

Логическая схема моделирующего алгоритма представляет собой логическую структуру модели процесса функционирования системы. Логическая схема указывает упорядоченную во времени последовательность логических операций, связанных с решением задачи моделирования.

Схема программы отображает порядок программной реализации моделирующего алгоритма с использованием конкретного математического обеспечения. Схема программы представляет собой интерпретацию логической схемы моделирующего алгоритма разработчиком программы на базе конкретного алгоритмического языка. Различие между этими схемами заключается в том, что логическая схема отражает логическую структуру модели процесса функционирования системы, в схеме программы – логику машинной реализации модели с использованием конкретных программно-технических средств моделирования.

Логическая схема алгоритма и схема программы могут быть выполнены как в укрупненной, так и в детальной форме [4; 6].

### **Пример реализации моделирующего алгоритма**

На рис. 3 приведен пример детальной схемы моделирующего алгоритма имитационной модели «Эксплуатировать оборудование», разработанный применительно к процессу функционирования оборудования регионального телерадиопередающего центра [5-6]. Данный алгоритм предназначен для прогнозирования времени остановок оборудования по различным причинам с целью определения затрат (или недополучения прибыли) предприятия по причине технических остановок оборудования.

В основе построения моделирующего алгоритма лежит метод реализации механизма уп-

равления модельным временем с постоянным шагом, так как события (остановок оборудования) достаточно редки и невозможно заранее определить моменты появления событий. В соответствии с этим моделирующий алгоритм представляет собой моделирующий алгоритм с детерминированным шагом. Период моделирования составляет 1 год, шагом моделирования является 1 месяц, то есть моделируется число технических остановок в месяц для 12 месяцев в течение года.

### **Литература**

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1968. – 400 с.
2. Голенко Д.И. Статистические модели в управлении производством. М.: Статистика, 1973. – 368 с.
3. Димов Э.М. Имитационное моделирование и оптимизация управления в сложных производственных системах. Саратов, Изд. СГУ, 1983. – 165 с.
4. Димов Э.М. Имитационное моделирование в управлении производством. Куйбышев, Изд. КГУ, 1980. – 84 с.
5. Димов Э.М., Богданова Е.А., Горшкова Ю.С., Ольховая О.Н. Обобщенный алгоритм имитационного моделирования работы передающей части регионального радиотелевизионного центра // Телекоммуникации. №6, 2007. – С. 41-43.
6. Димов Э.М., Маслов О.Н., Пчеляков С.Н., Скворцов А.Б. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 2. Имитационное моделирование и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях. Самара: Изд. СНЦ РАН, 2008. – 350 с.

УДК 004.89(075.8)

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО КРУГЛОГО СТОЛА**

*Дязитдинова А.Р., Иващенко А.В., Скобелев П.О.*

Освещаются основные аспекты применения мультиагентных технологий для обеспечения автоматизированной поддержки принятия коллективных решений путем организации виртуального круглого стола. Предлагается алгоритм организации виртуального круглого стола предприятия на основе использования мультиагентных технологий

### **Введение**

Современные организации часто имеют сложную структуру, которая обусловлена многопрофильностью деятельности, территориальной распределенностью подразделений и большим числом связей с партнерами. Кроме того, дина-

мически изменяющиеся условия рынка, необходимость поддерживать ориентацию производства товаров и услуг на индивидуальные потребности заказчиков и клиентов, непрерывное совершенствование технических возможностей объясняют повышенный интерес к адаптивной организации деятельности предприятия.

Возможность значительного повышения эффективности принятия решений в последнее время связывается с внедрением новых принципов организации компаний. Один из наиболее перспективных в этом отношении классов организаций – холонические системы [1], ориентированные на децентрализацию управления, дифференциацию оплаты и усиление внутренней мотивации сотрудников, повышение гибкости и оперативности в исполнении заказов, обеспечение высокой надежности и живучести компании и т.д.

В таких компаниях управление деятельностью основано на принятии групповых (коллективных) решений, получаемых в результате социального взаимодействия нескольких индивидуумов. Это объясняется несколькими причинами, основными из которых являются высокая профессиональная специализация общества, а также ограниченность физических и информационных возможностей отдельного индивидуума. Например, планирование развития компании, включающее в себя аспекты маркетинга, финансов, производства и управления персоналом, требует создания группы экспертов, обладающих специализированными знаниями и навыками в указанных областях. Аналогично, сложные решения, принимаемые в условиях ограниченной исходной информации, обычно требуют экспертизы более чем одного эксперта.

