

Интеллектуальный CRM на базе мультиагентного подхода¹

В. И. Кияев, к. ф.-м. н.

Р. В. Герасимов

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербургский университет экономики и финансов

kiyaev@mail.ru, driven5@rambler.ru

В статье описывается возможность использования мультиагентного подхода в клиентском обслуживании. Предлагается дополнить концепции широко применяемого клиентоориентированного подхода на базе CRM (Customer Relationship Management) мультиагентными системами и механизмами. Такой подход представляет собой новый способ решения проблемы управления клиентской сетью.

Ключевые слова: мультиагентный подход, управление клиентской сетью.

1. Введение

В настоящее время акцент в развитии информационных технологий (ИТ) смещается в сторону всемерного улучшения взаимоотношений с клиентами. Методы управления такими взаимоотношениями (Customer Relationship Management – CRM) представляют собой удобный информационный и управленческий инструмент и позволяют выработать эффективное взаимодействие не только с некоторыми совокупностями пользователей, но и с конкретными клиентами. Наряду с этим продолжает постоянно совершенствоваться класс интеллектуальных информационных технологий. Интеллектуальные программные системы способны непрерывно искать и извлекать новые знания, изменять свою структуру и функции, развиваться и адаптироваться к решаемым задачам и изменяющимся условиям внешней среды. Один из путей такого развития — применение мультиагентных технологий и систем (Multiagent Systems — MAS), стремительно развивающиеся в последнее десятилетие. На первый взгляд две указанные технологии находятся на разных полюсах — по сложности, по направленности, по специфике решаемых задач. Однако при более детальном рассмотрении можно сказать, что в перспективе эти методологии могут взаимно дополнять друг друга.

¹©В. И. Кияев, Р. В. Герасимов, 2012

Обе методологии на базе соответствующих технологий реализуют определенный подход к построению бизнеса, а не просто способствуют автоматизации отдельных процессов. Мультиагентные системы открыли эру сетевых организаций (систем) с коллективным взаимодействием интеллектуальных агентов, предлагая заменить мощные централизованные системы полностью децентрализованными, в которых иерархическая структура уступает место адаптивной организации, жесткое бюрократическое управление «сверху-вниз» — переговорам, твердый план — гибким договоренностям. Результат применения этой концепции — рост эффективности управления в условиях неопределенности, успешное решение задач, условия которых не оговорены заранее полностью и которые могут изменяться в процессе реализации задачи. CRM также предлагает гибкий подход к построению бизнеса компании, когда клиентские предпочтения не выявлены до конца и контингент пользователей продукта постоянно изменяется по многим параметрам. Именно эти обстоятельства позволяют объединить две разноплановые методологии на общей базе удовлетворения потребностей пользователей наилучшим образом и в кратчайшие сроки.

Необходимость изучения данной проблемы достаточно очевидна, поскольку все больше компаний сталкиваются с необходимостью развития устойчивой клиентской сети. Проблемы разработки и внедрения CRM-систем широко освещены в литературе, мультиагентный же подход в клиентском обслуживании еще мало изучен. Предлагаемая гибридная технология представляет собой новый способ решения проблемы управления клиентской сетью. Именно поэтому мы считаем разумным дополнение концепции широко применяемого клиентоориентированного подхода на базе CRM мультиагентными системами и механизмами, причем мультиагентный подход является здесь основополагающим. Цель статьи — проанализировать применимость и адаптируемость (в совокупности) как технологии CRM, так и мультиагентного подхода в деятельности российской компании в условиях развития клиентской сети, исследовать возможность предоставления услуги на основе комплексного подхода {CRM + MAS}.

2. CRM и MAS: особенности, теоретические аспекты и возможность интеграции

2.1. Технология CRM как инструмент решения управленческих проблем

Предпосылкой развития концепции CRM стала методология планирования ресурсов, синхронизированного с покупателем (Customer Synchronized Resources Planning — CSRP) — полный цикл производства, начиная от проектирования будущего изделия с учетом требований заказчика и заканчивая гарантийным и сервисным обслуживанием после продажи. Суть CSRP состоит в том, чтобы интегрировать требования и ожидания потребителя в систему управления предприятием.

Появление методологии CSRP в последней четверти XX века, ставшей переходной и послужившей основой технологии CRM, стало следствием того, что в целях повышения конкурентоспособности производство стало подстраиваться под нужды потребителя. Не клиент приходит за продуктом, а продукт идет за потребителем — CSRP, таким образом, учитывает потребности массового клиента. Подход CRM в свою очередь ориентирует уже на работу персонально с конкретным клиентом, т. е. происходит переход от массовости к удовлетворению индивидуальной потребности. Однако к концу XX века намечается очередной поворот: происходит переориентация от обслуживания единичного клиента к удовлетворению чаяний и ожиданий общества, т. е. переход от клиентоориентированного подхода к социоориентированному. В этом случае все большее количество людей получает преимущества от использования информационных систем и технологий, предопределяя тем самым переход к информационному обществу. Цепочка <массовый клиент — индивидуальный клиент — социальный клиент> (рис. 1) хорошо реализуется с помощью комбинации различных технологий, создания гибридных подходов — например, объединение технологии CRM и мультиагентных систем, исходя из требований как отдельных пользователей, так и общества в целом.

Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем, появилась в свое время как новая парадигма управления производством, основанная на фундаменте концепции ERP, но сфокусированная на интеграции с массовым покупателем. Таким образом, новая система планирования производства стала иметь два фокуса

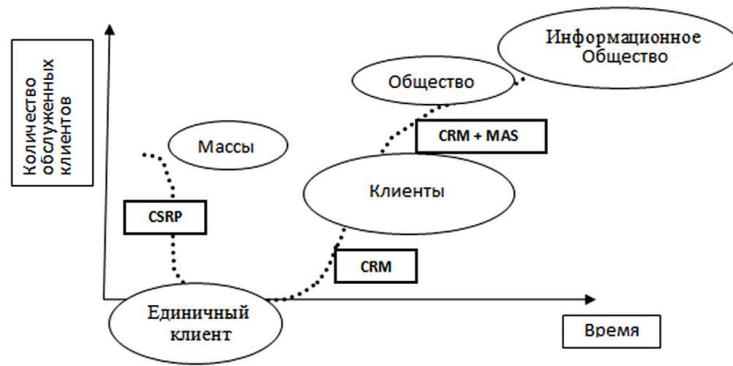


Рис. 1: Эволюция развития отношения к клиенту.

– на производственной эффективности и на создании востребуемой покупательской ценности. CSRП подготовила почву для концепции CRM, поскольку стала первой бизнес-методологией, которая интегрировала деятельность предприятия, ориентированную на покупателя, и переместила требования реального потребителя в центр системы управления бизнесом.

Вначале CRM представляла собой ряд отдельных технологий, реализуемых соответствующими программными модулями и направленными на сопровождение той или иной составляющей в работе с клиентами, чаще всего – на установление и поддержание контактов. Такие программные системы получили название *Управление контактами* (Contact Management). В отдельном витке взаимоотношений с клиентом эти системы поддерживали период деятельности от первого контакта с клиентом до заключения сделки.

С развитием компьютерных систем и появлением торговых сетей, системы *Contact Management* переросли в системы автоматизации деятельности отделов продаж. Одно из общепринятых названий для таких систем – *Sales Force Automation*. Эти системы занимаются процессами формирования поставок клиентам оговоренных в заказах товаров и услуг. Область обслуживания таких систем включает следующие функции: генерация предложений, управление знаниями в области предложений (анализ и формализация коллективного опыта отдельных продавцов), прогноз продаж, ведение

конкретных заказов, предоставление заказчику возможности самому отследить состояние заказа.

