и документальные базы данных. Создание, использование, анализ* (учебное пособие). М.: РГГУ. - 1997. - 178 с.
2. ПАРТЫКА Т.Л., ПОПОВ И.И. *Математические методы*. М.:ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005. - 464 с.
3. ПОПОВ И.И. *Математические основы информатики. Часть II. Модели информационных процессов, систем и ресурсов*/ Под общей редакцией К.И. Курбакова М.: КОС–ИНФ., Рос. экон. акад., 2006. – 196 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ*

Трембач В.М.

(Московский авиационный институт, Москва)

trembach@yandex.ru,

В статье рассматриваются интеллектуальные технологии, используемые для построения современных обучающих систем. Применение интеллектуальных обучающих систем дает возможность сотрудникам поддерживать свои компетенции на требуемом уровне без отрыва от своей постоянной работы. Показан пример демо-версии системы.

Ключевые слова: интеллектуальная обучающая система, компетенции сотрудников, обучение, формирование компетенций, индивидуальная среда обучения, учебный объект.

Введение

Инновационный характер развития современной экономики требует от сотрудников организационных систем постоянного поддержания своих компетенций на требуемом уровне. Отсутствие сотрудника на рабочем месте на время переобучения становится все менее желаемой ситуацией. Для дополнительного образования широко используются системы электронного обучения. Одним из передовых решений в этой области является использование интеллектуальных обучающих систем.

1. Основные подходы к созданию интеллектуальных обучающих систем

Теоретические наработки в области ИОС ведутся с 1960-х годов, когда были созданы производственные обучающие системы, в которых диалог с обучаемым не программировался, а форми-

* Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ № 10-07-00672

ровался по нескольким алгоритмам в соответствии с набором операций и фактов, заложенных в систему. А в 1970 году Дж. Карбонеллом было сформулировано общее представление об интеллектуальных обучающих системах. Выделяется несколько основных подходов к организации и реализации таких систем: основанный на концепции специализированных экспертных систем; основанный на гипертексте и гипермедиа; Web-ориентированный; интегрированный (использование экспертных систем и гипертекста/гипермедиа); использующий модели обучаемого; на основе интеграции экспертных систем с системами обучения; на основе интеллектуальных агентов.

2. Структура интеллектуальной обучающей системы

Современная интеллектуальная обучающая система (ИОС) состоит из: комплекса программно-аппаратных средств инженерии знаний, в котором представленные в электронном виде знания используются в режиме интерактивного диалога; набора организационно-методического, информационного, математического и программного обеспечения; моделей студента, преподавателя, предметной области и требуемых компетенций.

В качестве основных требований к современным ИОС выделяются: индивидуализация и дифференциация процесса обучения, выбор индивидуальной образовательной траектории; контроль с обратной связью, с диагностикой и оценкой результатов учебной деятельности; самоконтроль и самокоррекция действий обучаемого; интенсивное развитие умений и закрепление навыков обучаемого путём вариативного компьютерного тренинга; создание и использование индивидуальных сред обучения, обеспечение оперативного доступа к удалённым информационным ресурсам. Структура концептуальной модели современной ИОС показана на рис.1.

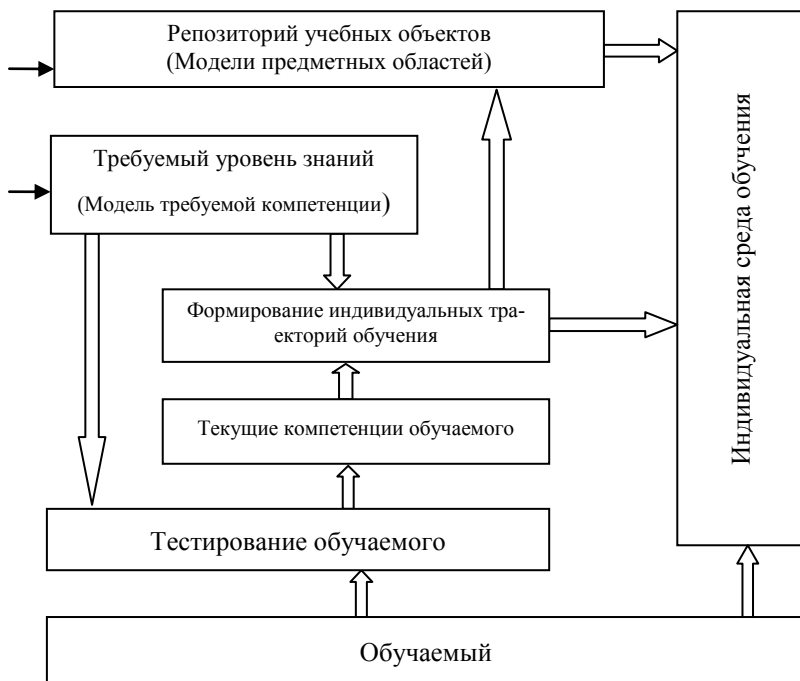


Рис.1. Структура концептуальной модели современной ИОС.

Главной особенностью системы является возможность формирования индивидуальной среды обучения для каждого специалиста.

3. Демо-версия системы формирования метаданных учебных объектов

Концептуальная модель ИОС ориентирована на использование учебных объектов. Под учебным объектом понимается любая сущность, цифровая или нет, которая может быть использована в одном и более контекстах, или на которую может быть сделана ссылка во время технологически обеспеченного обучения.

Важным является наличие метаданных для каждого учебного объекта. Это позволяет решать ряд таких задач как: формирование индивидуальной среды обучения, планирование индиви-

дуальной траектории обучения и отслеживание процесса формирования компетенций у сотрудников. Разработанная демо-версия системы показала работоспособность выбранного подхода и будущие направления ее развития.

Литература

1. РЫБИНА Г.В. *Основы построения интеллектуальных систем: учеб. пособие* /Г.В. Рыбина. - М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2010. - 432 с.
2. ТРЕМБАЧ В.М. *Интеллектуальная информационная система формирования компетенций для реализации модели непрерывного образования.* // Научно-практический журнал «Открытое образование», МЭСИ, №4(77), 2010, с. 79-91
3. ТРЕМБАЧ В.М. *Решение задач управления в организационно-технических системах с использованием эволюционирующих знаний.* - М.: МЭСИ, 2010. - стр. 236.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Чертовской В.Д.

(Государственный университет водных коммуникаций, С.-Петербург)

vdchertows@mail.ru

В работе рассматривается процедура формирования модели для изучения процессов в многоуровневых организационно-экономических системах. Предлагаемая модель позволяет исследовать как экономические, так и динамические свойства систем.

Ключевые слова: организационно-экономические системы горизонтальное взаимодействие моделирование структурные элементы.

Введение

В работе [1] показано, что современные организационные системы обладают универсальной трехуровневой структурой (рис. 1).

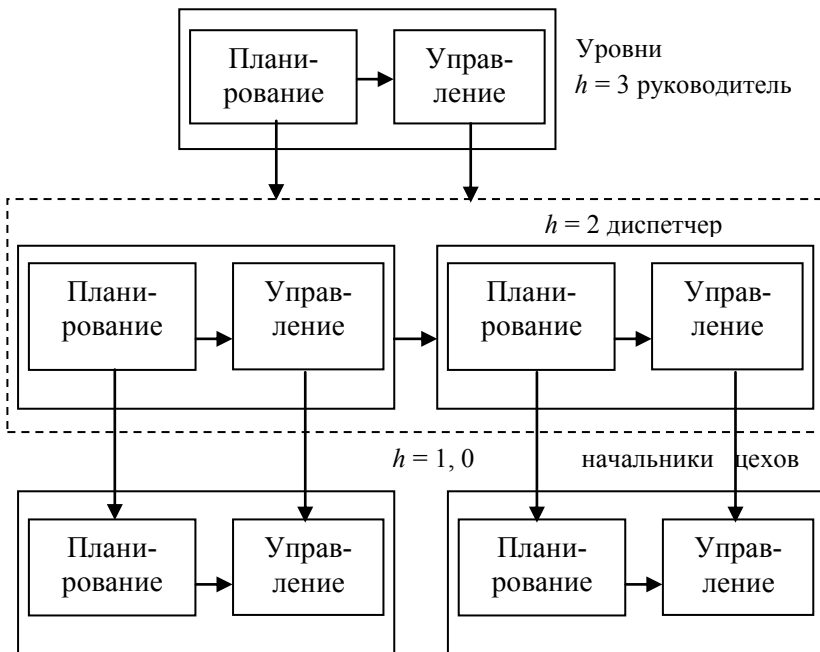


Рис. 1. Общая трехуровневая структура системы

Составной частью трехуровневой структуры является диспетчерский уровень ($h = 2$), базирующийся на горизонтальном взаимодействии структурных элементов. Этот уровень специфичен и наиболее сложен в изучении, в силу чего рассмотрим его подробнее.

Каждый структурный элемент характеризуется циклом управления, состоящим из связанных процессов планирования и управления.

Отметим, что процесс планирования при рыночных отношениях становится динамическим - при оперативном переходе на выпуск новой продукции - в силу потребности перепланирования во время выполнения предварительно рассчитанного плана.

1. Постановка задачи

Необходимо сформировать математическую модель для изучения горизонтального взаимодействия.

Взаимодействие в процессе планирования заключается в согласовании экономических интересов, отражающихся целевыми функциями элементов. Сложнее взаимодействие в процессе управления. Оно включает в себя как согласование экономических интересов, так и координацию динамических свойств структурных элементов.

Специфика рассматриваемого класса систем вызывает необходимость в формировании прикладного математического метода, одинаково пригодного как для процесса планирования, так и для процесса управления.

2. Однородный метод

Таковым является однородный метод, использующий задачу динамического линейного программирования [2].

При применении динамического линейного программирования (ДЛП) процесс планирования описывается выражениями

$$(1) \mathbf{z}_k(t_{i+1}) = \mathbf{A}_k \mathbf{z}_k(t_i) + \mathbf{B}_k \mathbf{p}_{1k}(t_i), \mathbf{z}_k(0) = \mathbf{z}_{k0},$$

$$(2) \mathbf{p}_k(t_{i+1}) = \mathbf{C}_k \mathbf{z}_k(t_i),$$

$$(3) \mathbf{D}_k^m \mathbf{p}_{1k}(t_{i+1}) \leq \mathbf{b}_k^m(t_i) + \mathbf{p}_{k-1}(t_i) - \mathbf{D}_k^m \mathbf{p}_{1k}(t_i),$$

$$(4) \sum_{i=0}^{N-1} \mathbf{D}_1^m \mathbf{p}_{1k}(t_i) \leq \mathbf{b}^m(0),$$

$$(5) \sum_{i=0}^{N-1} \mathbf{p}_K(t_i) \leq \mathbf{P}(T),$$

$$(6) \mathbf{D}_k^{\psi} \mathbf{p}_k(t_{i+1}) \leq \mathbf{b}_k^{\psi}(t_i),$$

$$(7) \quad \mathbf{b}_k^w(t_i) = \mathbf{b}_k^w(t_{i-1}) + \Delta \mathbf{b}_k^w(t_{i-1}),$$

$$(5) \quad G = \sum_{k=1}^K \mathbf{F}_k \mathbf{P}_k(T) \rightarrow \min,$$

$$i = 0, N-1, t_i = iv, t_0 = 0, T = Nv$$

где \mathbf{z}, \mathbf{p} – вектор-столбцы планового незавершенного производства и ежедневного плана, \mathbf{p}_1 – вектор-столбец размерности J запуска комплектов материалов в производство, \mathbf{R} – вектор-столбец спроса; \mathbf{D} – матрица норм расходов, \mathbf{b} – вектор-столбец наличного количества ресурсов; $\mathbf{b}^m(0)$ – вектор количества материальных ресурсов, которыми располагает уровень $h = 3$; $\Delta \mathbf{b}$ – поступление ресурсов; \mathbf{P} – вектор-столбец плана уровня $h = 3$; \mathbf{F} – вектор-строка прибыли от выпуска единицы продукции; $\mathbf{A} = (\mathbf{I} + v\mathbf{A}0)$, $\mathbf{B} = v\mathbf{B}0$, $\mathbf{C} = \mathbf{C}0$; \mathbf{I} единичная матрица; $\mathbf{A}0, \mathbf{B}0, \mathbf{C}0$ матрицы размерностей $J \times J$, отражающие динамику процесса планирования; v, T – минимальный интервал времени и время моделирования; $m = 1, M$ – виды материальных ресурсов; $\psi = 1, \Psi$ – виды прочих ресурсов; $i = 1, I$ – моменты времени; $k = 1, K$ – номер подразделения.

При описании процесса управления используются выражения (1)–(7) с заменой плана $\mathbf{p}_{1k}(t_i)$ на управление $\mathbf{u}_k(t_i)$ и $\mathbf{p}_k(t_i)$ на $\mathbf{y}_k(t_i)$, вводится вектор отклонений $\boldsymbol{\varepsilon}_k(t_i) = \mathbf{p}_k(t_i) - \mathbf{y}_k(t_i)$. Целевая функция получает вид

$$J_k = \sum_{i=0}^N (C1_k \boldsymbol{\varepsilon}_k(t_i) + C2_k u_k(t_i)),$$

$$J = \sum_{k=1}^K J_k$$

где $C1$ и $C2$ – вектор-строки потерь от рассогласования и затрат на дополнительное управление.

Нетрудно видеть, что описания процессов планирования и управления похожи. Выражения (3)–(8) соответствуют задаче статического линейного программирования (СЛП), а выражения (1), (2) представляют динамику процессов, отражаемую разностными уравнениями.

3. Согласование экономических интересов

Задачу ДЛП можно решать напрямую [2], однако более перспективен способ перехода от задачи ДЛП к задаче СЛП. Рассмотрим способ для процесса планирования.

Нетрудно заметить, что из выражений (1), (2) следует

$$\mathbf{p}(T) = \alpha_0 \mathbf{z}(0) + \alpha_1 \mathbf{p}_1(0) + \alpha_2 \mathbf{p}_1(2) + \dots + \alpha_{N-1} \mathbf{p}_1(N-2) + \alpha_N \mathbf{p}_1(N-1),$$

где

$$\alpha_0 = \mathbf{C}\mathbf{A}^n, \alpha_i = \mathbf{C}\mathbf{A}^i \mathbf{B}, i = 0, N-1.$$

Аналогичный переход от задачи ДЛП к задаче СЛП может быть выполнен и при описании процесса управления.

Для решения задачи горизонтального взаимодействия автором разработан специфический алгоритм, подробно описанного в работе [1]. Полученные эквивалентные задачи СЛП позволяют легко решать и задачи вертикального согласования (уровни $h = 1$ и $h = 2$, уровни $h = 2$ и $h = 3$).

4. Координация динамических свойств

Прикладное решение задачи горизонтального согласования экономических интересов связано с необходимостью получения числовых данных из реальной системы. Это достаточно трудная процедура в силу и объективных, и субъективных причин. Чтобы обойти эту трудность и осуществить прикладное исследование, необходима модель формирования числовых данных элементов диспетчерского уровня. Модель может быть построена на основе алгоритма генерации числовых данных отдельного структурного элемента в виде задачи СЛП [2].

Возможны разные варианты модели, из которых представляет интерес два варианта:

1. статическая горизонтальная «цепочка» фактически для одного интервала времени;
2. динамическая горизонтальная «цепочка» с учетом времени.

В первом варианте генерируется набор связанных задач СЛП, который позволяет проверить достоверность решения задачи согласования экономических интересов.

Во втором варианте можно сформировать набор задач ДЛП как совокупность задач СЛП и разностных уравнений. Этот ва-

риант позволяет исследовать процедуру координации динамических свойств прежде всего числовым способом, поскольку аналитическое изучение достаточно сложно. К числу координируемых свойств следует отнести нулевую установившуюся ошибку и неколебательность переходного процесса, необходимость рассмотрения которой определяется не только использованием линейного критерия, но и спецификой работы ЛПР в системе.

Заметим, что с помощью предложенной модели можно сгенерировать числовые данные не только уровня $h = 1$, но и уровня $h = 3$.

Литература

1. ЧЕРТОВСКОЙ В.Д. *Интеллектуализация автоматизированного управления производством*. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. 164 с.
2. АЛЬСЕВИЧ В.В., ГАБАСОВ Р, ГЛУШЕНКОВ В.С. *Оптимизация линейных экономических моделей. Статистические задачи*. Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 2000. 210 с.

ИЕРАРХИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗДЕЛЬНОЙ ТРАССИРОВКЕ УПРАВЛЕНИЯ И ДАННЫХ

Яцутко А.В.
(ИИУ РАН, Москва)
aleksundra@yatsutko.net

Предлагается подход к иерархическому моделированию систем, основанный на графической нотации с раздельной трассировкой управления и данных, который позволяет автоматически получать программную реализацию моделей.

Ключевые слова: иерархическое управление, моделирование систем, графические нотации, вычислительная семантика.

Введение

Один из способов иерархического управления организационными системами заключается в создании графической модели и её исполнении в виде порожденной этой моделью программы. Такой подход предоставляет наглядный инструмент для проектирования. Однако современные системы управления, использующие такой подход [2], сталкиваются с проблемой перехода от графической модели к её программной реализации, возникающей из-за недостаточности данных в графической нотации для порождения текста программы [1].

Предлагаемый подход заключается в использовании графических моделей с отдельной трассировкой, что позволит упростить переход от графической модели к её программной реализации.

1. Создание иерархических моделей

Для создания иерархических моделей предлагается использовать новую графическую нотацию. Каждый уровень иерархии описывается с помощью набора блоков, являющимся *составным* блоком (рис. 1). Последний уровень иерархии всегда является *базовым* блоком (рис. 2).

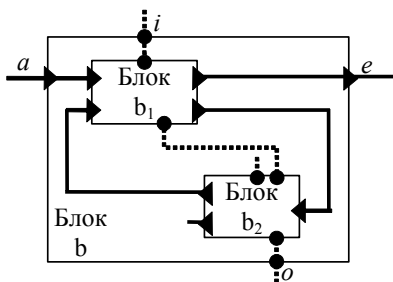


Рис. 1. Составной блок

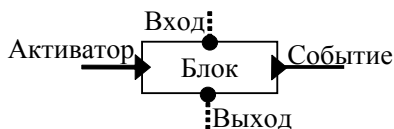


Рис. 2. Базовый блок

Каждый блок включён в потоки управления и данных, которые проходят через текущий уровень иерархии. Поток управления графически располагается по горизонтали и поступает на входной порт управления – на *активатор*, а снимается с выходного порта – *события*. Поток данных графически располагается по вертикали и поступает на входной порты данных, обозначенного как *вход*, а снимается с выходного порта, обозначенного как *выход*. Графическая нотация позволяет указывать для одного блока требуемое для декомпозиции число выходных и входных портов.

Структура составных блоков может изображаться таким образом, чтобы потоки данных и управления входили и выходили из этого блока. Это позволяет встраивать определенный таким образом блок в блок вышележащего иерархического уровня.

К каждому базовому блоку привязана вычислительная семантика базового блока – это данные, которые необходимо передать интерпретатору этого блока при его активации. Как правило, такие данные вводятся на некотором языке и являются программой, понятной некоторому интерпретатору. В качестве интерпретатора могут выступать виртуальные машины, системы программирования, сторонние автоматизированные системы, интерфейсы с пользователем, и др. Вычислительная семантика базовых блоков задаётся при их создании.

Вычислительная семантика составного блока определяется на основе графической модели этого блока и вычислительной семантики блоков, из которых он состоит, что позволяет по графическому описанию блока автоматически создать соответствующую ему программу.

2. Программная реализация иерархических моделей

Автоматическое порождение программы по ее графическому описанию стало возможно благодаря отдельной трассировке управления и данных. Программная реализация базового блока состоит из вызова интерпретатора и передачи ему соответствующих данных. Программная реализация составного блока создается автоматически по его описанию и состоит циклического вызова внутренних блоков. При этом порождается код, выполняющий трассировку данных между блоками при их активации. Когда все внутренние блоки прекращают свое функционирование, составной блок тоже завершает свое выполнение, и на его выходах устанавливаются события и выходные данные.

Таким образом, непосредственно программированию подлежат только базовые блоки (самый низкий уровень иерархии).

Заключение

Предлагаемый подход позволяет создавать сложные иерархические модели для управления организационными процессами, на основе которых автоматически создается корректный программный код [3].

Использование графической нотации с отдельной трассировкой управления и данных позволяет привлекать квалифицированного программиста только на этапе задания вычислительной семантики базовых блоков. В дальнейшем его участие требуется только в том случае, если возникает необходимость изменить эту семантику или добавить новый базовый блок. При этом такого рода изменения практически не влияют на остальную модель (если у измененного базового блока не изменился интерфейс). Если интерфейс (число и предназначение выходящих и входящих портов) изменился, требуется при необходимости лишь скорректировать те блоки, в состав которых входил измененный. Такой подход позволяет минимизировать затраты по актуализации моделей и работе с ними.

Литература

1. Выхованец В.С. *Понятийный анализ и контекстная технология программирования* // Проблемы управления, № 4, стр. 2-11.
2. Яцутко А.В. *Моделирование бизнес-процессов крупномасштабного производства* / Труды III Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2009), том II. – М.: ИПУ, 2009. С. 301–303.
3. Яцутко А. В. *Управление проектами на основе графического моделирования с описанием вычислительной семантики* / Труды международной научно-практической конференции «Теория активных систем – 2009», том II. – М.: ИПУ, 2009. С. 61–64.

**Секция 6. *Информационные
технологии
в образовании***

Сопредседатели секции

- ❖ чл-к. РАО Григорьев С.Г.
- ❖ к.т.н. Степанова Е.Б.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**Адрианов Н.М., Бурыкин И.Г., Главацкий С.Т.,
Иванов А.Б., Одинцов А.А.**

(Московский государственный университет)

Nikolai.Adrianov@sdo.msu.ru, Iia.Burykin@sdo.msu.ru,

serge@rector.msu.ru, Andrei.Ivanov@sdo.msu.ru,

Andrei.Odintsov@sdo.msu.ru

Система дистанционного обучения (СДО) Факультета дополнительного образования (ФДО) МГУ – это комплексная организационная, информационная и коммуникационная система, созданная в рамках инновационной образовательной программы "Формирование системы инновационного образования в МГУ имени М.В.Ломоносова" и предназначенная для поддержки, обеспечения и управления образовательными процессами в МГУ на базе современных компьютерных и коммуникационных технологий.

Ключевые слова: дистанционное обучение, интерактивная доска, e-learning, SCORM.

Введение

Основная цель СДО ФДО МГУ: открыть весь спектр университетского знания через электронные библиотеки, учебники и курсы, аудио и видеоматериалы.

СДО МГУ является основным механизмом поддержки информационной среды дистанционного обучения (ИСДО) ФДО МГУ, которая создана как система, сочетающая в себе систему управления процессом обучения и систему управления учебным контентом. Таким образом, ИСДО МГУ занимает верхний наиболее сложный уровень в иерархии систем дистанционного обучения.

1. Создание сети дистанционных образовательных курсов

ИСДО ФДО МГУ базируется на современных методах разработки баз данных большого объема. Она позволяет оперативно и высокоэффективно управлять данными объемом до нескольких терабайт, а также поддерживать архивную информацию объемом до нескольких сотен терабайт.

Серверная часть СДО ФДО МГУ реализована в виде трехзвенной архитектуры с использованием технологии Java Enterprise Edition 2.

В качестве Центрального узла ИСДО ФДО МГУ выступает Web-сервер дистанционного обучения (двухузловой компьютерный кластер с подсистемой хранения данных до 0,5 терабайт информации) и сервер приложений и баз данных (трехузловой компьютерный кластер с подсистемой хранения данных до 1,5 терабайт информации). На сервере приложений и баз данных установлен сервер приложений Jboss Application Server 4.0 и система управления базами данных ORACLE 9i Enterprise Edition Real Application Clusters.

Для дополнительной страховки от потери информации организована система резервного копирования данных.

Такая архитектура обеспечивает гибкость построения приложения, высокую безопасность данных, высокую масштабируемость и отказоустойчивость.

В качестве модели данных для образовательного контента был использован международный стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 2004 4th Edition version 1.1.

Пользовательский интерфейс реализован на базе технологии Java Server Pages и Java-servlets, работающих под управлением Web-сервера Tomcat, также допускающего использование кластерной конфигурации. Пользовательский интерфейс реализован на базе тонкого Web клиента. Поддерживается вся линейка современных браузеров.

2. Развитие академической мобильности: интерактивные дистанционные семинары

В рамках разработки комплекса дистанционного обучения разработана технологическая концепция использования интерактивных досок для проведения дистанционных семинаров. Сегодня интерактивные доски есть во многих учебных заведениях России. Однако их использование не гарантирует инновационности и перехода на новый уровень обучения; зачастую эти устройства используются как обычные видео- или слайд-проекторы. Предлагаемая схема использования интерактивных досок в дистанционном обучении, как мы надеемся, частично восполнит этот пробел.

Дистанционное обучение развивается в направлении обеспечения более тесного взаимодействия преподавателей и слушателей. Для этого используются специальные программы голосового общения и организации видео-трансляций. Этого вполне достаточно для проведения онлайн-лекций – слушатели могут слышать и видеть преподавателя, могут задавать ему вопросы. Однако для проведения семинарских занятий необходима не только голосовая, но и визуальная обратная связь, общее "пространство" доски должно быть доступно как преподавателю, так и слушателям.

Для проведения дистанционного семинара предлагается использовать два (или более) классов, оборудованных интерактивными досками. Специальное программное обеспечение позволяет передавать через сети открытого доступа (Интернет) в режиме конференции следующие виды информации:

- 1) графическая информация – рукописный текст, рисунки, вводимые специальным маркером на интерактивной доске;
- 2) текстовая информация, которая также вводится на интерактивной доске с помощью виртуальной клавиатуры;
- 3) аудиоинформация – голос преподавателя и участников семинара, другие аудиоматериалы;
- 4) видеоинформация – поточно транслируемое видеоизображение аудитории преподавателя и аудиторий всех групп, участвующих в семинаре.

Для передачи информации используется централизованный сервер комплекса, который позволяет:

- 1) проводить одновременно несколько семинаров;
- 2) регистрировать и администрировать семинары, контингенты слушателей и преподавателей семинара;
- 3) назначать и изменять права слушателей в процессе самого семинара.

Одним из основных требований к разрабатываемому программному комплексу является возможность работы с каналами низкой пропускной способности, чтобы сделать эту технологию доступной для максимально широкой аудитории.

Предложенная схема проведения дистанционных семинаров хорошо подходит для проведения семинаров между оборудованными классами (например, между вузом и его филиалом). В случае отсутствия интерактивной доски, в качестве замены можно использовать компьютер с сенсорным экраном. Ввод графической информации с использованием манипулятора "мышь" возможен, но слишком неудобен. Учитывая, что интерактивная доска позволяет проводить занятие для целой группы, а компьютеры с сенсорными экранами недостаточно распространены, использование интерактивных досок является предпочтительным.

Описанное решение позволяет полностью повторить схему проведения классического семинара, когда доска используется одновременно и преподавателем, и слушателями. В настоящее время разрабатываемый программно-аппаратный комплекс проходит постоянную апробацию при проведении дистанционных учебных семинаров на ФДО МГУ.

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ОБУЧЕНИЕМ

Александров А.Г., Александрова Е.Г.
(ИПУ РАН, Москва)
alex7@ipu.ru, lizaalex1980@ramble.ru

Предлагается модель оперативного управления индивидуальным обучением. Коэффициенты модели находятся (идентифицируются) на основе метода Кеттела. Построен алгоритм управления.

Ключевые слова: образование, индивидуальное обучение, идентификация, управление.

1. Введение

В управлении образовательными системами [1] большое число работ посвящено управлению процессом обучения группы обучаемых [2]. В ряде работ рассматривается индивидуальное обучение [3]. Эти работы носят качественный характер.

В настоящей работе приводятся некоторые количественные соотношения по управлению и оперативному [1] управлению индивидуальным обучением.

2. Модель управления

Рассмотрим систему индивидуального обучения, состоящую из преподавателя и обучаемого. До начала обучения преподаватель составил план (программу), который является функцией времени $\check{B}(t)$. Она служит количественной характеристикой знаний, умений и навыков, приобретаемых обучаемым самостоятельно, используя указанные преподавателем разделы учебника, номера ситуаций, упражнений и задач, которые должны быть освоены обучаемым.

Выполнение плана контролируется преподавателем, в моменты времени $t = h \cdot i$ ($i = 1, 2, \dots, N$), где h – заданный интервал.

В процессе обучения действительные значения $\beta(ih)$ отличаются от плановых $\check{\beta}(ih)$ ($i = 0, 1, \dots, N$) функцией отклонений

$$(1) \quad y(ih) = \check{\beta}(ih) - \beta(ih) \quad i = 1, \dots, N.$$

Будем полагать, что измеряемые отклонения $y(ih)$ принимают лишь положительные значения. Это означает, что они описывают отставание действительных значений, умений и навыков от плановых.

Задача преподавателя состоит в том, чтобы обеспечить малое значение отклонения при окончании обучения:

$$(2) \quad y(Nh) \leq \varepsilon,$$

где ε – заданное число.

Отклонения (1) возникают из-за недостаточной длительности ежедневной работы обучаемого, низкой интенсивности его работы и т.п. Причиной этих недостатков различны и будем называть их внешними возмущениями – $f(t)$, которые приводят к отклонениям (1).

Для достижения цели (2) преподаватель использует меры морального воздействия: наказание и поощрение. Они имеют различный уровень.

Наказание и поощрение служат формой управления и обозначаются как $u_1(t)$ и $u_2(t)$ соответственно.

Модель оперативного управления связывает отклонения от плана с внешним возмущением и управлениями

$$(3) \quad y(ih) = \varphi(u_1(ih), u_2(ih), f(ih)) \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

где $\varphi(\cdot)$ – неизвестная функция, зависящая от психологических свойств обучаемого. Будем полагать, что в первом приближении эта функция является линейной функцией своих аргументов, и тогда уравнение (3), если пропустить, для простоты, символ h , принимает вид

$$(4) \quad y(i) = k_1 u_1(i) + k_2 u_2(i) + k_f f(i) \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

Где k_1 и k_2 – коэффициенты чувствительности к управлениям u_1 и u_2 соответственно, k_f – коэффициент чувствительности к внешнему возмущению f .

Это уравнение является линейной моделью оперативного управления. Его коэффициенты и внешнее возмущение – неизвестны. Коэффициенты k_1 и k_2 могут быть идентифицированы.

3. Идентификация коэффициентов модели

В психодиагностике разработано большое число методов распознавания психологических свойств человека. Эти методы основаны на кратких испытаниях человека (тестов) в форме вопросов и анализа ответов на них.

Одним из распространенных методов является метод Кеттеля. Результатом метода служат 16 параметров. Выберем из них 10 параметров, которые имеют отношение к обучению и обозначим их как v_1, v_2, \dots, v_{10} .

Зависимость коэффициентов чувствительности от параметров обучаемого представим в виде

$$(5) \quad k_1 = \sum_{\rho=1}^{10} v_{\rho} q_{1\rho}, \quad k_2 = \sum_{\rho=1}^{10} v_{\rho} q_{2\rho},$$

где $q_{1\rho}$ и $q_{2\rho}$ ($\rho = 1, \dots, 10$) – весовые коэффициенты параметров обучаемого.

Определение весовых коэффициентов обучаемого является сложной задачей. Предлагается подход к их определению.

4. Алгоритм управления

Будем полагать, что внешнее возмущение является кусочно-постоянной функцией с интервалом постоянства $H = N_1 h$, где N_1 – известное число:

$$f(1) = f(2) = \dots = f(N_1) = f_1, f(N_1 + 1), f(N_1 + 2), \dots, f(2N_1) = f_2, \dots$$

Пусть на первом шаге ($i = 1$) управления отсутствуют: $u_1(1) = u_2(1) = 0$, и тогда

$$(6) \quad y(1) = k_f f(1).$$

Для второго шаг вычислим, полагая $u_2(2) = 0$,

$$(7) \quad u_1(2) = \frac{k_f f(1)}{k_1} = -\frac{k_f f(2)}{k_1} = -\frac{k_f}{k_1} f_1.$$

Прикладывая такое управление заключаем, что на втором шаге отклонение исчезает:

$$(8) \quad y(2) = k_1 u(2) + k_f f(2) = 0.$$

На N_1+1 шаге ($i = N_1+1$)

$$(9) \quad y(N_1+1) = k_1 u_1(2) + k_f f(N_1+1).$$

Отсюда $k_f f(N_1+1) = y(N_1+1) - k_1 u_1(2)$ и т.д.

Литература

1. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления образовательными системами*. М.: Народное образование, 2009. – 452 с.
2. ЯКУНИН В.А. *Педагогическая психология. Учебное пособие*. СПб.: Полиус, 1998. – 174 с.
3. КАПУСТИНА А.Н. *Многофакторная личностная методика Р. Кеттела*. СПб.: Речь, 2001. – 311 с.

СЕМАНТИЧЕСКИЙ РЕПОЗИТОРИЙ ДОКУМЕНТОВ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОРТАЛА МОНМС УКРАИНЫ

**Белоиваненко М.В., Волошина Н.А., Воскобойникова А.А.,
Головянко М.В., Рябова Н.В., Шевченко А.Ю.**

(Харьковский национальный университет радиоэлектроники)
maxim.beloivanenko@gmail.com, natavoloshina@gmail.com,
voskoboynikova@gmail.com, ryabova@rambler.ru, shevchenko@vk.kh.ua

Предлагается подход к созданию семантического репозитория образовательных документов и его интеграции с онтологическим порталом управления образовательными и научными ресурсами МОНМС Украины.