Отметим, что основным недостатком организации принятия групповых решений является значительное время согласования, трудность разграничения ответственности и, как следствие, повышение сложности документооборота. Действительно, организовать обмен мнениями большого количества лиц, принимающих решение, сложно. На практике внедрение коллективного принятия решений приводит к повышению количества совещаний, что снижает оперативность управления.

Минимизировать эти проблемы позволяет применение новых информационных технологий в области управления. Например, достаточно распространенной архитектурой автоматизированной системы административного и организационного управления является так называемый

«круглый стол». Суть данного подхода заключается в обеспечении активного взаимодействия лиц, принимающих решение – участников круглого стола, основанного на использовании единого понятийного аппарата и организованного в едином информационном пространстве предприятия.

При этом, во-первых, появляется техническая возможность организации переговоров между удаленными участниками, а также своевременное оповещение лиц, участвующих в принятии решений, через терминалы-наладонники. А, во-вторых, возможно имитационное моделирование переговоров в автоматизированной системе посредством представления целей, предпочтений и ограничений лиц, принимающих решение.

В этом случае производится подготовка нескольких опорных вариантов решения, которые уже могут быть представлены участникам переговоров для окончательного согласования и утверждения. Существенный вклад в повышение эффективности при таком подходе состоит в сокращении времени на формирование решения и обсуждение «сырых» вариантов.

При создании такой системы, на наш взгляд, весьма перспективным является применение мультиагентных технологий [2], которые позволяют использовать эффект эмерджентности для получения коллективного решения [3]. При этом производится переход от начального состояния, описывающего конфликт интересов участников коллективного принятия решения, к конечному состоянию – множественному компромиссу. В данной работе описаны основные аспекты применения мультиагентных технологий для организации виртуального круглого стола, а также алгоритм организации виртуального круглого стола предприятия на основе использования мультиагентных технологий.

### **Постановка задачи поддержки принятия коллективных решений**

Эффективность управления, прежде всего, зависит от уровня эффективности административной системы. Не существует никаких универсально применимых приемов или твердых принципов, которые бы делали управление эффективным.

Наиболее распространенным способом управления предприятием является применение теории оптимального управления, которая на практике подразумевает наличие следующих элементов: динамической модели предприятия; модели систем управления; критерия оптимальности;

модели внешних воздействий на предприятие и информационных возмущений. Создать математические модели, охватывающие все эти компоненты, на практике невозможно. Даже упрощенные модели оказываются такой размерности, что ни один из известных методов построения оптимального управления не может быть реализован для определения управляющих воздействий.

Организации приобретают все черты самостоятельности, присущие холонам: самостоятельно формируют цели и задачи, разрабатывают стратегию и политику своего развития, ищут необходимые для их реализации средства, решают множество структурных вопросов, в том числе и такие, как создание/ликвидация, слияние/разделение подразделений и филиалов, реорганизация производственной и перестройка организационной структуры управления.

В [4] приведены следующие принципы и тенденции развития структур управления:

- единство распорядительства всеми ресурсами организации, обеспечивающее достижение ее главных целей;

- централизация принятия стратегических решений при одновременной передаче на максимально низкий уровень полномочий и ответственности по принятию и реализации оперативных решений;

- разделение организации на производственно-функциональные блоки (службы, единицы, отделения), ориентированные на достижение относительно самостоятельных конечных результатов путем независимого распорядительства выделенными ресурсами;

- возрастание объема координационной работы по мере специализации управленческих подразделений на функциях и видах работ, а производственных звеньев – на продуктах и видах услуг;

- соблюдение организационных норм управляемости для линейных руководителей и связанное с этим удлинение иерархической лестницы по мере увеличения размеров организации.

Изменения в структурах управления направлены на создание условий для рыночного развития организации за счет снижения нерациональных затрат и более гибкой адаптации к условиям нестабильной внешней среды.