Следующая ступенька развития программных систем в этом направлении – появление CRM-систем для автоматизация деятельности компании во всем многообразии ее взаимоотношений с заказчиками. Такие системы охватывают весь цикл работы с клиентами, от первого контакта до сервисного обслуживания. Стандартные системы такого класса, кроме упомянутых выше подсистем типа Contact Management и Sales Force Automation включают еще две подсистемы: Customer Support (CS) и Quality Management (QM), функциональность которых определяется их названием.

Customer Support – подсистемы поддержки пользователей, предназначенные как для этапа их “привыкания” к предоставляемым продуктам и услугам, так и для поддержки на весь период их использования. Основные функции таких подсистем включают: предоставление заказчику всей необходимой информации о поставляемых товарах и услугах; создание службы формирования заказа “помоги себе сам”; автоматическая обработка запросов заказчиков, в том числе запросов на устранение неисправностей; классификация и персонализация запросов; создание базы решений по запросам; ведение базы внутренних специалистов, ответственных за те или иные запросы, и автоматическая передача им соответствующих запросов, анализ их деятельности; отслеживание сбойных ситуаций – например, запрос не обработан в течение значительного периода времени.

Quality Management – подсистема поддержки качества товаров и услуг. Задача таких подсистем – служить средством постоянного улучшения качества работы компании. Функции, которые возлагаются на эти системы: классификация, анализ и хранение всех выявленных недостатков и неисправностей; хронологическое ведение версий и релизов; сбор и классификация предложений заказчиков по расширению функциональности; средства анализа качества предоставляемых товаров и услуг.

В современной литературе существует множество определений концепции и технологии CRM – с точки зрения применения новейших ИТ, формирования процедур, последовательности действий, стратегии, бизнес-философии.

В разрезе информационных технологий CRM реализуется набором определенного программного обеспечения (ПО) и техноло-

гий, позволяющих автоматизировать и совершенствовать бизнес-процессы в области маркетинга, продаж, обслуживания и поддержки клиентов. CRM в процедурном плане может быть и бизнес-процессом, и технологией. Само понятие CRM – Управление Взаимоотношениями с Клиентами – определяет основные бизнес-функции этих систем. Успешная CRM-инициатива должна начинаться с бизнес-философии общения с потребителем, которая последовательно выстраивает деятельность компании относительно запросов и ожиданий заказчика.

Таким образом, концепция CRM – это бизнес-стратегия, направленная на создание и поддержка устойчивого бизнеса, ядром которой является клиентоориентированный подход. Стратегия основана на передовых управленческих и информационных технологиях, с помощью которых компания собирает, анализирует, агрегирует информацию о “своих” клиентах на всех стадиях жизненного цикла (исследование потребностей, привлечение, удержание, лояльность, приверженность, уход к другому производителю), извлекает из нее знания и использует эти знания в интересах своего бизнеса путем выстраивания взаимовыгодных отношений с ними. Наконец, CRM включает себя идеологию и технологии создания истории взаимоотношений клиента и фирмы, что позволяет более четко планировать бизнес и повышать его устойчивость.

Развернутая CRM-система может включать в себя самые различные модули или использовать информацию из других приложений и баз данных, имеющихся в компании. Однако максимизация ценности каждого клиента достигается в основном за счет трех элементов стратегии: организации системы интегрированных каналов маркетинговых коммуникаций, разработки программ стимулирования спроса и создания продуктов и услуг в соответствии с потребностями и ожиданиями клиентов. Соответственно, наиболее важные технологические компоненты CRM-системы – это подсистемы интерактивного взаимодействия с клиентами, контроля текущих операций, а также базы данных по клиентам и продуктам и аналитические модули.

Однако современный динамичный бизнес в постоянно изменяющемся клиентском поле (уровень культуры, мода, вкусы, привычки, национальные особенности) существенно изменил сложившуюся парадигму взаимодействия компании с клиентом – оно все чаще происходит в условиях повышающейся неопределенности. Возни-

кает вопрос – каким образом компания может выстроить эффективную стратегию клиентоориентрованного бизнеса? В этом ей могут помочь современные информационные технологии, в том числе и технологии мультиагентных систем. Возможный разрыв между теорией и реальными выгодами от использования CRM может быть преодолен с помощью “интеллектуализации” подсистем, которые отвечают за эффективное взаимодействие с потребителем, подготовку решения в условиях неопределенности и которые специально разработаны с учетом конкретных нужд компании.

2.2. Мультиагентный подход и мультиагентные системы

В основе мультиагентного подхода лежит понятие мобильного программного агента, который реализован и функционирует как самостоятельная специализированная компьютерная программа или элемент искусственного интеллекта. Изначально, до появления соответствующих информационных технологий, “агент” был человеком, которому делегировалась часть полномочий – как в выполнении конкретных функций, так и в принятии решений. В первых мультиагентных системах (MAS) агенты представляли сотрудников компаний, от имени и по поручению которых они взаимодействовали между собой при выполнении определенной задачи – например, представители покупателя и продавца в торговой сети или в других видах бизнеса). Такие системы наследовали многие черты “бюрократической” организации, включая централизацию управления, статичную структуру и узкоспециализированную агентную функциональность. В частности, базовый агент (резидент) получал задачу, декомпозировал ее и распределял подзадачи между другими агентами, после чего получал результат и принимал решение – при этом, как правило, большинство агентов занимались исключительно сбором и поставкой информации.

На смену таким системам, копирующим централизованную иерархию, быстро пришли распределенные системы, в которых знания и ресурсы распределялись между достаточно “самостоятельными” агентами, но сохранялся общий орган командного управления, принимающий решения в критических или конфликтных ситуациях. Дальнейшим шагом в этом направлении стала парадигма полностью децентрализованных систем, в которых управление происхо-

дит только за счет локальных взаимодействий между агентами. При этом узкая функциональная ориентация агента на решение какой-то одной отдельной части “общей” задачи постепенно стала уступать место универсальной “целостности” (автономности). Примерами таких децентрализованных организаций отчасти могут служить колонии насекомых, например, пчел или муравьев.

Предшественниками программных агентов можно считать сложные адаптивные системы, которые умеют подстраиваться под ситуацию или обстоятельства и принципиальным образом менять свое поведение или характеристики, чтобы обеспечить решение стоящих перед ними задач. Однако в случаях, когда агент функционирует в сложной, постоянно изменяющейся среде, взаимодействуя при этом с другими агентами, такая мультиагентная система значительно сложнее просто адаптивной системы, так как она быстрее обучается и может действовать эффективнее за счет перераспределения функций или задач между агентами.

Сложные системы часто рассматривают как среду действия агентов. С понятием сложных систем связаны следующие фундаментальные идеи, которые непосредственно влияют на функционирование MAS:

1. в сложных системах существуют автономные объекты, которые взаимодействуют друг с другом при выполнении своих определенных задач;
2. агенты должны иметь возможность реагировать на изменяющиеся условия среды, в которой они функционируют и, возможно, изменять свое поведение на основе полученной информации;
3. сложные системы характеризуются возникающими структурами – логически связанными схемами, которые формируются в результате взаимодействия между агентами;
4. сложные системы с возникающими структурами часто существуют на грани порядка и хаоса;
5. при создании сложных систем на базе агентов имеет смысл рассматривать биологические аналогии, такие как: паразитизм, симбиоз, репродукцию, генетику, митоз и естественный

отбор (например, компания British Telecom при формировании сети направления звонков использует модель деятельности колонии муравьев).

Концепция агентов, разработанная в рамках мультиагентных технологий и мультиагентных систем (MAS), предполагает наличие активного поведения агентов, т. е. способности компьютерной программы самостоятельно реагировать на внешние события и выбирать соответствующие действия. Сегодня агентные технологии предлагают различные типы агентов, модели их поведения и свойства, семейство архитектур и библиотеки компонентов, ориентированные на современные требования.

В настоящее время не существует устоявшегося определения агента. Ниже перечислены некоторые из них:

Агент – это аппаратная или программная сущность, способная действовать в интересах достижения целей, поставленных пользователем.