Ключевые слова: семантический репозиторий, онтологический портал, документ, Web-система

Введение

Область образования и науки Украины является сложным, многомерным и динамически изменяющимся объектом для исследования. Для решения ряда проблем, с которыми сталкивается Министерство образования, науки, молодежи и спорта (МОНМС) Украины, в том числе связанных с процедурами аккредитации и лицензирования вузов и специальностей, чрезвычайно важным является проверка достоверности, актуальности и прозрачности информации, предоставляемой вузами. В связи с этим в Харьковском национальном университете радиоэлектроники (кафедра искусственного интеллекта) разрабатывается Web-система, которая должна стать инструментарием Министерства и вузов Украины для мониторинга и управления всеми необходимыми образовательными ресурсами. Учитывая сложность предметной области (ПрО), был принят онтологический подход к представлению знаний и разработке системы в виде Web-портала.

Данная работа основывается на результатах, полученных авторами при выполнении проектов: «Онтологический портал для менеджмента и оценки национальных ресурсов Украины в области образования и науки», проект ДФФД МОНУ № Ф15/456-2007 (2007г.); «Новейшая информационная технология обеспечения прозрачности аккредитации университетов», проект TEMPUS SM_SCM - T020B06-2006 (UA) (2007-2008 г.г.); «Разработка и внедрение распределенной архитектуры онтологического портала МОНУ для надежного, безопасного и эффективного менеджмента и интеграции образовательных ресурсов», проект ИТ/543-2009.

1. Назначение семантического репозитория

Семантический репозиторий (СР) документов, интегрированный с онтологическим порталом, должен расширить его функциональные возможности за счет обеспечения представления в нем актуальной на текущий момент, корректной и правдивой информации. СР, главной задачей которого является обеспечение и регламентация процессов ПрО, для которой он разра-

ботан, в контексте онтологического портала управления образовательными ресурсами, должен содержать документы, регламентирующие все виды деятельности вузов на всех структурных уровнях; допустимые нормы для значений показателей деятельности вузов; подтверждающие достоверность всей информации, содержащейся в портале. СР содержит не только знания о состоянии прохождения процессов и установленных нормативах для ресурсов в области образования и науки, но и обеспечивает необходимый уровень доверия к наполнению онтологического портала. Разработчиками создан механизм, позволяющий устанавливать ссылки между значениями параметров ресурсов портала и документами СР, содержащими заданное значение и/или источник его появления, подписаны и согласованы ответственными должностными лицами.

2. Требования к семантическому репозиторию

Репозиторий как система, ориентированная на конкретную ПрО, хранит в себе не только данные, но и процедуры их аналитической обработки. Применяя методы и технологии онтологического инжиниринга к представлению знаний ПрО, составляющей основу СР, справедливым является утверждение, что репозиторий становится семантическим, поскольку сохраняет в себе полную «картину мира» – модель ПрО, включающую знания, правила их обработки и применения в пределах системы. Функциональное назначение СР документов отделяет его от каких-либо информационных систем, обеспечивающих обработку данных и знаний в заданной ПрО. Исходя из этого, устанавливается ряд требований к СР. Он должен быть полностью автономной системой, реализующей процедуры управления документами, поддерживающими и регламентирующими задачи ПрО. Документы, хранящиеся в СР, должны быть структурированы соответственно областям их применения. Таким образом, они полностью отделены от структуры (модели) способов их обработки. СР должен содержать исчерпывающую информацию о процессах, происходящих в заданной ПрО. Информация, содержащаяся в СР, создается за его пределами и не может быть изменена или удалена из репозитория, т.е. данные и знания, хра-

нящиеся в СР, должны быть доступны только для просмотра. Информация в репозитории является корректной только тогда, когда она связана с определенным временным отрезком или конкретной датой. Таким образом, СР кроме хранения актуальной текущей информации должен содержать также и все предыдущие версии документов. СР, содержащий документы, связанные с задачами управления национальными образовательными ресурсами, должен быть полностью защищенной системой. Следовательно, СР должен реализовывать такие функции как: распределение ролей пользователей на основе соответствующих знаний, содержащихся в портале; реализацию возможности цифровой подписи документов, хранящихся в СР для обеспечения высокого уровня доверия к документам; содержать защищенное хранилище данных.

3. Архитектура семантического репозитория

На основе перечисленных выше требований к созданию СР документов для поддержки задач онтологического портала управления национальными образовательными ресурсами разработана программная архитектура репозитория, которая реализована как автономная Web-система, интегрированная с порталом [1]. Архитектура СР включает реализацию важнейших функций: механизмов загрузки документов в СР с возможностью контроля версий; просмотра всех существующих документов в соответствии с заданными параметрами просмотра и уровнем доступа к информации. Эти функции реализованы в виде отдельных модулей системы, связанных с моделями распределения прав доступа и защищенным файловым хранилищем. Предусмотрена возможность реализации модуля поддержки цифровой подписи документов для сохранения открытых ключей цифровой подписи и возможности верификации подписей на основе этих ключей. На данный момент разработан действующий прототип СР, реализующий его основные функции.

Литература

1. БІЛОІВАНЕНКО М.В., ВОЛОШИНА Н.О., ГОЛОВЯНКО М.В., РЯБОВА Н.В., ШЕВЧЕНКО О.Ю., ШУБКІНА О.В. *Розробка прототипу семантичного репозиторію документів та його інтеграція з розподіленим онтологічним порталом менеджменту освітніх і наукових ресурсів МОН України / Інформаційні технології в освіті. 2010. Вип. 7.– С. 117–126.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПОИСКА В ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Болотин Е.И.

(МИФИ, Москва)

eugenebolotin@gmail.com

Предложен подход к созданию методики, рекомендующей пользователям стратегию поиска, позволяющей повысить качество поиска для различных типов пользователей и баз данных. Модельные эксперименты выполнены в учебном процессе двух университетов.

Ключевые слова: документальные системы, поиск информации, спецификации запросов.

Введение

Развитие систем документального поиска, предоставляющих множество различных механизмов поиска, требует подготовки от конечного пользователя. Процесс поиска в данном случае становится многоступенчатым, на каждом этапе возможно использование различных механизмов поиска. В настоящее время остается открытым вопрос о стратегии поиска в документальных системах поиска. Под условиями поиска понимаются

точность спецификации исходного запроса, а также используемый инструментарий поисковой системы в процессе выполнения поиска.

Схемы и механизмы поиска автоматизированной информационно-поисковой системы (АИПС) строятся в предположении, что любая нетривиальная реальная информационная потребность не может быть удовлетворена одним или несколькими сразу найденными документами, а требует проведения серии поисков и выделения полезных фрагментов информации на каждой стадии развития запроса. Механизмы поиска по логическому выражению из терминов (вербальные) и поиска документов-аналогов (эвристические или невербальные) образуют полную группу механизмов поиска [1]. В работе предложен подход, позволяющий повысить качество поиска для различных типов пользователей и баз данных. Разработка использует экспериментальные данные учебного процесса.

1. Эксперименты по отработке стратегии поиска в учебном процессе

Рассмотрим типовые стратегии поиска с использованием описанных выше механизмов:

- от вербального поиска к эвристическому;
- от эвристического к вербальному.

Выдвинем гипотезу о том, что совместное использование вербальных и невербальных механизмов поиска повышать показатель полноты поиска. Для подтверждения гипотезы рассмотрим экспериментальные данные, собранные на основе проведения лабораторных работ студентов *Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»* и Плехановского института в рамках изучения дисциплины «Информационные системы». Студентам предлагалось осуществить исследование определенной темы с использованием АИПС Irbis [2].

Полученные в результате эксперимента данные были кластеризованы экспертом на несколько групп по тому, насколько точно задан исходный поисковый запрос. По данному критерию результаты были разделены на три группы:

- высокая компетенция: пользователь владеет поисковым инструментарием, а также предметной областью поиска
- средняя компетенция: пользователь неполно формирует запрос или не владеет инструментарием поиска
- низкая компетенция: пользователь не владеет темой и инструментарием.

По соответствию области поиска и профиля БД также производилась кластеризация на три группы:

- Точное соответствие: БД является профильной, монотематической и в точности соответствует области поиска
- Среднее соответствие: БД является профильной и политематической, одна из рассматриваемых тем соответствует области поиска
- Общее соответствие: БД является непрофильной.

Были получены результаты по компетентности пользователей и результаты по соответствию области поиска и профиля БД.

2. Анализ полноты и точности поиска для различных механизмов

Было показано, что точность соответствия области поиска профилю БД оказывает влияние на показатели полноты результатов механизмов поиска. Наиболее полные результаты обнаруживаются в профильной монотематической БД, соответствующей теме запроса, а наименее полные в непрофильной БД.

Также в случае поиска в профильной политематической или непрофильной БД показатель полноты эвристического поиска выше полноты вербальных методов.

Компетентность пользователей влияет на полноту и точность вербальных и невербальных методов. Так, невербальный автоматизированный поиск для некомпетентных пользователей обнаруживает большую долю релевантных документов, чем вербальный, так как входным параметром для невербального механизма является только группа отобранных релевантных документов. Таким образом, для некомпетентных пользователей,

показатели полноты и точности невербальных механизмов выше, чем вербальных.

В результате анализа данных эксперимента было обнаружено, что результаты студентов имеют большой показатель дисперсии от усредненных характеристик, представленных в данной работе. Среднее отклонение от математического ожидания составляет 29%, что перекрывает границы выделенных кластеров по компетентности и типам БД.

При проведении экспертной оценки условий поиска требовалось рассмотреть несколько поисковых запросов и проследить за «поисковым» поведением пользователя, а именно за тем, как он формирует и модифицирует эти поисковые запросы.

Рассмотрим подробнее процесс поиска с использованием различных механизмов. Вербальный поиск неравномерен по количеству получения новых результатов, т.к. каждое введенное понятие может определять различные подобласти исходной тематики. На определенной итерации поиска отсутствуют новые понятия, которые возможно включить в запрос для расширения области поиска. Это недостаток вербальных механизмов поиска, так как они не могут вывести пользователя за пределы используемой в запросе лексики. В таком случае целесообразно применение невербальных механизмов поиска. Невербальные механизмы при циклическом использовании достигают насыщения после нескольких итераций.

В результате проведения эксперимента было обнаружено, что независимо от соответствия области поиска профилю БД, а также компетентности пользователя итоговые результаты при использовании комбинации вербальных и невербальных механизмов поиска не дифференцированы по полноте поиска. Полученные результаты позволяют сформировать методику мультиаспектного поиска, которая предлагает циклическое использование вербальных и невербальных механизмов с целью расширения исходной лексики предметной области и нахождения документов, соответствующих этой лексике.

Экспериментальная проверка данной методики была осуществлена при разработке темы «Исследования по использованию тория в реакторах» с привлечением эксперта в области ядерной физики для формирования исходного представления о

проблемной области. Для исследования заданной области были использованы несколько документальных баз данных: профильной монотематической и профильной политематической. При поиске в профильной, монотематической БД потребовалось два цикла использования вербального/невербального поиска. Полученные результаты показывают целесообразность использования предложенной схемы для повышения полноты поиска.

Таким образом, было показано, что совместное использование вербальных и невербальных механизмов поиска позволяют получать высокие показатели полноты во всех приведенных случаях. В работе формируется обобщенная циклическая методика поиска, предлагающая повышать полноту поиска путем обнаружения новых понятий с помощью невербальных механизмов, когда вербальные достигают насыщения. Была проведена экспериментальная проверка предложенной методики для разработки темы «Исследования по использованию тория в реакторах». Полученные результаты показали ее эффективность и позволили повысить полноту поиска на 10%. Также была проведена проверка предположения о возможности определения условий поиска и компетентности пользователя по полученным характеристикам поиска. Полученные результаты студентов имели отклонение от среднего в 29%, перекрывая границы кластеров компетентности и типов БД. Таким образом, сделанное предположение было опровергнуто.

Литература

1. ГОЛИЦЫНА О.Л., МАКСИМОВ Н.В., ПОПОВ И.И. *Информационные системы* // Форум: Инфра-М, 2007, 496 стр.
2. МАКСИМОВ Н.В. *Документальная информационно-аналитическая система xIRBIS: программа для ЭВМ.* /

ИНФОРМАЦИОННО НАСЫЩЕННАЯ СРЕДА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВУЗОМ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ

Бочков В.Е.¹, Хицков Е.А.², Царьков Е.Н.¹

(1 – Евразийский открытый институт; Москва;

*2 – Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ»; Москва)*

VBochkov@eaoi.ru; Gh6@ya.ru, ETsarkov@eaoi.ru

Работа посвящена проблемам практической реализации системы комплексной информатизации всех процессов деятельности современного распределенного высшего учебного заведения. Рассмотрены подходы к разработке концепции системной комплексной информатизации вуза и результаты её реализации. Представлено описание преимуществ Глобальной электронной среды обучения (ГЭСО), которая обеспечивает возможность быстрого старта в области применения электронного обучения по программам среднего профессионального, высшего, послевузовского и дополнительного профессионального образования, а также существенную экономию на издержках в связи с внедрением и сопровождением корпоративных систем дистанционного электронного обучения.

Ключевые слова: экономика знаний, теория и практика управления знаниями, сетевая парадигма профессионального образования; функции субъектов системы управления образованием; современные модели распределенных вузов; инфраструктура современного образования и общества знаний; системная комплексная информатизация; эффективное управление знаниями, эпистемологический менеджмент, глобальная электронная среда обучения; портовые решения.

В настоящее время вопрос успешного построения общества знаний и инновационной знаниевой экономики академическое сообщество, политические круги и представители бизнеса различных стран тесно связывают с решением проблем инновационного развития системы высшего профессионального образования за счет формирования вузовских научно-образовательных

комплексов (в том числе распределенного типа) [3, с.111-118] и создания кадрово-технологических альянсов вузов с работодателями из бизнес-сообщества, академическими и отраслевыми учреждениями науки [3, с.111-118; 6].

Решение этих проблем тесно взаимосвязано с успехами в области развития инновационной инфраструктуры отечественного профессионального образования и решения актуальных проблем управления знаниями в образовательных учреждениях и в системе образования в целом [1, 2]. Эти проблемы связаны с разработкой и использованием в педагогической практике ряда организационных процессов и механизмов, направленных на создание, обеспечение обмена и использования знаний, формирование и поддержание базы знаний, а также обеспечение мотивации специалистов к сотрудничеству и обмену знаниями.

В связи с актуальностью проблемы формирования эффективных механизмов управления знаниями в системе образования можно выделить функции субъектов системы управления по её иерархическим уровням [1, с. 65-72; с.53-59; с.39-46], реализация которых в полной мере возможна лишь на основе системной информатизации всех процессов в учреждениях образования и в институтах управления этой сферой [3].

Анализ ситуации показывает, что сегодня в России отсутствует единый мотивированный подход по обоснованию выбора варианта реализации и применения ИКТ в распределенных образовательных учреждениях системы образования. Сегодня на рынке ИТ-технологий авторы работы, к сожалению, пока не нашли предложений по созданию функционально-полной системы.

Обилие на рынке ИТ-продуктов предлагаемых вариантов подхода к разработке систем информатизации деятельности вузов характеризует ситуацию, в которой отсутствуют объективные критерии для обоснования и выбора варианта реализации системы в соответствии с текущими реальными возможностями и конкретными потребностями вузов с распределенной инфраструктурой.

По этим причинам Евразийский Открытый Институт (ЕО-АИ), предпринял попытку устранить ряд присущих недостатков на стадии подхода к проектированию комплексной системы информатизации распределенного вуза.

Реализация проекта комплексной информатизации и автоматизации управления в ЕАОИ осуществляется поэтапно при безусловном выполнении принципа соответствия документационно-ориентированной модели процессов управления в вузе в рамках принятой системы менеджмента качества на основе модели Делового совершенства EFQM (Сертификат «Признанное совершенство 4 звезды»; рег. EFQM № R4E20110522-154154, май 2011 г.).

В результате была разработана и принята к реализации концепция, а также апробирована методология комплексной информатизации, где миссия системной информатизации распределенного (сетевое) вуза определена как создание условий для повышения эффективности работы и развития научно-образовательного комплекса распределенного типа для достижения наибольшей результативности его деятельности за счет внедрения современных информационных технологий. Прежде всего - в процессы подготовки квалифицированных и высококвалифицированных специалистов, профессиональной переподготовки и повышения квалификации кадров и в организацию проведения научных исследований.

Система комплексной информатизации распределенного вуза понимается как единая система управления информационными потоками во всех областях деятельности учебного заведения, его территориально-обособленных подразделений (филиалов и представительств) и партнерских организаций (обучение, научно-исследовательская работа и инновационная деятельность, управление ресурсами, включая персонал, финансовыми потоками и хозяйственная деятельность).

Отличительной особенностью применяемого подхода является представление высшего учебного заведения в виде автоматизированного человеко-машинного комплекса с *консолированными* ИТ-ресурсами, как единой системы формирования и управления информационными потоками во всех областях деятельности учебного заведения (обучение, научно-исследовательская и инновационная работа, хозяйственная деятельность, в том числе управление ресурсами, включая персонал, и финансовыми потоками и т.п.). Рассмотрение этого комплекса осуществляется с различных аспектов проблемы: со стороны разработчиков, обслуживающего персонала, пользовате-

лей всех уровней, руководителей, отвечающих за эффективность внедрения и использования комплекса.

Цель комплексного подхода к системной информатизации – создание современной, высокотехнологичной, гибкой, адаптивной, надежной, эффективной, интегрированной автоматизированной информационной системы, допускающей возможность эффективного дальнейшего развития. Каждая из вышеперечисленных характеристик системы глубоко и полно проработаны.

Реализация разработанной Концепции системной комплексной информатизации распределенного вуза позволила предоставить стимулирующие условия *обучающимся* для приобретения ими знаний и формирования необходимых в профессиональной деятельности компетенций; *преподавателям* - для повышения своего профессионального уровня и научного потенциала за счет активизации их деятельности при проведении научных исследований; *администрации* - для оптимизации административного управления и хозяйственной деятельности вуза, повышения профессионального уровня персонала.

Евразийский Открытый Институт сегодня активно использует сам и предлагает региональным партнерам в режиме аутсорсинга разработанную Глобальную электронную систему обучения (ГЭСО) путем предоставления прав пользования системой. Внедрение Глобальной электронной среды обучения в педагогическую практику партнерского учебного заведения позволит ему обеспечить быстрый *start-up* электронного обучения и его выход на перспективный рынок дистанционного образования. Это обеспечивает сокращение издержек на организацию и ведение учебного процесса, способствует уменьшению нагрузки на аудиторный фонд, оптимизации учебного процесса.

Литература

1. БОЧКОВ В.Е. *Моделирование и реализация системы управления знаниями и образовательной деятельностью в сетевых учреждениях открытого дистанционного образования на основе информационно-коммуникационных технологий.* /

Ж.: Качество. Инновации. Образование. М.: ЕЦК. Часть 1: 2007, № 3. С. 65-72; Часть 2: 2007, № 4. С.53-59; Часть 3: 2007, № 5. С.39-46.

2. БОЧКОВ В.Е. *Открытое дистанционное образование: его роль в экономическом развитии информационного общества и реального сектора национальной экономики.* / Монография. Научное издание. Серия «Система открытого дистанционного образования как институциональный инструментальный формирования экономики знаний». – М.: МГИУ, 2005. - 238 с.
3. БОЧКОВ В.Е. *Проектирование информационно-образовательной среды открытого дистанционного образования: системные подходы к формированию институционального элемента экономики знаний.*/ Монография. Научное издание. Серия «Система открытого дистанционного образования как институциональный инструментальный формирования экономики знаний». – М.: ИДО-МНМЦ «СОО» МГИУ, 2006. - 386 с.
4. БОЧКОВ В.Е., КОРОЛЕВ В.И., МОРОЗОВ А.В. *Человеческий, интеллектуальный и научный виды капитала – основа экономики предпринимательства: процессы их формирования и механизмы движения.* / Экономика России: перспективы в условиях глобализации. // Образование-экономика-право: процессы трансформации и критерии эффективности. Материалы VII Международной научной конференции. / Сост. и отв. ред. проф., д.э.н. В.Е. Бочков; проф., д.п.н. Ю.С. Руденко. - М.:МИЭМ, 2011. - 712 с., с.535-545.

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ»

Былкин Б.К., Соболев А.С., Степеннов Д.Б.
(ФГБУ «Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт», Москва)
dbs@dhtp.kiae.ru, bbylkin@rambler.ru, sobolev@kiae.ru

Представлен анализ разработки и введения в эксплуатацию Центра технической поддержки объектов использования атомной энергии в рамках концепции совершенствования информационной системы государственного контроля объектов использования атомной энергии.

Ключевые слова: объекты использования атомной энергии, информационная поддержка, автоматизированная система, повышение квалификации персонала.

Введение

В рамках развития концепции по совершенствованию системы информационной поддержки государственного контроля исследовательских ядерных установок при нормальной эксплуатации и возникновении нештатных ситуаций для двустороннего обмена данными между НИЦ — «Курчатовский институт» и Центром информационной поддержки Ростехнадзора используется автоматизированная система технической поддержки [1].

Моделирование, описание процессов, разработка структуры, архитектуры и решения в целом для такого объекта, как ситуационный центр, являются необходимыми составляющими проекта, т.к. обуславливают возможность анализа, модификации, и самое главное – тиражирования решения.

Поэтому данные проекта с условием адаптации для учебных целей, представляют собой взаимосвязанный комплекс методических, научных и технических сведений, актуальны для

применения при разработке учебных модулей по переподготовке персонала.

1. Моделирование системы и элементы анализа сред коллективной работы

Структурное моделирование системы выполнено с учетом требований руководящих указаний и подзаконных актов [2]. Так, план действий персонала центра технической поддержки при возникновении нештатной ситуации на объекте использования атомной энергии (рис. 1) разработан на основании нормативных документов по аварийной готовности.

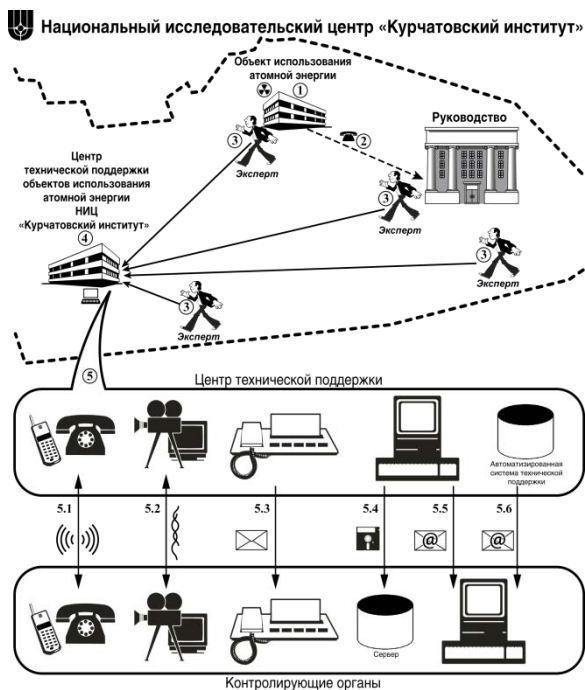


Рис. 1. План действий сотрудников НИЦ «Курчатовский институт» при возникновении нештатной ситуации на объекте использования атомной энергии

В таблице 1 перечислены основные этапы действий персонала при возникновении аварийной ситуации.

Таблица 1. Основные этапы действий персонала при возникновении аварийной ситуации

№	Основные действия сотрудников
1.	Передача оперативного сообщения об аварии сотрудником объекта использования атомной энергии.
2.	Получение оперативного сообщения об аварии на объекте использования атомной энергии руководством НИЦ «Курчатовский институт». Оповещение рабочих групп.
3.	Сбор экспертов в помещении Центра технической поддержки НИЦ «Курчатовский институт»
4.	Подготовка технических средств
5.	Передача сообщений согласно списку оповещения
5.1	Звонки со стационарных и мобильных телефонов
5.2	Проведение видеоконференцсвязи
5.3	Передача сообщений по факсу
5.4	Передача электронных документов на сервер
5.5	Отправка документов по электронной почте
5.6	Передача сообщений от автоматизированной системы технической поддержки

При возникновении нарушения в процессе эксплуатации, ответственное за информационный обмен должностное лицо на объекте использования атомной энергии производит регистрацию оперативного (первичного) сообщения о нарушении в автоматизированной системе технической поддержки.

Сообщение автоматически рассылается по электронной почте заинтересованным лицам (сотрудникам НИЦ «Курчатовский институт» и Ростехнадзора), при этом перечень уведомляемых лиц зависит от категории нарушения.

В процессе ликвидации/расследования нарушения ответственное за информационный обмен должностное лицо регистрирует предварительные (уточненные) сообщения о нарушении, которые также рассылаются заинтересованным лицам по электронной почте.

Автоматизированная система технической поддержки сохраняет информацию обо всех зарегистрированных в системе нарушениях, оперативных и предварительных сообщениях и обеспечивает к ней доступ для заинтересованных лиц. механизм загрузки на сервер автоматизированной системы технической поддержки и привязки к нарушениям файлов документов.

Для хранения документации, связанной с нарушением (отчет о расследовании, рабочая переписка и пр.) предусмотрен

Функция доступна как ответственным сотрудникам на ОИАЭ, так и сотрудникам Ростехнадзора, что позволяет вести единый архив документации.

Автоматизированная система технической поддержки (АСТП) осуществляет сбор и предоставление доступа к информации об ОИАЭ, включая хранение и предоставление доступа к документации проводимых на ОИАЭ работ.

2. Тестирование основных задач и тренировки по проверке организации и обеспечения функционирования системы

АСТП обеспечивает решение следующих задач:

- создание и сопровождение баз данных (БД) ОИАЭ, содержащих:
 - проектно-конструкторскую документацию;
 - эксплуатационную документацию;
 - данные по текущей эксплуатации;
 - оперативную информацию о состоянии объектов.
- информационно-техническая поддержка экспертных групп по направлениям (ИР, критические стенды, горячие камеры и пр.);
- информационное обеспечение аварийных тренировок на объектах.

Разработаны и опробованы в работе программные средства для проведения отслеживания сроков выполнения особо важных для руководства НИЦ «Курчатовский институт» документов. По отдельному заданию руководства в эту систему заведены:

- План мероприятий по устранению замечаний инспекции управления государственного надзора за ядерной и радиационной безопасностью Министерства обороны РФ
- План мероприятий по устранению замечаний инспекции ГК «Роастом»
- План мероприятий по устранению замечаний инспекции Ростехнадзора
- График проведения аварийных тренировок на объектах использования атомной энергии

В автоматическом режиме руководство извещается заблаговременно о приближении срока выполнения отдельных этапов Планов или срочно - о нарушении срока выполнения.

Для информационного сопровождения работы группы экспертов в Центре технической поддержки организован оперативный доступ к базам данных по документам аварийной готовности, по ядерной и радиационной безопасности, по лицензированию деятельности объектов использования атомной энергии.

Вывод о готовности центра технической поддержки к работе при возникновении нештатных ситуаций на объектах использования атомной энергии был сделан по итогам успешного проведения тренировки по проверке организации и обеспечения функционирования системы контроля Ростехнадзора при возникновении гипотетической аварии на исследовательском ядерном реакторе ИР-8 Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Тренировки в режимах, максимально приближенных к эксплуатационным, инструктаж и подготовка персонала на объектах, тестирование системы проведены с использованием разработанного комплекса документов по структуре, архитектуре, информационным технологиям по проекту.

Литература

1. СТЕПЕННОВ Д.Б., МАКСИМОВ С.Б. *Интеграция центра технической поддержки объектов использования атомной энергии РНЦ «Курчатовский институт» с системой информационного обеспечения ситуационно-аналитического*

центра Ростехнадзора. – В сб.: Научная сессия МИФИ-2010. XIV Выставка-конференция. Телекоммуникации и новые информационные технологии в образовании. Москва, 25-31 января 2010, с. 125-126.

2. СТЕПЕННОВ Д.Б., МАКСИМОВ С.Б., ШКУРАТОВА Е.Ю. *Интеграция данных об объектах использования атомной энергии в центре технической поддержки объектов использования атомной энергии РНЦ «Курчатовский институт».* – В сб.: Международная конференция выставка ИТО-2010, часть VI. Москва, МИФИ, 1-3 ноября 2010, с.56-61.

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

С.Н.Васильев
(ИПУ РАН)

Актуальной проблемой повышения эффективности применения компьютерных обучающих систем является проблема индивидуализации (персонификации) процесса обучения. Учет особенностей обучаемого предполагает контроль и поддержку хода выполнения им учебного задания.

Разработчиками наиболее продвинутых интеллектуальных обучающих систем (ИОС) предпринимаются попытки развития и реализации методов автоматического поиска решений задач (например, задач на доказательство) для наделения ИОС способностью верификации последовательности действий обучаемого. При этом, желание создать ИОС указанной степени интеллектуальности и неограниченной широты класса решаемых задач наталкивается на проблемы алгоритмической неразрешимости, необходимость привлечения эвристик предметной области с сужением разнообразия учебных задач и проблемы поиска условий разрешимости задачи в случае неполноты ее условий.

Организация адекватной помощи обучаемому наталкивается также на проблемы учета в ИОС текущего уровня знаний, умений и навыков обучаемого, его мотивационно-волевых характери-

стик, включая его индивидуальные предпочтения в типовых задачах выбора, возникающих по ходу учебного процесса.

В докладе рассматриваются методы решения указанных проблем.

ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ЛАНДШАФТА ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЦИОННЫХ СЦЕНАРИЕВ

Видякин Б.А.

*(Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ», ЗАО «Гринатом», Москва)*

Elena.Stepanova@mephi.ru

Рассмотрены аспекты процесса обучения для направления «моделирование процессов и анализ качества данных», а именно включение новых научных результатов по созданию единого хранилища для консолидации данных, полученных на этапах создания архитектурного ландшафта предприятия.

Ключевые слова: системный анализ, структура и архитектура информационной системы, бизнес-процессы, интеграционные сценарии.

Введение

Акцент в стандартах третьего поколения на введение новых научных результатов в учебные дисциплины и модули, предназначенные для обеспечения выполнения диссертаций бакалавриата и магистратуры фактически сближает расширенный процесс обучения с инновационным проектированием, где анализируются новые по функциональности или типу деятельности процессы, сложные процессы, а также бизнес- и технические конфликты, ошибки, возникающих на различных этапах жизненного цикла системы.

Особое внимание при построении общего архитектурного ландшафта предприятия уделяется интеграции, как между отдельными комплексами моделей, данных, сетевой инфраструктурой, относящимися к выполнению конкретной задачи, то есть так называемой «межпроектной», так и системной интеграции.

Межпроектная интеграция фактически определяет точки интеграции между проектами (по аналогии с точками контроля процессов или результатов обработки модулей в системе).

Системная интеграция имеет место в том случае, когда проект представляет собой совокупность информационных систем. При этом следует выделять межсистемные точки интеграции.

Применение методов и средств системного анализа особенно существенно в задачах, где математических аппарат описания сложный, используется тензорный анализ, количество ключевых показателей велико, требуются как статические, так и динамические описания, комплексирование различных методов и типов моделей. Подготовка квалификационной работы включает методическую часть и собственно описание разработки, поэтому проблематику формирования архитектурного ландшафта предприятия целесообразно включить в обзорные лекции и модули, предназначенные для учебного процесса.

1. О технологиях анализа данных в системе

В учебных модулях по теории экономических информационных систем, системному проектированию, методам стандартизации информационных технологий опробован материал по анализу иерархической структуры интегрированных информационных систем, рассмотрен компонент SAP NetWeaverBusinessIntelligence (BI), который позволяет анализировать данные различной природы, которые поступают в систему из модулей [1].

Выбор для включения в учебные модули таких примеров, как:

- структуры и архитектуры интеграции модулей SAP в распределенную информационную систему масштаба предприятия,
- процессов интеграции новых модулей через интеграционную шину SAP NetWeaverProcessIntegration (PI),

- анализа сценариев передачи данных, в том числе с применением интеграционной шины, в которой преобразуется формат данных и выполняется трансляция,

обусловлен потребностями инновационной отрасли промышленности в молодых специалистах, способных применять навыки учебного проектирования и быстро адаптироваться в ситуации реальных разработок.

Например, анализ подходов к проектированию единой среды нормативно-справочной информации (НСИ) масштаба предприятия для управления мастер-данными на практических занятиях рассмотрен на основе применения модуля SAP NetWeaver Master Data Management (SAP MDM).

Компоненты BI систем позволяют организациям анализировать разносторонние данные, которые поступают в систему из всех интегрированных подсистем. В аналитической обработке данных в режиме реального времени применяется многомерное представление агрегированных данных для обеспечения доступа к стратегически важной информации в целях углубленного анализа [2].

Поскольку интегрированная ERP- система представляет собой комплекс многомерных распределенных баз данных, то целесообразно в каждой системе вести свою базу данных или файлы с данными, после чего производить синхронизацию с единым хранилищем данных.

2. Актуальность анализа новых решений по формированию архитектурного ландшафта

Поскольку корпоративная информационная система строится на основании комплексного описания бизнес-процессов, появляется возможность сформировать интегрированный архитектурный ландшафт предприятия. Практика разработки проектов для предприятий Росатома показала, что необходимо бывает объединить:

- системы, которые уже разработаны и находятся в промышленной эксплуатации;
- системы, которые находятся на стадии разработки;

- системы, которые будут разработаны в будущем с учетом развития предметной области предприятия.

Бизнес-процессы являются ключевым фактором выделения интеграционных потоков данных между проектами или системами. Связь бизнес-процессов и технологических процессов, достигается путем создания интеграционных сценариев. Интеграционный сценарий – это процесс объединения в единую карту бизнес-процессов технологических потоков данных и информационных систем.