Задачи административного и организационного управления представляют собой базисную систему управления производством и относятся к сфере стратегического планирования, поэтому основными пользователями данных систем является руководство предприятия. Однако, поскольку

решения руководителя любого уровня управления трансформируются в конкретные указания и приказы, которые доводятся посредством имеющихся автоматизированных систем предприятия до каждого сотрудника предприятия, то можно утверждать, что потребителями информации в автоматизированной системе административного и организационного управления выступают все работники компании.

С учетом высокой степени автоматизации современных предприятий, их близости к холоническим системам, а также необходимости поддержки коллективного принятия управленческих решений, системы административного и организационного управления являются распределенными.

Переход от централизованной структуры к сетевой, в которой сотрудники предприятия начинают взаимодействовать между собой напрямую, как равный с равным, приводит к росту и интенсификации переговоров, направленных на достижение баланса интересов. А это, в свою очередь, ведет к увеличению сложности и сроков согласования принимаемых решений, что является недопустимым в условиях повышенной конкуренции.

С усложнением задач управления производственными системами выработка и принятие решений все чаще являются предметом группового, коллективного творчества. Решения, связанные с риском, как правило, особо ответственны. Кроме этого, групповой выбор решения в ряде случаев, оказывается менее субъективным, дает возможность выявить больше альтернатив, всесторонне оценить многочисленные варианты, выбрать из них лучшие и устранить слабые.

Групповая задача имеет такие измерения, как [5]:

- трудность (величина усилия, требуемого для выполнения задачи);

- множественность решений (сложное измерение, включающее набор возможных приемлемых решений, альтернативы выполнения задачи, степень верификации приемлемых решений);

- внутренний интерес к задаче (степень, в которой задача сама по себе представляет интерес для членов группы, побуждая их активность);

- требования кооперации (степень интеграции действий членов группы для выполнения задачи);

- интеллектуально-манипулятивные требования (диапазон требований к решению задачи: от чисто умственного, до чисто двигательного характера);

- популяционное знакомство (степень, в которой члены группы уже сталкивались с подобной задачей в жизни).

Преимущества коллективного решения состоят в том, что:

- коллегиальное решение более рационально и менее субъективно и позволяет всестороннее оценить альтернативы, и отбросить невыгодные варианты;

- группа лучше справляется со сложными заданиями, чем отдельные личности, вследствие объективного разделения труда, различных способностей у членов группы;

- группы дают высококачественный анализ ситуации и адекватные рекомендации по ее решению: это связано с тем, что группа обладает большим количеством информации и знаний по сравнению с одним человеком, принимающим решение.

- группа допускает меньше ошибок при обработке информации.

К недостаткам групповых управленческих решений следует отнести тот факт, что для их принятия требуется длительное время, и групповые решения открыты для рисков, связанных с отрицательными характеристиками динамики поведения коллектива, такими как групповое мышление или подавление некоторых членов группы со стороны доминирующих.

### **Организация виртуального круглого стола на основе мультиагентных технологий**

Для обеспечения принятия коллективных решений становятся необходимы мощные и гибкие открытые программные системы, способные непрерывно обрабатывать новые знания и изменять свою структуру и функции, развиваясь и адаптируясь вместе с предприятием к решаемым задачам и условиям внешней среды. Один из путей решения этой задачи связывается с применением мультиагентных систем.

Ключевым элементом этих систем становится программный агент, способный принимать решения на основе информации о происходящих событиях и коммуницировать с другими агентами. Эти возможности радикально отличают мультиагентные системы от существующих систем, обеспечивая им такое важное новое свойство, как самоорганизация, связанное с поддержанием внутреннего равновесия между частями системы.

Интеллектуальные агенты могут создаваться как для участников круглого стола (руководителей, менеджеров и специалистов), так и для ком-

паний, организаций, предприятий. Технически агенты реализуются в виде программ, способных действовать для достижения определенной цели в условиях заданных ограничений и коммуницировать друг с другом в сети путем обмена сообщениями.

Множество взаимодействующих агентов и образует виртуальный круглый стол, состояние которого на конкретный момент времени описывается так называемой сценой виртуального мира. Агенты могут, как выполнять действия над объектами сцены, так и обмениваться сообщениями, которые могут включать запрос на дополнительную информацию, содержать предложение, передавать состояние агента или его планы и т.д. При этом переговоры по своей сути – это поиск компромисса, то есть в ходе переговоров агенты могут и должны пересматривать свои требования или предложения, а также менять планы.