Под агентом можно понимать самостоятельную программную систему, состоящую из программ-объектов, имеющую возможность принимать воздействие из внешнего мира, определять свою реакцию на это воздействие и в соответствии с этим формировать ответное действие. Такие агенты способны действовать, “рассуждать” и обмениваться данными друг с другом в сети для формирования индивидуальных или коллективных решений.

По определению Кристиана Доннегара (директор по технологии компании Living Systems, занимающейся созданием систем совместной коммерции на основе технологии агентов): агенты – программные объекты, которые выполняют определенные упреждающие и корректирующие действия в соответствии с заданиями, делегированными человеком. Алан Кэй, который начал первым развивать теорию агентов, определил агент как программу, которая после получения задания способна поставить себя на место пользователя и действовать по адаптивному сценарию. Если же агент попадает в тупик, он может задать пользователю вопрос, чтобы определить, каким образом ему необходимо действовать дальше.

Простая компьютерная программа отличается от агента тем, что “не утруждает” себя целевым поведением и анализом достигнутых результатов. Тогда как агент, представляющий интересы пользователя, “заинтересован” в том, чтобы задание было выполнено. В случае неудачи или какого-то сбоя он должен повторить попытку

позднее или иметь про запас альтернативный вариант решения проблемы. Агенты всегда составляют список выполненных действий, результаты тестирования и верификации и отсылают его в управляющую систему.



Рис. 2: Области знания и технологии, используемые интеллектуальными агентами.

Отметим, однако, что вопрос по определению того, что такой агент не закрыт до сих пор и обсуждение этого вопроса периодически выносятся на конференции самого высокого уровня. На рис. 2 показаны области знания и технологии, с помощью которых формируются механизмы искусственного интеллекта и применения мультиагентных систем.

На основании изложенного выше можно скомпилировать следующее определение: «агент – это самостоятельная программная система:

1. имеющая возможность принимать воздействие из внешнего мира;
2. определяющая свою реакцию на это воздействие и формирующая ответное действие;

3. изменяющая свое поведение с течением времени в зависимости от накопленной информации и извлеченных из нее знаний,
4. обладающая мотивацией и способная после делегирования полномочий пользователем поставить себя на его место и принять решение, соответствующее ситуации”.

Интеллектуальный агент должен обладать следующими свойствами:

1. автономность – способность функционировать без вмешательства со стороны своего владельца и осуществлять контроль внутреннего состояния и своих действий;
2. адаптивность – агент обладает способностью обучаться;
3. коллаборативность – агент может взаимодействовать с другими агентами несколькими способами, играя разные роли;
4. способность к рассуждениям – агенты могут обладать частичными знаниями или механизмами вывода, а также специализироваться на конкретной предметной области;
5. коммуникативность – агенты могут общаться с другими агентами;
6. мобильность – способность передачи кода агента с одного сервера на другой;
7. социальное поведение – возможность взаимодействия и коммуникации с другими агентами;
8. реактивность – адекватное восприятие среды и соответствующие реакции на ее изменения;
9. активность – способность генерировать цели и действовать рациональным образом для их достижения;
10. наличие базовых знаний – знания агента о себе, окружающей среде, включая других агентов, которые не меняются в рамках жизненного цикла агента;
11. наличие убеждений – переменная часть базовых знаний, которые могут меняться во времени;

12. наличие цели – совокупность состояний, на достижение которых направлено текущее поведение агента;
13. наличие желаний – состояния и/или ситуации, достижение которых для агента важно;
14. наличие обязательств – задачи, которые берет на себя агент по просьбе и/или поручению других агентов;
15. наличие намерений – то, что агент должен делать в силу своих обязательств и/или желаний.

Иногда в этот же перечень добавляются и такие человеческие свойства, как рациональность, правдивость, благожелательность.

Система, в которой несколько агентов могут общаться, передавать друг другу некоторую информацию, взаимодействовать между собой и решать поставленную задачу называется *мультиагентной (MAS)*. В MAS задачи (или подзадачи) распределены между агентами, каждый из которых рассматривается как член группы или организации. Распределение задач предполагает назначение ролей каждому из членов группы, определение меры его “ответственности” и требований к “опыту”.

Основой формой организации взаимодействия между агентами, характеризующаяся объединением их усилий для достижения совместной цели при одновременном разделении между ними функций, ролей и обязанностей является *кооперация*. В общем случае это понятие можно определить формулой: *кооперация = сотрудничество + координация действий + разрешение конфликтов*. Под *координацией* обычно понимается управление зависимостями между действиями. *Коммуникация* между искусственными агентами зависит от выбранного протокола, который представляет собой множество правил, определяющих, как синтезировать значимые и правильные сообщения. Фундаментальными особенностями *группы*, составленной из агентов, сотрудничающих для достижения общей цели, являются социальная структура и распределение ролей между агентами.

Основой архитектуры агента является контекст, или серверная среда, в котором он исполняется. Каждый агент имеет постоянный идентификатор – имя. В серверной среде может исполняться не только исходный агент, но и его копия. Агенты способны самостоятельно создавать свои копии, рассылая их по различным серверам

для исполнения работы. По прибытии агента на следующий сервер его код и данные переносятся в новый контекст и стираются на предыдущем местонахождении. В новом контексте агент может делать все, что там не запрещено. По окончании работы в контексте агент может переслать себя в другой контекст или по исходящему адресу отправителя. Агенты способны также выключаться (“умирать”) сами или по команде сервера, который переносит их после этого из контекста в место, предназначенное для хранения.

На рис. 3 показана укрупненная структура типичного агента. Входами являются внутренние параметры агента и данные о состоянии среды. Выходы – параметры, воздействующие на среду и информирующие пользователя (или программу, выполняющую роль менеджера в системе) о состоянии среды и принятых решениях. Решатель – процедура принятия решений. Решатель может быть достаточно простым алгоритмом или элементом системы искусственного интеллекта.



Рис. 3: Укрупненная структура агента.

В архитектуре MAS основную часть составляет предметно-независимое ядро, в составе которого выделяются следующие базовые компоненты (рис. 1.4):

1. служба прямого доступа обеспечивает непосредственный доступ к атрибутам агентов;
2. служба сообщений отвечает за передачу сообщений между самими агентами, а также между агентами и дополнительными

системами ядра;

3. библиотека классов агентов (часть базы знаний) содержит информацию о классификации агентов в данной MAS.
4. сообщество агентов – серверное “место”, где размещаются агенты; этот блок, кроме жизнедеятельности агентов, обеспечивает еще функции по загрузке/записи агентов и их свойств и за оптимизацию работы агентов с ресурсами.
5. онтология – предметная база знаний, содержащая конкретные знания об объектах и среде функционирования, представляемые в виде соответствующей семантической сети.

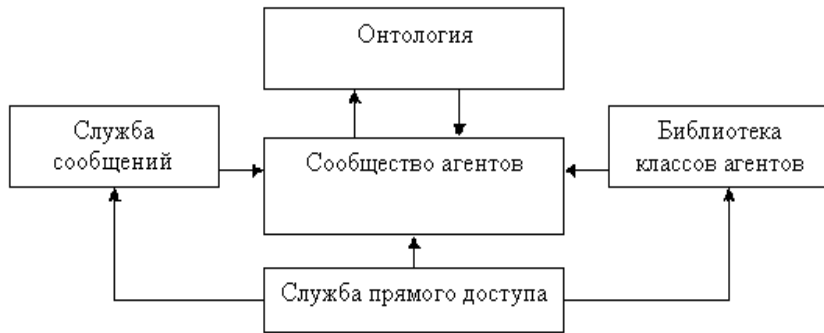


Рис. 4: Архитектура ядра мультиагентной системы.