Ключевым моментом при построении интегрированной системы является создание интеграционной платформы (интеграционной шины), охватывающие все системы, которые участвуют в архитектурном ландшафте предприятия. Исключение представляют собой те системы, которые интегрируются только между собой и впоследствии представляют собой композитную информационную систему, которая через интеграционную шину взаимодействует со всеми системами составляющие единый архитектурный ландшафт. Путем создания единого хранилища данных можно консолидировать данные, полученные на всех этапах создания архитектурного ландшафта предприятия, используя интеграционные методы.

Фактически методическая поддержка введения новых научных результатов в учебный процесс университета и структуры переподготовки персонала инновационных проектов лежит в русле регистра «Industrial and applied mathematics». Примером таких материалов может служить внедренная в университетах – участниках Учебно-методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области прикладных математики и физики серия учебных пособий, лабораторных практикумов «Виртуальный технопарк» [3].

Автор признателен Руководителю Научно-педагогической группы "Интегрированные системы" за помощь в работе и внимание.

Литература

1. СТЕПАНОВА Е.Б., БЕЛКИН А.Ю., ВИДЯКИН Б.А. *Моделирование работы со стандартизованными учебно-методическими комплексами в распределенной информационно-образовательной среде*. Телематика 2010: труды VII Всероссийской научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 21-24 июня 2010 г.). - Санкт-Петербург: Изд. Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2010. – Т.1 (секция А). – С.121-122.
2. ВИДЯКИН Б.А. *Разработка системного описания процесса упреждающей переподготовки персонала в профильных пунктах НИЯУ*. Научная сессия МИФИ-2011. Сборник научных трудов. – М.: МИФИ, 2011. - XV Выставка-конференция «Телекоммуникации и новые информационные технологии в образовании». — С. 117-118.
3. Е.Б. Степанова. Серия учебно-методических пособий с грифом "Рекомендовано для ВУЗов" «Виртуальный технопарк»: лабораторный практикум: учебное пособие. – М.: МФТИ, 2007. – 383с

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МЫШЛЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Вольфенгаген В.Э.

(ГК "ЮрИнфоР"/НИЯУ МИФИ/МФТИ, Москва)

vew@jmsuice.msk.ru

В работе отражен краткий анализ дискуссии, возникшей в связи с выработкой представления о компьютеринге. Для примера обсуждаются наиболее плодотворные для компьютеринга особенности оболочки Каруби.

Ключевые слова: компьютеринг, представляющая категория.

Введение

В работе отражен краткий анализ дискуссии, возникшей в связи с выработкой представления о компьютеринге. Наиболее важными оказываются следующие темы: компьютерные науки как наука; система основных принципов; в чем состоит вычислительное, или компьютеринговое мышление; является ли вычислительное мышление единственно приемлемым для компьютерных наук; соответствует ли вычислительное мышление компьютерным наукам [5]. Отстаиваемые доводы сводятся к следующему: (1) вычисление нельзя устранить не только из метода исследования, но и из предмета исследования -- того, что исследуется и (2) действительная ценность компьютерных наук заключается в тех выводах, которые специалисты могут сделать на основе своей экспертизы, пользуясь достаточно богатой и глубокой системой рассуждений.

Для примера обсуждаются наиболее плодотворные для компьютеринга особенности специальной категории, называемой оболочка Каруби [4], [1], которая позволяет лаконично выразить весь запас знаний, имеющийся относительно операторов, в терминах комбинаторной логики [2]. При этом типы также кодируются объектами. Тем самым выполняется погружение типового приложения в бестиповую программную среду [3].

1. Основания компьютеринга

Образование в компьютерных науках в настоящее время находится в состоянии непрерывного развития. Некоторые разделы, в особенности по теории вычислений и вычислительной математике, считаются достаточно установившимися. Вместе с тем сам процесс обучения только подводит к возможности выработки видения предметной области и решаемой задачи в терминах объектов и взаимодействия между ними. На сегодня в учебных программах по компьютерным наукам не представлены в должном объеме и с должными акцентами формализмы исчислений объектов. Вместе с тем комбинаторная логика -- сравнительно молодая наука, -- в университетах, по сути, не изучается вовсе, хотя для компьютерных наук она играет приблизи-

тельно ту же роль, что и теоретическая физика для физики. Таким образом, развитие систематических навыков вычисления с объектами вполне возможно через теоретические компьютерные науки, но это требует значительных интеллектуальных усилий.

Исследовательская работа в программировании часто начинается с выбора объемлющей теории, то есть теории-оболочки, в которой удобно представлять и исследовать вновь разрабатываемые механизмы. При необходимости установления и поддержания системы типов возникает необходимость в использовании такой теории-оболочки, которая позволяет устанавливать и рассматривать различные идеи, касающиеся типов. По всей вероятности, в оболочке лучше совсем отказаться от какой-либо априорной идеи типизации. Другими словами, приходится иметь дело с бестиповой теорией, и хорошим примером такого рода служит бестиповое λ -исчисление.

В настоящей работе обсуждается установление связи теоретико-категорных понятий с понятиями бестипового λ -исчисления.

2. Оболочка Каруби как универсум для рассуждений

Пусть \dots – совокупность термов некоторого исчисления λ -конверсий. Оболочкой Каруби для \dots , обозначаемой через $\mathcal{K}(\dots)$, будем считать категорию, определяемую следующим образом. Положим $a \circ b \equiv \lambda x.a(bx)$ для a, b принадлежащих \dots , где \circ – знак композиции функций. Помимо того, воспользуемся следующими обозначениями:

- $a \in \dots \mid a \circ a = a$ -- множество объектов категории,
- $\{f \in \dots \mid b \circ f \circ a = f\}$ -- множество морфизмов, $\text{Hom}(a, b)$,
- id -- тождественный морфизм, $id \circ a = a$,
- $f \circ g$ -- композиция морфизмов.

1.1. ФОРМИРОВАНИЕ КАТЕГОРИИ $\mathcal{K}(\dots)$

Показать, что $\mathcal{K}(\dots)$ – категория, предоставляется читателю. Это опирается на следующие равенства:

$$A = \lambda x. A(A(x)) = A \circ A, \quad (A)$$

$$F = \lambda x. B(f(A(x))) = B \circ f \circ A. \quad (f)$$

1. Декартово произведение:

$$A \times B = \lambda u \lambda z. z(A(u(\lambda x \lambda y. x)))(B(u(\lambda x y. y))).$$

2. Проекция на первый и на второй элемент соответственно:

$$p_{AB} = \lambda u. (A \times B)(u)(\lambda x \lambda y. x), \quad p_{AB} : A \times B \rightarrow A;$$

$$q_{AB} = \lambda u. (A \times B)(u)(\lambda x \lambda y. y), \quad q_{AB} : A \times B \rightarrow B.$$

3. Спаривание функций:

$$\langle f, g \rangle = \lambda t \lambda z. z(f(t))(g(t)) = \lambda t. [f(t), g(t)],$$

$$f : C \rightarrow A, \quad g : C \rightarrow B, \quad \langle f, g \rangle : C \rightarrow (A \times B).$$

4. Множество отображений (функциональное пространство): $(A \rightarrow B) = \lambda f. B \circ f \circ A.$

5. Аппликация (приложение функций к аргументу):

$$\varepsilon_{BC} = \lambda u. C(u(\lambda x y. x)(B(u(\lambda x y. y))))),$$

$$\varepsilon_{BC} : (B \rightarrow C) \times B \rightarrow C.$$

6. Функция каррирования, то есть перевода «обычных» функций в аппликативный вид, названа в честь Х. Карри (еще раз напоминаем: часто эту функцию обозначают через $\underline{\underline{Curry}}$; в данном случае полагаем, что $Curry \equiv \lambda$, то есть функцию каррирования обозначаем через $\underline{\underline{\lambda}}$):

$$\lambda_{ABC} h = \lambda x \lambda y. h(\lambda z. z(x)(y)),$$

$$h : (A \times B) \rightarrow C, \quad \lambda_{ABC} h : A \rightarrow (B \rightarrow C).$$

1.2. ФОРМУЛИРОВКА УТВЕРЖДЕНИЯ

Требуется доказать следующее:

– Свойства проекций:

$$p_{AB} \circ \langle f, g \rangle = f, \quad q_{AB} \circ \langle f, g \rangle = g, \quad \langle p_{AB} \circ h, q_{AB} \circ h \rangle = h.$$

– Пусть $h : (A \times B) \rightarrow C$, $k : A \rightarrow (B \rightarrow C)$.

$$\text{Тогда } \varepsilon \circ \langle \lambda h \rangle \circ p, q \rangle = h, \quad \lambda(\varepsilon \circ \langle k \circ p, q \rangle) = k,$$

$$\text{где } \lambda = \lambda_{ABC}, \quad p = p_{AB}, \quad \varepsilon = \varepsilon_{BC}, \quad q = q_{AB}.$$

Доказательство утверждения. Доказательство сводится к проверке свойств введенных объектов и оставляется читателю, который на их основе может ввести семейство подходящих объектов метаданных.

Литература

1. ВОЛЬФЕНГАГЕН В.Э. *Методы и средства вычислений с объектами. Аппликативные вычислительные системы.* – М.: JurInfoR Ltd., АО «Центр ЮрИнфоР», 2004. – xvi+789 с. Издание поддержано грантом РФФИ, проект 03-01-14055-д. – 789 с.
2. ИСМАИЛОВА Л. Ю. *Логика объектов.* / В кн. [1], с. 613-630.
3. КОСИКОВ С. В. *Логика функциональности.* / В кн. [1], с. 595-612.
4. КОСИКОВ С.В. *Информационные системы: категорный подход.* -- Под ред. к.т.н. Л.Ю. Исмаиловой. – М.: АО «Центр ЮрИнфоР», 2005. -- 96 с.
5. WOLFENGAGEN V.E. *Applicative computing. Its quarks, atoms and molecules.* -- Fundamental Basics of Information Technologies Series. -- Center «JurInfoR», Moscow, 2010.

ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ВУЗА

Данилов А.Н., Столбов В.Ю.

(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)
ck@pstu.ru

Рассматривается применение энтропийного подхода к управлению образовательной деятельностью университета на этапе перехода на новые образовательные стандарты. Предлагается приращение энтропии связывать со степенью открытости образовательной системы. Вводится мера открытости образовательных программ подготовки бакалавров и магистров, которая позволяет управлять процессом их проектирования.

Ключевые слова: энтропийный подход, степень открытости образовательной системы, управление приращением энтропии.

Введение

В связи с переходом российской высшей школы на новые стандарты в рамках компетентностной парадигмы образования резко возрастает степень неопределенности в системе подготовки специалистов, что, в свою очередь, приводит к дезорганизации образовательных систем, т.е. к разрушению существующих структур в организации учебного процесса и управлении образовательной деятельностью вузов. Увеличение неопределенности в образовательной системе связано со следующими факторами[1]: субъективное формулирование целей и результатов образования через заявленный набор общекультурных и профессиональных компетенций выпускника вуза с учетом требований потребителей; резкая диверсификация образовательных программ по профилю и уровню подготовки выпускников ВПО, ДПО и ППО; переход на индивидуальные образовательные траектории в рамках кредитно-модульной организации учебного процесса в вузе.

Все это приводит снижению порядка в образовательной системе вуза, количественной мерой которого является *энтропия* системы. Другими словами, образовательная система вуза на данном этапе находится в неравновесном состоянии и поэтому в ней должны произойти структурные изменения, способствующие достижения нового устойчивого состояния. Возможны два пути в управлении образовательной системой. Исследовать поведение и взаимодействие всех элементов системы (участников образовательной деятельности), т.е. исследовать поведение системы на микроуровне, что не очень продуктивно и мало эффективно, или исследовать поведение системы на макроуровне, управляя ее порядком путем снижения или повышения энтропии. При этом можно целенаправленно создавать новые структуры и управлять порядком системы путем добавления в нее отрицательной энтропии (негэнтропии), повышая одновременно открытость системы для повышения возможности ее упорядочения.

1. Энтропия и открытость системы

Следует отметить, что система обладает определенной самостоятельностью по отношению к элементам, ее образующим. Как отмечено в [2], наблюдая за поведением каждого элемента и зная все свойства этих элементов, невозможно предвидеть их коллективное поведение, зависящее как от влияния внешней среды, так и от взаимодействия между элементами. Например, изучая поведение каждого студента, нельзя предсказать изменение организации образовательной деятельности вуза. Поэтому управление организацией сложной системы более эффективно проводить на «макроуровне», а в качестве меры организованности системы выбрать энтропию S .

Известно [2], что в абсолютно замкнутой системе все необратимые процессы сопровождаются увеличением энтропии, по окончании которых энтропия принимает максимальное значение, т.е. приращение энтропии не может быть отрицательным. Однако абсолютно замкнутых систем в природе не существует. Реальные системы можно считать приблизительно замкнутыми. В работе [3] показано, что существует такая степень не замкнутости (открытости) системы, при которой закон возрастания энтропии действует. При этом внешнее воздействие на систему ограничивает число возможных микросостояний, уменьшая ее энтропию. Тогда можно сравнивать энтропию открытых систем. Для этого, следуя работе [3], введем некоторый феноменологический параметр α , который назовем *степенью открытости системы*. Данный параметр характеризует величину всех изменений, которые произошли с системой в результате ее взаимодействия с энтропостатом (внешним миром). В [3] показано, что:

$$(1) \quad S_{\alpha=0} > S_{\alpha_1} > S_{\alpha_2} > \dots,$$

где $\alpha_2 > \alpha_1$; $S_{\alpha=0} = S_{A3}$ – энтропия абсолютно замкнутой системы.

Из (1) следует, что для каждой степени открытости системы α существует свое стационарное значение S_α . При этом, если энтропия в системе больше этого значения, то в системе будут преобладать процессы, уменьшающие энтропию, и наоборот, если $S < S_\alpha$, то в системе будут преобладать процессы, увеличивающие энтропию.

Тогда изменение энтропии системы со степенью открытости α в стационарном состоянии равно:

$$(2) \quad \Delta S_{\alpha} = \Delta S_{A3} + \Delta S_{\alpha}^*.$$

Из (2) следует, что в открытой системе общее приращение энтропии складывается из всегда положительного приращения $\Delta S_{A3} > 0$, обусловленного исключительно действием закона возрастания энтропии, и отрицательного приращения $\Delta S_{\alpha}^* < 0$. Величина ΔS_{α}^* характеризует критический уровень упорядочения системы, которому однозначно соответствует степень открытости системы α . Отсюда следует вывод, что размыкание системы приводит к ее упорядочению и самоорганизации, а замыкание – к дезорганизации, т.е. управлять порядком в системе возможно с помощью изменения ее степени открытости. Однако, размыкая систему с целью ее самоорганизации, необходимо следить, чтобы интенсивность размыкания (скорость возрастания степени открытости системы) не превысила некоторый порог, выше которого система, не успев самоорганизоваться, потеряет устойчивость и разрушится.

2. Управление скоростью возрастания степени открытости образовательных систем при переходе на ФГОС ВПО

Рассмотрим подготовку бакалавров и магистров в техническом вузе. Пусть в рамках перехода на ФГОС ВПО требуется провести управление процессом индивидуализации подготовки бакалавров и магистров.

Благодаря внешнему воздействию со стороны государства (введению ФГОС ВПО по направлениям и уровням подготовки) система подготовки бакалавров стала более открытой. Это связано с тем, что ФГОС ВПО предполагает переход к компетентностной парадигме, в рамках которой каждый студент может строить свою индивидуальную образовательную траекторию, обеспечивающую формирование индивидуальной компетентностной модели выпускника (КМВ). Это, в свою очередь, обуславливает необходимость вузу формировать каждому студенту ин-

дивидуальный рабочий учебный план освоения основной образовательной программы (ООП), что требует больших материальных затрат и реорганизации всего учебного процесса.

Очевидно, что если вуз сразу перейдет на индивидуальную подготовку бакалавров, то учебный процесс не сможет быстро перестроиться (не хватит аудиторного фонда, квалифицированных преподавателей, лабораторной базы и т.п.) и образовательная система может разрушиться. Реорганизацию учебного процесса целесообразно проводить постепенно. Для этого необходимо провести оценку степени открытости системы α и критической скорости ее возрастания.

В качестве меры, характеризующей степень открытости системы подготовки бакалавров по некоторому направлению ВПО, предлагается взять показатель, включающий количество КМВ, согласованных с основными работодателями, отнесенное к числу студентов, поступивших на данное направление, и относительный объем дисциплин по выбору студентов, запланированных в ООП. Степень открытости образовательной системы α в этом случае можно оценить по следующей формуле:

$$(3) \quad \alpha = \frac{1}{2m} \left(n - 1 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{t_i m_i}{T_i} \right),$$

где m – число студентов, поступивших на ООП; n – число КМВ (рабочих учебных планов), реализуемых в рамках ООП; t_i – объем элективных учебных дисциплин, запланированных в i -м учебном плане; T_i – объем вариативной части в i -м учебном плане; m_i – количество студентов, обучающихся по i -у учебному плану.

Очевидно, что, если в вузе реализуется полная индивидуализация образования, т.е. число КМВ (соответственно и число рабочих учебных планов) равно числу студентов и предлагается широкий выбор учебных дисциплин, то для такой системы подготовки $\alpha = 1$.

Теперь проведем оценку скорости возрастания степени открытости образовательной системы бакалавриата. В данном случае это можно сделать, если оценить скорость увеличения объема дисциплин по выбору студентов, запланированную в каждом учебном плане ООП. Вряд ли целесообразно большой

объем учебных дисциплин по выбору планировать на первые два года обучения или весь объем планировать на один год обучения (хотя это является возможным). Более рациональным, на наш взгляд, является постепенное возрастание по годам объема учебных дисциплин по выбору студентов. Например, пусть в учебном плане объем элективных дисциплин запланирован в количестве 50 % от объема вариативной части ООП. Тогда можно предложить следующее распределение, представленное на рис.1 (распределение 1): первый год дисциплины по выбору студентов не планируются, во второй – до 10%, в третий – до 15%, а в четвертый – до 25% от объема вариативной части ООП, выделенной на соответствующий учебный год. Возможен другой вариант распределения α по учебным годам, представленный функцией 2 на рис. 1. При данном варианте основной объем элективных дисциплин запланирован на 3-й год обучения. В этом случае максимальный рост степени открытости системы равен 0,25, что может быть критичным для организации учебного процесса. В любом случае вопрос эффективного распределения α по учебным годам подготовки бакалавров является предметом дополнительного исследования в каждом вузе.

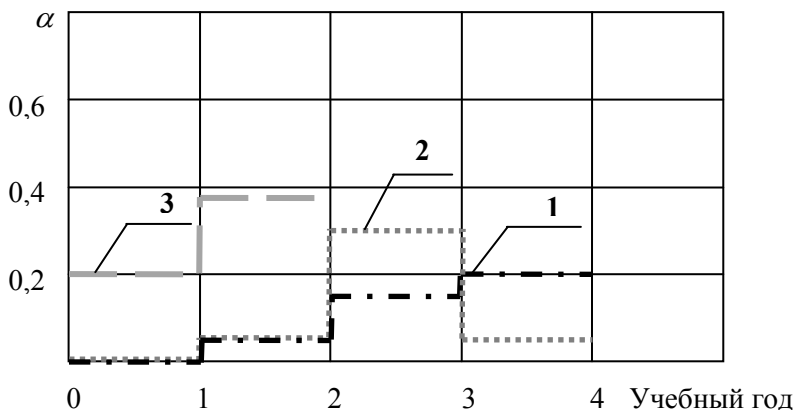


Рис. 1. Различный рост степени открытости систем подготовки бакалавров (1,2) и магистров (3)

Для магистерской подготовки ситуация несколько иная. Обычно учебные магистерские группы значительно меньше ба-

калаврских (не более 8 студентов) и мотивация магистрантов к обучению выше. Поэтому степень открытости системы подготовки магистров может быть больше, чем у бакалавриата. Возможный вариант распределения α по учебным годам для магистратуры представлен функцией 3 на рис. 1, при котором предусмотрен равномерный рост степени открытости степени за счет увеличения объема элективных дисциплин ООП магистратуры.

Литература

1. ГИТМАН М.Б., СТОЛБОВ В.Ю., ГИЛЯЗОВ Р.Л. *Управление социально-техническими системами с учетом нечетких предпочтений*. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 272с.
2. ХАКЕН Г. *Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. Изд. 2-е, доп.* – М.: КомКнига, 2005. – 248с.
3. ШАПОВАЛОВ В.И. *Основы теории упорядочения и самоорганизации*. – М.: Фирма «Испо-Сервис», 2005. – 296с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ КОМБИНИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В СПОРТИВНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ

Егоров К.И.¹, Новиков Н.А.², Семенов А.В.²

(1 – Академия управления МВД; 2 – Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва)

novikov@prosambo.ru

В настоящее время в практике подготовки единоборцев всё большее значение приобретает использование современных информационных технологий. В данной работе предлагается система, предназначенная для поддержки учебно-тренировочного процесса при обучении спортивным единоборствам (на примере борьбы самбо).

Ключевые слова: электронный тренажер, обучение единоборствам, информационные технологии в спорте.

Введение

Обилие в открытом доступе информационных материалов в области самозащиты, затрудняет восприятие реальных задач, как в теоретическом изучении единоборств, так и в формировании навыков применения технических действий защиты и нападения. Это обуславливает необходимость упорядочения и систематизации технического арсенала приемов борьбы самбо.

В связи с этим на базе существующих информационных систем, предназначенных для обучения борьбе самбо ([1], [2]) предлагается разработка и использование электронного тренажера для различных видов спортивных единоборств.

1. Информационная система для обучения приемам единоборств

Информационная система обучения приемам борьбы самбо [1] представляет собой электронное учебное пособие по технике выполнения приемов, основу которого составляет база данных (БД) болевых приемов, содержащая систематизированную информацию о приемах борьбы, сгруппированных по признакам сложившейся ситуации.

Данная система отражает организацию комбинированного процесса обучения борьбе самбо, сочетающего применение информационных технологий с практическими занятиями в спортивном зале.

Используемая структура БД позволяет хранить как приемы спортивной борьбы, так и специальные приемы защиты и нападения. Таким образом, помимо обучения спортивным единоборствам, рассматриваемая система может применяться в области профессиональной подготовки сотрудников силовых структур с учетом особенностей решаемых ими задач [2].

На основе информационной системы обучения приемам борьбы самбо разработан электронный тренажер для поддержки процессов обучения спортивным единоборствам.

2. Электронный тренажер в спортивных единоборствах

Электронный тренажер в спортивных единоборствах предназначен для обучения спортсменов различным тактическим действиям. Тренажер позволяет моделировать различные тактико-технические действия и выбирать конкретные тактические схемы достижения наилучшего результата в конкретной схватке или в турнире.

Планируя ход предстоящей борьбы, спортсмен использует БД для получения сведений о возможных результатах ответных действий на свою атаку или защиту, при этом используемая структура БД позволяет учитывать особенности конфликтной ситуации: уровень вооруженности конфликтующих сторон, варианты прямых и ответных приемов. На основе личного соревновательного опыта спортсмен принимает окончательное решение о выборе конкретной тактической схемы ведения поединка.

Помимо базы данных приемов самбо в тренажер включен комплекс обучающих программ «боевое самбо», содержащий видеоряды, тексты, иллюстрации и звуковое сопровождение защитных действий обучаемого от более чем 500 способов нападения вооруженного и невооруженного противника. Кроме того, реализована возможность дистанционного использования электронного тренажера при помощи сети Интернет (рис. 1).

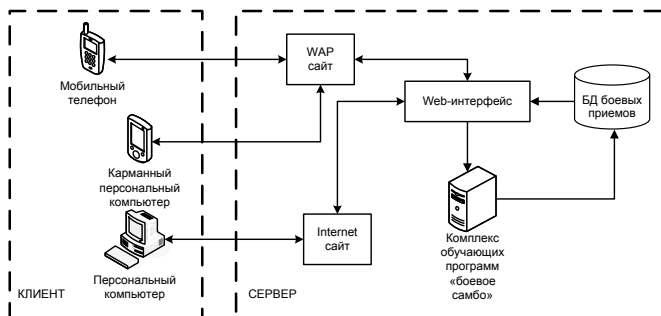


Рис. 1. Схема взаимодействия пользователя с электронным тренажером

Литература

1. НОВИКОВ Н.А. *Информационное обеспечение диалоговой автоматизированной обучающей системы для борьбы самбо: Учебное пособие.* — М.: МИФИ, 1985. — 80с.
2. НОВИКОВ Н.А., ЕГОРОВ К.И. *Информационное обеспечение компьютерной системы обучения боевым приемам // III международная научно-практическая конференция, посвященная памяти профессора Е.М. Чумакова.*— М.: РГУФКСиТ, 2003. С.151-152.

СТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ЗНАНИЙ

Жуков Д.О.¹, Самойло И.В.²

(1 – Институт криптографии, связи и информатики, Москва,

2 – Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова)

zhukovdm@yandex.ru, samoilo@yandex.ru

Рассмотрены новые подходы к математическому моделированию управления процессами обучения. Показано, что на основе стохастической формализации этих процессов, для их описания может быть выведено уравнение типа уравнения Колмогорова позволяющее сформулировать краевую задачу для описания динамики и самоорганизации знаний.

Ключевые слова: стохастическая динамика, управление знаниями, уравнение Колмогорова, краевая задача.

Введение

Обучение и управление знаниями в силу присутствия человеческого фактора, можно отнести к классу стохастических процессов, которые (при определенных условиях), можно рассматривать как полумарковские процессы (вероятность перехода при которых из одного состояния в другое зависит как от это-

го состояния, так и от состояния, в которое будет осуществлен следующий переход [1]). Согласно исследованиям, процесс обучения может быть представляется в виде графа переходов из одного состояния знаний в другое в некотором интервале времени.

Любой процесс обучения можно рассматривать как пошаговый процесс, на каждом шаге которого обучаемый получает какое-то количество учебной информации (измеряемое числом смысловых зачетных единиц или условных баллов). Из-за различия индивидуальных способностей каждый человек должен на одном шаге обучения получать различное количество учебной информации. С другой стороны, вследствие специфики памяти, каждому человеку свойственно забывать определенное количество полученной информации. Величина забытой информации также является индивидуальным параметром обучаемого.

Стохастическая динамика знаний

Пусть i -обучаемый должен достигнуть состояния обученности L_i (L_i – сумма всех смысловых зачетных единиц, или условных баллов, которые должен иметь/знать i -обучаемый к концу обучения). Введем время длительности одного шага обучения τ_0 . На одном шаге обучения длительностью τ_0 , одним обучаемым может быть получено ε - единиц учебной информации и забыто ζ - учебных единиц. После каждого шага обучаемый переходит в одно из k -возможных состояний, которое задается тем количеством учебной информации, которая есть у обучаемого в данный момент времени (k может принимать значение от 0 до L). Введем понятие вероятности нахождения состояния обучаемого в том или ином значении.

Пусть, после некоторого числа шагов обучения h : $P_{x-\varepsilon, h}$ – это вероятность того, что i -обучаемый обладает уровнем знаний, равным $(x-\varepsilon)$ единицам; $P_{x, h}$ – уровнем знаний равным x -учебным единицам и $P_{x+\zeta, h}$ – уровнем знаний равным $(x+\zeta)$ учебным единицам.

Таким образом, можно ввести вероятность $P_{x, h+1}$ того, что на следующем $(h+1)$ шаге обучения обучаемый будет знать x - единиц учебной информации, которая будет равна (см. рис. 1):

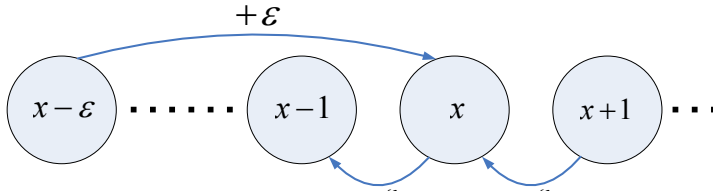


Рис. 1. Схема возможных переходов между состояниями обученности для i -обучаемого на $h+1$ шаге обучения

$$(1) P_{x,h+1} = P_{x-\varepsilon,h} + P_{x+\zeta,h} - P_{x,h}$$

Введем $t = h \cdot \tau_0$, где t – время процесса обучения, h – номер шага, τ_0 – длительность одного шага. Переходя от h к t получим:

$$(2) P(x,t+\tau_0) = P(x-\varepsilon, t) + P(x+\zeta, t) - P(x, t)$$

Раскладывая уравнение (2) в ряд Тейлора и учитывая в правой и левой части полученного уравнения не более чем вторые производные получим:

$$\tau_0 \frac{\partial P(x,t)}{\partial t} + \frac{\tau_0^2}{2} \frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial t^2} + \dots = (\xi_i - \varepsilon_i) \frac{\partial P(x,t)}{\partial x} + \frac{\varepsilon_i^2 + \xi_i^2}{2} \frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial x^2}$$

На основании выше предложенного уравнения в случае описания линейной динамики краевая задача управления может быть сформулирована на основе следующего уравнения:

$$(1) \frac{\partial \rho(x,t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 \rho(x,t)}{\partial x^2} - b \frac{\partial \rho(x,t)}{\partial x}$$

Для нелинейной задачи самоорганизации знаний, уравнение имеет более сложный вид:

$$(2) \frac{\partial \rho(x,t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 \rho(x,t)}{\partial x^2} - b \frac{\partial \rho(x,t)}{\partial x} - c \frac{\partial^2 \rho(x,t)}{\partial t^2}$$

Где $\rho(x,t)$ - плотность вероятности обнаружения состояния обученности i - обучаемого в одном из возможных значений,

$$a = \frac{\varepsilon_i^2 + \xi_i^2}{2\tau_0}, \quad b = \frac{\varepsilon_i - \xi_i}{\tau_0}, \quad c = \frac{\tau_0}{2}, \quad \tau_0 - \text{длительность одного шага}$$

обучения, ε - количество единиц учебной информации, получаемой обучаемым на одном шаге, ξ – количество единиц учеб-

ной информации, забываемой обучаемым на одном шаге, x_0 – количество учебной информации, имеющееся у обучаемого к моменту начала обучения, t – время обучения, L – граница обученности, которую необходимо достигнуть.

Для линейного процесса, описываемого уравнением (1), использование методов операционного исчисления для плотности вероятности $\rho_1^I(x, t)$ и $\rho_2^I(x, t)$ обнаружения состояния обученности i -обучаемого в одном из значений на отрезке от 0 до L приводит к следующим уравнениям:

$$\rho_1^I(x, t) = \frac{2}{L} \cdot \exp\left\{-\frac{(x_0 - x) + bt/2}{2a/b}\right\} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \sin(\pi n x_0/L) \sin(\pi n(L-x)/L) \exp\left\{-\frac{(\pi n)^2 at}{L^2}\right\}$$

при $x > x_0$,

$$\rho_2^I(x, t) = \frac{2}{L} \cdot \exp\left\{-\frac{(x_0 - x) + bt/2}{2a/b}\right\} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \sin(\pi n x/L) \sin(\pi n(L-x_0)/L) \exp\left\{-\frac{(\pi n)^2 at}{L^2}\right\}$$

при $x \leq x_0$.

В случае самоорганизации знаний (см. уравнение (2)), для плотности $\rho_1^{II}(x, t)$ и $\rho_2^{II}(x, t)$ вероятности обнаружения состояния обученности i -обучаемого в одном из значений на отрезке от 0 до L можно получить следующие уравнения:

$$\rho_1^{II}(x, t) = \frac{2}{L} \cdot \exp\left\{-\frac{(x_0 - x) + bt/2}{2a/b}\right\} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \sin(\pi n x_0/L) \sin(\pi n(L-x)/L) \operatorname{ch}\left\{\frac{t}{\tau_0} \sqrt{1 - \frac{b^2}{2a} - 2a \frac{(\pi n)^2 \tau_0}{L^2}}\right\}$$

при $x > x_0$,

$$\rho_2^{II}(x, t) = \frac{2}{L} \cdot \exp\left\{-\frac{(x_0 - x) + bt/2}{2a/b}\right\} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \sin(\pi n x/L) \sin(\pi n(L-x_0)/L) \operatorname{ch}\left\{\frac{t}{\tau_0} \sqrt{1 - \frac{b^2}{2a} - 2a \frac{(\pi n)^2 \tau_0}{L^2}}\right\}$$

при $x \leq x_0$.

Если вычислить функцию $Q_i(t) = 1 - P(L, t)$, где

$$P(L, t) = \int_0^{x_0} \rho_2^j(x, t) dx + \int_{x_0}^L \rho_1^j(x, t) dx$$

то функция $Q_i(t)$ будет задавать вероятность того, что необходимый порог обученности L окажется к моменту времени t достигнутым, в условиях, когда происходит структуризация и самоорганизация знаний ($j = II$), и при линейном процессе ($j = I$).

Предложенные математические модели линейной и нелинейной динамики знаний являются фундаментом для разработки алгоритмов управления процессами обучения на различных уровнях образования с учетом особенностей процесса освоения знаний каждого обучаемого.

Литература

1. МАЙН Х., ОСАКИ С. *Марковские процессы принятия решений*. – М., «Наука», 1977. – 75 с.

ВОЗМОЖНОСТИ АППЛИКАТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Исмаилова Л.Ю.
(НИЯУ МИФИ, Москва)
lyu.ismailova@gmail.com

В работе дается краткий анализ возможностей, предоставляемых аппликативными вычислениями и аппликативными вычислительными технологиями. Они основываются на фундаментальных константах-комбинаторах, которые следует использовать для конструирования вычисления любой сложности.