В ходе переговоров борьба агентов за ресурсы приводит к конфликтам интересов, которые разрешаются ими в процессе переговоров. Конфликты интересов являются главной «движущей силой» процесса моделирования. В итоге переговоры реализуются как итерационный процесс разрешения конфликтов, состоящий в последовательном согласовании планов сторон в условиях общих ограничений. Когда на текущем шаге моделирования конфликтов больше нет, диспетчер системы разрешает исполнить планы всем агентам. На этом текущий шаг всех переговоров завершается и начинается новый круг переговоров.

Использование мультиагентных технологий для реализации виртуального круглого стола позволяет обеспечить преимущества в сравнении с традиционной схемой поддержки принятия коллективных решений (см. рис. 1). Недостатки традиционной схемы взаимодействия включают: длительное время обсуждения; субъективизм лиц, принимающих решения; сложность учета всех взаимосвязей, поскольку не всегда ясно, кто из подразделений будет задействован и на кого в конечном результате окажет влияние принимаемое решение; сложность поддержки системы документооборота и системы бизнес-процессов в актуальном состоянии.

Преимущества предлагаемой схемы поддержки принятия коллективных решений (см. рис. 2) включают сокращение времени на подготовку управленческого решения, объективность решения и предоставление компромиссного решения, как следствие, улучшение атмосферы в коллективе, возможность накапливать знания о специфике бизнеса, уточнять и совершенствовать правила при-

нятия решений, повышение прозрачности за счет накопления статистики и возможности аудита.

### Профиль виртуального круглого стола

Опишем основные аспекты построения виртуального круглого стола с использованием мультиагентных технологий. При описании решения примем в качестве основы наиболее общую задачу построения круглого стола, который объединяет в качестве участников несколько компаний, каждая из которых ведет несколько проектов. Логическая архитектура такого круглого стола приведена на рис. 3. Основные компоненты системы включают онтологии компаний, проектов и круглого стола, а также компоненты визуального отображения результатов переговоров и Интернет порталы.

Онтология компании содержит формализованные знания о предметной области, используемые в правилах принятия решений. На основе онтологии описывается структура заказов и ресурсов каждой компании, бизнес-процессы и другие

важные сведения о компании. В ходе этой работы строится онтологическая модель конкретной компании, а также сцена – описание ситуации в компании на заданный момент времени.

На логическом уровне для каждого проекта существует свой экземпляр адаптивного планировщика (физически они могут находиться на одном сервере и использовать одно ядро системы мультиагентного планирования). Адаптивные планировщики осуществляют оперативную обработку событий, корректируя план проекта, а их интеграция между собой в единую сеть позволяет организовать обмен сообщениями. Например, действия одного планировщика могут привести к созданию новых событий, обрабатываемых другим планировщиком.

Таким образом, обеспечивается координация связанных проектов (которые используют одни ресурсы, выполняются на одной географической территории или обрабатывают последовательные заказы). Связь между проектами может быть использована, во-первых, для оптимизации работы