Общая методология восходящего эволюционного проектирования MAS может быть представлена цепочкой: <среда – функции MAS – роли агентов – отношения между агентами – базовые структуры MAS – модификации>, и включает следующие этапы:

1. формулирование назначения (цели разработки) MAS;
2. определение основных и вспомогательных функций агентов в MAS;
3. уточнение состава агентов и распределение функций между агентами, выбор архитектуры агентов;

4. выделение базовых взаимосвязей (отношений) между агентами в MAS;
5. определение возможных действий (операций) агентов;
6. анализ реальных текущих или предполагаемых изменений внешней среды.

При проектировании организацию агентов можно рассматривать как набор ролей, находящихся между собой в определенном отношении, и взаимодействующих друг с другом. Таким образом, методология *восходящего проектирования* MAS требует предварительного задания исходных функций (ролей агентов), определения круга их обязательств по отношению друг к другу, формирования исходных и развивающихся структур на основе выделенных функций и исследования адекватности этих структур характеру решаемых задач в выделенных проблемных областях

Главная идея нисходящего проектирования состоит в определении общих социальных характеристик MAS по некоторому набору критериев, построении базовых типов их организаций с последующим определением требований к архитектуре агентов. Когда речь идет о “выращивании” искусственных социальных систем и сообществ, на первый план выдвигается нисходящий подход к организационному проектированию.

В рассмотренных ниже примерах, безусловно, наиболее подходящим является проектирование на основе восходящего подхода.

2.3. Современные международные стандарты создания агентов и платформы MAS

Существует несколько международных подходов к созданию мультиагентных систем, наиболее известные из них – это OMG MASIF, созданный Object Management Group, в основе которого лежит понятие мобильный агент; спецификации FIPA (Foundations for Intelligent Physical Agents), основанные на предположении об интеллектуальности агента, а также стандарты, разработанные исследовательским подразделением Пентагона – Агентством Передовых Оборонных Научных Исследований (Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA), в частности Control of Agent Based Systems.

Относительно мобильности и интеллектуальности агентов, большинство специалистов сходятся на том, что мобильность – центральная характеристика агента, интеллектуальность – желаемая, но не всегда строго требуемая. Различия подходов к определению агента в стандарте FIPA и OMG представлены на рисунке 1.5.

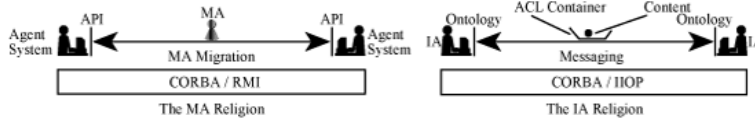


Рис. 5: Сравнение мобильных и интеллектуальных агентов.

Деятельность FIPA заключается в совместном исследовании и разработке членами организации международных согласованных спецификаций, которые позволят максимизировать взаимодействие между агентными приложениями, услугами и оборудованием. Членами FIPA являются такие высокотехнологичные компании как Alcatel, Boeing, British Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom, Fujitsu, Hitachi, HP, IBM, Fujitsu, Hewlett Packard, IBM, Intel, Lucent, NEC, NHK, NTT, Nortel, Siemens, SUN, Telia, Toshiba, различные университеты, государственные организации. Спецификации FIPA ориентируются на обеспечение возможности взаимодействия интеллектуальных агентов через стандартизованную коммуникацию агентов и языки контента. Наряду с общими основами коммуникации FIPA специализируется также на протоколах онтологии и переговоров для поддержки взаимодействия в конкретных прикладных сферах (транспортная поддержка, производство, мультимедиа, поддержка сетевого взаимодействия).

Стандарт OMG MASIF нацелен на создание условий для миграции мобильных агентов между мультиагентными системами посредством стандартизованных интерфейсов CORBA IDL.

Организация DARPA инициировала работу по распределению знаний (Knowledge Sharing Effort), в результате которой языки программирования агентов были разделены на синтакс (*syntax*), семантику (*semantics*) и прагматику (*pragmatics*).

1. *KIF* – Knowledge Interchange Format (*syntax*);
2. *Ontolingua* – a language for defining sharable ontologies (*semantics*);

3. *KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)* – a high-level interaction language (*pragmatics*);

Важным элементом при создании мультиагентных систем является язык коммуникации агентов – Agent Communication Language, который определяет типы сообщений, которыми могут обмениваться агенты. В рамках парадигмы коммуникации между агентами, кооперация между ними достигается за счет ACL, языка контента и онтологии, которые определяют набор базовых концепций, используемых в сообщениях кооперации. Онтология здесь выступает синонимом понятия API (Application Programming Interface), т.е. она определяет конкретный интерфейс интеллектуальных агентов.

На техническом уровне коммуникация между агентами происходит за счет передачи сообщений используя какой-либо транспортный протокол нижнего уровня (SMTP, TCP/IP, HTTP, POP). Альтернативами к использованию ACL является ряд других языков, таких как языки БД (SQL), Distributed object systems (CORBA и др.), Service languages (e-speak от Hewlett Packard, BizTalk от Microsoft и др.) и Web languages (XML, RDF, DAML).

Еще одной альтернативой ACL является CORBA ORB, разработанный уже упоминавшийся Object Management Group. Вся функциональность, предоставляемая CORBA доступна и на языке JAVA, путем комбинации Java RMI, Java RMI servers, Jini, Java event servers и других.

В настоящее время языки коммуникации агентов продолжают эволюционировать. Поскольку совместимость – определяющая характеристика агентов, при разработке MAS – очень важна именно стандартизированная коммуникативность. Основными объектами для стандартизации являются: архитектура агента, языки взаимодействия агентов, протоколы взаимодействия агентов, знания агентов, языки программирования агентов.

Как отмечают эксперты в области разработки агентов, для последующей эволюции технологий создания агентов необходимы следующие действия:

1. развитие семантики языков коммуникации агентов (ACL) (общих языков контента и онтологии; языков для описания действий агентов, намерений и стремлений);
2. развитие онтологии агентов (разделяемые онтологии для свойств агентов и их поведения);

3. улучшение использования метаданных (абстрактное и совместимое со многими языками контента);
4. декларативные и ясные протоколы (языки для определения протоколов высокого уровня, базирующиеся на более примитивных);
5. практический обмен знаниями между агентами (социальные механизмы для обмена информацией и знаниями, рассмотрение обмена знаниями как мобильный код);
6. развитие схем и методов для контроля за системами агентов (искусственные рынки, естественный отбор и т. п.).

Агентные платформы представляют собой один из способов построения распределенных систем и позволяют описать и предоставить доступ всех приложений, работающих на агентной платформе к необходимым им сервисам. Кроме того, в функции агентной платформы входит распределение агентов, аудит их функционирования и управление.

На данный момент известно несколько агентных платформ, ориентированных на использование спецификации FIPA-2000 (табл. 1) (Bellifemine F., 1999; Willmott S. N., 2000; Burg B., 2001).

Компания	Агентная платформа	Адрес в Интернете (URL)
BTехаст Technologies (Великобритания)	ZEUS	http://www.labs.bt.com/projects/agents/zeus/
Comtec (Япония)	Comtec Agent Platform	http://fipa.comtec.co.jp/glointe.htm
CSELT (Италия)	JADE	http://jade.tilab.com/
Fujitsu Labs (США)	AAP	http://www.sourceforge.net/
Nortel Networks (Великобритания)	FIPA-OS	www.nortelnetworks.com/fipa-os

Рис. 6: Таблица 1.

Агентная платформа в стандартах FIPA представляет собой следующую конструкцию (рис. 6):

Система управления агентами (СУА) представляет собой также агента, который осуществляет контроль доступа и использования агентной платформы. В каждой агентной платформе присутствует



Рис. 7: FIPA-модель агентной платформы.

одна СУА, которая предоставляет сервис жизненного цикла программных агентов и их реестр с идентификаторами, а также содержит состояния каждого программного агента. Маршрутизатором каталога является программный агент, который обеспечивает направление запросов в другие агентные платформы. Система транспортировки сообщений, или канал коммуникации агентов, является программным компонентом для управления потоками сообщений, приходящих на агентную платформу.