Ключевые слова: компьютеринг, аппликативные технологии.

Введение

Новейшая история информационных технологий (ИТ) еще не написана. По той простой причине, что она пишется, причем сразу во многих местах. Это реализованные планы рыночно-перспективных разработок исследовательских центров крупных транснациональных компаний. Это свидетельства их борьбы за рынки сбыта своих решений во всем мире. Их можно найти в аналитических статьях специальных изданий для ИТ-потребителей всех уровней и возможностей.

Другой пласт истории ИТ пишется в буквальном смысле слова тысячами энтузиастов, которые объединяют свои усилия для придания стабильности нашему эфемерному бытию в ИТ-мире, который все чаще стали называть —цифровой вселенной”.

Наконец, есть и ИТ-наука и ИТ-ученые, а сами информационные технологии стали признанными фундаментальными, на равных правах с другими фундаментальными науками. Вышло так, что —информационные процессы” оказались присущи материи. В настоящее время это не оспаривается [1-7].

До сих пор известные нам фундаментальные науки для выстраивания своих —объяснительных систем” нуждаются в определенном наборе —констант” или инвариантов, которые не меняются при преобразованиях, разрешенных теорией данной науки. О подобных константах или инвариантах в области информационных технологий мало что известно.

В ИТ можно опереться на информационные процессы, но их многообразие почти не поддается попыткам классифицирования. Вместе с тем в 20-е гг. прошедшего столетия было сделано одно открытие или изобретение, здесь многое зависит от позиции. Было открыто несколько математических констант, пользуясь которыми можно реконструировать или сконструировать все накопленное нами математическое знание.

Эти исходные константы получили название —комбинаторов”, которые можно было использовать как —строительные блоки”, своего рода —перекирпичи”, из которых строится здание математики. Процесс комбинирования этих особых констант получил название —операция апплицирования” (от англ.: to apply -- применять), результат апплицирования приводил к образованию более крупных —строительных блоков”, а сам процесс подобного укрупнения можно было итерировать. Для развития математики и логики все это оказалось не просто интересным и поучительным, но и плодотворным, способствуя становлению —математического конструктивизма”. Возникающие при этом математические исчисления стали называть —аппликативными вычислительными системами” (ABC).

1. *Аппликативные вычисления и вычислительное мышление*

Обычная математика, изучаемая в университетах, имеет дело с функциями, для каждой из которых заранее известно число ее аргументов. Кроме того, для функции обычно заранее также известны ее область определения и область значения, а сама функция понимается как закон соответствия между областью определения и областью значения. Такая математика достаточно хорошо формализует предметные области в науке, но не в информационных технологиях. Прежде всего, в ИТ функции понимаются не так, как в математике. Скажем, в программировании функция рассматривается иначе и понимается как конструкция, описывающая правило преобразования аргумента, которым является фактический параметр, в результат.

В АВС дело обстоит иначе, и функции не относятся к первичным понятиям. В АВС первичными являются объекты, которые могут вступать во взаимодействие друг с другом и со средой, в которой вычисление осуществляется. Если один объект действует на другой, то в этом случае 1-ый объект играет роль функции, а 2-й – роль аргумента, причем в иных контекстах они могут меняться ролями. Таким образом, в АВС объекты рассматриваются вполне симметричным образом.

Принципиально, что само взаимодействие объектов в АВС может быть и является предметом изучения. Все это означает, что АВС представляют собой чисто объектную систему. Результатом взаимодействия объектов является также объект.

Изучение объектов со средой, в зависимости от предположений об устройстве, структуре среды ведет к известным результатам, в частности, к абстрактным машинам. Абстрактные машины являются математическими идеализациями и могут использоваться в обычных, императивных языках программирования. А это значит, что АВС предоставляют хорошие возможности моделирования вычислений, построения интерпретаторов и компиляторов языков программирования.

Литература

1. ВОЛЬФЕНГАГЕН В.Э. *Аппликативный компьютеринг: попытки установить природу вычислений.* / Сборник научно-популярных статей -- победителей конкурса РФФИ 2006 года. Выпуск 10. / Под ред. чл.-корр. РАН В.И. Конова. -- М.: Октопус. Природа, 2007. -- с. 446-459.
2. ВОЛЬФЕНГАГЕН В.Э. *Комбинаторы: объекты, помогающие понять строение компьютеринга.* / Сборник научно-популярных статей -- победителей конкурса РФФИ 2007 года. Выпуск 11 / Под редакцией члена-корреспондента РАН В.И. Конова. – М.: Издательство —Октоус”, 2008. - с. 365-378.
3. ВОЛЬФЕНГАГЕН В.Э., ИСМАИЛОВА Л.Ю., КОСИКОВ С.В., ЛАПТЕВ А.Д., НАЗАРОВ В.Н., РОСЛОВЦЕВ В.В., САФАРОВ И.С., СТЕПАНОВ А.Л. *Аппликативный компьютеринг: попытки установить природу вычислений.* / Вестник Удмуртского университета. Серия 1: Математика. Механика. Компьютерные науки. Выпуск 2. – Ижевск: ГОУ ВПО УГУ, 2009. -- с. 110-117.
4. ВОЛЬФЕНГАГЕН В.Э., ИСМАИЛОВА Л.Ю., КОСИКОВ С.В., ЛАПТЕВ А.Д., НАЗАРОВ В.Н., РОСЛОВЦЕВ В.В., САФАРОВ И.С., СТЕПАНОВ А.Л. *Комбинаторы: объекты, помогающие понять строение компьютеринга.* / Вестник Удмуртского университета. Серия 1: Математика. Механика. Компьютерные науки. Выпуск 2. – Ижевск: ГОУ ВПО УГУ, 2009. -- с. 118-131.
5. ВОЛЬФЕНГАГЕН В. Э., ИСМАИЛОВА Л. Ю., КОСИКОВ С. В. *Структура компьютеринга и конструирование вычисления.* / Электронное научно-техническое издание —*Наука и образование*”, Эл № ФС 77-30569. Государственная регистрация № 0421000025. ISSN 1194-0408, # 08, август 2010. 21 с. (<http://technomag.edu.ru/doc/153062.html>)
6. ИСМАИЛОВА Л.Ю., КОСИКОВ С.В., ВОЛЬФЕНГАГЕН В.Э., ЗИНЧЕНКО К.Е. *Средства инструментальной поддержки композиции и специализации предметно-ориентированных механизмов наследования для правовых*

деловых игр. / В мире научных открытий. 2010. № 1-4. С. 32-36.

7. WOLFENGAGEN V.E. *Applicative computing. Its quarks, atoms and molecules.* / Ed. Dr. L.Yu. Ismailova. – Moscow: «Center JurInfoR», 2010. -- 62 p.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА

Карамзина А.Г., Сильнова С.В.

*(ФГБОУ ВПО Уфимский государственный
авиационный технический университет)*

karamzina@tc.ugatu.ac.ru, silnova_sv@mail.ru

В работе предлагается решение одного из вопросов, связанных с проблемами перехода системы ВПО на стандарты нового поколения. Рассмотрен процесс разработки компетентностной модели выпускника технического ВУЗа. Выполнено функциональное моделирование процесса.

Ключевые слова: компетенция, профиль направления подготовки, компетентностная модель выпускника.

Введение

В последние годы эту целостную совокупность свойств выпускника профессиональной системы образования связывают с моделью профессиональной компетентности [1]. Компетентность представляется как набор взаимосвязанных компетенций, необходимых для эффективной деятельности в заданной предметной области. В свою очередь компетенция – формально описанные требования к личностным, культурным и профессиональным качествам выпускников.

1. Постановка задачи

Федеральный государственный образовательный стандарт третьего поколения отличается от предыдущих стандартов тем, что в нем явно регламентированы требования к результатам освоения основных образовательных программ (пункт 5 ФГОСЗ): достигнутые выпускником профессиональные (общепрофессиональные и профильные специальные, соответствующие уровню подготовки и видам и задачам деятельности) и универсальные общекультурные компетенции. Вследствие чего при проектировании ООП значимым разделом является компетентностно-квалификационная характеристика выпускников (в соответствии с целями и уровнем образования), представленная в виде компетентностной модели.

Существует большое количество работ связанных с разработкой компетентностных моделей. Многие из них выполнены для систем начального и среднего образования. При этом не выработан общепринятый подход к формализации этого процесса для системы высшего профессионального образования, реализуемой в технических ВУЗах. Сегодняшний день характеризуется переходной ситуацией, поэтому возрастают важность и актуальность задачи разработки технологии построения компетентностных моделей выпускников различных направлений подготовки политехнических ВУЗов. Кроме того компетентностная модель должна отражать современные и прогнозируемые достижения научно-технического прогресса, включая развитие элементной базы, инструментальной и измерительной техники, информационных и управляющих технологий, методов моделирования и проектирования, а также отражать способность выпускников к инновационным техническим решениям. Динамика этих процессов велика, следовательно, компетентностная модель, разработанная в ООП ВУЗом, должна изменяться во времени, в том числе с учетом развития региона.

2. Функциональное моделирование

Для решения задачи разработки технологии построения компетентностных моделей выпускников предлагается исполь-

зовать процессный подход. Процесс построения компетентностной модели отображен в виде иерархии функциональных диаграмм, отражающих взаимосвязи функций.

Для выполнения функции «Разработка компетентностной модели выпускника» исходными данными служат: миссия ВУЗа, цели ООП и данные о востребованности выпускников. Результатами являются: профиль направления подготовки, перечень дисциплин, знания, умения и навыки, соответствующие каждой компетенции и компетентностная модель выпускника, представленная в виде иерархической декомпозиции общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. В качестве управляющей информации используется: федеральный государственный образовательный стандарт третьего поколения и рекомендации соответствующего УМО. Механизмом исполнения функции является: научно методический совет по направлению подготовки. Первоначально необходимо выполнить анализ ФГОСЗ по направлению подготовки: изучить область, объекты, виды профессиональной деятельности и требования к результатам освоения ООП. В результате проведенного анализа на основе миссии ВУЗа и целей ООП осуществляется выбор вида деятельности и соответствующих компетенций ФГОСЗ, а также определяется их значимость.

Для формирования компетенций, дополняющих компетенции ФГОСЗ блоков Б1, Б2 необходимо проведение анализа современной научно-технической базы в конкретизированной ранее области деятельности. Источниками информации являются ведущие преподаватели выпускающих, общеобразовательных кафедр ВУЗа и представители НИИ в области фундаментальных наук.

Для формирования компетенций, дополняющих компетенции ФГОСЗ блока Б3 необходимо осуществлять взаимодействие с работодателями [2]. ВУЗ в конкурентной ситуации обязан дополнять нормативные свойства специфическими для данного региона компетенциями, которые обеспечат востребованность выпускника на местном рынке труда. Источниками информации о востребованности той совокупности и интенсивности конкретных свойств, которыми должен обладать выпускник являются: работодатели и выпускники вуза, проработавшие по спе-

циальности два – три года, ясно представляющие каких свойств им не хватает для успешной работы.

Сформированные компетенции, дополняющие компетенции ФГОСЗ вместе с миссией ВУЗа позволяют сформировать компетентностно-квалификационную характеристику выпускника. В соответствии с миссией ВУЗа и сформированными компетенциями, дополняющими компетенции ФГОСЗ планируется профильная часть ООП. Проектируется перечень компетенций профиля: общекультурные; профессиональные, которые включают общепрофессиональные и профильно-ориентированные. Формируются модули ОПД дисциплин, определяется содержание каждой дисциплины и формируется иерархия компетенций.

Компетентностная модель выпускника позволит оценить общекультурные и профессиональные компетенций у студентов, разработать учебный план ООП, УМК дисциплин, а также сформировать требования к преподавателю, формам работы, формам студенческой отчетности и возможности представления в итоговой государственной аттестации.

Литература

1. СОКОЛОВ В.М. *Профессиональная компетентность: иерархия описания уровней целей обучения по степени обобщенности, конкретности.* //Вестник Волжского государственного инженерно-педагогического университета. Н. Новгород.: – 2008. – № 5 (6). – С. 50 - 62.
2. СИЛЬНОВА С.В., КАРАМЗИНА А.Г. *О вопросе повышения значимости взаимодействия с работодателями в процессе подготовки выпускников в рамках уровневой системы ВПО.* /Материалы конференции XXI Всероссийской научно-методической конференции —Проблемы качества образования”. Уфа: УГАТУ, 2011. С. 300-302.

К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ МЛАДШЕЙ G-ВЫБОРКИ ГРАФА ЗАДАЧ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО МНОЖЕСТВА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Клименко А.Б.

(Таганрогский технологический институт
южного федерального университета)

Anna_klimenko@mail.ru

Статья посвящена вопросу получения младшей G-выборки информационного графа для неоднородного множества исполнителей в случае, когда производительность последних функционально зависит от времени, что делает задачу получения младшей G-выборки нетривиальной. В статье предложен метод сокращения вычислений, опирающийся на последовательное выделение вершин с вычисленным минимальным временем выполнения. Доказана невозможность потери оптимального решения в силу особенностей построения исходного G-графа.

Ключевые слова: младшая G-выборка, информационный граф, неоднородное множество исполнителей.

Получение младшей G-выборки информационного графа с векторными весами вершин является одним из необходимых этапов оценки минимально возможного времени выполнения проекта исполнителями и подробно описано в работах А.Б. Барского (в частности, в [1]). Однако, в случае функциональной зависимости производительности исполнителей от времени и взвешенности вершин исходного графа не временем их исполнения, а трудоемкостью, вычисление младшей G-выборки становится проблематичным в силу того, что решение одной и той же задачи одним и тем же исполнителем будет зависеть от момента времени начала ее решения. Это, в свою очередь, ведет к увеличению вариантов перебора возможных вариантов и, как следствие, к существенному возрастанию объема необходимых вычислений, что не всегда допустимо в условиях оперативного управления проектами.

Альтернативой является нахождение вершин с минимальным временем исполнения только после того, как будет вычислено время решения предыдущей вершины. Такой подход существенно сокращает объем вычислений, но при этом открытым остается вопрос о возможности утраты оптимального решения.

Рассмотрим более подробно особенности графа G^* для случая, когда каждая вершина исходного графа G взвешена кортежем $(x_j, pfact_1(t), \dots, pfact_m(t))$, где x_j – трудоемкость задачи, $pfact_i(t)$ – фактическая производительность i – го исполнителя.

В соответствии с [1], граф G^* строится таким образом, что вершина $(x_j, pfact_1(t), \dots, pfact_m(t))$ преобразуется не более чем в m вершин таким образом, что каждая вершина из полученного множества вершин $\{x_j, pfact_i(t)\}$ имеет не более m входящих связей и не более m исходящих. Объединим вершины по x_j в ярусы. Выделим ярусы-мажоранты, т.е. ярусы, не имеющие ни одной исходящей дуги, и ярусы-миноранты, не имеющие ни одной входящей дуги. Объединение вершин в ярусы показано на рис.1.

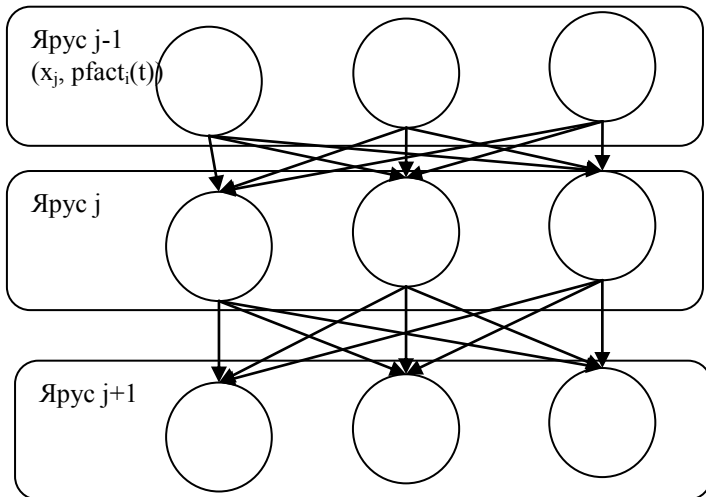


Рис. 1– Объединение вершин в ярусы

Перечислим условия, выполнение которых является признаком корректного построения графа G^* .

Для ярусов-мажорант выполняется следующее условие (условие 1): все вершины яруса j достижимы из яруса $j-1$ до тех пор, пока существует хотя бы одна вершина яруса $j-1$.

Для ярусов-минорант, соответственно, выполняется следующее (условие 2): все вершины яруса $j+1$ достижимы из яруса j до тех пор, пока существует хотя бы одна вершина яруса j .

Для ярусов, не принадлежащих множествам минорант и мажорант (условие 3), любая вершина яруса $j+1$ достижима из любой вершины яруса $j-1$ до тех пор, пока существует хотя бы одна вершина яруса j . Иными словами, любая вершина яруса $j+1$ транзитивно связана с любой вершиной яруса $j-1$, если существует хотя бы одна вершина яруса j .

Теорема: для информационного графа G , каждая из вершин которого взвешена кортежем $(x_j, pfact_1(t), \dots, pfact_m(t))$, где x_j – трудоемкость задачи, $pfact_i(t)$ – фактическая производительность i – го исполнителя, при условии, что в процессе построения информационного графа G^* выполняется:

- каждая вершина графа G^* взвешена значениями $(x_j, pfact_i(t))$;
- каждая вершина графа G преобразуется в m вершин, каждая из которых имеет входящие и исходящие дуги в соответствии с исходным графом, что отражает ограничения на следование решаемых задач;
- время выполнения j -й задачи может быть вычислено только после выбора той или иной вершины;
- граф G^* удовлетворяет перечисленным условиям 1-3 построения;

для получения младшей G -выборки достаточен последовательный выбор $j=1 \dots n$ вершин с минимальным значением вычисляемого времени решения задач.

Доказательство.

Пусть на J -м шаге в результате вычисления времен выполнения J -й задачи I -ми исполнителями выделена вершина графа G^* $(x_j, pfact_i(t))$ с минимальным временем решения. Допустим, что в результате исключения из дальнейшего рассмотрения прочих вершин, имеющих x_j в качестве одной из компонент веса, ни одна из дуг построенного графа не ведет в вершину $(x_k, pfact_q(t))$,

че время выполнения минимально из всех построенных вершин $\{x_k, pfact_i(t)\}$, $j=1, \dots, n$. Если это так, то построенный граф не соответствует правилам построения G^* -графа.

Таким образом, можно утверждать, что последовательный выбор вершин графа G^* с минимальным временем решения с отсечением прочих вершин не приводит к утрате оптимального решения, и младшая G -выборка может быть получена путем последовательного выбора вершин.

Литература

1. БАРСКИЙ А.Б. *Параллельные процессы в вычислительных системах: планирование и организация*. – М.: Радио и связь, 1990.

РАЗВИТИЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА И СИСТЕМЫ ФИЗТЕХА ДЛЯ АКТИВНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАСТНИКОВ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Кудяева Я. А.

(НОУ ВПО " Российский новый университет", Москва)

baruzo@mail.ru

В работе поставлена решаемая в рамках системы управления инновационным развитием корпораций проблема острого дефицита инновационных кадров. В данном докладе обсуждается один из путей решения этой проблемы за счет целевой командной подготовки, являющейся развитием известной «системы физтеха» и использующей технологии проектного метода на всех стадиях процесса непрерывного обучения (школа, колледж, институт, развитие персонала в корпорациях, повышение квалификации всех участников процесса).

В первую очередь потребителями инновационных кадров формируются требования к знаниям и, главное - к личностным качествам персонала, включая способность обновлять знания.

Ключевые слова: проектный метод, система физтеха, качество.

Решающую роль в успешности (результативности) инновационного развития инновационного бизнес-проекта, предприятия играет отсутствие или наличие «критической массы» персонала, обладающего следующими качествами:

- *ориентированность на результат*, готовность ставить или хотя бы принимать амбициозные цели (подавляющее большинство обычно к этому не готово, а значительная часть вообще ориентирована не на результат, а на процесс);
- *активность* («молчаливое пассивное большинство», составляющее около 80% персонала, обычно занимает по отношению к инновациям в лучшем случае пассивную выжидательную позицию, в худшем - сопротивляется им);
- *оптимистичность, настрой на терпимое отношение к частым неудачам* с поиском альтернативных возможностей получения результата (высокие риски – одно из специфических свойств инноваций: нужно быть готовым к тому, что в лучшем случае реализуется один из 4-5 конкретных инновационных проектов, но в итоге результаты всё равно существенно эффективнее тех, что могли бы быть без новшеств);
- *инновационность мышления*, то есть желание и способность генерировать новые идеи для решения проблем;
- *высокая работоспособность*, для чего необходимо и физическое, и душевное здоровье и т.п.

Все эти качества *могут быть воспитаны и развиты* в основном *в школьные годы*. В частности, при определённых усилиях доля инновационно активных выпускников может быть кратно выше 15-20% (а «молчаливое большинство» - меньше), хотя бы потому, что в начальных классах подавляющее большинство детей от природы изначально активно и учителя часто тратят много сил на нейтрализацию их избыточной активности.

Обязательным условием успеха инновационно активного предприятия является также *способность к эффективной командной работе на результат* как при реализации каждого инновационного проекта, так и большинства участников инновационного процесса на предприятии в целом. При этом в команду входят не только ярко выраженные инноваторы и руководство, но и люди ,способные инновационно действовать на каждом рабочем месте .

Если к перечисленным качествам добавить ряд других (например, престижность, привлекательность для ученика этой работы типа «инноватор – это круто!»), то мы получим первые черты желаемого (идеального) образа, видение (vision) будущих выпускников, способных стать успешными и результативными участниками инновационного процесса. Это:

- интерес к работе, связанной с инновационной деятельностью,
- стремление к результативной деятельности,
- желание занимать активную жизненную позицию,
- инновационное мышление,
- желание и способность «учиться всю жизнь», в т.ч. самостоятельно,
- способность к продуктивной командной работе,
- оптимистичность, устойчивость к неудачам,
- работоспособность и др.

Выполнение этих требований возможно только при распределении задач по всем стадиям, в частности часть личных качеств будущего инноватора можно воспитать только в школьном возрасте. Из всех известных образовательных технологий наиболее комплексно и эффективно решает эти задачи проектный метод.

В литературе даются разные описания процедур работы над проектом. Приведем две из них.

Первый способ.

1. Постановка цели: выявление проблемы, противоречия: формулировка задач.
2. Обсуждение возможных вариантов исследования, выбор способов.

3. Самообразование и актуализация знаний.
4. Продумывание хода деятельности, распределение обязанностей.
5. Исследование: решение отдельных задач, компоновка.
6. Обобщение результатов и выводы.
7. Анализ успехов и ошибок. Коррекция
Другой вариант описания этапов разработки проекта.
1. Исходный этап: разработка проектного задания.
 - Определение проблемы: выявление затруднения, обоснование актуальности, анализ изученности, формулирование темы проекта («Что делать, чтобы преодолеть затруднение?»).
 - Формулирование гипотезы о результатах и путях их достижения («Что должно стать результатом моей работы, чтобы преодолеть затруднение, и как этого добиться?»)
 - Определение цели проекта и поэтапных задач.
2. Этап разработки плана работы:
 - Определение сроков выполнения проекта, составление плана и графика промежуточной отчетности.
 - Выбор средств и методов выполнения.
 - Обсуждение критериев оценки качества проекта и способа оценивания.
 - Выбор способа оформления результатов и сценария презентации.
 - Выбор формы работы (индивидуальной, групповой), распределение обязанностей.
3. Реализация проекта:
 - Сбор, анализ и обобщение информации из разных источников.
 - Проведение исследования, выполнение расчетов,
 - Подготовка наглядно-графического материала (графиков, диаграмм, таблиц, схем, фотографий, видеоматериалов и т.д.).
 - Оформление материалов для презентации (заключение, статья, доклад, компьютерная презентация, выставка и т.д.)
 - Контроль и коррекция промежуточных результатов.
4. Завершение проекта:

- Общественная презентация проекта.
- Экспертиза проекта в соответствии с заданными критериями.
- Рефлексия: обсуждение процесса и итогов работы, групповых и личностных достижений.

У конечного потребителя, например, в инновационном парке или инкубаторе, это работа в реальном масштабе времени в инновационном бизнес-проекте, использующем проектное управление. При целевой подготовке команды этого проекта (в ускоренном масштабе времени) это уже использование модели проекта, отражающей специфику и наиболее существенные стороны реального проекта, а так же использование соответствующей технологии групповой работы.

В ВУЗе, начиная с первых курсов – это еще более обобщенная модель проекта и кейсы инновационных бизнесов, а на старших – стажировка в проектах инновационного парка ВУЗа, или в базовой организации.

В школе используется наиболее упрощенная модель проектов, интересная для учеников. Следует отметить, что уже более 7 лет в составе инновационных педагогических технологий проектный метод применяется в основном к преподаванию отдельных дисциплин. Для решения наших задач подходят более приближенные к реалиям комплексные междисциплинарные проекты (экологические, социальные, предпринимательские и т.п.) Работа именно в этих проектах развивает способности участников командно работать на общий конечный результат, активно решать комплексные задачи, получать навыки руководителей проектов.

Однако резко не хватает учителей, (как и преподавателей ВУЗов), которые способны вести такие проекты и необходима их целевая переподготовка.

Обсуждаются особенности разработки и примеры применения предложенного автором комплексы взаимосвязанных (от простого к сложным) моделей проектов и образовательных технологий для школы, колледжа, ВУЗа и повышения квалификации преподавателей. Предлагается механизм обратной связи для

корректировки и совершенствования моделей и технологий обучения.

Литература

1. КОТЕЛЬНИКОВ В.Ю. *Новые модели для эпохи быстрых перемен, движимых инновациями.* — М.: ЭКСМО, 2007.
2. НОВИКОВ А.М., НОВИКОВ Д.А. *Образовательный проект: методология образовательной деятельности.* — М.: ЭГВЕС, 2004.
3. ТУРИК Л.А., ОСИПОВА Н.А. Педагогические технологии в теории и практике.— Ростов, ФЕНИКС, 2009.

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Латышева О.П.

*(Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ», Москва)*

OPLatysheva@mephi.ru

Для построения структуры единой интегрированной информационной системы (ИИС) распределенных научно-образовательных и административных информационных систем и их хранилищ в национальных исследовательских университетах (НИУ), необходимо разработать на основе RDF и XML технологий представления данных и метаданных, поддерживаемых стандартами Консорциума W3C, информационные модели документа, расширенные метаинформацией, а также структуру источников и потоков данных НИУ.

Ключевые слова: интегрированная информационная среда, национальный исследовательский университет, интеграция.

Введение

На современном этапе становления и развития национальных исследовательских университетов, построение и развитие интегрированной информационной инфраструктуры необходимо связано с организацией информационных потоков и проектированием оптимальной структуры информационного пространства НИУ.

В результате деятельности НИУ используются различные виды информационных источников: электронные библиотеки, содержащие электронные коллекции и публикации, образовательные программы, учебно-методические комплексы дисциплин; базы данных и знаний информационных систем НИУ; репозитории электронных документов образовательной, научно-исследовательской и административной деятельности; информационно-справочные и нормативные базы данных внешних информационных источников. Установление структуры информационных ресурсов НИУ связано с перечнем задач, носящих комплексный характер. Это обуславливается тем, что не представляется возможным эффективно решать отдельные задачи в изоляции от других и требует их анализа на базе системного подхода в рамках единой концепции и модели.

1. Постановка задачи и подходы к решению

Для проектирования структуры интегрированной информационной системы НИУ необходимо решить комплекс задач:

- произвести анализ деятельности НИУ с целью: выявления особенностей, основных функций и задач; установления требований к структуре и результатам деятельности; определения характеристик деятельности - показателей эффективности; анализа влияния показателей на структуру информационной системы; определения принципов декомпозиции ИИС НИУ; установления характеристик пользователей информации и т.д.,

- декомпозировать информационное пространство ИИС НИУ: выделение основных структур; установление параметров, влияющих на выходные информационные потоки; выявление

вероятностных параметров системы, регулируемых и нерегулируемых,

- определить характеристики, плотность и схемы движения информационных потоков между узлами информационной сети ИИС,

- сформировать требования к поисковому образу документа (ПОД), принципов распределения входных потоков,

- описать формирование выходных информационных потоков в качестве показателей эффективности деятельности НИУ,

- сформировать требования к хранилищу ИИС,

- разработать метамодели документа и ПОД, используя XML-технологии, на основании выявленных параметров, влияющих на выходные информационные потоки,

- построить RDF-граф, исходя из функций НИУ и причастности к ключевым показателям эффективности деятельности - построение функционального графа системы.

Для оптимизации структуры ИИС основным подходом является моделирование информационных потоков с учетом их тематической близости.

Движение информационных потоков сопровождаются массовыми и случайными явлениями, что позволяет использовать при моделировании математический аппарат теории вероятностей. Необходимо исследовать закон, по которому происходит обращение к элементам данных, выяснить случайные причины, вызывающие обращение к нерелевантным документам или их выдачу, сравнить их по степени важности, какие следует принять меры, чтобы исключить их возможность. Для этого необходимо построить матрицу связности элементов данных и задач. С использованием математического аппарата теории вероятности, можно выявить закономерности, свойственные данному явлению и спрогнозировать результаты опыта при изменяющихся входных данных, но неизменных заданных условиях.

Применение в национальных исследовательских университетах интегрированной распределенной информационной системы (ИРИС) позволит параллельно использовать гетерогенные информационные ресурсы, обращаться к распределенным хра-

нилицам элементов данных, обеспечить пользователю единый интерфейс взаимодействия с разрозненными информационными пространствами, сформированными в процессе образовательной, научно-исследовательской и административной деятельности НИУ, а также производить обмен и запрашивать необходимые элементы данных. В ИРИС должны быть максимально консолидированы источники информационного обеспечения и окружения деятельности НИУ.

Необходимо выделить основной перечень видов потенциально запрашиваемых пользователем элементов данных. При формировании перечня видов следует отталкиваться от показателей и индикаторов ПСР с одной стороны и выполняемых в результате деятельности НИУ базовых функций - с другой. Таким образом, градацию запрашиваемых документов следует производить на основании ключевых параметров, оказывающих влияние на выходные информационные потоки ИРИС, полученных в результате декомпозиции. К таким параметрам относятся: виды решаемых задач в рамках принадлежности к структурной единице, выполнение функции по одному из основных направлений деятельности НИУ, принадлежность к группе пользователей и т.д. Вся эта информация должна содержаться в метамодели документа.

Для эффективной реализации следует разработать внутренние стандарты представления, хранения и поиска информации в ИРИС на базе существующих стандартов, сформировать тезаурусы и механизмы поисковых предписаний, организовать технологии размещения информационных ресурсов и обмен данными с использованием соответствующих протоколов (Z39.50, HTTP) и шлюзов.

Основой для решения поставленных задач могут выступать технологии семантического веба, электронных библиотек, порталных решений и систем электронных архивов.

Система мета описаний и метаданных необходима для соответствующего представления элементов данных и их отношений, а также эффективного поиска и управления ими. Для ее реализации используются инструменты XML, DTD и RDF. Для интеграции различных приложений также можно применить онтологии и средства RDF и OWL.

ПОСТРОЕНИЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Никитин Н.В.¹, Чирков А.В.²,
(1 – НИЯУ «МИФИ», 2 – ООО «УНИАР», Москва)
nnv@uniar.ru, chirkov@uniar.ru

Представлена структура построения, модель системы дистанционного обучения (СДО). Рассмотрена методика выбора структуры, технические аспекты построения СДО и интеграции с информационными системами предприятия. Приведен опыт внедрения.

Ключевые слова: система дистанционного обучения, модель, адаптация.

Введение

В процессе производственной деятельности сотрудники участвуют в различных бизнес-процессах, сложность и взаимосвязь которых обуславливает необходимость периодической переподготовки сотрудников.

Обучение может происходить с отрывом от производства, без отрыва, а также частично с отрывом от производства, что требует построения специальной инфраструктуры, использующей методы и технологии дистанционного обучения (ДО), которые позволяют существенно снизить стоимость обучения именно при массовой переподготовке персонала, а также в условиях значительной текучести кадров [1].

В работе рассмотрены различные аспекты проектирования и построения системы дистанционного обучения, ориентированной на крупное предприятие.

1. Модель системы дистанционного обучения

Система дистанционного обучения (СДО) – это информационная система, обеспечивающая массовое обучение сотруд-

ников без отрыва от производства, которая включает систему доступа обучаемых к образовательному контенту, организации on-line консультаций и конференций, контроля успеваемости.

Для проектирования адекватной уровню сложности процессов предприятия систему дистанционного обучения требуется построение модели деятельности организации в этой сфере.

В данной работе применены методология и среда ARIS, нотация eEPC (Event-driven Process Chain), которая отражает взаимодействие сотрудников, а также степень автоматизации процесса.

Сопоставление модели исходной СДО с eEPC-диаграммой бизнес-процессов переподготовки сотрудников на предприятии позволило с адаптировать исходную СДО под особенности бизнес-процессов предприятия.

Также такие диаграммы могут использоваться для ознакомления новых сотрудников с должностными обязанностями, источниками данных для решения производственных задач.

2. Технические и организационные факторы

К основным причинам выбора более сложной иерархической и распределенной схемы СДО относятся такие, как: значительное количество обучаемых, временные ограничения на освоение новых технологий и нормативных документов, территориальной разветвленности организации [2].

Например, через АСПК Сбербанка России только по результатам дистанционного тестирования, завершающего учебный курс, выдается около 10-15 тыс. сертификатов в год. Всего же в обучении участвует порядка 10 тыс. учебных групп в год на базе 17 Территориальных банков Сбербанка России (филиалов). На выбор структуры СДО влияет и схема управления корпорацией, схема организации сети и политик безопасности, приоритет трафика бизнес приложений, ориентированных на основную производственную деятельность организации [3].