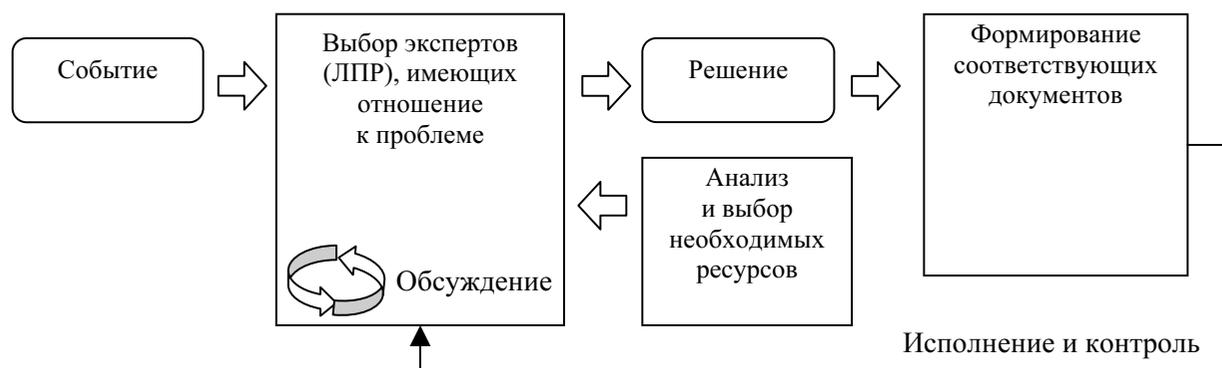


Рис. 1. Традиционная схема принятия коллективных решений

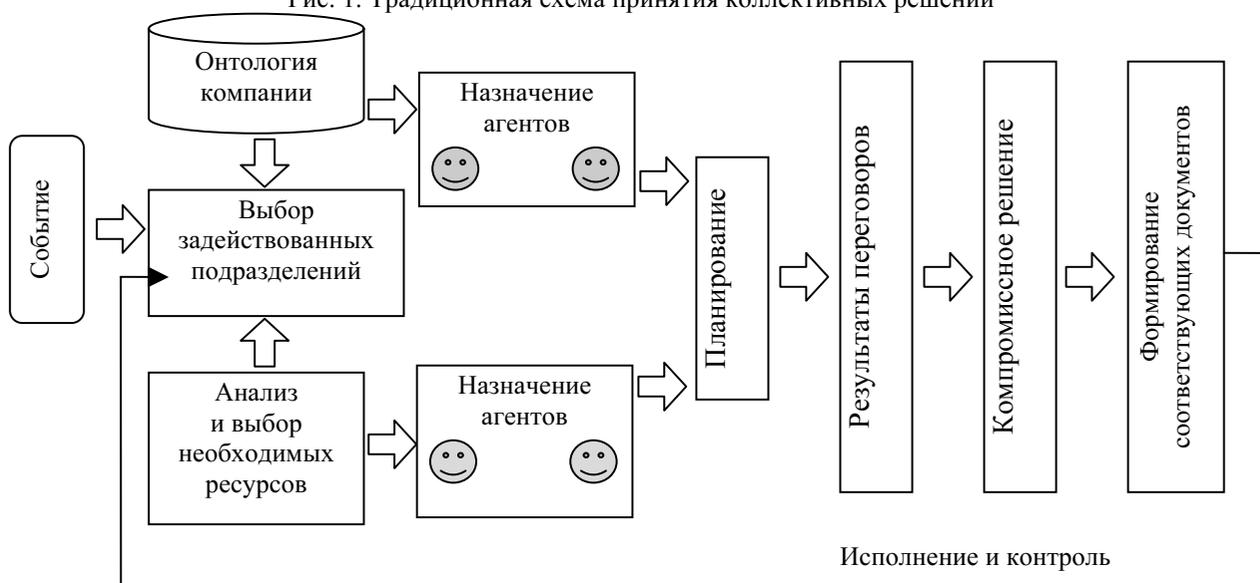


Рис. 2. Использование мультиагентной системы поддержки принятия решений

планировщиков за счет организации взаимодействия, а, во-вторых, для координации обработки событий, в условиях конфликта интересов разных проектов.

Интернет-портал круглого стола отображает обобщенный прогресс по выполнению всех проектов. По каждому проекту указывается его текущее состояние, проблемы и риски, а также прогноз по выполнению проекта в срок. Каждая компания на портале круглого стола имеет свое представление, на котором посетитель портала, при условии наличия у него соответствующих прав доступа, может просмотреть более детальную информацию о компании и выполняемых проектах. Здесь для каждого проекта могут указываться внутренние риски, список текущих событий, в том числе заказов и план их распределения по ресурсам и выполнения.

Взаимодействие участников переговоров в рамках круглого стола происходит следующим образом:

1. Компания-участник через терминал сообщает информацию о проекте: планируемая дата

окончания, стоимость и пр. Использование GPS и терминалов-наладонников позволяет участникам отслеживать текущую ситуацию в режиме реального времени, а также оперативно реагировать на внешние события. Компания как участник круглого стола может создавать заявки на совместное или одиночное ведение проектов, формировать предложения, а также организовывать конкурсное рассмотрение возможных исполнителей.

2. На основании имеющихся онтологий формируется список всех объектов (ресурсов, рисков, задействованных сотрудников, специальностей и пр.).