2.4. Применение мультиагентного подхода в бизнесе

Сложные системы на базе агентов уже нашли широкое применение в промышленности. Так, например, IBM использует агентов для производства полупроводниковых микросхем, датская судостроительная компания – для заварки отверстий в кораблях, а в Японии система на базе агентов выполняет функции интерфейса оператора сверхскоростного поезда

MAS могут применяться как для конструирования и моделирования гибких производственных систем, так и для управления реальными системами производства (логистика), продажи продукции различного назначения (e-коммерции), интеграции и управления знаниями и научной работы. Большое значение в мультиагентном подходе имеет социальный аспект решения современных задач как его концептуальная основа. Такие системы должны постоянно “жить” на сервере предприятия и непрерывно участвовать в решении задач, а не быть запускаемыми от случая к случаю, а для этого – обеспечивать пользователю возможность введения новых данных и компонентов. Наконец, такие системы должны накапливать ин-

формацию, извлекать из нее новые знания и в зависимости от этого изменять свое поведение с течением времени.

В настоящее время интеллектуальные агенты применяются в следующих областях бизнеса:

1. управление распределенными или сетевыми предприятиями;
2. сложная и многофункциональная логистика;
3. виртуальные организации и Интернет-порталы по продаже продуктов и услуг;
4. управление учебным процессом в системах дистанционного обучения;
5. компании с развитыми дистрибьюторскими и транспортными сетями (например, в Procter&Gamble);
6. управление каналами распределения;
7. моделирование предпочтений пользователей (например, в Ford).

Для крупных компаний преимущества мультиагентного подхода очевидны. Среди них можно отметить: сокращение сроков решения проблем, уменьшение объема передаваемых данных за счет передачи другим агентам высокоуровневых частичных решений; сокращение сроков согласования условий и формирования заказов.

Для распределенных компаний преимущества в первую очередь заключаются в возможности оптимального обеспечения продукцией, облегчении контроля удаленных подразделений и структур и взаимодействия с ними.

Для компаний с широким и быстро меняющимся ассортиментом – возможность гибко реагировать на изменения в предпочтениях клиентов и просчитывать периоды изменения. Для компаний оказывающих услуги – накопление опыта взаимодействия и решения проблем не только “в головах” сотрудников, но и в MAS.

Среди примеров компьютерных программ-агентов, существующих в настоящее время и широко используемых в Интернете можно выделить следующие:

Copernic Agent (<http://www.copernic.com/>) – одновременно отправляет запросы нескольким популярным поисковым системам,

выбирает наиболее рейтинговые ссылки, сопоставляет их между собой, удаляет дубли и, сортируя отобранное по рейтингу в соответствии со своим алгоритмом ранжирования, выводит их пользователю.

MySimon (<http://www.mysimon.com/>) – осуществляет интеллектуальный поиск, сравнивая цены миллионов товаров в более чем двух тысячах онлайн-магазинов.

MP3-Wolf (<http://www.trellian.com/>) – сканирует Интернет в поисках нужных пользователю музыкальных файлов. В процессе работы он использует различные поисковые системы, а также сайты, найденные им ранее и содержащиеся в его базе.

WebSite-Watcher (<http://www.aignes.com/>) – предназначена для слежения за изменениями на сайтах. Поддерживает работу RSS-ленты. Имеет гибкие настройки по предотвращению ложных срабатываний, когда отдельные изменения на страницах носят случайный или технический характер, например изменение числа просмотров.

Помимо этого, агенты могут быть уполномоченными представителями пользователя при общении с другими пользователями или их агентами, при решении порученных им задач.

2.5. Интеграция возможностей технологии CRM и мультиагентного подхода

Как уже упоминалось выше, говорить о полной интеграции методологии CRM и мультиагентного подхода не совсем корректно, однако можно совместить положительный эффект от их использования и говорить об интеграции методологий и возможностей, которые дополняют друг друга и позволяют определить “интеллектуальный” CRM. Можно выделить составляющие методологий и механизмы этих подходов и пути их интеграции.

Методология концепции управления взаимоотношениями с клиентами включает в себя следующее:

1. бизнес-стратегия, позволяющая компаниям эффективно управлять своими взаимоотношениями с клиентами;
2. системный подход к управлению взаимоотношениями с клиентами;

3. идентификация, профилирование и персонализация личности клиента;
4. оценка клиента и его потребностей на основе анализа и сортировки данных;
5. создание долговременных взаимоотношений с клиентом;
6. реализация потребностей клиента;
7. использование передовых управленческих и информационных технологий для сбора информации о клиентах на всех стадиях его жизненного цикла;
8. новый уровень развития стратегии, технологии и программных средств, например, механизм уклонения от обслуживания;
9. автоматизация трех ключевых корпоративных направлений, являющихся основным интерфейсом между предприятием и его клиентами – службы маркетинга, продаж и сервиса;
10. разработка новых продуктов на основе обработки сообщений, поступающих от клиентов;
11. фиксация каждого контакта с клиентом, ведение истории контактов.

Механизмы технологии CRM:

1. сбор и обработка информации о контрагентах в единой базе данных;
2. автоматизация работы менеджеров, контроль над их работой;
3. оперативный анализ результативности деятельности предприятия.

Методология мультиагентного подхода включает:

1. использование методов распределенного искусственного интеллекта.
2. методы воздействия на окружающую среду физическим или программным агентом.

3. функции работы с данными и знаниями.
4. способность программы самостоятельно реагировать на внешние события и выбирать соответствующие действия.
5. формирование планов действий, прогнозирование изменений внешней среды.
6. социальный аспект в поведении агентов и их взаимодействии в мультиагентной системе.
7. существование возможностей передачи данных и знаний, полномочий и задач.
8. системный подход (агенты являются частями единой системы и решают составляющие одной общей задачи).
9. данные, доступ к ним и управление агентами децентрализованы.
10. моделирование переговоров и нахождения оптимального решения мультиагентной системой в результате конфликта интересов.

Механизмы, используемые в мультиагентном подходе включают:

1. базы знаний в определенной сфере жизнедеятельности, содержащие модели простейших ценностей и отношений и алгоритмы анализа, обучения и ситуативной ориентации;
2. кооперация агентов, конфликт интересов, экономические методы взаимодействия;
3. объектно-ориентированный подход;
4. выработка стандартов проектирования агентов, создание специальных языков программирования агентов (например, группа ACL – Agent Communication Language).

Примечательно, что эксперты все чаще отмечают среди отраслей, в которых наиболее эффективно применение CRM-систем, индустрию высоких технологий (в том числе продажа программного

обеспечения, например, компанией “СВД Софтвр” которая является дистрибьютором операционной системы QNX). В настоящее время наиболее распространенными сферами использования мультиагентных систем в бизнесе и высокотехнологичном производстве являются: дистрибуция, Интернет-сервисы с использованием новых технологий (виртуальные компании, специализированные поисковые системы, Интернет-порталы по продажам, системы дистанционного обучения), обучаемые роботизированные системы, применяемые в промышленном производстве, в системах специального назначения МЧС и Министерства обороны, что позволяет сделать вывод об актуальности интеграции возможностей данных технологий и создания на их базе гибридной технологии – интеллектуального CRM.

По нашему мнению, реализация методологии CRM на базе мультиагентного подхода, может заключаться в следующем:

1. проектирование агентов для автоматизации и усовершенствования процесса Customer Support (поддержки пользователей) в рамках концепции CRM;
2. организация портала дистанционного обучения клиентов использованию высокотехнологичных продуктов;
3. координация работы дилеров и удаленных подразделений с помощью мультиагентной системы;
4. накопление знаний и навыков сотрудников отдела продаж в базах знаний соответствующих агентов;
5. моделирование ситуаций и поведения клиентов, прогнозирование с помощью агентов;
6. ведение агентом личного контента пользователя (создание интегрированного мультиагентного Интернет-портала);
7. мониторинг поисковым агентом внешней информации;
8. управление программным оборудованием клиента.