Модель бизнес-процессов также указала на необходимость для успешного внедрения АСПК ее взаимодействие некоторыми имеющимися в организации системами.

Так в ходе внедрения АСПК была интегрирована с кадрово-учетной системой, поскольку это базовая информация для работников отделов по работе с персоналом (именно их работу призвана автоматизировать СДО), а также с информационным порталом.

Анализ внедрения дистанционного обучения позволяет сделать вывод, что технические возможности переподготовки не одинаковы по регионам. В условиях большинства малых населенных пунктов России пропускная способность транспортной среды составляет $\sim 10 - 30$ Кб/с.

Основную часть трафика информационных потоков СДО составляют мультимедийные компьютерные обучающие программы (учебные материалы), поскольку данные поступающие от административной части СДО представляет собой текстовую информацию. Был внедрен дополнительный уровень СДО между слушателем и сервером регионального учебного центра – контент-сервер. Он позволяет разместить материалы в локальной сети и снизить нагрузку на магистральную часть сети, а также перенести часть трафика на не рабочее время.

Необходимо учитывать ситуацию, когда отсутствует постоянная сетевая связь учебного центра со слушателями. Результаты работы с материалами, находящимися на рабочем месте учащегося, сохраняются в файлах на локальном компьютере и затем передаются в СДО.

3. Функциональные особенности

Автоматизированная система повышения квалификации (АСПК), внедренная в Сбербанке России, разработана на основе СДО «Доцент» и представляет собой комплекс программно-методических средств дистанционного обучения, переподготовки и тестирования слушателей, основанный на Internet/Intranet технологиях и методиках образования на базе компьютерных обучающих программ и IMS-совместимых тестирующих систем.

Идентичность структуры главного и подчиненного учебного центра делает возможным построение многоуровневой иерархической системы, внедряя собственную АСПК в отделениях, подчиненных региональному учебному центру.

АСПК имеет расширенную функциональность, связанную с организацией дистанционного обучения, имеет множество функций, направленных на автоматизацию работы отделов по работе с персоналом организации.

Следует отметить наличие подсистемы формирования отчетов по различным аспектам обучения. При необходимости подключаются отчеты в широко распространенном формате Crystal Reports.

Интеграция с информационным порталом организации через web-формы допускает универсальное администрирование прав пользователей СДО, дополнительный контроль доступа к данным на сервере.

Распределение функциональных возможностей АСПК по уровням системы соответствует иерархии самой организации в сфере обучения персонала.

Иерархия должностных обязанностей в корпорации также отражена в организации автоматизированных рабочих мест в пределах одного уровня системы и групп пользователей, отвечающих за взаимодействие главного и подчиненного учебного центра и обладающих специфическим набором функциональных возможностей.

Верхний уровень системы осуществляет функции, соответствующие головному филиалу организации. Это выработка стратегии работы с персоналом в масштабах всей территориально распределенной организации, перераспределение кадров, планирование повышения квалификации сотрудников и т.п.

На региональном уровне происходит сам процесс обучения сотрудников: работа с учебными группами; оформление списков групп; направление сотрудников на обучение с подачей заявок на бронирование номеров в гостиницах; выдача и учет сертификатов (см. рис. 1); проведение online занятий и тестирования; ведение статистики и мониторинга обучения;

Таким образом, при выборе архитектуры построения системы дистанционного обучения в крупных территориально распределенных корпорациях, особенно имеющих «дивизионную» схему управления, то логичным решением является построение СДО, структура, которой соответствует структуре самой орга-

низации, учитывая, что само обучение происходит в основном в отдалённых учебных центрах.

Литература

1. АРТЕМЕНКО Т., НИКИТИН Н. *Автоматизация дистанционного обучения специалистов Роснедвижимости* / Мир электронного обучения, №1, 2006 – С.20-26
2. НИКИТИН Н. *Дистанционное обучение в корпорациях: возможности и решения* / Мир электронного обучения, №4, 2004 – С. 46-51
3. ЧИРКОВ А.В. *Снижение трафика информационных потоков в корпоративных системах дистанционного обучения* / Научная Сессия МИФИ-2007. Сборник научных трудов, М.:МИФИ, 2007 – Т.12, С. 82-83.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ДАННЫХ В УЧЕБНЫХ ПРОЕКТАХ И РЕАЛЬНЫХ РАЗРАБОТКАХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Степанова Е.Б.

*(Московский физико-технический институт, Москва;
Национальный исследовательский ядерный
университет «МИФИ», Москва)
EBStepanova@mephi.ru*

Показано, что метод и виды технологий учебного проектирования по моделированию процессов и системному анализу, а именно: в рамках дисциплины, уровня кафедры, в научно-просветительской деятельности, мероприятиях для молодых ученых, в работе с предприятиями, являются базисом для развития исследовательской деятельности молодежи.

Ключевые слова: моделирование процессов, учебное проектирование, системный анализ.

Введение

Формирование распределенных информационно-образовательных сред исследовательских университетов представляет собой динамический интерактивный процесс. Специфика этой задачи в том, что актуальные технологии системного анализа, моделирования процессов, применение платформ и программных средств создания модулей среды являются необходимыми составляющими комплексного проекта. Однако главным является привлечение в разработку студентов, молодых ученых, кадрового состава ВУЗа, что обуславливает успех в подготовке востребованных специалистов [1]. Метод «проектного обучения» подразумевает включение специальной формы практического задания, учебного проекта в рамках учебного курса, применение таких инновационных элементов учебного процесса, как деловая игра, доклад с использованием сетевых информационных ресурсов университета.

Метод и технологии выполнения учебных проектов от выбора тем, соответствующих направлениям, поддерживаемым научными фондами, включая управление проектом, защиту полученных результатов в ходе деловой игры, отработаны в учебном процессе двух университетов МФТИ и НИЯУ МИФИ на более чем 3 тысячах студентов, включая иностранных студентов. Результаты отработки технологий обсуждались на Всероссийских, Международных конференциях, конференциях университетов России, в том числе неоднократно были представлены на выставках «Образование» на ВВЦ.

1. Особенности учебных проектов по электронному документообороту

Обеспечение административного управления университетом и средства электронного документооборота направлены, как правило, на поддержку коллективной работы административного и управленческого персонала, то есть подчиняются хорошо известным, описанным алгоритмам. Эти процессы прошли этапы моделирования, а также этапы разработки программных средств и/или имеются рекомендации по применению готовых

программных средств . Основными характеристиками целесообразности использования программных средств Workflow для поддержки процессов коллективного электронного документооборота являются такие, как:

- процесс должен быть выделен;
- процесс формализован, то есть соблюдены правила синтаксиса и семантики методологии моделирования, соответствующей по уровню сложности и типу задаче в целом и конкретно выделенному процессу;
- процесс выполняется по установленным правилам, то есть нельзя для процесса оформления экзаменационной ведомости применить аппарат моделирования на основе теории игр, иначе то ли получит преподаватель ведомость, то ли нет, и вопрос, какую именно;
- процесс является повторяющимся.

Таким образом при работе в рамках административного документооборота персонал участвует в выделенных, известных, прошедших моделирование процессах.

Блок инновационных процессов имеет, в соответствии с требованиями стандарта ISO 9000, следующие характеристики:

- процесс новый, то есть специалисты в области системного анализа, экспертизы не могут назвать проект или прецедентную заявку, в которой этот процесс описан, ему в соответствии поставлены модель, алгоритм и рекомендовано программное обеспечение;
- процесс сложный, то есть состоит из совокупности возможно взаимосвязанных подпроцессов, и в результирующем виде не назван проект или заявка, в которой описан этот процесс;
- процесс выполняется в новой области деятельности, то есть требуется анализ применимости модели, которая была возможно ранее разработана, применялась для принципиально другой группы ключевых процессов, например такие задачи возникали при использовании терминалов самообслуживания на выборах.

Только и строго при выполнении одного или нескольких из этих требований речь идет об инновационных процессах, к ко-

торым относится также разработка и применение новых методов и технологий в учебной работе. Можно показать, что имеет место не только прямая задача, а именно:

- полнофункциональная WorkFlow-среда обеспечивает поддержку выделенных, отмоделированных, выполняющихся по определенным правилам, повторяющихся процессов;
- обратная задача также справедлива, а именно, пользователь полнофункциональной WorkFlow-системы участвует в типовых, ранее проанализированных процессах, то есть не решает инновационную задачу.

Примером инновационной задачи, включающей фундаментальную составляющую, реализацию, и актуальной для университета, является разработка модуля трансляции в Web-ориентированной среде комплекса материалов, представленных в виде компонентов определенного формата, со структурированным содержанием. Например, видео-материал совещания необходимо передать в территориально-удаленное подразделение, проиграть, и выделить для сохранения определенный фрагмент. Задача решалась как учебный проект, обсуждалась на конференциях университета, Всероссийской и Международной с сохранением авторства студента [2].

Отметим задачу, которая вобрала такие компоненты, как наличие фундаментального исследования, внедрение на предприятии, где впервые осваивался новый технологический цикл [3]. Была выполнена разработка комплекса моделей, проанализирована проблемы выбора программной среды, основанной на математическом аппарате, соответствующем уровню сложности и типу проекта. Выполненный проект используется для развития информационной системы предприятия, для стимуляции персонала и внедрения инновационных технологий.

К числу инновационных учебных проектов, выросших до серьезного внедренного исследования относится анализ подходов к проектированию единой среды нормативно-справочной информации масштаба предприятия для управления мастер-данными на основе применения модуля SAP NetWeaver Master Data Magement (SAP MDM) . Управление данными обеспечива-

ет синхронизацию изменений мастер-данных со всеми информационными системами предприятия.

2. Методическая поддержка инновационных проектов

В области системного анализа, проектирования информационных систем персоналу требуются новые знания, и применение методических материалов для их освоения, адаптированных с учетом реальной ситуации работы. Так, решение интегродифференциальных задач при оптимизации структуры подразделения на рабочем месте не проводится, а вот сведения о виде и смысле комплекса моделей, составляющих модель организации, описание архитектуры среды визуализации моделей необходимы.

В ходе выполнения Инновационно-образовательной программы в МФТИ была разработана и выпущена серия учебных пособий, лабораторных практикумов «Виртуальный технопарк». Серия рекомендована Учебно-методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области прикладных математики и физики», направлена на формирование у студентов базовых знаний по методологиям и технологиям системного анализа, моделирования и проектирования информационных комплексов. Серия представляет новое направление учебно-методической литературы, а именно отечественную ветвь развивающегося в мировой образовательной среде регистра «Industrial and applied mathematics» [4].

Для развития исследовательской работы студентов в рамках инновационного практикума, дисциплин IT-направления поставлен учебный проект «Исследовательский университет глазами студентов», в котором уже приняли участие около 100 студентов и аспирантов. Основной целью проекта было сфокусировать внимание молодежи на процессах исследовательского университета, посмотреть новым, свежим взглядом на основные характеристики модулей информационной среды, внести в модули инновационные элементы, привить молодым специалистам навыки административной и управленческой работы с модулями и описаниями распределенной среды .

Становление регистра «Industrial and applied mathematics» для отечественных учебно-методических публикаций актуально на этапе реструктуризации предприятий ведущих отраслей. Комплекс учебных проектов может быть применен в инновационных разработках уровня университета, передан в промышленность, сопровождается методическими материалами для переподготовки персонала. Причем учебные и методические материалы при этом фактически отражают специфику промышленных задач. Комплекс учебных модулей в электронном виде и две выпущенные серии пособий могут применяться при уровневой системе образования, а также при переподготовке и тестировании персонала предприятий.

Литература

1. СТЕПАНОВА Е.Б., КРИВЦОВ В.Е. *Инновационные элементы учебного процесса: метод проектного обучения*/Образовательная среда сегодня и завтра: труды V Всероссийской научно-практической конференции в рамках Всероссийского форума «Образовательная среда-2008» (Москва, ВВЦ, 30 сентября – 03 октября 2008). –Москва: Рособразование, 2008. С. 416-419.
2. СТЕПАНОВА Е.Б., БЕЛКИН А.Ю., ВИДЯКИН Б.А. *Моделирование работы со стандартизованными учебно-методическими комплексами в распределенной информационно-образовательной среде*. Телематика 2010: труды VII Всероссийской научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 21-24 июня 2010 г.). - Санкт-Петербург: Изд. Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2010. - Т.1 (секция А). - С.121-122.
3. СТЕПАНОВА Е.Б., МАЛАХОВ Д.А. *Моделирование процессов в системе инновационного предприятия*/Системный анализ в проектировании и управлении: Сборник научных трудов XIII Международной научно-практической конференции.– Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2009. - Ч. 2. - С. 19-20.

4. СТЕПАНОВА Е.Б. *Серия учебно-методических пособий с грифом "Рекомендовано для ВУЗов" «Виртуальный техно-парк»: лабораторный практикум: учебное пособие.*— М.: МФТИ, 2007. – 383с.

ПРОЕКТНАЯ И КОНКУРСНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ: ОТ УЧЕБНОГО КУРСА ДО ГРАНТА НАУЧНОГО ФОНДА

Степанова Е.Б.^{1,3}, Урезченко В.М.^{1,2}
(1 – НИЯУ МИФИ, 2 – МНТЦ, 3 – МФТИ, Москва)
Elena.Stepanova@mephi.ru, v.urezchenko@gmail.com

Рассмотрены подходы к формированию цикла подготовки специалистов, задействованных в инновационном проектировании и управлении, а акцентом на обеспечении понимания необходимости ориентации генерируемых в результате научной деятельности знаний на востребованность в экономической деятельности.

Ключевые слова: технологии инноваций, информационный менеджмент инновационное проектирование.

Введение

Процесс реализации долгосрочного развития экономики является собственно сам новым, сложным, и формализуется впервые в каждом новом виде деятельности. Этот процесс в комплексе может быть обеспечен только за счет подключения инноваций, а также обучения инновациям и управления ими.

Одной из составляющих этого процесса, безусловно, является результативная научно-техническая деятельность. Для целенаправленной подготовки к этой деятельности квалифицированных специалистов важно отчетливо представлять, каково же место научных разработок и самих разработчиков в инновационном процессе, как результаты научных исследований, разра-

ботанные новые материалы, новые свойства, новые медикаменты, новые технологии могут стать частью этого процесса и действовать быстрому развитию экономики. Прежде всего, следует определиться с основными понятиями в этой области и сформулировать их определения. В мире уже сложилось понимание существа инновационных процессов, которое нашло свое отражение в многочисленных публикациях на эту тему.

Дословно термин инновация может быть переведен как нововведение. Однако при его интерпретации нередко акцент делается на первой части этого сложного слова – «новое» - что и создает некоторую путаницу в восприятии этого термина. Инновация как нововведение часто ассоциируется с новым знанием, а поэтому и сам термин инновация воспринимается как новое знание. На самом деле это не совсем так или даже совсем не так. Для интерпретации этого термина более важна вторая часть слова – «введение», то есть практическое использование. Инновация, как это принято считать в мире, - это обновление, реализованное в практической хозяйственной деятельности, причем приносящее позитивный эффект в процессе этой деятельности. Фактически, это результат использования некоторого знания в хозяйственном обороте, дающий существенный положительный эффект. В докладе сделана попытка обсудить аспекты подготовки специалистов, ориентированных именно на выделение инноваций и их внедрение, с позиций практики инновационного фонда по управлению проектами.

1. Управляющее требование – востребованность в экономической деятельности

Знание, лежащее в основе инновации, может появиться из опыта работы или как озарение. Но, конечно, прежде всего - это результат целенаправленных исследований. Поэтому инновация и ассоциируется с научно-исследовательской деятельностью. Но на самом деле очень важно понимать, что это принципиально разные процессы.

Исследования - это процесс получения знаний, а инновация - это результат процесса их использования. Причем обязателен позитивный результат, т.е. обеспечивающий некий положитель-

ный эффект (снижение затрат, повышение эффективности, удовлетворение новой потребности, решение существующей проблемы, и т.п.).

Таким образом, инновация – это не есть знание само по себе, т.е. не есть непосредственный результат научной разработки, не изобретение. Об инновации можно говорить только тогда, когда есть позитивный эффект от использования того или иного знания в практической, прежде всего, в экономической деятельности.

Инновации могут проявляться в различных формах. Можно говорить о продуктовых инновациях (товары-услуги), технологических, организационных (бизнес-процессы).

Для того, чтобы инновация состоялась, а уж тем более, чтобы можно было говорить о массовом и постоянном их появлении (т.е. о состоянии инновационной экономики), должно иметь место по крайней мере два условия. Во-первых, и это самое главное, на инновации должен существовать спрос, то есть должна существовать среда, которая стимулирует бизнес к применению инноваций; конкурентная среда, при которой отказ от постоянного поиска и реализации инноваций неизбежно приводил бы к снижению прибыли, к потере бизнесом своей доли на рынке.

Ну и, во-вторых, должен существовать адекватный набор знаний, доведенных до такого состояния, при котором они имеют совокупность свойств, привлекающих внимание бизнеса.

Широкий круг мер, реализуемых в стране в настоящее время по формированию инновационно стимулирующей среды, включая выделение государством значительных финансовых средств и создание организационных структур, нацелен на реализацию второго необходимого условия - наличия адекватных инновационных предложений.

Указанные меры хоть и не могут сами по себе сформировать инновационную экономику без наличия спроса на инновации, но вместе с тем, они создают ее потенциал.

Поэтому для подготовки специалистов, способных вносить достойный вклад в инновационное развитие, необходимо понимание ориентации генерируемых в результате научной деятельности знаний на востребованность в экономической деятельности.

Фундамент такого понимания закладывается не только в ходе обучения, но прежде всего в процессе участия студентов в

исследовательской деятельности. Это и проведение ими учебно-исследовательских работ, и дипломное проектирование, и вовлечение в выполнение заказных исследований.

2. Подготовка молодых специалистов к участию в инновационных грантах

Ограниченность ресурсов заставляет и государство и бизнес концентрироваться на приоритетных направлениях научно-технической деятельности. При этом финансирование работ осуществляется, как правило, на конкурсной основе в форме грантов. Причем такая форма используется не только государством, но и частными компаниями при формировании заказов на разработки. Ориентация непосредственно на инновации предполагает, естественно, финансирование заказных работ прежде всего в области прикладных исследований. Но и фундаментальные исследования, ориентированные на перспективу также остаются востребованными.

Таким образом, грантовая форма становится приоритетной при финансировании исследовательских работ. В этой ситуации весьма важным становится фактор качественной подготовки соответствующей заявки. Конечно, принципиальным критерием при распределении грантовых ресурсов являются подтвержденные знания, умения, опыт, квалификация потенциальных исполнителей. Вместе с тем с развитием этой формы и ее бюрократизации все большую роль могут сыграть формальные факторы соответствия заявки сформулированным критериям. Культура подготовки грантовых заявок еще только формируется и представляется весьма важным прививать ее будущим исполнителям со студенческой скамьи, хотя непосредственно к подготовке заявок студенты привлекаются не часто.

В рамках введения стандартов третьего поколения этому должны способствовать специализированные дисциплины. Но для более глубокого и сознательного осмысления подходов к участию в научных разработках а основе грантов могло бы содействовать включение в учебную программу на стадии обучения соответствующих циклов.

Практика постановки дисциплины «Деловое общение», а также результативность разделов по информационному маркетингу, читаемых на кафедре Системного анализа НИЯУ МИФИ, подтверждает актуальность введения таких блоков, как: «Управление в сфере исследований и разработок», «Маркетинг в сфере исследований и разработок», «Финансирование исследований и разработок», «Продвижение технологий».

Таким образом, соединение опыта управления инновационными проектами в фонде и анализа аспектов подготовки студентов в университете, позволяют сформулировать управляющие требования для разработки программы и структуры учебных дисциплин, ориентированных на воспитание инновационного подхода.

Литература

1. УРЕЗЧЕНКО В.М. *О методах анализ инновационного потенциала результатов исследований*. Научная сессия МИФИ-2011. Сборник научных трудов. - М.: МИФИ, 2011. - XV Конференция "Телекоммуникации и новые информационные технологии в образовании". - С. 44-45.
2. Степанова Е.Б. Серия учебно-методических пособий с грифом "Рекомендовано для ВУЗов" «Виртуальный технопарк»: лабораторный практикум: учебное пособие.— М.: МФТИ, 2007. – 383с.

Секция 7. Мультиагентные системы

Сопредседатели секции

- ❖ д.т.н. Городецкий В.И.
- ❖ д.т.н. Скобелев П.О.

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЗАДАЧИ БАЛАНСИРОВКИ ЗАГРУЗКИ СЕТИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Амелина Н.О., Фрадков А.Л.

(Санкт-Петербургский государственный университет)

ngranichina@gmail.com, fradkov@mail.ru

В статье мультиагентная система для решения задачи балансировки загрузки узлов децентрализованной вычислительной сети при неполной информации о текущем состоянии узлов и переменной структуре связей (топологии). Задача балансировки загрузки сети переформулируется как задача достижения консенсуса. Для решения предлагается использовать алгоритм типа стохастической аппроксимации, работоспособность которого иллюстрируется примерами численного моделирования. Для исследования динамики системы предлагается использовать метод непрерывных моделей (Дерезицкий-Фрадков-Льюнг (ДФЛ) схема).

Ключевые слова: мультиагентная система, балансировка загрузки сети, достижение консенсуса.

Введение

Распределенное взаимодействие в сетях динамических управляемых агентов привлекает в последнее время внимание все большего числа исследователей. Во многом это объясняется широким применением мультиагентных систем в разных областях, включая автоматическую подстройку параметров нейронных сетей распознавания, управление формациями [1], роение [16], распределенные сенсорные сети [3], управление перегрузкой в сетях связи [13], взаимодействие групп беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [3], относительное выравнивание групп спутников и др. Многие из таких задач легко переформулируются в терминах достижения консенсуса в мультиагентных системах [10, 12, 9].

Решение таких задач существенно усложняется при практическом применении, с одной стороны, из-за обмена неполной информацией, которая, кроме того, обычно измеряется с помехами, а, с другой, из-за эффектов квантования (дискретизации), свойственных всем цифровым системам [9, 12].

1. Задача консенсуса на графах

Пусть (Ω, F, P) – основное вероятностное пространство, и будем считать, что часть или все определенные далее переменные, вектора и матрицы – случайные величины.

Поясним обозначения, которые будут использоваться в дальнейшем. Верхний индекс у переменных используется в качестве индекса, а не показателя степени. Для вектор-столбцов $Z_1, \dots, Z_l, [Z_1; \dots; Z_l]$ определяет вектор-столбец, полученный вертикальным соединением l векторов.

Для описания топологии сети будем использовать понятия теории графов. Орграф $G = (N, E)$ состоит из множества узлов $N = \{1, \dots, n\}$ и множества ребер E . Ребро определяется упорядоченной парой $(i, j) \in N \times N$, где $i \neq j$.

Рассмотрим динамическую сеть, топология G_t которой меняется со временем и моделируется с помощью последовательности орграфов $\{G_t = (N, E_t)\}_{t \geq 0}$, где $N = \{1, \dots, n\}$, а каждое $E_t \subset E$ и случайно меняется во времени. Если $(j, i) \in E_t$, то говорим, что узел i получает информацию от узла j , который называется *соседом* узла i .

Обозначим $N_t^i = \{j \mid (j, i) \in E_t\}$ – множеством соседей узла i , $x_t^i \in R^n$ определяет состояние узла i в момент времени $t \in \{0, 1, 2, \dots, T\}$.

Будем считать, что изменения со временем состояний узлов описываются разностными уравнениями:

$$x_{t+1}^i = x_t^i + f^i(x_t^i, u_t^i), \quad i \in N,$$

где u_t^i – управляющие воздействия.

Определение: n узлов достигают среднеквадратичного консенсуса, если $E \|x_t^i\|^2 < \infty, t \geq 0, 1 \leq i \leq n$ и существует случайная переменная x^* такая что $\lim_{t \rightarrow \infty} E \|x_t^i - x^*\|^2 = 0$ для $1 \leq i \leq n$.

Будем называть протоколом с топологией G_t обратную связь по наблюдениям состояний $u_t^i = k_t^i(y_t^{j_1}, \dots, y_t^{j_{m_i}})$, где множество $\{j_1, \dots, j_{m_i}\} \in \bar{N}^{i,t} \subseteq \{i\} \cup N_t^i$.

В момент времени t если $N_t^i \neq \emptyset$ узел i получает, возможно, устаревшую информацию от своих соседей, моделируемую следующим образом: $y_t^{ik} = x_{t-d_t^{ik}}^k + w_t^{ik}$, $k \in N_t^i$, где w_t^{ik} – помехи, а $0 \leq d_t^{ik} \leq d^*$ – целочисленная случайная задержка. Каждый узел знает информацию о своем собственном состоянии (может быть, и зашумленную).

2. Протоколы консенсуса

Определим матрицу $B_t = (b_t^{ij})_{1 \leq i, j \leq n}$ следующим образом [9].

Если $N_t^i = \emptyset$, то $b_t^{ij} = 0 \quad \forall k \in N$.

$$\text{Если } N_t^i \neq \emptyset, \text{ то } \begin{cases} b_t^{ij} \in [\underline{b}, \bar{b}], & j \in N_t^i \\ b_t^{ij} = 0, & k \notin N_t^i \cup \{i\}, \\ b_t^{ii} = - \sum_{j \in N_t^i} b_t^{ij} \end{cases}$$

где $0 < \underline{b} \leq \bar{b} < \infty$ – две детерминированных константы.

Будем использовать протокол консенсуса в следующем виде [9, 12]:

$$u_t^i = \alpha_t \sum_{j \in N_t^i} b_t^{ij} (y_t^{j_1} - x_t^i), \text{ где } \alpha_t > 0 \text{ – размеры шагов.}$$

3. Анализ замкнутой динамики

Обозначим \bar{X}_t – набор из $\bar{X}_t = [x_t^1, x_{t-1}^1, \dots, x_{t-d^*}^1, \dots, x_t^n]$ для фиксированного целого числа $d^* \geq 0$.

Перепишем динамику обобщенных состояний сети в векторно-матричном виде:

$$(1) \quad X_{t+1} = UX_t + \alpha_t B(X_t, W_t),$$

где U – матрица размерности: $n(d^* + 1) \times n(d^* + 1)$:

$$U = \begin{pmatrix} I & 0 & 0 & \dots & 0 \\ I & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & I & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & I & 0 \end{pmatrix};$$

W_t – вектор помех, составленный из $w_t^{ik}, w_{t-1}^{ik}, \dots, w_{t-d^*}^{ik}, (k, i) \in E_{\max}$, $X_t \in R^n$ – вектор состояний, α_t – последовательность положительно определенных размеров шагов.

Для исследования динамики системы будем применять метод непрерывных моделей [1, 2] (также называемый ОДУ или ДФЛ-схемой [8, 11]). Метод ДФЛ состоит в приближенной замене исходного стохастического разностного уравнения (1), описывающего динамику сети обыкновенным дифференциальным уравнением:

$$(2) \quad \frac{dX}{dt} = \bar{B}_t(X),$$

где $\bar{B}_t(X) = \frac{1}{\alpha_t}(U - I) + EB(X, W_t)$. В работах [1, 2] показано, что

при небольших дополнительных предположениях решение исходной системы траектории $\{X_t\}$ из (1) близки в среднеквадратичном смысле к траектории $\{\bar{X}(\tau_t)\}$ из (2), вычисленному при $\tau_t = d^*(\alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_{t-1})$.

Теорема: Пусть выполнены следующие условия:

A1) Если T бесконечно, то ряд из α_t расходится, ряд из α_t^2 сходится.

A2) Граф G_t сильно связан почти для всех t .

A3) Векторы шума $\{W_t, t \geq 0\}$ центрированные и независимые, они независимы от $\{(B_t, A_{G_t}, \{d_t^{ik} \mid (k, i) \in E_{\max}\}), t \geq 0\}$, где $0 \leq d_t^{ik} \leq d^*$ для фиксированного целого числа $d^* \geq 0$. Кроме того, X_0 и $\sup_t |W_t|^2$ в среднем ограничены.

A4) Число переключений конечно для каждого ограниченного интервала времени и интервалы между переключениями отличны от нуля.

Тогда справедливы неравенства:

$$E \max_{0 \leq \tau_i \leq \tau_{\max}} \|X_t - \bar{X}(\tau_i)\|^2 \leq C_1 e^{C_2 \tau_{\max}} \alpha,$$

где $\alpha = \max_{1 \leq t \leq T} \alpha_t$, $C_1 > 0$, $C_2 > 0$, α – максимальный размер шага.

$$E \|X_t - \bar{X}(\tau_i)\|^2 \leq C \alpha^\mu \text{ для некоторых } \mu, 0 < \mu < 1.$$

То же самое верно и для систем с переключениями, если интервалы между переключениями отличны от нуля.

4. Балансировки загрузки узлов децентрализованной сети

Рассмотрим модель системы распределения однотипных заданий между разными узлами (агентами) для параллельной работы с обратной связью. Обозначим $N = \{1, \dots, n\}$ – набор интеллектуальных агентов. Задания поступают в систему в различные моменты времени.

В каждый момент времени t состояние агента i , $i = 1, \dots, n$, описывается двумя характеристиками: q_t^i – загруженность или длина очереди в момент времени t , p_t^i – производительность узла.

Динамики изменений состояний агентов описываются следующими уравнениями

$$(3) \quad q_{t+1}^i = q_t^i - p_t^i + z_t^i + u_t^i; \quad i = 1, \dots, n, t = 0, 1, 2, \dots, T,$$

где z_t^i - новое задание, поступившее на узел i в момент времени t .

Требуется поддерживать равномерную загруженность всех узлов сети.

Для минимизации времени выполнения всех заданий естественно использовать протокол перераспределения заданий с течением времени.

5. Имитационное моделирование

Для иллюстрации теоретических результатов приведем пример имитационного моделирования для задачи балансировки загрузки децентрализованно вычислительной сети, состоящей из 6 агентов.

Для упрощения будем считать, что производительность p_t^i не меняется со временем, т.е. $p_t^i \equiv p^i$ и $x_t^i = q_t^i$.

Динамика замкнутой системы имеет вид:

$$(4) \quad x_{t+1}^i = x_t^i - p^i + z_t^i + \alpha_t \sum_{j \in N_t^i} b_t^{ij} (y_t^{ij} - x_t^i).$$

В процессе работы алгоритма в систему поступают новые заказы (в момент времени $t = 150, t = 450, t = 550$). Используем постоянный размер шага $\alpha_t = 0.1$. Состояния узлов x_t^i показаны на Рис. 4.

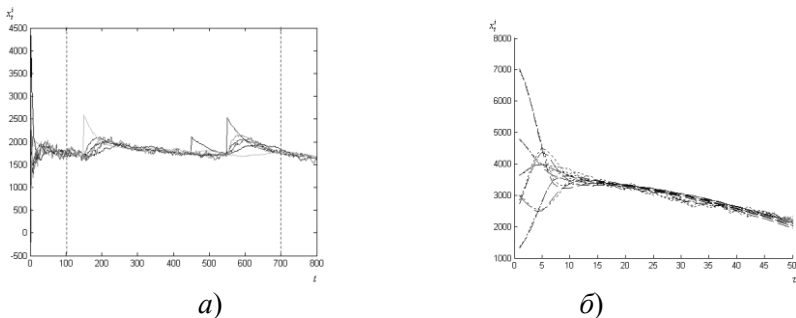


Рис. 1. а) Состояния узлов x_t^i для нестационарного случая; б) Поведение алгоритма (4) и его непрерывной модели (2).

Топология сети меняется дважды – в моменты времени $t = 100$ и $t = 700$.

Видно, что поступление новых заказов в систему не меняют качество работы системы. Это большое преимущество алгоритма.

Сравним динамику алгоритма (4) и непрерывную модель. Для случая без задержек матрица из (2) выглядит следующим образом: $\bar{B}_t(\bar{X}_t) = (-I + \tilde{B})\bar{X}_t$, где

$$(5) \quad \tilde{B} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

В случае с равномерно распределенными задержками, когда целочисленная задержка $d_t^i k$ равна 0 или 1 с вероятностью 1/2, $d^* = 1$. Тогда мы расширяем пространство состояний:

$$X_t = [x_t^1, \dots, x_t^n, x_{t-1}^1, \dots, x_{t-1}^n] \in R^{2n}.$$

Запишем матрицу из (17) следующим образом: $\bar{B}_t(\bar{X}_t) = \bar{B}_t \bar{X}_t$, где

$$(6) \quad \bar{B}_t = \begin{pmatrix} -I + \frac{1}{2} \tilde{B} & \frac{1}{2} \tilde{B} \\ \frac{1}{\alpha_t} I & -\frac{1}{\alpha_t} I \end{pmatrix}.$$

Рассмотрим случай с постоянным размером шага $\alpha_t = 0.1$.

На Рис. б показаны траектории в случае применения алгоритма (4) (линии из точек), а также предельные траектории дифференциального уравнения (2) (пунктирные линии).