3. Для каждого экземпляра концепта создается интеллектуальный агент. В виртуальном круглом столе предлагается выделить три класса агентов: агенты-арбитры (для исключения множественных циклов переговоров и/или тупиков), виртуальные агенты (рекомендуется вводить в состав системы агентов конфликтов, компромиссов, задач, операций и др., которые в реальном мире не существуют, однако могут влиять на переговоры (например, агент конф-



Рис. 3. Логическая архитектура круглого стола

ликта имеет своей целью самоликвидацию) и собственно интеллектуальные агенты (соответствующие объектам).

4. У каждого агента задается цель действия, набор ограничений. Описывается протокол взаимодействия агентов.

5. Запуск переговорного процесса с помощью адаптивного планировщика. Управление логикой переговоров производится не детерминировано, а с помощью виртуальных агентов.

6. В результате переговоров агентов формируется компромиссное решение, которое в дальнейшем сообщается лицам, принимающим решение, для конечного обсуждения и утверждения.

Результат работы круглого стола может иметь форму логических утверждений или рекомендаций, при этом необходимо заранее определить набор ключевых показателей эффективности, а также графическую форму представления результатов работы алгоритма. На практике хорошо показали себя диаграммы Гантта и «Радар», которые используются в логистике.

При организации проекта компания создает набор заказов и заданий по проекту, которые образуют план выполнения проекта. Привязка заданий к ресурсам (сотрудникам, оборудованию или транспорту этой или другой компании) осуществляется с помощью операций, для которых автоматизированный планировщик определяет фактическое время начала и завершения каждой операции.

Возникающие в ходе выполнения проекта события, затрагивающие текущие операции, оказывают влияние как на ресурсы (например, инициируют перепланирование), так и на переговоры круглого стола (например, влияют на образование рекламаций). Типы событий, которые обрабатываются адаптивными планировщиками в реальном времени, задаются конкретно для каждого проекта и описываются в терминах предметной области проекта.

Для каждой компании создается один или несколько проектов. Знания о проекте описывает онтология проекта. Это специфические знания об основных бизнес-процессах по проекту, используемых ресурсах и т.п. Использование онтологии адаптивного планирования, которая содержит базовые понятия заказа и ресурса в качестве основы для создания онтологии проекта позволяет в автоматизированной системе планировать практически любые заказы и ресурсы, представлять их на диаграмме Гантта или электронной карте.

## Алгоритм проектирования виртуального круглого стола

Несмотря на высокие преимущества использования механизмов виртуального круглого стола для организации коллективного принятия решений, практическое его использование на практике а настоящее время несколько затруднено. Связано это со сложностью решения задачи проектирования виртуального круглого стола для конкретной компании.

Для решения данной проблемы можно предложить описанный ниже алгоритм, который основан на переходе от описания бизнес-процессов по принятию решений к конфигурированию мультиагентных адаптивных планировщиков. Предлагаемый алгоритм содержит следующие этапы.

Этап 1. Определение типа виртуального круглого стола предприятия. На этом этапе необходимо выяснить желаемую степень централизации управления и основных участников круглого стола. Создание полностью централизованного решения позволяет обеспечить ясность бизнес-процесса переговоров и жесткую ответственность всех участников, а децентрализация управления позволяет получить эффект эмерджентности, когда в ходе итеративных обсуждений рождаются новые компромиссные варианты. При решении практических задач необходимо найти промежуточное решение, что позволит задать требуемую схему получения коллективных решений.

Этап 2. Формирование онтологии. Онтология предназначена для хранения интерпретируемых знаний [6] и содержит описание деятельности всех участников круглого стола в виде семантической сети взаимосвязанных концептов. Пример онтологии круглого стола приведен на рис. 4. Основные концепты базы знаний описывают компанию, проект, ресурсы и заказы. Для всех концептов предусматривается отслеживание состояний и версий (для документов).