Примером эффективной интеграции методологий CRM+MAS может служить мультиагентный портал департамента культуры

администрации Самарской области. Портал организован таким образом, что каждый пользователь и каждый ресурс получают своего агента, который на основе знаний из онтологии постоянно мониторит непрерывно обновляемый контент системы и стремится для каждого пользователя найти наиболее интересный материал. В портале можно создать собственное или вступить в уже существующее виртуальное сообщество, предоставляющее возможности для объединения людей по их интересам и предпочтениям и организации творческого сотрудничества.

3. Информационно-диагностическая подсистема для обслуживания клиентов on-line на примере группы компаний “Альянс-Моторс”

3.1. Система автоматизированной помощи на дорогах

Группа компаний “Альянс-Моторс” является официальным дилером марок автомобилей Ford Motors, KIA, OPEL, Chevrolet, BMW на территории Великого Новгорода и Новгородской области. Компания основана в 2005 году корпорацией “Сплав” для работы на автомобильном рынке. В настоящее время группа компаний под торговой маркой “Альянс Моторс” объединяет 7 юридических лиц:

1. ООО “Автоцентр Альянс” – продажа новых автомобилей Ford;
2. ООО “Ф-Сервис” – услуги автосервиса автомобилей Ford, продажа запасных частей и аксессуаров Ford;
3. ООО “Альянс-Сервис” – продажа новых автомобилей марки KIA, услуги автосервиса, продажа запасных частей, аксессуаров и автокосметики;
4. ООО “Альянс-М” – продажа новых автомобилей Opel и Chevrolet, услуги автосервиса, продажа запасных частей, аксессуаров и автокосметики;
5. ООО “Евроальянс” – продажа новых автомобилей марки Volkswagen, услуги автосервиса, продажа запасных частей, аксессуаров и автокосметики;
6. ЗАО “Альянс” – продажа запасных частей, аксессуаров и автокосметики;

7. ООО “Автоконсул” отдел кредитования и страхования;

Компания стремится предложить лучшие инновационные продукты соответствующие возрастающим нуждам потребителей – для этого “Альянс Моторс” сотрудничает с ведущими производителями автомобильной техники. Но даже в этом случае совершенный во всех отношениях продукт не гарантирует долгосрочного успеха. Поэтому перспектива развития компании базируется на представлении развития технологий в автомобильной промышленности и ценностях, которыми люди руководствуются в повседневной жизни и работе безопасность, комфорт, свобода и уверенностью передвижения по дорогам мира.

Примером такого нового инновационного продукта может служить разрабатываемая в настоящее время в компании информационно-диагностическая подсистема “Автоматизированная помощь на дороге (АПД)” для on-line обслуживания клиентов компании (авторы идеи продукта – В.И. Кияев, Р.В. Герасимов). Подсистема предназначена для постоянного текущего мониторинга устройств и механизмов автомобиля клиента и базируется на современных достижениях в области сбора, передачи, и автоматизированного анализа сигналов, обработки сигналов в режиме on-line с использованием современных датчиков и контроллеров, а также контроля всей системы на базе мультиагентного подхода. Пользователем может стать любой человек, который пожелает установить систему АПД при покупке нового автомобиля марки Ford, Opel, Chevrolet, KIA, BMW.

Главным назначением АПД является повышение безопасности клиента. Во время движения автомобиля могут возникать нестандартные ситуации, связанные с состоянием агрегатов автомобиля, дорожной обстановкой, состоянием покрытия, погодой и т.д. При этом водитель может не подозревать о надвигающейся аварийной ситуации, связанной с некорректной работой двигателя, тормозной системы, рулевого управления. Система АПД обязана минимизировать последствия критических поломок, так как она призвана при первых симптомах неисправности, отправить сведения о них в дилерский центр, оператор которого свяжется с клиентом и сообщит о возможных последствиях и путях их предотвращения.

Рассмотрим вариант, когда автомобиль не оборудован системой АПД (рис. 8) Клиент эксплуатирует автомобиль определенное количество времени, проводит регламентированные работы (ТО) в

официальном автосервисе. В случае инцидента на дороге (отказ двигателя, съезд с полотна и переворот вследствие прокола колеса, наезд на препятствие, столкновение с другим транспортным средством) водитель обязан вызвать сотрудников ГИБДД, страхового агента и т. д. Но если водитель серьезно пострадал, то он не может определить свое состояние, местоположение, вызвать себе скорую помощь и соответствующие службы. А если ДТП произошло на проселочной дороге, то шансы быстро получить необходимую помощь резко уменьшаются.

Если же автомобиль оснащен системой оказания комплексной услуги АПД (рис. 9 и 10), то при возникновении малейшей неисправности (например, нештатная вибрация кузова, рулевого управления, утечка масла или бензина, критический износ тормозных колодок и пр.) система отображает возникшую коллизии на панели приборов. Бортовой компьютер отправляет код неисправности оператору в дилерский центр или станцию технического обслуживания. Оператор немедленно связывается с дежурным мастером-консультантом, а тот, в свою очередь, удаленно тестирует неисправность, связывается с клиентом и дает рекомендации по поводу дальнейшего эксплуатации автомобиля. Если клиент попадает в ДТП, то компьютер автоматически отправляет информацию о том, что сработали ремни и подушки безопасности. Оператор сразу же пытается связаться с клиентом по сотовому телефону. Если клиент не снимает трубку, то оператор вызывает скорую помощь на место, которое было определено с помощью GPS-передатчика на автомобиле.

Таким образом, система АПД позволяет повысить безопасность благодаря своевременному выявлению проблем, а также вызову помощи тогда, когда клиент в ней нуждается. Помимо всего прочего, система АПД может иметь ряд других полезных функций. Так например, если клиент оставил ключи от автомобиля дома, но очень спешит, то он может позвонить оператору, назвать свой уникальный ID и пароль. Оператор открывает и заводит автомобиль. Также оператор может закрыть автомобиль.

3.2. Архитектура системы АПД

Архитектура системы АПД состоит из трех базовых модулей (рис. 11):



Рис. 8: Эксплуатация автомобиля, не оборудованного системой АПД.

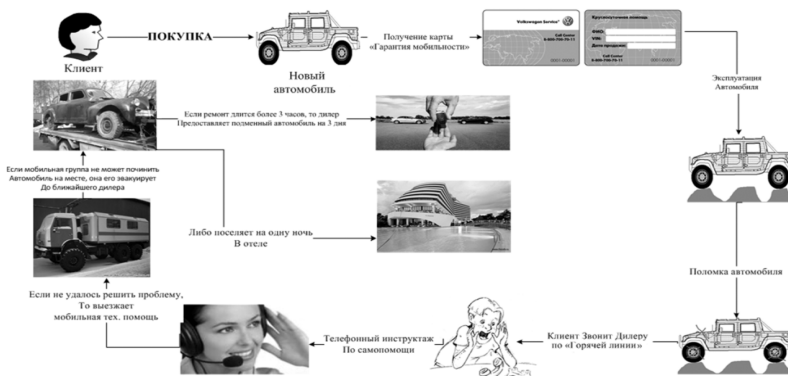


Рис. 9: Пример комплексной мобильной услуги на базе АПД.

1. модуль диагностики автомобиля;
2. программный модуль коммуникатора;
3. АРМ оператора у дилера.