Литература

1. ДЕРЕВИЦКИЙ Д.П., ФРАДКОВ Ф.Л. *Две модели для анализа динамики алгоритмов адаптации* // Автоматика и телемеханика, 1974, №1, с. 67-75.
2. ДЕРЕВИЦКИЙ Д.П., ФРАДКОВ А.Л. *Прикладная теория дискретных адаптивных систем управления*. М.: Наука, 1981.
3. C. ANTAL, O. GRANICHIN AND S. LEVI *Adaptive autonomous soaring of multiple UAVs using SPSA* In Proc. of the 49th IEEE CDC, P. 3656-3661, 2010.
4. T.C. AYSAL, K.E. BARNER *Convergence of consensus models with stochastic disturbances*, IEEE Trans. Info. Theory, vol. 56, no. 8, P. 4101-4113, 2010.
5. J. CORTES, F. BULLO, *Coordination and geometric optimization via distributed dynamical systems*, SIAM J. Control Optim., May 2003.
6. F. CUCKER AND E. MORDECKI *Flocking in noisy environments*, J. Math. Pures Appl., vol. 89, no. 3, P. 278-296, 2008.
7. A. FAX, R.M. MURRAY *Information flow and cooperative control of vehicle formations*, IEEE Trans. Automat. Contr., vol. 49, P.1465-1476, Sept. 2004.
8. L. GERENCSER *A representation theorem for the error of recursive estimators*, SIAM J. Control Optim. V. 44 (6), P.2123-2188, 2006.
9. M. HUANG *Stochastic Approximation for Consensus with General Time-Varying Weight Matrices*, Proc. the 49th IEEE Conference on Decision and Control, Atlanta, GA, USA, P. 7449-7454, Dec. 2010.
10. A. JADBABAIE, J. LIN, A.S. MORSE *Coordination of groups of mobile autonomous agents using nearest neighbor rules*, IEEE Trans. Automat. Contr., vol. 48, P. 988-1000, June 2003.
11. L. LJUNG *Analysis of recursive stochastic algorithms*, IEEE TAC, No 4, P. 551--575, 1977.
12. R. OLFATI-SABER, R.M. MURRAY *Consensus problems in networks of agents with switching topology and time-delays*, IEEE TAC, vol. 49, P. 1520-1533, Sep., 2004.

13. F. PAGANINI, J. DOYLE, S. LOW *Scalable laws for stable network congestion control*, presented at the Int. Conf. Decision and Control, Orlando, FL, Dec. 2001.
14. W. REN, R.W. BEARD *Consensus seeking in multiagent systems under dynamically changing interaction topologies*, IEEE Trans. Automat. Control, vol. 50, no. 5, P. 655-661, 2005.
15. S. S. STANKOVIC, M. S. STANKOVIC, D. M. STIPANOVIC *Decentralized parameter estimation by consensus based stochastic approximation*, Proc. 46th IEEE Conference on Decision and Control, New Orleans, LA, P. 1535-1540, Dec., 2007.
16. J. TONER, Y. TU *Flocks, herds, and schools: a quantitative theory of flocking*, Phys. Rev. E, vol. 58, no. 4, P. 4828-4858, Oct. 1998.

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА МЕСТНОСТИ ГРУППОЙ ЛЕГКИХ БПЛА.

Амелин К.С., Граничин О.Н.

(Санкт-Петербургский государственный университет)
konstantinamelin@gmail.ru, Oleg_granichin@mail.ru

В статье рассматривается проблема адаптивного управления группой беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для задач мониторинга местности, как с позиций аппаратной реализации, так и выбора алгоритма. Применяется мультиагентный подход для создания такого управления. Рассмотрен классических случая задачи для БПЛА: исследования экологической ситуации местности.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты (БПЛА), группа БПЛА, адаптивное управление, мультиагентные системы, рандомизированный алгоритм стохастической оптимизации.

Введение

Многие из задач для БПЛА (например, от передачи фотоматериалов при исследовании местности) требуют для получения практических результатов применения супервычислений с огромным количеством исходных данных, которые должны поступать на суперкомпьютер в режиме реального времени. Если использовать традиционные БПЛА с оператором и приемом/передачей данных по радиоканалу, то реальные автоматизированные системы «захлебываются» от потоков данных, которые надо еще сохранять и передавать компьютеру для обработки. Об обратном потоке управления БПЛА обычно даже речь и не идет, так как результаты не удается получить в реальном времени.

Применение мультиагентного подхода заключается в создании группы БПЛА. Такая группа состоит из БПЛА-агентов, которые способны «общаться» между собой и обмениваться данными с базовой станцией или с сетью базовых станций.

1. Мультиагентный подход и трехуровневая система управления БПЛА

Комплекс БПЛА, как правило, состоит из одного БПЛА и базовой станции под управлением человека. Иногда используют несколько комплексов, при этом каждый БПЛА привязан к своей базовой станции. Обмен информацией между комплексами происходит только на земле, между базовыми станциями [3]. Такую работу комплекса можно представить, как двухуровневую систему управления. Верхний уровень управления осуществляется базовой станцией. Здесь определяется глобальная задача для БПЛА, задаётся высота полёта, скорость полёта, маршрут, точки сбора информации и т.д. Нижний уровень управления осуществляется автопилотом БПЛА, который действует по записанной на него программе с базовой станцией и управляет исполнительными механизмами.

Использование группы «интеллектуальных» БПЛА для выполнения общей задачи характеризуются отсутствием автономной «жесткой» постановки задачи, позволяя группе

оперативно принимать решения по изменению сценария выполнения поставленной задачи. Например при: появление нового источника ценной информации, выход из строя части имеющихся ресурсов, изменение критериев принятия решений и пр.

Именно для решения подобных проблем применяются мультиагентные технологии, в основе которых лежит понятие —интеллектуального агента”.

Для возможности реализации применения мультиагентного подхода мы добавляем промежуточный средний уровень, который реализуется за счёт дополнительного микрокомпьютера установленного в БПЛА [2].

Таким образом, мы получаем новую трёхуровневую систему управления БПЛА-агента.

2. БПЛА-агент для автономной группы

Для создания трёхуровневой системы управления необходимо пересмотреть аппаратное оснащение одиночного БПЛА [1].

На верхнем уровне остается компьютер под управлением человека – базовая станция. Её задачи: определение глобальной миссии для группы БПЛА-агентов (наприме, параметры территории исследования, задание способов исследования, высота полёта и т. д.); разбиение глобальной задачи на части для каждого БПЛА-агента; обмен информацией с БПЛА-агентами; сбор и обработка информации от группы; формирование новой глобальной миссии группе в зависимости от поступающей на базовую станцию новой информации.

Для создания БПЛА-агента мы используем легкий планер РАРИКА – размах крыльев 2 м, вес 2 кг, полезная нагрузка 500 г, скорость от 40-120 км/ч, дальность 200 км.

На среднем уровне управления БПЛА-агента находится бортовой микрокомпьютер Бортовой микрокомпьютер – головное устройство системы управления БПЛА. Его основная цель: выполнить поставленную ему задачу [4]. Для этого он выполняет пять основных функций: генерация обновлений к программе полета для автопилота; обработка данных навигационного оборудования и телеметрии; работа с

дополнительным оборудованием; общение с микрокомпьютерами других БПЛА; отправка данных на базовую станцию и получение от нее новых заданий.

Связь между микрокомпьютерами осуществляется за счет радиоприемника с частотой 2,4 GHz (Wi-Fi). Связь с базовой станцией осуществляется через GPRS по GSM модему [1].

На нижнем уровне управления остается автопилот БПЛА-агента. Но новая программа теперь создается микрокомпьютером.

3. Алгоритм групповой работы сети БПЛА

Рассмотрим один из основных типов алгоритмов управления полётом БПЛА, исследование экологической ситуации местности .

При решении задачи мониторинга экологической обстановки в акватории залива (например, поиск разливов нефти) работа системы организуется следующим образом: выбирается тип задачи (например, поиск нефтяных пятен в акватории и источника их образования);

- в зависимости от площади исследуемой территории и количества БПЛА в группе, их характеристик, территория разделяется на участки, и формируются отдельные задачи для каждого члена группы (для выбранного примера: поиск аномалии интенсивности цвета поверхности акватории);
- в микрокомпьютер каждого БПЛА группы записывается глобальная задача (параметры исследуемой территории и т. п.) и отдельная задача этого самолета-агента;
- каждый агент приступает к выполнению поставленной ему задачи;
- когда в зону Wi-Fi видимости одного БПЛА из группы попадает другой, при «общении» происходит передача между агентами накопленной информации и при необходимости взаимное уточнение отдельных задач.
- наличие обратной связи с мобильными агентами (БПЛА) позволяет оперативно формировать из ЦОДа инструкции по корректировке их заданий.

Такой алгоритм действия группы подходит к любым задачам визуального мониторинга территории.

Не менее развитой тематикой при разработке программ управления БПЛА являются алгоритмы оптимизации полёта. Одним из способов накопления энергии и увеличения дальности полёта является использование восходящих воздушных потоков (термических потоков или термиков) [5,7,11]. Нами предлагается алгоритм работы группы при использовании системы термиком с использованием SPSS метода [8-10].

Литература

1. АМЕЛИН К.С. *Лёгкий беспилотный летательный аппарат для автономной группы // Стохастическая оптимизация в информатике*. Т. 6. 2010. С. 117-126.
2. АМЕЛИН К.С., АНТАЛ Е.И., ВАСИЛЬЕВ В.И., ГРАНИЧИНА Н.О. *Адаптивное управление автономной группой беспилотных летательных аппаратов // Стохастическая оптимизация в информатике*. Вып. 5. 2009. С. 157-166.
3. *Официальный сайт по беспилотным летательным аппаратам // <http://bp-la.ru/>*.
4. СКОБЕЛЕВ П.О. *Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений // Автометрия*. 2002. № 6. С. 45-61.
5. ALLEN M. J., *Autonomous soaring for improved endurance of a small uninhabited air vehicle // AIAA 2005-1025, 43rd AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, 10-13 January, 2005*.
6. ANTAL C., GRANICHIN O., LEVI S.. *Adaptive Autonomous Soaring of Multiple UAVs Using Simultaneous Perturbation Stochastic Approximation // 49th IEEE Conference on Decision and Control, Hilton Atlanta Hotel, Atlanta, GA, USA, December 15-17, 2010*.
7. DANIELI J. EDWARDS, *Implementation Details and Flight Test Results of an Autonomous Soaring Controller // North Carolina State University*.
8. GRANICHIN O.N., *A stochastic recursive procedure with dependent noises in the observation that uses sample perturba-*

- tions in the input // *Vestnik Leningrad Univ. Math.* 1989. Vol. 22. No. 1(4). P. 27–31.
9. GRANICHIN O.N., *Procedure of stochastic approximation with disturbances at the input // Automation and Remote Control.* 1992. Vol. 53 No. 2, part 1. P. 232–237.
 10. GRANICHIN O.N., POLYAK B.T., *Randomized Algorithms of an Estimation and Optimization Under Almost Arbitrary Noises.* —Moscow: Nauka. 2003.
 11. REICHMANN H., *Cross-Country Soaring.* — Minnesota: Soaring Society of America, Inc. 1978.

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Андреев М.В.¹, Бабанин И.О.¹, Иващенко А.В.²
(1 – НПК «Разумные решения», Самара; 2 – Институт
проблем управления сложными системами РАН, Самара)
anton.ivashenko@gmail.com

В статье описываются принципы построения сети интеллектуальных систем планирования для адаптивного управления производством с использованием мультиагентных технологий.

Ключевые слова: коллективное управление, мультиагентные технологии, онтологии, производственное планирование.

Введение

На многих современных предприятиях наукоемкого машиностроения в настоящее время проводится совершенствование системы управления, обусловленное растущими требованиями к качеству работ и эффективности использования ресурсов, необходимостью ускоренных инноваций выпускаемой продукции и обеспечения конкурентоспособности на мировых рынках.

Одним из основных направлений такого развития является обеспечение согласованного и распределенного взаимодействия в процессе планирования и контроля производства, с возможностью вовлечения в процесс принятия решений, наряду с плановыми и диспетчерскими службами, конечных исполнителей – мастеров, начальников участков и рабочих. Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют технически реализовать дистанционное взаимодействие между руководителями и исполнителями производственных планов. Однако, для того, чтобы с учетом этого взаимодействия построить эффективную систему управления производством, необходимо обеспечить интеллектуальную поддержку принятия решений, с использованием современных сетевых принципов управления и мультиагентных технологий.

Реализация сетецентрического подхода к управлению производством в реальном времени

Интеллектуальная система для согласованного динамического планирования производства в реальном времени может быть представлена в форме распределенной адаптивной сети следующих динамических планировщиков реального времени, построенных на основе мультиагентных технологий [1]:

- стратегический планировщик предприятия, обеспечивающий планирование на значительный горизонт времени на основе экспертных знаний, трудоемкости изготовления изделий по типам операций, имеющейся специализации и объемов свободных ресурсов цехов;
- оперативные планировщики цехов, обеспечивающие планирование технологических процессов с точностью до конкретных заданий, рабочих и станков.

Разделение этапов стратегического и оперативного планирования связано с необходимостью работы с расписаниями разной степени детализации: на уровне года и квартала (общее понимание плана работ), на уровне месяца (детальное планирование и контроль исполнения) и на уровне недели (оперативное принятие решений по сверхурочным работам и т.п.).

Суть сетцентрического подхода к построению системы управления производством состоит в организации как вертикального, так и горизонтального взаимодействия в сети планировщиков в ходе стратегического и оперативного планирования производства и контроля исполнения планов (см. рис. 1).

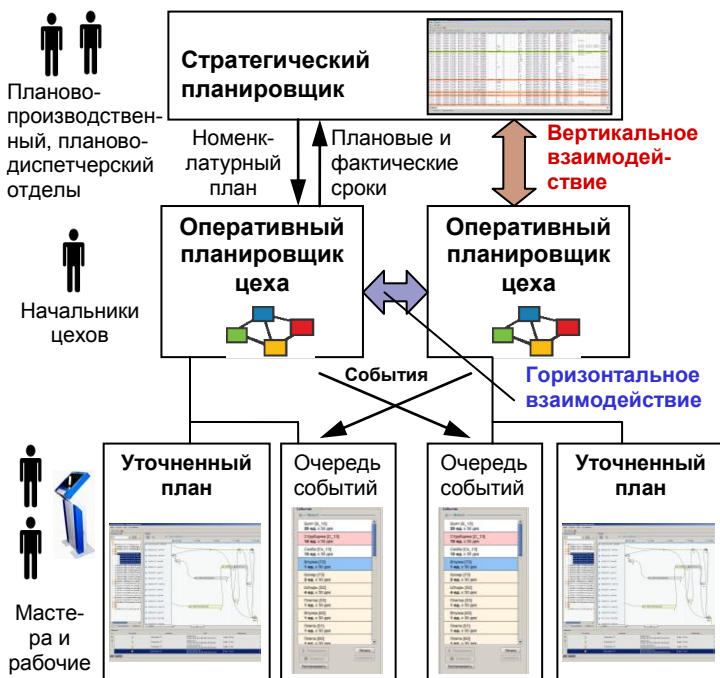


Рис. 1. Сеть планировщиков производства

Вертикальное взаимодействие направлено, прежде всего, на усиление связи между стратегическим и оперативным планированием: плановые подразделения предприятия (экономические, финансовые службы, планово-производственные отделы) на основе получаемой актуальной информации о реальных производственных возможностях смогут вовремя корректировать производственный план и управлять рисками его невыполнения.

Горизонтальное взаимодействие подразумевает налаживание прозрачного сообщения между смежными цехами, задействованными в рамках выполнения технологических процессов

конкретных заказов: в случае опоздания работ в одном подразделении смежный цех получает возможность корректировать собственное расписание, чтобы не допускать простоев.

В результате планирования задач в планировщиках цехов устанавливаются плановые сроки исполнения, которые рассчитываются исходя из загрузки ресурсов, и уточняют директивные сроки, заданные в производственной программе. По завершению планирования инициируются события, передаваемые другим планировщикам, по которым они в асинхронном режиме узнают об изменении плановых сроков изготовления изделий. В случае если расписания цехов (по плановым срокам, установленным для задач) не имеют противоречий, подразделения уведомляются (средствами планировщиков) о достижении компромисса.

Важным преимуществом этой технологии является возможность адаптивного планирования в реальном времени, когда план не строится всякий раз заново при возникновении новых событий, но оперативно корректируется по мере их появления. Такая адаптация осуществляется непрерывно путем выявления конфликтов в расписаниях, проведения переговоров и достижения компромиссов между агентами заказов и ресурсов, что позволяет системе работать режиме реального времени.

Заключение

Применение описанного подхода обеспечивает такие преимущества, как повышение качества и эффективности решений по планированию ресурсов, высокая оперативность и открытость к поэтапному подключению новых подразделений.

Литература

1. ANDREEV M., IVASCHENKO A., SKOBELEV P., TSAREV A. *A Multi-agent platform design for adaptive networks of intelligent production schedulers* // 10th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems (IMS'10), Lisbon, Portugal. – 2010. – P. 87 – 92

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГЕНТСКИХ ПРОГРАММ И СУЩЕСТВУЮЩИЕ ЗАБЛУЖДЕНИЯ

В.И.Городецкий
(СПИИРАН, Санкт–Петербург)
gor@iiias.spb.su

В настоящее время технология многоагентных систем, в основном, усилиями зарубежных специалистов достигла высокого уровня зрелости и заняла достойное место среди ведущих интеллектуальных информационных технологий. В среде российских исследователей и разработчиков в области интеллектуальных систем понятие МАС остается относительно экзотическим и формируется, к сожалению, зачастую на основе весьма упрощенного понимания или полного игнорирования базовых принципов их построения. Работа имеет целью показать, чем в действительности агенты отличаются от объектов и что нового они приносят в возможности интеллектуальных систем многоагентной архитектуры.

Ключевые слова: агент, объект, многоагентная система, взаимодействие, язык высокого уровня.

В настоящее время технология многоагентных систем (МАС) достигла достаточно высокого уровня зрелости и стала одной из ведущих интеллектуальных информационных технологий. Она находит все большее применение в широком классе приложений. МАС определяется как сеть слабо связанных решателей частных проблем (агентов), которые существуют в общей среде и *взаимодействуют* между собой для достижения тех или иных целей. Взаимодействие может осуществляться либо путем *обмена сообщениями*, представленными на языке *высокого уровня*, либо их взаимодействие осуществляется *косвенным образом*, когда агенты воспринимают информацию от других агентов через изменения внешней среды.

Взаимодействие является ключевым свойством МАС. Именно оно делает множество агентов, объединенных в систему, аналогом биологического сообщества, а высокоуровневый

язык общения, используемый ими в процессе взаимодействия, наделяет МАС принципиально новыми свойствами и выделяет агентские системы из множества программ, построенных иначе. В этом соотношении между МАС и другими программами прослеживается аналогия с тем, как вторая сигнальная система человека выделила человеческое сообщество из других биологических сообществ, что способствовало его быстрому прогрессу. Можно надеяться, что точно так же использование коллективом агентов языка общения высокого уровня приведет к быстрому прогрессу интеллектуальности МАС и их преимуществ по сравнению с другими программами. Практика это доказывает.

Современное состояние МАС достигнуто в результате более чем двадцатилетних исследований, главным образом, зарубежных специалистов. В среде российских исследователей в области интеллектуальных систем понятие МАС остается относительно экзотическим и формируется, к сожалению, зачастую на основе весьма упрощенного понимания или полного игнорирования базовых принципов их построения. В большей части публикаций по МАС в российских изданиях, зачастую весьма авторитетных, неявно насаждается мнение, что любая интеллектуальная система, реализованная в стиле объектно-ориентированного программирования, в которой термин *объект* заменен на термин *агент*, автоматически становится многоагентной системой. По мнению других авторов, если объекты системы достаточно сложны, то их следует называть агентами. Отсюда следует, что ничего особенно нового агентская технология не дает. Другие авторы, имея в основе аналогичное мнение о том, какая программа является агентской, в своих исследованиях, не имеющих к агентам никакого отношения, активно и неуместно используют агентскую терминологию, и тем самым создают видимость активности в области МАС, дезориентируют читателей и создают искаженное представление об этой технологии. К сожалению, работы такого содержания появляются с удручающей регулярностью. Опасность таких публикаций состоит в том, что зачастую пишут их авторитетные люди. Конечно, рано или поздно все станет на свои места, но как обычно это произойдет скорее поздно, чем рано, что будет способствовать дальнейшему отставанию российских ученых в области теории и практики МАС, которое уже в настоящее время составляет более десятилетия.

Цель работы состоит не в том, чтобы агитировать читателя в пользу МАС: использовать МАС технологию в собственных разработках или нет—это дело самого исследователя. Работа имеет целью показать, чем в действительности агент отличается от объекта и что нового это дает. Для этого в докладе приводится пример конкретной МАС в области управления ГРИД ресурсами, и дается краткое описание отличий агентской программы от программы, написанной в обычном объектно – ориентированном стиле. Далее кратко перечисляются эти отличия.

1. *Пассивность–активность.* Объект является пассивной программной сущностью. Его методы вызываются любой внешней программой, и объект выполняет запрос безоговорочно. В отличие от этого, агент является активной сущностью и вопрос о том выполнять или не выполнять запрос внешней программы, на некоторый сервис, решается самим агентом.

2. *Характер поведения.* Объект не может реагировать сам на события внешнего мира. В отличие от этого, агент может не только реагировать, причем неоднозначно, на специфические запросы, представленные во входном сообщении, но также и самостоятельно реагировать на события внешнего мира, используя механизм *подписки (subscribe)*, информацию от сенсоров, а также принимать решение о выборе варианта своего поведения. Если объект не может запускать процессы по собственной инициативе, то агент такую способность имеет.

Объект обладает детерминированной реакцией. Если он не реагирует на запрос, то это исключительная ситуация, требующая обработки. Агент всегда может отказаться выполнять запрос, не реагируя на него, основываясь на своих соглашениях, приоритетах, и в зависимости от внутреннего состояния.

Объект не может объявлять свои интерфейсы. Объектно–ориентированные языки позволяют только спросить объект о его интерфейсах. Агент же может объявлять свои интерфейсы, используя механизм сервисов белых и желтых страниц.

Объект может поддерживать только одну нить исполнения. В отличие от этого, каждый агент сам управляет нитью своего поведения и может осуществлять *управление несколькими нитями* одновременно. Заметим, что в программировании наиболее

близкими к агентам являются так называемые *активные объекты*, которые могут управлять нитью своего поведения.

3. *Интерактивность*. Объекты не могут инициировать взаимодействие, в то время как для агентов этот процесс является естественным и, более того, основным стилем работы.

4. *Асинхронность работы*. Объекты не поддерживают асинхронный режим работы. По сути, внешнее поведение у объекта отсутствует, имеется только *реакция на запросы*. В отличие от этого, коммуникации агента обычно асинхронные, и агенты поддерживают параллельную обработку. Агент может поддерживать сразу несколько диалогов, решая самостоятельно вопрос об очередности участия в них. Агент сам решает, как чередовать диалоги и решение задач, т.е. когда переходить от "внешнего" поведения к "внутреннему".

5. *Формат сообщений*. Объект имеет один метод на каждый тип входного сообщения, и формат сообщения должен строго соблюдаться, в то время как содержание входного сообщения агента имеет более свободную форму и представляется на языке высокого уровня, оперирующим понятиями онтологии.

6. *Способность к обучению*. Объект создается классом и далее не изменяется. Хотя понятие роли и поддерживается некоторыми языками, но далеко не всеми. Агент же может исполнять множество различных ролей в зависимости от контекста задачи. Атрибуты объекта задаются его классом, и они не могут изменяться в процессе работы. Атрибуты агента задаются его классом. Если агент снабжен способностью к обучению, то он может динамически менять свои атрибуты и их значения.

7. *Мобильность* (способность к миграции). Объект не может мигрировать по сети. Агент, в отличие от этого, может быть обеспечен способностью к миграции по сети.

Таким образом, можно видеть, что агенты отличаются от объектов во многих отношениях, причем их отличия существенно расширяют возможности агентов, а значит и МАС в целом, по сравнению с объектами, а взаимодействие агентов на языке высокого уровня делает МАС аналогом биологического сообщества со всеми его возможностями.

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ОАО «РЖД»

Дмитриев Д.В.¹, Курбатов Е.В.¹, Симонова Е.В.²,
Скобелев П.О.³, Степанов М.Е.², Царев А.В.²,
Чехов А.В.⁴, Шабунин А.Б.⁴

(1 – ООО «ПрограмПарк», Москва; 2 – НПК «Разумные решения», Самара; 3 – Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара; 4 – ОАО «НИИАС», Москва)
dmtrvdnl@gmail.com, e.kurbatov@k-tek.ru, simonova.elena.v@gmail.com, petr.skobelev@gmail.com,
multinodus@gmail.com, at@anarun.net,
achekhov@gmail.com, a_shabunin@hotmail.com,

В статье описывается сетецентрический подход к созданию интеллектуальной системы управления ресурсами ОАО «РЖД» в реальном времени на основе мультиагентных технологий.

Ключевые слова: сетецентрический подход, коллективное управление, мультиагентные технологии.

Введение

Одной из важнейших задач, предусмотренных стратегическими направлениями научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г., является развитие и совершенствование интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом [1]. Чтобы повысить эффективность управления производственными процессами ОАО «РЖД», предлагается сетецентрический подход к созданию интеллектуальных систем нового поколения, который позволяет создавать «системы систем».

1. Особенности задачи управления ресурсами ОАО «РЖД»

ОАО «РЖД» представляет собой сверхсложную систему, характеризующуюся большим числом и разнообразием взаимодействующих элементов, обладающих конфликтными интересами. Особенности принятия решений при управлении РЖД: неопределенность, событийность, ситуативность, многофакторность, высокая связность, индивидуальность, конфликты, трудоемкость, оперативность.

Эти особенности требуют новых современных стратегических подходов, методов и средств автоматизации производственной деятельности и обеспечения поддержки принятия решений в реальном времени. Применение классических методов оптимизации чаще всего оказывается неприемлемым, т. к. изменение условий часто происходит до того, как сам оптимум будет найден по причине сложности и трудоёмкости вычислений или скоротечности изменений. Для решения этой проблемы необходима разработка «рациональных методов», обеспечивающих допустимое (т.е. устраивающее всех) распределение ресурсов, когда фактор времени становится первостепенным, а скорость решения как можно меньше зависит от размерности задачи или контролируется в ходе решения.

2. Сетецентрическая архитектура системы управления производственными процессами в реальном времени

Сетецентрический подход предопределяет организацию управления сложными процессами в распределённой коммуникационной инфраструктуре, где каждый узел работает в режиме самоорганизации на достижение поставленных задач. Подход предполагает создание информационно-управляющей матрицы – «системы систем». В результате взаимодействия узлов друг с другом происходит динамическое перепланирование действий каждого узла под контролем узла (диспетчера), имеющего стратегический обзор ситуации. Диспетчерские узлы также могут образовывать связанную сеть взаимодействующих узлов.

Одним из перспективных подходов для реализации принципов сетецентрического управления является разработка информационных систем на основе мультиагентных технологий и онтологий [2]. Мультиагентные технологии позволяют построить адаптивные методы и средства распределения ресурсов, планирования, согласования, мониторинга и контроля исполнения планов в реальном времени, когда планы не строятся заново всякий раз, а лишь постоянно корректируются и перестраиваются по мере их выполнения. Концепция сетецентрических систем может быть реализована на основе создания асинхронных многоуровневых р2р сетей мультиагентных систем (Рис.1).

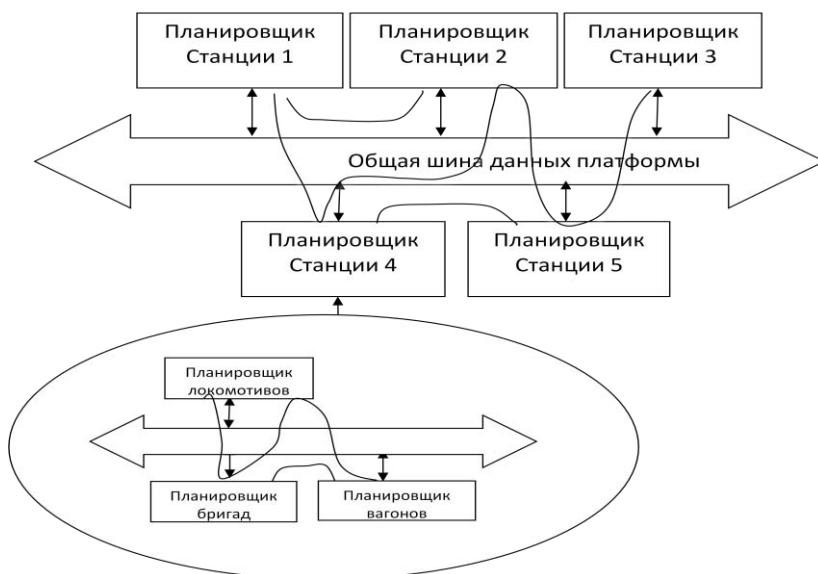


Рис. 1. Сетецентрическая архитектура системы

Каждая система представляет собой вложенную «матрешку» сети составных систем, и каждый уровень такой «матрешки» представляет собой р2р сеть подсистем, а в р2р сети подсистем каждый может работать с каждым. Например, планировщик дороги декомпозируется в планировщики станций, планировщики станций декомпозируется в набор планировщиков локомотивов, вагонов, бригад и т.д.

Фактически, за счет использования новых информационно-коммуникационных технологий будут созданы условия для коэволюции нескольких самоорганизующихся мультиагентных систем (в отличие от более привычных отношений «мастер-ведомый» между системами), обменивающихся сообщениями и данными между собой и с пользователями в реальном времени для согласования или координации планов.

Заключение

Данный подход является новым и весьма перспективным для создания сложных систем управления такими крупными предприятиями, как ОАО «РЖД», работающих в реальном времени для обеспечения высокой согласованности, продуктивности и эффективности использования ресурсов предприятия.

Литература

1. *Белая книга ОАО «РЖД»*. 2010. – 54 с.
2. ИВАЩЕНКО А.В., КАРСАЕВ О.В., СКОБЕЛЕВ П.О., ЦАРЕВ А.В., ЮСУПОВ Р.М. *Мультиагентные технологии для разработки сетевых систем управления*. Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – С. 11 – 23.

СЕТЕВОЙ ПРИНЦИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПОЛЕТА, ГРУЗОПОТОКА И РАСЧЕТА РЕСУРСОВ МКС

Ивашенко А.В., Сюсин И.А.
(НПК «Разумные решения», Самара)
anton.ivashenko@gmail.com

В статье описывается сетевой принцип организации взаимодействия в мультиагентной системе интерактивного по-

строения программы полета, грузопотока и расчета ресурсов Международной космической станции.

Ключевые слова: коллективное управление, мультиагентные технологии, Международная космическая станция.

Введение

Для поддержания функционирования Международной космической станции (МКС) необходимо решать множество взаимосвязанных задач по обеспечению жизнедеятельности экипажа, доставке лабораторного оборудования, различных материалов и инструментов. Эта работа сопряжена с многочисленными согласованиями в процессе принятия совместных решений по обеспечению МКС всем необходимым, с учетом возможностей по доставке на космических кораблях и других требований и ограничений.

Для повышения эффективности данного процесса была разработана и внедрена мультиагентная система [1], которая обеспечивает согласованное планирование полетов космических аппаратов, их стыковок к МКС, грузопотока, размещения грузов на МКС, их возврата и утилизации; планирование топлива, воды и рационов питания, а также расчет времени экипажа.

Рассмотрим особенности реализации такой системы, основанной на организации взаимодействия сообществ программных агентов, каждый из которых является автономным объектом, который может реагировать на события, принимать решения и взаимодействовать с себе подобными.

1. Особенности сетевого взаимодействия при мультиагентном планировании обеспечения МКС

Построение программы полета, планирование грузопотока и ресурсов МКС имеет несколько стадий с разным горизонтом планирования. Вначале создается стратегическая модель грузопотока, на основе которой рассчитывается требуемое количество грузовых транспортных средств в год на основе числа предполагаемых экспедиций. Затем начинается процесс интерактив-

ного построения программы полета. На этом этапе определяется количество и времена стыковок и отстыковок космических кораблей к сегментам МКС, которые согласовываются со всеми заинтересованными сторонами с учетом временных окон на возможные старты космических кораблей, активности Солнца, конфигурации и ожидаемого положения МКС, требований к экипажу и т.п. Несколько версий программы полета создается и рассматривается на этом этапе до момента подписания и опубликования финального решения.

После утверждения программы полета начинается процесс планирования грузопотока, топлива и воды, которое производится параллельно. Доставки грузов распределяются между полетами транспортных средств, а также пилотируемых космических аппаратов в случае, если это необходимо, на основе данных о ежедневном расходе грузов членами экипажа. Количество космонавтов и информация о датах стартов и стыковок берется из утвержденной программы полета. Доставки топлива и воды рассчитываются на основании данных о коррекциях орбиты и расходов на стыковки и другие операции МКС. План грузопотока дополняет план по возврату и утилизации грузов.

Основная проблема планирования заключается в том, что все решения должны рассматриваться и приниматься параллельно и быть согласованными между собой. Например, в связи с ограниченной грузоподъемностью транспортных средств в случае дополнительных заявок на доставку сухих грузов, доставки топлива или воды должны сократиться. В свою очередь, в случае, если необходимо увеличить расход топлива, некоторые доставки сухих грузов требуется отменить, или отложить до следующего полета.

С учетом этой специфики процесса согласования и утверждения планов по обеспечению МКС, в основу разработанной мультиагентной системы был положен сетевой принцип взаимодействия: для решения каждой частной задачи построения программы полета, грузопотока, расчета ресурсов была разработана отдельная подсистема поддержки принятия решений.

Каждая из этих подсистем представляет собой автономное сообщество агентов разных типов, которые могут взаимодействовать между собой. Каждый агент имеет свои собственные

предпочтения и ограничения, а мультиагентное сообщество, ответственное одной подсистеме, согласно холоническому подходу [2], может взаимодействовать с другим сообществом, имея собственные предпочтения и ограничения сообщества в целом.