Этап 3. Описание целей и ограничений для агентов и определение протокола обмена сообщениями. На данном этапе можно применить процессный подход к проектированию автоматизированных систем [7], который направлен на устранение причин, снижающих эффективность административных систем управления. Суть предлагаемого подхода состоит в создании VAD модели организации переговоров и уточнения отдельных функций в виде eEPC диаграмм. Целью анализа этой модели является выявление цепочек добавочной стоимости и выяснение отношений между актерами переговоров и их экономически-

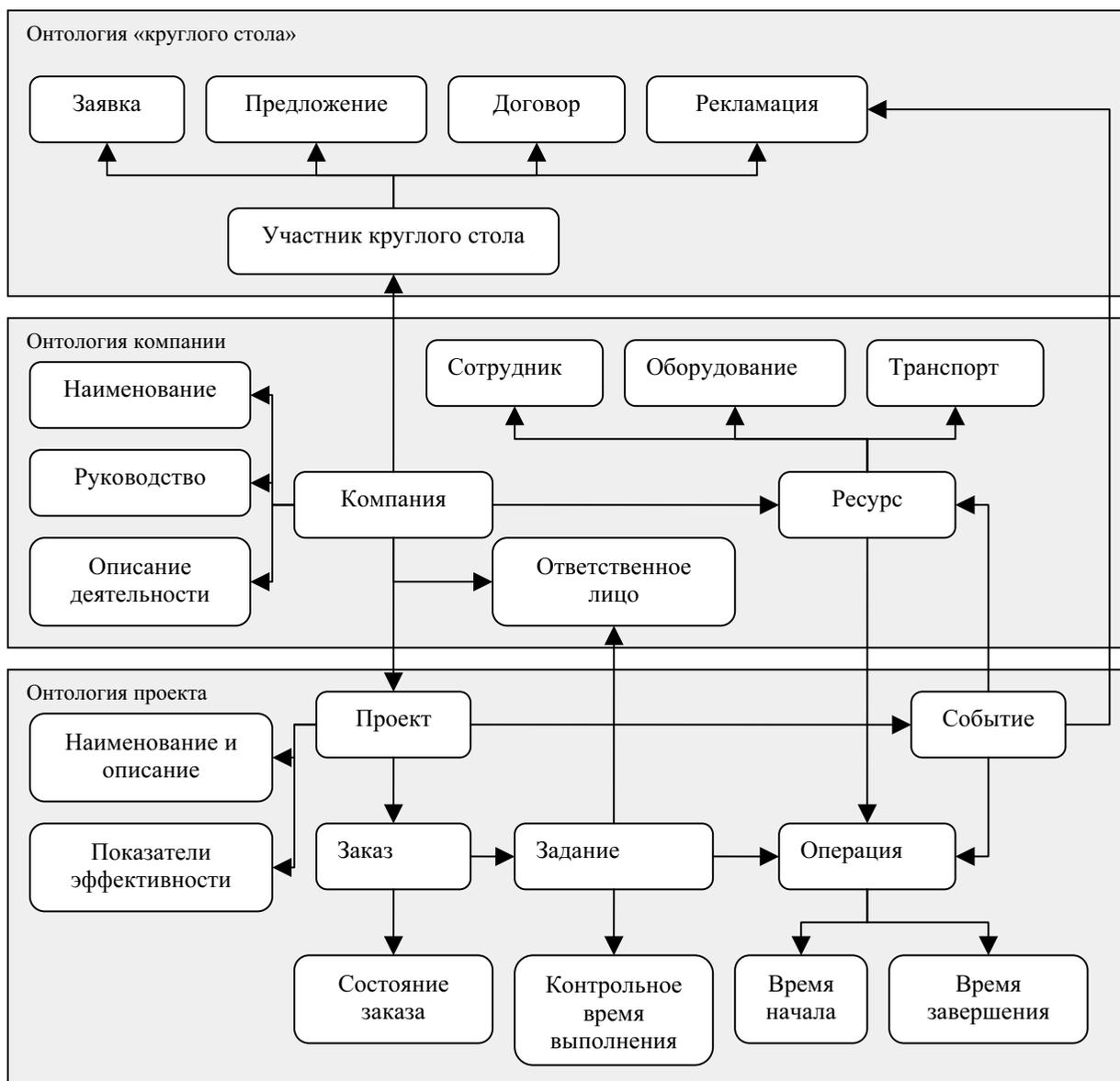


Рис. 4. Онтология круглого стола

ми и социальными выгодами. Мотивация, принятие решений, движущие силы и подходы могут различаться для разных актеров цепочки.

На основании полученного в результате организационного представления модели (в виде сети взаимосвязанных организационных единиц) и ее функционального представления можно построить описание агентов и протокола переговоров, а на основе информационной модели – структуру онтологии. В целом полученная VAD модель представляет собой формализацию целей для агентов, а ePIS модель описывает последовательность действия агента.