Модуль диагностики автомобиля включает в себя систему самодиагностики и блоки ECU (Electronic Control Unit). “Самодиагностика (иногда называемая *бортовой диагностикой*) — это система, которая постоянно держит под наблюдением сигналы различных датчиков и исполнительных механизмов системы управления двигателем (СУД). Эти сигналы сравниваются с их контрольными значениями, которые хранятся в памяти бортового компьютера. Набор таких контрольных значений может быть разным в разных автомобилях и их моделях. Он может в себя включать верхние и

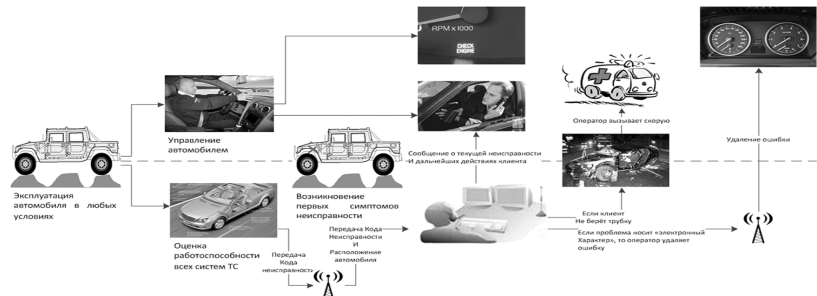


Рис. 10: Эксплуатация автомобиля, оборудованного системой АПД. Система АПД может выполнять также функцию охранной сигнализации: если злоумышленники угнали автомобиль, клиент связывается с оператором, а тот, в свою очередь, связывается с правоохранительными органами и сообщает им расположение автомобиля.



Рис. 11: Архитектура системы АПД.

нижние допустимые границы контролируемых параметров, допустимое число ошибочных сигналов в единицу времени, неправдоподобные сигналы, сигналы, выходящие за допустимые пределы и др. При выходе сигнала за пределы контрольных значений блок электронного управления квалифицирует это состояние как неисправность, формирует и помещает в память соответствующий код.

Ранние конструкции систем диагностики были способны формировать и хранить лишь небольшое число кодов. Современные системы в состоянии генерировать и хранить 100 и более кодов и способны еще увеличить это количество по мере того, как ПО бор-

товых компьютеров, основанное на технологии интеллектуальных агентов “научится” выделять новые нештатные, сбойные и аварийные ситуации.

ЕСU — основной элемент электронной системы управления, реализующий алгоритм управления путем преобразования электрических сигналов датчиков в управляющие воздействия на исполнительные устройства. Электронный блок управления (ЭБУ) двигателем получает сигналы от разных датчиков и обрабатывает их по определенной схеме. После обработки данных принимает решение о том, как управлять работой различных систем двигателя, меняя подачу топлива, выставляя зажигание, а также диагностирует все системы управления автомобилем и уведомляет о неисправностях.

Связь внешнего устройства (в данном случае коммуникатора) с электронным блоком управления осуществляется благодаря CAN-шине. CAN (Contoller Area Network) является сетевым интерфейсом передачи данных на скорости до 1 Мбит/сек. Автомобиль связывается с коммуникатором посредством CAN-шины и переходника CAN-bus-USB. На смартфоне водителя устанавливается ПО, которое способно выводить информацию о работе систем автомобиля на дисплей, а также отправлять их в Интернет. В случае, если ошибок никаких не возникает, то сведения о работе автомобиля остаются в телефоне. В случае, если возникает какая-либо критическая неисправность либо срабатывают датчики ремней и подушки безопасности), то информация о местоположении автомобиля, а также информация с кодом неисправности отсылается на **АРМ оператора** соответствующего Call-центра.

3.3. Алгоритм работы системы АПД на базе мультиагентов и его реализация

В соответствии с предложенной архитектурой, алгоритм сбора, анализа, и выработки рекомендаций для пользователя будет основан на мультиагентном подходе. Суть мультиагентного подхода в этом случае заключается в том, что гораздо эффективнее внедрить несколько интеллектуальных агентов, которые будут отвечать за свой небольшой сегмент, чем использовать одно электронное устройство с заданной жестко программой функционирования, отвечающее за всю диагностику (в настоящее время вся информа-

ция с датчиков поступает в “головной центр” сбора информации ECU).

Каждый агент содержит базу знаний, которая распространяется только на один элемент автомобиля. Например, первый агент отвечает за работу включения и выключения автомобиля, другой агент отслеживает работу тормозной системы, третий агент контролирует работу двигателя, четвертый агент следит за покрытием дороги, и т. д.

Рассмотрим два алгоритма работы системы на базе мультиагентного подхода и опишем типичную схему принятия решения:

1. На улице зима, человек садится в автомобиль, прогревает его (режим контролирует 1-й агент) и выезжает на шоссе. Во время движения из-за снега и наледи постоянно меняется рельеф дорожного покрытия, и человек не всегда успевает реагировать на эти изменения. Поэтому агент, который отвечает за анализ состояния дорожного покрытия (4-й агент), постоянно общается с агентами, которые отвечают за работу двигателя (3-й агент) и тормозной системы (2-й агент). Если автомобиль выезжает на лед, то 4-ый агент сообщает об этом 1-му и 2-му. 2-й агент приводит тормозную систему в состояние повышенной готовности (усиливает давление в тормозной системе), а 1-й агент ограничивает обороты и плавность работы двигателя. Тем самым уменьшается риск заноса или, другими словами, повышается уровень безопасности.
2. Автомобиль движется по дороге. Соответствующие интеллектуальные агенты следят за состоянием элементов активной безопасности (рис. 12).

Первый агент отвечает за состояние ремней безопасности, второй агент следит за состоянием подушек безопасности, третий отслеживает состояние тормозной системы, четвертый передает данные на коммутатор, пятый отправляет информацию на АРМ оператора дилерского центра, шестой агент отвечает за информацию поступающих с датчиков парковки (патронников), седьмой агент следит за работой климатической установки. Автомобиль подъезжает к пешеходному переходу, но водитель задумался, и не успевает своевременно плавно остановиться и резко нажимает на педаль тормоза. Агенты анализируют изменившуюся информацию (автомобиль ехал с постоянной скоростью, резко остановился), общаются

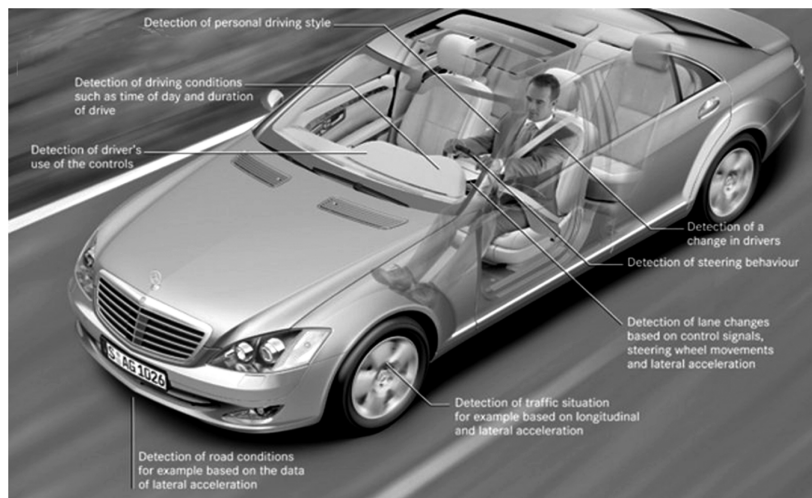


Рис. 12: Схема анализа информации, полученной мультиагентами от датчиков.

между собой: шестой агент сообщает, что контакта не было, второй сообщает, что подушки безопасности не раскрылись, первый агент говорит о том, что преднатяжители ремней безопасности сработали. Исходя из этих данных, они решают не отправлять данные на АРМ оператора дилерского центра, но занести информацию о характере торможения в память (для того, чтобы при возникновении неполадки в будущем, можно было легко вычислить причину ее возникновения). Автомобиль продолжает движение и совершает наезд на впереди стоящий автомобиль. И тут уже начинается рассмотрение как минимум двух алгоритмов:

1. (a) Агенты сообщают, что патронники зафиксировали критическое приближение (удар), преднатяжители ремней сработали, но температура в салоне не изменилась (лобовое стекло цело) и подушки безопасности не открылись, т. е. удар произошел на небольшой скорости. Как вывод, агенты сообщают эту информацию на АРМ оператора дилерского центра, и он связывается с клиентом.
- (b) Агенты сообщают о срабатывании всех систем активной

безопасности: преднатяжители сработали, зафиксировано критическое сближение (удар), подушки безопасности раскрылись, температура в салоне изменилась – т. е. произошел один из худших вариантов развития для человека. Агенты автомобиля сообщают информацию о случившемся агенту, который отвечает за коммуникатор, далее этот агент передает информацию о происшествии и местоположении автомобиля на АРМ оператора дилерского центра. Оператор быстро обрабатывает всю информацию, пытается связать с клиентом и в случае необходимости вызывает скорую помощь на место происшествия.