Программные агенты, действующие на основании конфликтных интересов, динамически создают расписания путем переговоров и распределенного принятия решений. В этом взаимодействии нельзя заранее определить некую последовательность шагов или детерминированную логику. Строго говоря, оно не может быть описано алгоритмом, а скорее представляет собой набор базовых принципов поведения. Агенты производят повторяющиеся переговоры, включая другие агенты, в том числе и из других подсистем при необходимости и итерационно согласовывают свои расписания.

Такое поведение соответствует реальному процессу планирования, когда лица, ответственные за грузы, топливо и воду за круглым столом согласовывают возможные решения. В связи с этим, логика мультиагентных переговоров может быть отнесена к подходам, основанным на аналогии с природными механизмами самоорганизации, а ее применение обеспечивает адекватность и полезность для лиц, принимающих решения.

Заключение

С использованием описанной мультиагентной системы было разработано несколько программ полета на период 2010 – 2014, расписание грузопотока и расчет ресурсов на 2011. Основной особенностью системы стал тот факт, что она позволяет разрабатывать и сравнивать несколько версий, описывающих возможные решения в ответ на непредвиденные (нештатные) ситуации и события.

Сетевой принцип взаимодействия позволил повысить эффективность принятия решений в сравнении с традиционными системами, поддерживающими иерархические бизнес-процессы.

Основной эффект был получен от сокращения времени на принятие решений и возможности моделировать различные ва-

рианты планирования для определения наилучшей реакции на поступающие события, что обеспечивает снижение рисков.

Литература

1. IVASCHENKO A., KHAMITS I., SKOBELEV P., SYCHOVA M. *Multi-agent system for scheduling of flight program, cargo flow and resources of international space station* // HoloMAS 2011, LNAI 6867, Germany, Springer, 2011 – P. 165 – 174.
2. LEITAO P., VALCKENAERS P., ADAM E. *Self-adaptation for robustness and cooperation in holonic multi-agent systems* // Transactions on large-scale data- and knowledge-centered systems, 5740, Germany, Springer, 2009. P. 267 – 288.

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ МЕХАТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

И.А. Каляев, Э.В. Мельник

(НИИ многопроцессорных вычислительных систем

Южного федерального университета)

kaliaev@mvs.sfedu.ru

Понятие «мехатронный объект» появилось сравнительно недавно. Под мехатронным объектом, как правило, понимается техническая система, управляемая с помощью компьютера. Под такое, достаточно широкое, определение попадает большинство современных технических систем, начиная от бытовых и заканчивая аэрокосмическими.

Неуклонное развитие научно-технического прогресса ведет к постоянному усложнению мехатронных объектов (МО), расширению их функциональных возможностей. При этом эволюция мехатронных объектов напрямую связана с эволюцией их систем компьютерного управления. В мехатронных объектах первого поколения в качестве систем управления использовались однопроцессорные компьютеры с последовательной обработкой информации. К преимуществам однопроцессорных сис-

тем управления МО следует отнести их относительную дешевизну, а главное простоту организации процесса управления – достаточно просто запрограммировать компьютер на реализацию соответствующего алгоритма управления. Однако, с другой стороны, однопроцессорная организация системы управления МО имеет и ряд существенных недостатков. Во-первых, последовательный принцип организации вычислений в компьютере классического типа далеко не всегда обеспечивает возможность реализации алгоритма управления сложным МО в режиме реального времени. Во-вторых, наличие одного (центрального) компьютера, отвечающего за управление всем МО, резко снижает надежность МО, поскольку выход этого компьютера из строя приводит к отказу всего МО в целом.

Поэтому, системы компьютерного управления с однопроцессорной (централизованной) организацией используются, как правило, в несложных МО, к которым не предъявляются повышенные требования по надежности функционирования, например, в бытовых приборах.

Усложнение МО и расширение их функциональных возможностей потребовало создания более сложных систем компьютерного управления. В мехатронных объектах второго поколения уже используются системы компьютерного управления (СКУ) с иерархической организацией. В состав такой СКУ входит, как правило, один главный (центральный) компьютер, отвечающий за общую организацию работы системы, а также ряд подчиненных ему компьютеров нижнего уровня. Очевидно, что такая иерархическая организация обладает рядом преимуществ по сравнению с однопроцессорной (централизованной) организацией системы компьютерного управления, а именно:

– во-первых, за счет распараллеливания задач управления МО между компьютерами нижнего уровня можно существенно повысить быстродействие системы при решении задачи управления, и, как следствие, обеспечить возможность управления сложными, динамическими объектами в режиме реального времени;

– во-вторых, достигается более высокая надежность системы, поскольку отказ компьютера нижнего уровня не будет при-

водить к катастрофическим последствиям для всего МО в целом.

Однако иерархическая организация СКУ имеет и свои недостатки.

Во-первых, усложняется процедура решения задачи управления МО. Действительно, в этом случае необходимо каким-то образом разбить общую задачу управления МО на ряд отдельных подзадач, реализация которых поручается компьютерам нижнего уровня, а также «увязать» эти подзадачи между собой в общую процедуру управления МО в целом с помощью главного (центрального) компьютера верхнего уровня. Поэтому процесс создания алгоритмического и программного обеспечения такой иерархической СКУ далеко не прост.

Во-вторых, в системе все равно сохраняется «узкое горло» в виде компьютера верхнего уровня, выход которого из строя опять-таки приводит к отказу всего МО в целом.

Развитие компьютерных технологий и прежде всего сетевых технологий позволяет в настоящее время перейти к созданию мехатронных объектов третьего поколения, основу которых будут составлять распределенные системы компьютерного управления, представляющие собой множество полностью равноправных компьютеров, объединенных в единую систему управления с помощью сетевого канала связи.

Такая организация СКУ имеет целый ряд преимуществ. Во-первых, в отличие от однопроцессорной (централизованной) и иерархической организации СКУ здесь отсутствует какой-либо главный (центральный) компьютер, выход которого из строя приводит к отказу всего МО. Поскольку все компьютеры, входящие в состав такой системы, равноправны, то отказ любого из них не приводит к катастрофическим последствиям. При этом задачи, решаемые отказавшим компьютером могут быть перераспределены (размещены) на работоспособные компьютеры без потери функциональных возможностей МО. Иными словами подобная СКУ будет обладать высокой надежностью и живучестью.

Кроме того, сетевая организация СКУ существенно упрощает организацию информационного обмена между СКУ и информационными и исполнительными подсистемами МО, кото-

рая может в данном случае осуществляться по стандартным сетевым протоколам обмена.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, практически отсутствуют примеры реального применения СКУ с сетевой (децентрализованной) организацией для управления сложными МО. Это вызвано, по-видимому, двумя обстоятельствами:

- во-первых, отсутствием теоретических основ создания подобных СКУ;
- во-вторых, отсутствием методологических и алгоритмических основ функционирования подобных СКУ.

Именно на решение этих проблем направлен настоящий доклад. В докладе рассматриваются и анализируются различные подходы к организации СКУ мехатронных объектов, приводится их классификация. В результате качественного сравнения различных подходов делается вывод о перспективности распределенной сетевой организации СКУ (РСКУ), которая с одной стороны обеспечивает высокое быстродействие СКУ при решении задач управления сложными МО, а с другой стороны отличается повышенной надежностью.

Рассматривается проблема обеспечения отказоустойчивости РСКУ. Показывается, что данная проблема может быть решена двумя способами: за счет наличия резервных процессорных узлов (ПУ) либо за счет наличия резерва производительности в каждом ПУ. Проводится анализ обоих подходов и делается вывод о том, что подход, основанный на резерве производительности ПУ более эффективен, поскольку обеспечивает эквивалентную вероятность безотказной работы при меньших аппаратных и стоимостных затратах.

Наличие резервных ПУ, а также их резервной производительности обеспечивает возможность парирования отказов, возникающих при работе РСКУ. При этом восстановление вычислительного процесса в РСКУ при возникновении отказа может осуществляться путем перераспределения решаемых задач управления на работоспособные ПУ. Функции такого перераспределения ресурсов в системе должны возлагаться на некоторый диспетчер. В докладе рассматриваются различные подходы к организации такого диспетчера в составе РСКУ и делается вывод о том, что наиболее эффективной с точки зрения отказо-

устойчивости и аппаратурных затрат является децентрализованная организация диспетчера в виде множества локальных диспетчеров, реализуемых на отдельных ПУ РСКУ. В докладе рассматриваются общие принципы функционирования РСКУ с децентрализованным диспетчером, а также алгоритмы работы локальных диспетчеров в различных режимах.

Наиболее сложным режимом функционирования локального диспетчера является режим перераспределения (размещения) задачи управления по работоспособным ПУ при возникновении отказа. В докладе рассматриваются различные подходы к решению проблемы размещения задачи управления по ПУ РСКУ и предлагаются алгоритмы работы локального диспетчера для их реализации.

В заключении показывается работоспособность и эффективность предложенных подходов к организации и функционированию РСКУ как на примерах программных моделей, так и их практического использования в реальных мехатронных объектах.

РАЦИОНАЛЬНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ МАС

Новиков Д.А.
(ИПУ РАН, Москва)
novikov@ipu.ru

Рассмотрена проблема выбора рационального уровня интеллектуализации в мультиагентных системах.

Ключевые слова: мультиагентные системы, интеллектуальный агент, рефлексия, групповое поведение.

Теория игр и коллективное поведение. Традиционно в классических теоретико-игровых моделях [12] и/или в моделях принятия коллективных решений (группового, коллективного поведения [1, 4, 10]) используется одно из двух предположений об «интеллектуальности» агентов. Либо считается, что агенты «бесконечно интеллектуальны», то есть вся существенная ин-

формация и принципы принятия другими агентами решений всем им известны, всем известно, что всем это известно и т. д. до бесконечности (так называемая концепция общего знания). Либо предполагается, что агенты «примитивны» – каждый агент в рамках своей информированности следует некоторой процедуре принятия индивидуальных решений и почти «не задумывается» над тем, что знают и как ведут себя остальные агенты. Первый подход является каноническим для теории игр, второй – для моделей коллективного поведения. Но между двумя этими «крайностями» существует достаточно большое разнообразие возможных ситуаций. Например, агенты могут осуществлять рефлексю.

Рефлексия. Информационная рефлексия – процесс и результат «размышлений» агента о том, каковы значения неопределенных параметров, что об этих значениях знают и думают его оппоненты (другие агенты). При этом собственно «игровая» компонента отсутствует, так как никаких решений агент не принимает. Иными словами, информационная рефлексия относится к информированности агента о природной реальности (какова игра) и о рефлексивной реальности (какой видят игру другие) [9].

Информационная рефлексия логически предшествует рефлексии несколько иного рода – стратегической рефлексии. Стратегическая рефлексия – процесс и результат «размышлений» агента о том, какие принципы принятия решений используют его оппоненты в рамках той информированности, которую он им приписывает в результате информационной рефлексии [3].

Таким образом, информационная рефлексия имеет место только в условиях неполной информированности, и ее результат используется при принятии решений (в том числе при стратегической рефлексии). Стратегическая рефлексия имеет место даже в случае полной информированности, предваряя принятие игроком решения о выборе действия. Другими словами, информационная и стратегическая рефлексии могут изучаться независимо, однако в условиях неполной информированности обе они имеют место.

Классическая и ограниченная рациональность. Понятие оптимальности получило строгое и точное представление в различных математических теориях, прочно вошло в практику про-

ектирования и эксплуатации технических систем, сыграло важную роль в формировании современных системных представлений, широко используется в административной и общественной практике. Это и понятно: стремление к повышению эффективности труда, любой целенаправленной деятельности как бы нашло свое выражение, свою ясную и понятную форму в идее оптимизации. Применительно к моделированию группового поведения, оптимизация соответствует концепции классической рациональности, в соответствии с которой каждый агент стремится выбрать «наилучшую» с его точки зрения допустимую альтернативу [12].

Следует отметить, что во многих важных с точки зрения практики случаях не обязательно искать наилучшее (оптимальное решение – иногда достаточно ограничиться нахождением так называемого рационального решения, которое обеспечивает, быть может, не максимальное, но удовлетворительное значение эффективности. В соответствии с теорией ограниченной рациональности в принятии решений [11], невозможность или нецелесообразность нахождения оптимального решения может быть обусловлена следующими факторами. Во-первых, может отсутствовать полная информация, необходимая для нахождения оптимального решения, а получение этой информации потребует много времени и/или ресурсов. Во-вторых, когнитивные возможности агента могут быть ограничены (он не может в требуемое время проанализировать все возможные альтернативы и вынужден остановиться на первой найденной альтернативе, которая приводит к устраивающему его значению критерия эффективности). И, наконец, в-третьих, агент может, например, в силу неполноты информации о критериях эффективности, ограничиться определенным значением эффективности, достаточным с его точки зрения. Другими словами, теория ограниченной рациональности гласит, что рациональные решения могут приниматься в ситуациях, когда у агента «нет возможности, времени или желания искать оптимальное решение» [6].

Интеллектуализация мультиагентных систем. Начиная с момента зарождения и интенсивного развития искусственного интеллекта, считается, что увеличение когнитивных, вычислительных и других ресурсов кибернетических систем расширяет

их возможности и повышает эффективность решения ими тех задач, для которых они создаются.

Более того, исходя из вышесказанного, под интеллектуализацией («увеличением интеллектуальности») мультиагентных систем (МАС) можно, помимо приращения перечисленных видов ресурсов, условно понимать наделение первых такими свойствами, как способность к:

- адаптации;
- прогнозированию изменения состояний окружающей среды и поведения других агентов;
- дальновидности (учету будущих последствий принимаемых решений);
- не только целенаправленному поведению, но и самостоятельному целеполаганию;
- рефлексии;
- кооперативному и/или конкурентному взаимодействию и т.д. То есть, имеет место тенденция к *максимальной интеллектуализации* в рамках имеющихся ресурсов – массогабаритных, стоимостных, функциональных (например, требование функционирования в режиме реального времени) и других ограничений.

Однако существует ряд примеров, свидетельствующих о том, что не всегда рост «интеллектуальности» приводит к повышению эффективности функционирования МАС. В докладе рассматривается ряд примеров, в которых:

- увеличение рангов стратегической рефлексии агентов приводит к их «проигрышу» менее интеллектуальным агентам [2, 3, 9];
- увеличение рангов информационной рефлексии агентов приводит к хаотизации поведения МАС [7],
- наделение агентов способностью к адаптации не изменяет поведения МАС [5];
- увеличение дальновидности агентов приводит к снижению эффективности их функционирования [8] и др.

Например, применительно к рефлексии оказывается, что существует (для каждой задачи в общем случае свой) так называемый максимальный целесообразный ранг рефлексии – такой,

увеличение которого не дает агенту никакого «выигрыша» [3, 9].

Поэтому можно предположить, что интеллектуализация должна быть не максимальной, а рациональной, то есть адекватной тем задачам и ситуациям, которые решают и в которых функционируют агенты. Универсальных рецептов на сегодняшний день, к сожалению, не известно – в каждом конкретном случае приходится строить и исследовать соответствующую аналитическую (в лучшем случае) или имитационную (в худшем случае) модель коллективного поведения.

Заключение. Современный уровень исследований аналитических моделей поведения группы взаимодействующих интеллектуальных агентов (технических или программных) таков, что пока не существует универсального «аппарата» их описания и исследования – все успехи ограничены набором частных и достаточно простых моделей. Видятся два направления возможных будущих прорывов. Первое – экспериментальные исследования принятия людьми решений и поиск общих закономерностей на основе анализа результатов экспериментов (с последующим переносом на группы искусственных агентов). Второе направление (теоретическое) – разработка языка описания моделей, позволяющего достаточно просто и единообразно ставить и решать различные задачи группового управления интеллектуальными агентами.

Литература

1. ВАСИН А.А. *Модели динамики коллективного поведения.* – М.: Изд-во МГУ, 1989.
2. КОРЕПАНОВ В.О., НОВИКОВ Д.А. *Задача о диффузной бомбе* // Проблемы управления. 2011. № 5.
3. КОРЕПАНОВ В.О., НОВИКОВ Д.А. *Метод рефлексивных разбиений в задачах группового поведения и управления* // Проблемы управления. 2011. № 1. С. 21 – 32.
4. МАЛИЩЕВСКИЙ А.В. *Качественные модели в теории сложных систем.* – М.: Наука, 1998.
5. НОВИКОВ Д.А. *Математические модели формирования и функционирования команд.* – М.: Физматлит, 2008.

6. НОВИКОВ Д.А. *Методология управления*. – М.: Либроком, 2012.
7. НОВИКОВ Д.А. *Рефлексия и устойчивость коллективного поведения в многоагентных системах* / Труды IX Международной Четаевской конференции «Аналитическая механика, устойчивость и управление движением». – Иркутск, ИДСТУ СО РАН, 2007. С. 360 – 365.
8. НОВИКОВ Д.А., СМЕРНОВ И.М., ШОХИНА Т.Е. *Механизмы управления динамическими активными системами*. – М.: ИПУ РАН, 2002.
9. НОВИКОВ Д.А., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г. *Рефлексивные игры*. – М.: Синтег, 2003.
10. ОПОЙЦЕВ В.И. *Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения*. – М.: Наука, 1977.
11. САЙМОН Г. *Науки об искусственном*. – М.: Мир, 1972.
12. MYERSON R. *Game Theory: Analysis of Conflict*. – London: Harvard Univ. Press, 1991.

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ИЕРАРХИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМАЦИЯМИ

Парсегов С.Э.
(ИПУ РАН, Москва)
parsegov@ipu.ru

В последние годы задачи, связанные с мультиагентными системами, такие как управление формациями, вызывают большой интерес у специалистов в области теории автоматического управления. Появляются иерархические алгоритмы, учитывающие тот факт, что взаимодействующие агенты сами по себе могут являться группами агентов более низкого уровня. В работе предлагаются иерархические законы управления формациями, сочетающие алгоритмы циклического преследования и равномерного расположения на отрезке, позволяющие получать качественно новые формации.

Ключевые слова: мультиагентные системы, иерархические алгоритмы, управление формациями.

Введение

Не так давно в теории мультиагентных систем и децентрализованного управления появилось новое важное направление – иерархические мультиагентные системы/алгоритмы. Иерархичность таких систем заключается в том, что агенты, взаимодействуя друг с другом, образуют подгруппы, агенты более высокого уровня, которые также взаимодействуют между собой.

Одной из первых работ в этом направлении была статья [5], в которой предлагался иерархический алгоритм циклического преследования и показывалось, что введение иерархии позволяет улучшать скорость сходимости, т.е. быстрее достигать консенсуса. Развитие алгоритма циклического преследования с получением качественно новых формаций и их анализом было получено в работах [4]. Алгоритмы, позволяющие получать формации из равноотстоящих агентов на заданном отрезке были разработаны в [1, 2, 3].

Настоящая работа является продолжением [1]. На основе некоторых идей, предложенных в [1, 2, 3, 4, 5], предлагаются новые двухуровневые иерархические алгоритмы управления формациями. На первом уровне иерархии (низком) агенты движутся по алгоритмам циклического преследования в рамках своих подгрупп; взаимодействие между подгруппами (высокий уровень) происходит по алгоритму равномерного расположения на отрезке. Производится анализ полученных формаций, сходимости алгоритмов.

Двухуровневые алгоритмы

Был получен двухуровневый алгоритм для одномерного случая путем выбора сигналов смещений (см. [5]) таким образом, чтобы обеспечить движение центроидов по алгоритму равномерного расположения на отрезке $[x_b, x_a]$. Рассматривается система из N агентов, поделенных на m групп по n агентов в каждой ($n \times m = N$). Пусть $x_{p,q}$ – состояние каждого агента, где

$p = 1, 2, \dots, m$ – номер группы, которой принадлежит агент, а $q = 1, 2, \dots, n$ – номер самого агента.

Динамика всей системы из N агентов имеет вид:

$$(1) \quad \dot{x} = (I_m \otimes C + D \otimes I_n)x + b,$$

$$C = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots \\ 1 & 0 & \dots & 0 & -1 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{n \times n}, \quad D = \begin{bmatrix} -1 & 0.5 & 0 & \dots & 0 \\ 0.5 & -1 & 0.5 & \dots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0.5 & -1 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{m \times m}$$

$b = [0.5x_b, 0, \dots, 0.5x_e] \otimes \mathbf{1}_n \in \mathbb{R}^N$, I_n, I_m – единичные матрицы соответствующей размерности, $\mathbf{1}_n$ – единичный вектор. Справедлива следующая

Теорема 1. Система (1) устойчива, собственные числа матрица матрицы системы равны прямой сумме множеств собственных чисел матриц C и D , центры формаций в пределе равномерно располагаются на отрезке, агенты стягиваются к центроидам; оценка скорости сходимости при больших m имеет вид $\hat{\lambda} = -\pi^2 / (2m^2)$.

Для двумерного случая введение матрицы поворота $R(\alpha)$, связывающей координаты агента (см. [4]) позволяет получать качественно новые формации. Был разработан следующий иерархический алгоритм на плоскости с поворотом. Пусть $\xi_i = [x_i, y_i]^T \in \mathbb{R}^2$ – положение i -го агента, $i = 1, 2, \dots, N$, $\xi_b = [x_b, y_b]^T$, $\xi_e = [x_e, y_e]^T$ – координаты начала и конца отрезка, соответственно. Динамика всей системы имеет вид:

$$\dot{\xi} = (I_m \otimes (C \otimes R(\alpha)) + (D \otimes I_2) \otimes I_n)\xi + \bar{b}, \quad (2)$$

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}, \quad \bar{b} = [\mathbf{1}_n \otimes 0.5\xi_b^T, 0, \dots, \mathbf{1}_n \otimes 0.5\xi_e^T]^T.$$

Справедлива

Теорема 2. Собственные числа матрицы системы равны прямой сумме множеств собственных чисел матриц $C \otimes R(\alpha)$ и D , центры формаций в пределе равномерно располагаются

на отрезке; в рамках подгрупп образуются формации с равноотстоящими агентами

- 1) в виде окружностей при $\alpha = \arcsin \left(\frac{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2(m+1)} \right)}{\sin \left(\pm \frac{\pi}{n} \right)} \right) \pm \frac{\pi}{n}$,
- 2) при меньших углах сходятся к центроидам,
- 3) при больших – образуют расходящиеся формации в виде логарифмических спиралей.

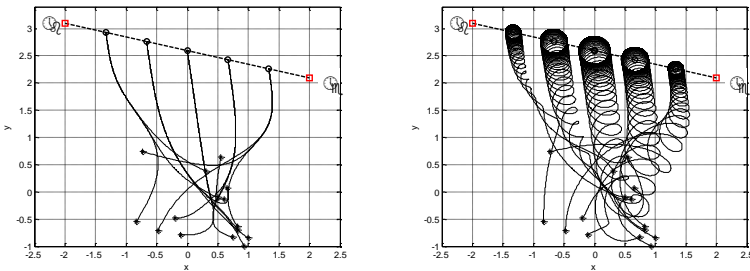


Рис. 1. Формация из 5 подгрупп по 3 агента в каждой при разных углах поворота α .

Литература

1. ПАРСЕГОВ С.Э. *Обобщенные линейные алгоритмы управления формациями*. Управление большими системами. Материалы VIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых. Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова, 2011. С. 40 – 44.
2. ПЕТРИКЕВИЧ Я.И. *Линейные алгоритмы управления геометрическим расположением объектов в многоагентной системе* // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 — «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С. 665 – 680.
3. ЦЕРБАКОВ П.С. *Управление формациями: схема Ван Лоуна и другие алгоритмы* // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 — «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С. 681 – 696.

4. RAMIREZ J.L., PAVONE M. et al. *Distributed control of spacecraft formations via cyclic pursuit: theory and experiments* // AIAA Journal of Guidance, Control, and Dynamics. Vol. 33. 2010. №5. P. 1655 – 1669.
5. SMITH S.L. et al. *A hierarchical cyclic pursuit scheme for vehicle networks* // Automatica. Vol. 41. 2005. P. 1045 – 1053.

MODELLING LARGE COMPLEX SYSTEMS USING MULTI-AGENT TECHNOLOGY

George Rzevski

(The Open University, UK)

www.rzevski.net, george@rzevski.net

The paper outlines a method for modelling large-scale commercial, social, socio-technological and engineering problems. The method is derived from twelve years of experience in designing and implementing large complex systems for real-time scheduling of taxis, air taxis, car rentals, seagoing tankers, trucks, space crafts; dynamic data mining; dynamic knowledge discovery and semantic search. The same approach has been also used for designing adaptive engineering systems and for research into social issues such as eradication of poverty.

Introduction

According to Wikipedia —the use of the term complex is often confused with the term complicated. To understand the differences, it is best to examine the roots of the two words. —Complicated” uses the Latin ending —pl” that means, —a fold” while —complex” uses the —plex” that means, —a weave.” Thus, a complicated structure is one that is folded with hidden facets and stuffed into a smaller space. On the other hand, a complex structure uses interwoven components that introduce mutual dependencies and produce more than a sum of the parts.”

According to this definition, complicated systems even when very large are well defined and their behaviour is predictable. Examples include aircraft, conventional computer programs, and rigid hierarchical organizations, including political dictatorships. These systems are deterministic (as long as they work).

In contrast, the behaviour of complex systems is difficult to predict. The uncertainty is the result of the rich interaction among diverse constituent components, from which the overall behaviour emerges. Examples include ecology, the Internet-based global market, team-oriented organizations and certain social systems such as families and democracies.

In a classification of systems according to their predictability, complex systems are between random and systems in equilibrium, as shown in Table 1.

Table 1. Classification of systems according to predictability of their behaviour

	RANDOM SYSTEMS	COMPLEX SYSTEMS	SYSTEMS IN EQUILIBRIUM	ALGORITHMS & CLOCKS
<i>Predictability</i>	Total uncertainty	Considerable uncertainty	Fully predictable	Fully predictable
<i>Behaviour</i>	Random	Emergent	Planned	Predetermined
<i>Norms of behaviour</i>	Total freedom of behaviour	Certain degree of freedom of behaviour	Predictable behaviour	Instructed what to do
<i>Organisation</i>	None	Self-organisation	Organised	Rigidly structured
<i>Control</i>	None	Self-control by self-organisation	Centralised control	No need for control
<i>Changes of behaviour</i>	Random changes	Co-evolution with environment	Small temporary deviations possible	None
<i>Operating point</i>	None	Operate far from equilibrium	Operate at an equilibrium	Operate according to the specification

Physics, often referred to as the queen of sciences, was for centuries preoccupied with studies of systems in equilibrium, such as the movement of solid bodies and fluids. The laws governing the behaviour of such systems are valid at any place and any time and are reversible. The elegance and power of these —natural laws” led many scientists to believe that, with the advancement of science, it will be possible to reduce the understanding of all systems to a similar set of simple and logical laws. This notion is known as Reductionism.

Recent research has shown that, to the contrary, in physics like in all other branches of science, many interesting phenomena are complex (Prigogine, 1997, 2003), consisting of richly interlinked elements, and are not reducible to simple laws.

I shall consider in this paper only complex systems and I shall focus on the two questions:

- Can we control large complex systems?
- Why models of complex systems must be complex?

Complexity

Let us apply the seven criteria of —complexity” (Rzevski 2011) to the Internet-based global market, which is perhaps the most frequently encountered example of a complex system. The criteria of complexity are:

1. INTERDEPENDENCY—A system consists of a large number of diverse components, referred to as Agents, which are interdependent or engaged in rich interaction.

2. AUTONOMY - Agents are not centrally controlled; they are largely autonomous but subject to certain laws, rules or norms.

3. EMERGENCE - Global behaviour of the system emerges from the interaction of agents and is therefore somewhat unpredictable.

4. NON-EQUILIBRIUM - Global behaviour of the system is —af from equilibrium” because frequent occurrences of disruptive events do not allow the system to return to the equilibrium between two disruptive events.

5. NONLINEARITY – Relations between agents are nonlinear, which occasionally causes an insignificant input to be amplified into an extreme event (butterfly effect).

6. SELF-ORGANISATION - A system is capable of self-organisation in response to disruptive events. Self-organisation may be initiated by the system autonomously in response to a perceived need, a feature that may be termed creativity.

7. CO-EVOLUTION - A system irreversibly co-evolves with its environment.

Global market consists of an exceedingly large number of agents (suppliers, consumers, investors, lenders, savers, traders, etc.) who are engaged with each other in trading. The Internet provides a powerful and rapid means of communication between constituent agents of the market.

Market participants are partially autonomous but subject to national and international laws, regulations and established norms of behaviour; there is no central planning system but each nation imposes a different set of constraints upon market participants.

Global distribution of supply to demand emerges (Holland, 1998) from local transactions. It is unpredictable although certain patterns of behaviours can be discerned. The key impact of the complexity of the global market on businesses is the occurrence of frequent unpredictable disruptive events (changes in demand and supply, delays, human errors, failures of resources, malevolent behaviour such as terrorism and hacking).

Markets clearly operate far from equilibrium (Beinhocker, 2007); new transactions get done and agreed transactions get changed with such a frequency that the market has no time to return to equilibrium between two successive disturbances.

Extreme events are occasionally occurring as exemplified by unpredictable recessions and the recent financial crisis; as complexity of the Internet-based global market increases, extreme events may become more frequent and dangerous (Taleb, 2008).

Perpetual self-organisation is in evidence as participants react to any disruptive event by changing or cancelling transactions. Since the connectivity of participants is very high, this continuous self-adjustments cause oscillations and the whole market is highly volatile.

Co-evolution of society, economy and technology is illustrated in Fig.1 below. Tools aimed at improving quality of life change economic activities, which in turn change society; invented tools be-

come available only if society decides to invest in them and use them. With time the speed of the introduction of new technologies increases causing serious imbalances in society.

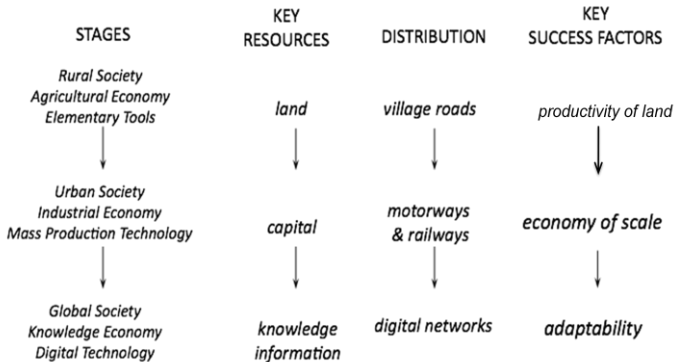


Fig.1 Co-evolution of society, economy and technology

It is important to note that as economic system evolves so do key economic success factors. Economy of scale, the undisputable key success factor during Industrial Economy, is less and less important as complexity (and dynamics) of Knowledge Economy increases. The new key success factor is *adaptability*, the ability to rapidly produce a positive response to unpredictable changes in the market. Co-evolution advances in steps as shown in Fig. 2 below. The process is similar to paradigm shifts in science (Kuhn, 1970).

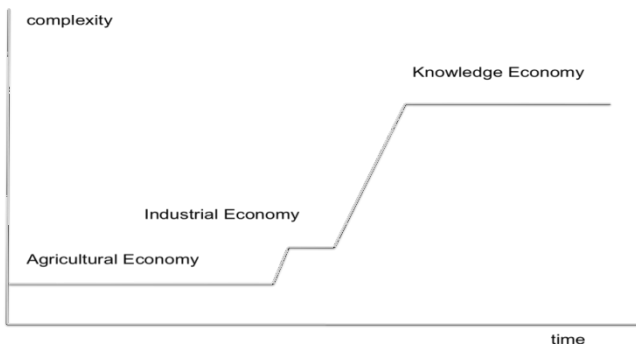


Fig. 2 Step-wise increase in complexity of markets over time

Uncertainty as the Main Issue Resulting from Complexity

The unpredictable behaviour of complex environments in which we live and work, exemplified by frequent unforeseeable disruptive events and occasional extreme events, creates *Uncertainty*.

Until recently serious changes in our environment were occurring infrequently and we are brought up by the educational system to expect a stable world operating in a steady state, at least during the life span of a generation. We are steeped in Newtonian Science postulating determinism and predictability. We are expecting that reductionism will triumph and that, sooner or later, a single universal law of physics will explain everything. It is comforting to be able to plan our lives and live to see our expectations fulfilled; for the generation of reductionists uncertainty on a large scale feels menacing.

Complexity Science can change all that. It can teach us to think differently and instead of fearing complexity to take advantage of opportunities that it offers. Thinking in terms of complexity (complexity mindset) has become the prerequisite for success.

Is it Possible to Control Complexity?

Before considering the above question let us distinguish between external and internal complexity (Rzevski, 2011).

External Complexity

The *external* complexity is complexity of our environment. For example, for businesses that sell to global markets complexity of the global market is external. By definition we cannot control our environment and therefore we cannot control external complexity.

If we cannot control complexity of our environment we must learn how to live and prosper within conditions it imposes upon us. The best strategy for coping with external complexity is to develop a capacity for self-organization that will neutralize or reduce consequences of disruptive events when they occur.

Processes with capacity for self-organization are *adaptive*, that is, capable of achieving their goals when operating in complex environments and *resilient*, that is, capable of resisting unexpected attacks.

Building the capacity for self-organization into systems in which we live and work amounts to designing complexity into our life, which is counterintuitive. Common sense suggests we should attempt to simplify the complexity of the environment, which is not practical because by definition our environment is not under our control. The design of adaptive systems is covered in (Rzevski, 2011).