Отметим, что традиционно процессный подход используется для реинжиниринга бизнес-процессов в централизованных структурах принятия решений. Однако, он, с одной стороны, предусматривает возможность задания альтернатив и циклов

принятия решений, а, с другой, позволяет, жестко зафиксировав техническую процедуру обмена сообщениями, придать определенную свободу собственно содержанию переговоров и обеспечить их самоорганизацию.

В данном контексте предлагается использовать процессный подход в качестве методики проектирования мультиагентного мира виртуального круглого стола, а именно, при переходе от функционального описания процесса переговоров к структурному описанию знаний, необходимых для их поддержания и накапливаемых в онтологии.

Этап 4. Собственно поддержка переговоров. После того, как завершено конфигурирование программных агентов и достигнута требуемая полнота описания логики принятия решений в онтологии, основные действия по поддержке функционирования виртуального круглого стола со-

средоточены на управлении переговорами за счет введения новых агентов и корректировки знаний о целях и ограничениях в онтологии.

### Заключение

Предлагаемый подход по автоматизации поддержки принятия коллективных решений за счет организации виртуального круглого стола предприятия с использованием мультиагентных технологий в основном призван сократить время на итерации по согласованию решений на ранних этапах обсуждения, но может быть использован и для организации адаптивных систем управления предприятием.

Предлагаемый алгоритм построения виртуального круглого стола позволяет сделать первые шаги по определению фрагментов системы управления предприятием, где возможна и результативная децентрализация управления.

Применение указанного подхода на практике позволяет создать интегрированную систему управления предприятием нового уровня, основанную на поиске компромиссов при принятии стратегических и тактических решений.

### Литература

1. Виттих В.А. Согласованная инженерная деятельность. Состояние, проблемы, перспекти-

вы // Проблемы машиностроения и надежности машин. №1, 1997. – С. 6-14.

2. Скобелев П.О. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений // Автометрия. №6, 2002. – С. 45-61.
3. Rzevski G., Skobelev P. Emergent Intelligence in Large Scale Multi-Agent Systems // International Journal of Education and Information Technologies. Issue 2. Volume 2, 2007. – P. 64 -71.
4. Цибизова Т.Ю., Пищулин В.И. Разработка систем управления организациями с использованием информационных технологий // Инженерное образование, №4, 2007. (<http://www.techno.edu.ru:16001/db/msg/42313.html>)
5. Shaw M. Group dynamics: the psychology of small group behavior. New York: McGraw-Hill, 1976. – 464 p.
6. Попов Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д. М Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
7. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

УДК 53.087.9

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СВЧ ДАТЧИКОВ ПАРАМЕТРОВ ПЛАМЕНИ

*Султанов Ф.И., Станченков М.А.*

Для измерения электронной концентрации и температуры в камерах сгорания двигательных тепловых энергетических установок применены автодинные датчики с частотным выходом. Критерием эффективности схемы и конструкции принято количество извлекаемой информации.

Применение радиоволновых методов позволяет довести быстроту контроля технологических процессов до величин, достигнутых в радиолокации – одна микросекунда и менее. Одним из приложений этих методов является сверхвысокочастотная (СВЧ) диагностика параметров пламени. Соответствующие датчики (СВЧД) [1-2] конструктивно сопрягаемы с камерами сгорания транспортных тепловых энергетических установок (ТЭУ).

Для таких измерительных систем характерны быстрые информационные потоки, а оценка информационной производительности (ИПр)

датчиков [3] и ее зависимость от конструкций приобретает интерес не только в плане компьютерной обработки измерительного сигнала, но и для качества контроля. По своему содержанию ИПр аналогична пропускной способности (по Котельникову) или информационной емкости (по Шеннону) и в ряде случаев может быть рассчитана по общеизвестной формуле [4]. Однако в применении к контролю пламени большинство условий, оговоренных в [4], не соблюдается.

В частности:

- спектры диагностируемого параметра и многочисленных помех почти всегда небелые;
- более того, формирование названных факторов подвержено воздействию средств управления режимом ТЭУ, поэтому (предположительно) закон распределения здесь негауссов;
- спектр диагностируемого параметра (но не помех) гораздо уже полосы датчика;