Internal Complexity

In cases where we are in charge of a complex system, and complexity is therefore considered to be *internal*, we can vary complexity by *adjusting autonomy and connectivity of constituent agents*. It is more appropriate to call this activity —“complexity management” rather than —“control of complexity” and to reserve the term control for traditional steering of well-defined systems to behave exactly as specified.

Methods for managing complexity are particularly important for those in charge of complex systems such as financial services, healthcare, education, law and order, security and fraud detection as well as business processes such as logistics.

Adjusting Autonomy of Agents

The autonomy of constituent agents (the degree of freedom that agents have in making decisions) has a strong influence on complexity of the system. Reducing the autonomy makes the system more rigid (less complex) while giving agents full, unrestricted autonomy renders the system random.

Emergent behaviour of complex systems can be kept within certain region by ensuring that regulations restricting autonomy of agents are sufficiently unambiguous to prevent random behaviour and yet sufficiently flexible to allow system certain freedom to experiment when facing new challenges (Rzevski, Skobelev, 2007). There exist evidence that the best strategy is to introduce variable regulations – tighter when the system operates in a normal mode and much looser when the system is recovering from effects of an extreme event (Rzevski, 2010a).

It is important to note that adjustments of agent autonomy cannot prevent system nonlinearities to create occasional extreme

events. To reduce severity and frequency of extreme events we must control connectivity of agents.

Adjusting Connectivity of Agents

By reducing the number of links between agents and the propensity to interact we can reduce propagation of oscillations through the network of agents and thus make the network more stable (less complex).

There is evidence that reducing the frequency of occurrence and intensity of extreme events is possible by reducing propagation of oscillations through system connections, which can be achieved by increasing the “resistance” to propagations in system links and by partitioning the system into regions that are weakly interconnected with each other in order to prevent extreme events created within a region to spread to other regions, as shown in Fig. 3.

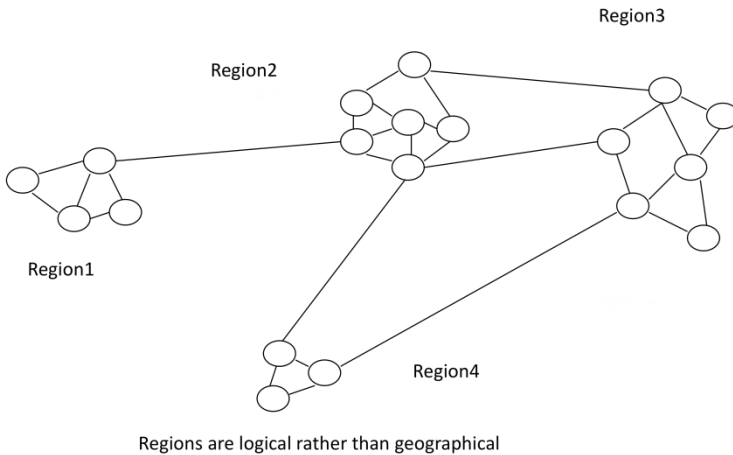


Fig. 3 Partitioning a Complex System to contain the occurrence of extreme events

Learning how to manage complexity of a particular system can be conveniently done using an appropriate model and simulating its behaviour for various values of complexity defining features.

Why Models of Complex Systems must be Complex?

Complex systems change as we attempt to construct their models and these changes must be incorporated in the model as they occur. In other words, models of complex systems must be adaptive and the adaptation must be autonomous (without waiting for instructions from the modeller), which is only possible if models have capabilities of self-organisation. Models must be able to co-evolve with situations that they model. Therefore we can postulate:

Only complex models can be used to represent complex systems.

The key implication of the thesis is that conventional top-down planning methods are not suitable for complex situations. Current-generation computer programs cannot be used as models of complexity because they are not adaptable. They cannot change by themselves - they must be instructed to do so by programmers.

At present, only ontology-based multi-agent software technology can support adaptation. Let us outline a method for constructing such models (Rzevski, et al., 2007a).

Constructing Complex Models of Complex Situations

ONTOLOGY

The first step is to collect and organise Knowledge on the domain of the Real World that is being investigated.

The most effective method of representing knowledge on a complex domain is to construct a network in which nodes are Classes of Objects of the domain and links are Relations between them. For example, for an airline relevant Object Classes include: Flight, Passenger, Aircraft, Pilot, Maintenance, Seat Price, Route and Network. Each Object Class is characterised by attributes and scripts describing its behaviour. Such domain knowledge representation is called Ontology.

The next step is to build a Virtual World capable of representing the Real World that is under consideration.

VIRTUAL WORLD

The Virtual World consists of concrete Objects (instances of Object Classes from domain Ontology) and their Relations. For an airline, a Virtual World will be a network in which nodes are concrete Object such as: Passenger P1, Passenger P2, ... Flight F1, Flight F2, ... Seat S1, Seat S2, ... Aircraft A1, Aircraft A2, ... etc, and links are —S1 is allocated to P3”, —A1 is allocated to F2”, etc. Complex systems, such as supply chains of large international organisations, and Virtual Worlds that represent them, may contain millions of objects, attributes, rules and relations. To construct Virtual Worlds for such complex problems one requires powerful multi-agent software tools.

Once a suitable Virtual World is constructed in software, it could be used to simulate behaviours of a complex issue in the Real World under different states of its environment, e.g., studying behaviour of a supply chain under varying market conditions (Rzevski, et al., 2003).

Comparing Complex Adaptive Software with Conventional Software

Conventional programs allocate resources to demands following pre-programmed algorithms in a sequential manner and therefore, when dealing with a large number of resources and demands, they require a long time to find the optimal allocation. Whenever resources or demands change, these programs start the allocation process from the beginning and if changes are frequent, they —oscillate” and cannot reach the optimal solution. Centralised intelligent systems are more flexible since they are normally driven by heuristics (rules derived from experience). Nevertheless they still solve the allocation problem sequentially and therefore cannot handle frequent changes effectively.

In contrast, high granularity multi-agent systems execute the allocation of resources in parallel (quasi-parallel, in sequential machines). Typically, hundred of thousands of agents located on a single server or workstation work concurrently, and if the problem is distributed over many servers and workstations, the number of concurrent allocation processes can rise considerably. This explains how

multi-agent systems can rapidly arrive at a near-optimal allocation of resources in real time. In cases where changes are infrequent and therefore the optimal allocation is possible, agents will systematically reconsider each concluded resource-demand matching with a view to reducing the overall cost function. This is a time consuming process, which agents will carry out in addition to any re-allocations due to changes in market conditions. Agents work solving client's problems 24 hours a day and will continue re-negotiating partially matched deals until the best possible match is achieved or time runs out.

Agents do not have to wait for instructions. They plan and execute tasks autonomously and are capable of deciding when to compete and when to co-operate with each other. They react to any change in demand or supply without being prompted. Agents representing resources will pro-actively try to place them by searching for potential customers, offering discounts, cross-selling, making special offers and/or co-operating with other agents. Agents representing customers will actively search for resources that match their requirements and will ring their clients or send them emails when they obtain satisfactory allocations.

Modelling Exceedingly Complex Issues

Complexity of certain unresolved critical issues (such as global warming, poverty and population growth) is so high that we can expect, at best, to represent them by models of limited comparable complexity, which we can use to gain some insight into their resilience to our attempts to resolve them. Let us refer to such issues as *Exceedingly Complex*. An example of a brilliant work on modelling the exceedingly complex issue of the population growth is described in (Kapitza, 2006).

The author of this paper is investigating ways of eradicating poverty by modelling —poverty issue” using complex adaptive software models. He has also investigated systemic failures that have contributed to the current global financial crisis using the same methodology (Rzevski, 2010a). According to analysis presented in this paper the current global financial network has the following *systemic* faults:

1. Regulations imposed upon financial institutions are not flexible - the degree of freedom given to bankers to innovate was excessive under conditions of stability and insufficient under conditions of the crisis.

2. The excessive speed of financial transactions and dense interconnectivity of financial institutions increased the risk of instability and may have contributed to the occurrence of extreme events.

The solution may include:

- Partitioning of the sector in a number of logical or geographical regions to limit the risk of the propagation of extreme events throughout the whole global system.
- Developing Financial Services Ontology for each region, incorporating the best available expertise on banking, investments, financial trading and regional peculiarities.
- Constructing a set of multi-agent simulators, perpetually evaluating the performance of regional and total financial systems.
- Instituting intelligent regulations, possibly different for different regions, based on a continuous evaluation of system performance.

These conclusions were derived by analogy rather than by direct investigation of the financial system and are therefore tentative. However, a study of the global financial system from the standpoint of Complexity Science would most probably yield similar results.

Complexity science has been also used to study the evolution of English language. The language is continuously changing but these changes are very small in comparison with two stepwise increases in complexity, which occurred when Chaucer and later Shakespeare introduced significant innovations, as depicted in the Fig. 6 below.

Research Methods

Research results outlined in this paper were obtained experimentally.

During the ten-year period, 1999 – 2009, the author and his close collaborator, Petr Skobelev have developed a very large number of complex adaptive software products using multi-agent technology, which are in commercial use. All these systems have one

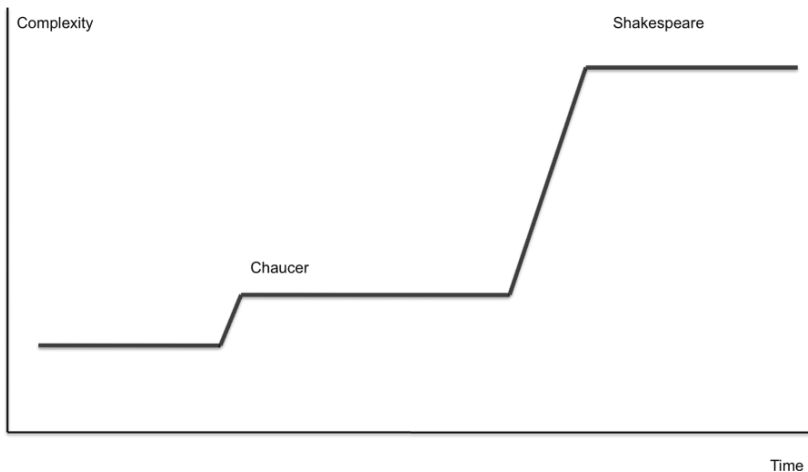


Fig. 6 The impact of Chaucer and Shakespeare on English language

feature in common – they have succeeded in solving problems, which were considered too complex for generally available conventional methods and tools. During the development process there were numerous opportunities to conduct experiments with a view to finding out how to tune multi-agent models of real-life complex problems to achieve the desired performance, and at the same time, to suppress propagation of extreme events.

Examples of successfully developed and implemented commercial complexity management systems, include:

1. Managing in real time a fleet of 2,000 taxis, for a transportation company in London (Glaschenko, et al., 2009).
2. Managing in real time a large fleet of car rentals, for one of the largest car rental operators in Europe (Andreev, et al., 2009).
3. Managing in real time 10% of the world capacity of crude oil sea-going tankers, for a tanker management company in London (Rzevski, et al., 2007).
4. Real-time scheduling of a large fleet of trucks transporting parcels across the UK (Rzevski, et al., 2006), (Andreev, et al., 2007).
5. Selecting relevant abstracts for a research team using agent-based semantic search, for a genome-mapping laboratory in the USA (Rzevski, Skobelev, 2009).

6. Creating contract templates for car insurance using multi-agent based text understanding and dynamic clustering, for a logistics company in the UK (Minakov, et al., 2007).

7. Dynamic pattern discovery for a logistics company in the UK (Rzevski et al 2007b).

8. Managing social benefits for citizens supplied with electronic id cards, for a large region in Russia

9. Agent-based simulator for modelling the airport and in-flight, RFID-based, catering supply chain, luggage handling processes, and passenger processing, for a research consortium in Germany.

10. Resolving clashes in aircraft wing design for the largest commercial airliner in Europe

The author realised early that adaptability is the key property of engineering systems operating in complex environments and that the most effective way of making artefacts adaptive is by designing them to be complex (Rzevski, 2010b).

Several examples of projects in which complexity were designed into engineering systems that the author initiated or in which he was involved are described below (Rzevski, 2003).

1. A Swarm of Agents Controlling a Machine Tool
2. Intelligent Geometry Compressor (Morgan et al, 2007)
3. Global Logistics Network
4. A Family of Intelligent Space Robots
5. A Colony of Agricultural Machinery

Conclusions

We live and work in a world of ever increasing complexity, which is not under our control. Far the most effective strategy to succeed in this world is to learn how to be adaptive and resilient. The adaptability and resilience require technology for making positive and rapid responses to disruptive events and to manage the occasional occurrence of extreme events. This technology is complex adaptive software in which hundreds of thousands of small computer programs called software agents negotiate among themselves how to neutralise disruptions. Complexity of this software can be tuned to optimise performance and reduce the impact of extreme events. The

tuning involves adjusting autonomy and connectivity of agents. The research outlined in this paper shows that large complex systems cannot be controlled but can be managed and that models of complex real-life systems must be themselves complex.

References

1. ANDREEV, S., RZEVSKI, G., SHVEYKIN, P., SKOBELEV, P., YANKOV, I., (2009). *–Multi-Agent Scheduler for Rent-a-Car Companies”*. Lecture Notes in Computer Science, Volume 5696, Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing: Forth International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2009, Linz, Austria. Springer, ISBN 978-3-540-74478-8, pp 305-314
2. ANDREEV, M., RZEVSKI, G., SKOBELEV, P., SHVEYKIN, P., TSAREV, A., TUGASHEV, A., (2007). *–Adaptive Planning for Supply Chain Networks”*. Lecture Notes in Computer Science, Volume 4659, Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing. Third International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2007, Regensburg, Germany. Springer, ISBN 978-3-540-74478-8, pp 215-225.
3. BEINHOCKER, E., (2007). *The Origin of Wealth: Evolution, Complexity and the Radical Remaking of Economics*. Random House Business Books, ISBN 978-0-712-67661-8.
4. GLASCHENKO, A., IVASHENKO, A., RZEVSKI, G., SKOBELEV, P., (2009). *–Multi-Agent Real-Time Scheduling System for Taxi Companies”*. In Decker, Sichman, Sierra, and Castelfranchi (eds.), Proc. of 8th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2009), May, 10–15, Budapest, Hungary. ISBN: 978-0-9817381-6-1, pp 29-35.
5. HOLLAND, J., (1998). *Emergence: from Chaos to Order*. Oxford University Press, ISBN 0-19-850409-8.
6. KAPITZA, S., (2006). *–Global Population Blow-Up and After: The Demographic Revolution and Information Society”*. Report to the Club of Rome, ISBN 3-9809723-5-6.

7. KUHN, T., (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Second Edition, Enlarged. University of Chicago Press, ISBN 0-226-45804-0.
8. MINAKOV, I., RZEVSKI, G., SKOBELEV, P., VOLMAN, S., (2007). –*Creating Contract Templates for Car Insurance Using Multi-agent Based Text Understanding and Clustering*”. Lecture Notes in Computer Science, Volume 5696, Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, Forth International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2009, Linz, Austria. ISBN: 978-3-540-74478-8, pp 361-370.
9. MORGAN, G, RZEVSKI, G., WIESE, P., (2004). –*Multi-Agent Control of Variable Geometry Axial Turbo Compressors*”. Journal of Systems and Control Engineering, issue I3 vol. 218, ISSN 0959-6518, pp. 157-171.
10. PRIGOGINE, I., (2003). *Is Future Given?* World Scientific Publishing Co., ISBN 981-238-508-8.
11. PRIGOGINE, I., (1997). *The End of Certainty: Time, Chaos and the new Laws of Nature*. Free Press, ISBN 0-684-83705-6.
12. RZEVSKI, G., SKOBELEV, P., BATISHCHEV, S., ORLOV, A., (2003). –*A Framework for Multi-Agent Modelling of Virtual Organisations*”. In Camarinha-Matos, L M and Afsarmanesh, H (eds), Processes and foundations for Virtual Organisations, Kluwer Academic Publishers, ISBN 978-1-4020-7638-1, pp. 253-260.
13. RZEVSKI, G., (2003) –*On conceptual Design of Intelligent Mechatronic Systems*”. Mechatronics 13, ISSN 0957-4158, pp. 1029 – 1044.
14. RZEVSKI, G., HIMOFF, J., SKOBELEV, P., (2006). –*Magenta Technology: A Family of Multi-Agent Intelligent Schedulers*”. Workshop on Software Agents in Information Systems and Industrial Applications (SAISIA). Fraunhofer IITB.
15. RZEVSKI, G., SKOBELEV, P., (2007). –*Emergent Intelligence in Large Scale Multi-Agent Systems*”. International Journal of Education and Information Technology, Issue 2, Volume 1, pp 64-71.
16. RzevSKI, G., SKOBELEV, P., ANDREEV, V., (2007a). –*MagentaToolkit: A Set of Multi-Agent Tools for Developing Adap-*

- tive Real-Time Applications*". Lecture Notes in Computer Science, Volume 4659, Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing. Third International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2007, Regensburg, Germany, Springer, ISBN 978-3-540-74478-8, pp 303-314.
17. RZEVSKI G., SKOBELEV, P., MINAKOV, I., VOLMAN, S., (2007b) *–Dynamic Pattern Discovery using Multi-Agent Technology*". Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics (TELE_INFO '07), Dallas, Texas, USA, March 22-24, 2007, ISBN: 978-960-8457-60-7, pp 75-81.
 18. RZEVSKI, G., SKOBELEV, P., (2009) *–Agent Based Semantic Web*", Semantic Universe Website.
 19. RZEVSKI, G., (2010a). *–Using Tools of Complexity Science to Diagnose the Current Financial Crisis*". Optoelectronics, Instrumentation and Data processing, 210, Vol.46, No. 2, ISSN 8756-6990.
 20. RZEVSKI, G., (2010b) *–Using Complexity Science Framework and Multi-Agent Technology in Design*". In Alexiou, K., Johnson, J., Zamenopoulos, T. (eds.), *Embracing Complexity in Design*, Routledge, ISBN 978-0-415-49700-8, pp 61-72.
 21. RZEVSKI, G., (2011) *–A practical Methodology for Managing Complexity*". *Emergence: Complexity & Organization – An International Transdisciplinary Journal of Complex Social Systems*. Volume 13, Nos. 1-2, 2011, ISSN 1521-3250, pp. 38-56.
 22. TALEB, N. N. (2008). *The Black Swan*. Penguin Books, ISBN 978-0-1410-3459-1.

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЛЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППИРОВКОЙ МАЛОРАЗМЕРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Симонова Е.В.¹, Соллогуб А.В.², Степанов М.Е.¹

(1 – НПК «Разумные решения», Самара ;

2 – ГНИ РКЦ «ЦСКБ – Прогресс», Самара)

simonova.elena.v@gmail.com,

sollogubav@mail.ru, multinodus@gmail.com

В статье описываются принципы управления операциями, выполняемыми группировкой малоразмерных космических аппаратов, на основе мультиагентного подхода. Работа поддержана грантом РФФИ №10-08-01015а.

Ключевые слова: коллективное управление, мультиагентные технологии, онтологическое описание, дистанционное зондирование Земли.

Введение

Задачи дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) возникают в широком спектре областей: мониторинг окружающей среды, поиск движущихся объектов, контроль состояния технических объектов и сооружений, наблюдение за объектами в околоземном пространстве и т.п. Наиболее современной тенденцией является использование для решения задач ДЗЗ вместо одиночных крупногабаритных космических аппаратов группировок малоразмерных космических аппаратов (МКА), оснащенных аппаратурой различного назначения, например, видимого, инфракрасного, радиационного спектра [1].

1. Принципы коллективного управления группировкой МКА на основе мультиагентного подхода

Для управления группировкой МКА предлагается мультиагентный подход. Мультиагентная система (МАС ДЗЗ) представляет собой глобальную пространственно распределённую сеть, агенты (узлы) которой либо совершают вращение вокруг Земли (КА ДЗЗ, КА–ретрансляторы), либо, находясь на поверхности Земли, вращаются вместе с ней (объекты наблюдения, центры обработки данных (ЦОДы)), либо совершают своё движение в соответствии с законами небесной механики (Земля, Солнце, звёзды). Пусть каждый агент–МКА может автономно определять свои координаты в пространстве в любой момент времени, имеет в своём составе устройства двусторонней связи с другими агентами, что позволяет обмениваться с ними сообщениями.

В мультиагентной системе реализуется коллективное управление, позволяющее агентам–МКА, исходя из текущей ситуации и на основе поставленных целей, за счет согласованного планирования оперативно реагировать на возникающие события, формировать и корректировать расписания каждого агента, согласовывать между собой планы, контролировать их исполнение, интерактивно взаимодействовать с каждым из агентов и проводить перепланирование в случае возникновения отклонения намеченного плана от факта в реальности [1].

Для описания знаний, необходимых агентам, входящим в группировку, используется онтология (база знаний), содержащая информацию о параметрах и возможных сценариях развития ситуации в зондируемых районах.

МАС ДЗЗ включает редактор онтологий, предназначенный для создания и редактирования сцен на основе онтологий, а также исполняющую систему, реализующую моделирование процесса слежения за целью с использованием сцены.

2. Примеры решения задачи идентификации неподвижной точечной цели со сложными свойствами

Описание цели, которую требуется исследовать, передается ЦОДом в виде дерева связей, где терминальные узлы представ-

ляют собой базовые объекты, нетерминальные узлы – составные объекты, а ребра – связи между объектами (Рис.1).

Агент–МКА, получивший запрос на исследование цели, выделяет из полного дерева поддереву, содержащее только те концепты, которые соответствуют его спектру видимости. Агент–МКА проводит исследование в соответствии со своим типом поддерева онтологического описания и, в случае положительного результата, отправляет другим агентам–МКА запросы на исследование в других спектрах, пересылая в описании цели соответствующее поддерево. Каждое поддерево онтологического описания объекта может быть исследовано агентом–МКА соответствующего спектра видимости вне зависимости от агентов–МКА других спектров, кроме случаев, когда имеется связь «ИЛИ» или «НЕ», имеющая в качестве параметров концепты различных типов спектра. Ниже кратко рассмотрены примеры сцен, демонстрирующие мультиагентный подход к решению задачи ДЗЗ.

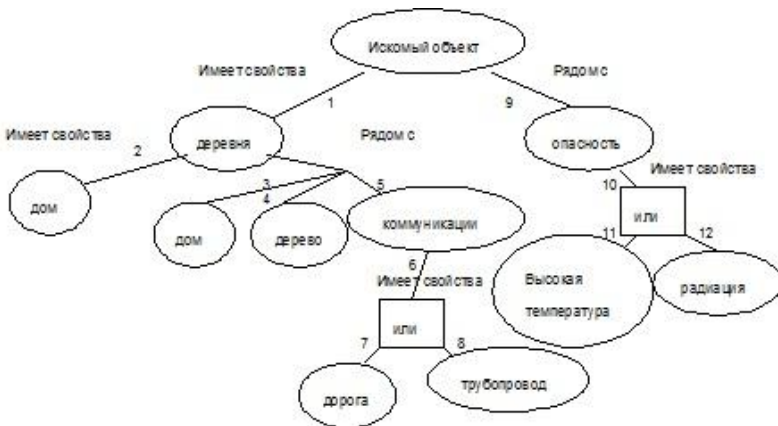


Рис. 1. Онтологическое описание цели исследования

Задача обнаружения горящего объекта. Данная задача решается за счет коллективного анализа зондируемого участка, разбитого на квадраты, агентами–МКА видимого и инфракрасного спектра.

Задача поиска поврежденного объекта. За счет сравнения онтологических описаний, соответствующих неповрежденному и поврежденному объекту, определяется изменение состояния объекта. Если в течение интервала времени слежения агенты–МКА вначале обнаружили видимый объект, отвечающий первому онтологическому описанию, а затем – второму, целевой объект поиска найден.

Заключение

Данный подход является основой сетцентрической концепции управления подвижными объектами, позволяющей реализовать принципы самоорганизации группировки МКА при решении широкого спектра задач ДЗЗ.

Литература

1. СКОБЕЛЕВ П.О., СОЛЛОГУБ А.В., ИВАЩЕНКО А.В., СИМОНОВА Е.В., СТЕПАНОВ М.Е., ЦАРЕВ А.В. *Мультиагентные технологии в задачах дистанционного зондирования Земли*. Труды XIII международной конференции по проблемам управления и моделирования в сложных системах. — Самара: Сам. НЦ РАН, ИПУСС РАН. 2011. – С. 426–434.

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ БОЛЬШИХ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Скобелев П.О., Царев А.В.

*(Группа компаний «Генезис знаний»,
НПК «Разумные решения», Институт
проблем управления сложными системами РАН)
petr.skobelev@gmail.ru; tsarev@smartsolutions-123.ru*

Предлагается сетецентрический подход к созданию больших мультиагентных систем для адаптивного управления ресурсами в реальном времени. Рассматривается логическая р2р архитектура подобных систем, способных демонстрировать коэволюцию самоорганизующихся систем. Показываются возможности применения подхода для решения задач управления грузовыми перевозками, управления производством, цепочками поставок и других применений. Работа поддержана грантами РФФИ №10-08-01015а, №11-07-13119-офи-м-2011-РЖД.

Ключевые слова: сетецентрический подход, адаптивное управление, мультиагентные системы, производственные предприятия, грузовые перевозки, цепочки поставок.

Введение

Мультиагентные технологии находят все больше промышленных применений в задачах адаптивного управления ресурсами в реальном масштабе времени, например, при управлении мобильными ресурсами, управлении производством и т.д. [1].

Вместе с тем, для перехода к «большим» системам, отличающимся высокой сложностью и размерностью решаемых задач, как традиционным системам, так и самоорганизующимся системам нужны новые решения.

Например, если создать мультиагентную систему для управления цехом крупного завода еще возможно, то представить себе одну большую и единую «сверху-вниз» систему для

управления всем заводом – просто невозможно, настолько сложны и разнообразны процессы управления на всех уровнях. Еще менее реалистично представить подобную «одну» большую систему в управлении железной дорогой, где требуется одновременно и согласованно управлять дорогами, станциями, поездами, вагонами, маневровыми локомотивами, мобильными бригадами рабочих и т.д.

Аналогичные проблемы с очевидностью просматриваются для управления грузоперевозками, управления цепочками поставок и во многих других задачах управления.

В качестве решения в настоящей статье мы предлагаем развитие сетцентрического подхода [2] к созданию больших систем в виде «систем систем», построенных снизу-вверх на принципах p2p архитектуры, что позволяет продемонстрировать коэволюцию самоорганизующихся систем.

В практическом аспекте такой подход обеспечит большую открытость, гибкость, производительность, масштабируемость и надежность разрабатываемых систем.

1. Сетцентрическая архитектура большой мультиагентной системы для поддержки принятия согласованных решений по управлению ресурсами

Резонно предположить, что если в «малых» мультиагентных системах за каждого участника процесса согласованного принятия решений по управлению ресурсами отвечает отдельный агент, то в «больших» системах – целая мультиагентная система.

Например, для управления крупным производством предлагаемая система масштабы предприятия будет представлена адаптивной p2p-сетью планировщиков отдельных цехов (от peer-to-peer, англ. где каждая подсистема может взаимодействовать с другой как «равная с равной» и «каждая с каждой») на основе принципов сервисной архитектуры (SOA - Service-Oriented Architecture) и технологии веб-сервисов (Рис. 1).

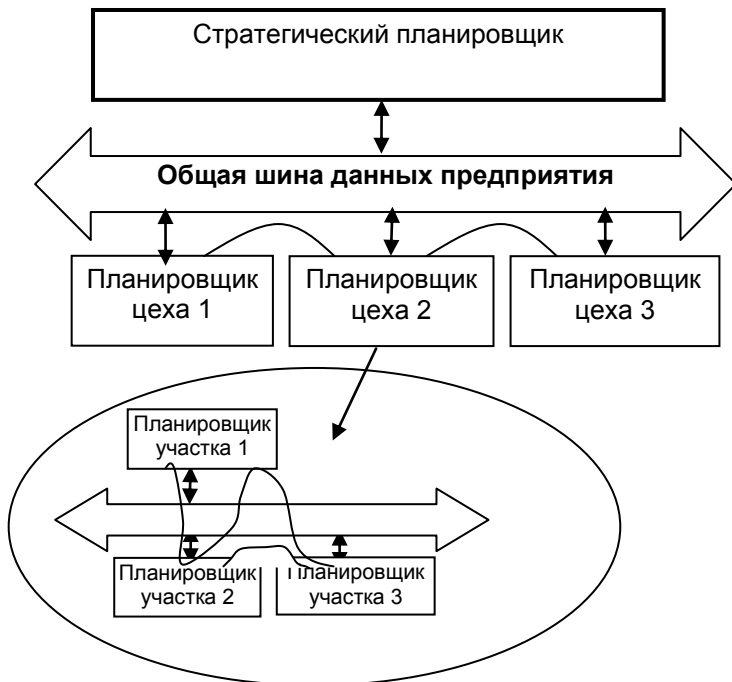


Рис. 1. Архитектура рекурсивной р2р сети планировщиков

Каждый планировщик сможет работать автономно в своем цехе, реагируя на возникающие события, а при необходимости сможет взаимодействовать с планировщиками других цехов через общую шину данных предприятия.

Однако, если выясняется, что отдельный цех сам по себе также представляет собой большую систему, то он может быть декомпозирован на такую же вложенную р2р сеть планировщиков участков цеха и т.д.

Данная рекурсивная «матрешечная» организация, при которой каждый планировщик может размещаться физически на своем сервере, в особенности необходима с ростом сложности задачи планирования и требуемой производительности вычислений, что решается за счет распараллеливания работы системы предприятия.

С другой стороны, такой подход может распространяться не только вниз, например, на цеха предприятия, но вверх, интегрируя между собой планировщики предприятий в целом.

2. Пример ко-эволюции в адаптивной p2p сети самоорганизующихся планировщиков

Рассмотрим сценарии совместной эволюции (ко-эволюции) самоорганизующихся мультиагентных планировщиков, продолжая производственный пример (Рис. 2).

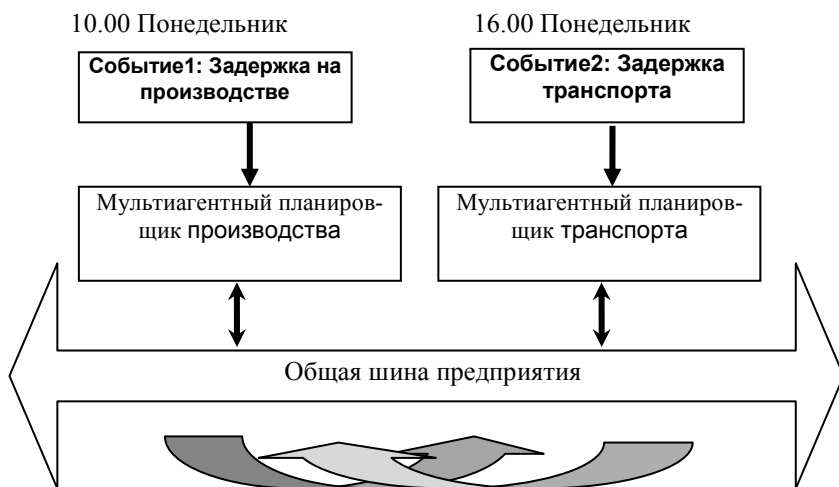


Рис. 2: Пример взаимодействия мультиагентных планировщиков в цепи поставок

Сценарий 1: Завод опаздывает на 4 часа с производством продукции для клиента А. Производственный планировщик должен провести переговоры с Транспортным планировщиком по изменению сроков бронирования грузового автомобиля и избежать неустойки за 4 часа задержки. Если запланированные транспортные ресурсы могут быть перераспределены по другим клиентам, то штрафных санкций не требуется. Если же грузовик может прийти теперь только через 6 часов и после клиента А

идет к клиенту В – на фабрике может быть повторно перепланирован график процесса производства продукции с учетом продукции, которая нужна для клиента В, что также сэкономит деньги, и позволит догрузить борт и не посылать отдельный грузовик в В позже.

Сценарий 2: В данном сценарии опаздывает небольшой грузовик. В этом случае Транспортному планировщику необходимо провести переговоры с Производственным планировщиком, для того, чтобы другой, больший по размеру, но и более дорогой грузовик был отправлен на завод, чтобы избежать неустойки. Производственный планировщик может в то же время повторно перепланировать график производства и произвести больше товаров для использования размеров большого грузовика в полном объеме.

Эти примеры показывают возможности подхода к решению чрезвычайно сложных проблем в цепочках поставок путем устранения традиционных централизованных, последовательных "водопадных" бизнес-процессов.

Литература

1. СКОБЕЛЕВ П.О. *Мультиагентные технологии в промышленных применениях: к 20-летию основания Самарской научной школы мультиагентных систем.* – Мехатроника, автоматизация, управление – 2010, №12, с. 33-46.
2. *Сетецентрическая война:* материалы Научно-исследовательского центра Военной ордена Ленина Краснознаменной ордена Суворова академии Генерального Штаба Вооруженных Сил Российской Федерации – Москва 2010 – 331 стр.

Научное издание
Теория активных систем – 2011
(ТАС-2011)

Труды международной
научно-практической конференции
(Том 3)

В печать от 24.10.2011
Формат бумаги 60×84/16 Уч.-издл.16,7
Тираж 200. Заказ 96.
117997, Москва, Профсоюзная, 65
Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления
Им. В.А. Трапезникова РАН

Отпечатано в типографии ООО «11 формат».

ISBN 978-5-91450-093-8



9 785914 500938 >

ISBN 978-5-91450-094-5



9 785914 500945 >