Таким образом, видно, что агенты общаются между собой и при анализе поступающей информации принимают решение о реализации необходимых процедур.

3.4. Система диагностики современного автомобиля

Поколение автомобилей XXI века настолько сильно отличается от российского “жигуленка” или “москвича”, что требуется принципиальное изменение не только технологии производства, но и управления транспортным средством. И основную роль выполняет компьютеризация автомобиля. Бортовой компьютер способен с точностью до миллисекунды сам решать, когда требуется произвести переключение передач, и всегда делает это абсолютно верно, сэкономив максимум горючего и не потеряв ни секунды на разгоне. При этом оборудованный компьютером автомобиль может общаться с водителем на разных языках: английском, немецком, японском, корейском и даже русском.

Принципы работы системы самодиагностики.

Современные электронные системы, которые отвечают за работоспособность всех узлов автомобиля, оснащены системами самодиагностики, которые информируют водителя о появлении неисправностей. На приборном щитке большинства современных автомобилей имеется индикатор Check Engine. В случае возникновения некоторых неисправностей во время движения индикатор загорается, а при мелкой неисправности может сразу погаснуть (сохранив этой сбой в памяти для последующего считывания).

Системы диагностики на разных автомобилях различаются, но принцип действия всех систем схож: блок управления считывает

показания датчиков на разных режимах работы в процессе эксплуатации автомобиля (такие режимы как запуск, прогрев, холостой ход, разгон, торможение и т.п.). Показания датчиков бывают статическими (дискретными) или динамическими (изменяющимися во времени). Статические показания датчиков обычно определяются определенным значением – импульсом определенного уровня или “переключателем” (наличием или отсутствием сигнала), а динамические, в большинстве случаев, передают изменения параметра и проверяются на допустимые диапазоны (верхний и/или нижний пределы). Все диагностические системы хранят и отображают статические данные – “коды ошибок” и динамические характеристики.

На дискретные показания датчиков система самодиагностики реагирует обычно только при отсутствии электрического контакта (возвращает сигнал о неисправности датчика), а изменение динамических показателей отслеживается по таблицам, хранящимся в памяти устройства управления. Бывает так, что один и тот же датчик может проверяться как на электрический контакт, так и на допустимые пределы изменения. И тогда для одного устройства могут быть два показателя нештатной ситуации: либо отсутствие сигнала, либо выход за предельные параметры.

Устройство управления самодиагностикой состоит из нескольких выделенных блоков: для двигателя – ECU (Engine Control Unit) или ECM (Engine Control Module); для антиблокировочной системы тормозов – ABS (Antilocking System), для подушек безопасности – ABSRS (Air Bag Supplemental Restraint System), для автоматической коробки передач – A/T (Electronic Automatic Transaxles) и др. При получении сигнала о возникновении неполадки система диагностики обязана ответить унифицировано:

1. во-первых, классифицировать неисправность по номеру (коду ошибки) и запомнить этот код в долговременной памяти;
2. во-вторых, предпринять действия по минимизации ущерба, предусмотренные на этот случай управляющей программой.

После этого сохраненные в памяти коды ошибок считываются специальным прибором (сканером), или вручную, при помощи определенной процедуры, которая вводит ECU в режим индикации кодов самодиагностики.

Следует знать, что часть параметров, определяющих состояние работы автомобиля, остается вне зоны контроля. И даже после считывания кодов важно не только их идентифицировать, но и определить правильную причину возникновения неисправности. Например, очень часто коды неисправности возникают из-за того, что после тех или иных ремонтных операций на автомобиле забывают подсоединить разъем или повреждают электропроводку.

Стандарты в автомобильной диагностике.

До 1994 года в мировой автомобильной промышленности применялись различные системы, стандарты и протоколы для диагностики, которые условно можно назвать системами семейства OBD-1 (On Board Diagnostic). Процедура считывания кодов систем OBD-1 была похожа на азбуку Морзе: короткие импульсы (длительностью 0,2 секунды) обозначали единицы, а длинные (1,2 секунды) – десятки. Паузы между импульсами внутри одного кода составляли около 0,3 секунды, а сами коды (если их несколько) разделялись длинными паузами в 1,8-2 секунды. Коды диагностики OBD-1 были двузначными (их также называют “короткими” – в отличие от “длинных” пятизначных кодов расширенной диагностики более поздних систем).

К 1995 году начали появляться расширенные системы, которые долгое время сосуществовали с прежними, но уже с 1996 года по требованиям Агентства по защите окружающей среды США и благодаря усилиям Ассоциации инженеров автомобилестроения были внедрены единые стандарты самодиагностики, протоколов обмена данными, унифицированы требования к диагностическим средствам и структуре кодов. Начиная с этого времени, все автомобили и грузовики малой грузоподъемности, произведенные для продажи в США, оборудуются единой системой самодиагностики OBD-2, а с 2000 года, согласно директиве 98/69EG, все новые автомобили с бензиновыми двигателями в Европе диагностируются только по этому стандарту. Признаком такой системы является обязательное наличие в салоне автомобиля 16-контактного диагностического разъема.

Назначение всех диагностических систем – унифицированное определение неисправностей в различных узлах и агрегатах автомобиля для принятия решения о последующем ремонте. Но если в системах семейства OBD-1 было предусмотрено определение неисправностей ограниченного спектра (двигателя, подушек безопасно-

сти, тормозной системы ABS и автоматической коробки передач), то в OBD-2 перечень диагностируемых узлов расширен (добавились также климатическая установка, иммобилайзер и др.).

Диагностика при помощи карманного компьютера.

В качестве устройства для компьютерной диагностики применяются:

1. Стационарные мотор-тестеры – многофункциональные устройства всесторонней автомобильной диагностики, в которых OBD-2 сканер присутствует как малая часть универсальной системы газоанализа, измерения компрессии, давления топлива, разряжения во впускном коллекторе, и др. Стоят такие системы десятки тысяч долларов, поэтому диагностика с их помощью стоит очень дорого.
2. Специализированные дилерские сканеры (или универсальные дилерские приборы) – многофункциональные цифровые устройства, представляющие собой комбинацию мультиметра, осциллографа и микрокомпьютера со специализированной базой на сменном картридже для конкретной модели автомобиля. Стоимость таких устройства – порядка 2000-3000 долларов без картриджа и кабелей-переходников под различные модели автомобилей (картриджи стоят порядка 500\$ и к тому же имеют узкую специализацию по марке, модели и модификации того или иного автомобиля).
3. Компьютерные тестовые системы, которые представляют собой обычный персональный компьютер, ноутбук или карманный компьютер произвольной конфигурации с соответствующим ПО и специальным кабелем OBD-2 - RS-232. В таком соединительном кабеле стоит программируемый микроконтроллер с зашитыми протоколами обмена, так что напрямую соединить систему OBD-2 с компьютером не удастся. Стоимость ПО обеспечения вместе с кабелем для последовательного порта – около 500-1000\$.

Компьютерная тестовая система является самой гибкой из всех перечисленных. Она позволяет считывать коды OBD-2 и потоки данных в реальном времени и представлять их в интуитивно понятном виде, т. е. не в численной форме, а в виде описания возможных неисправностей, в виде таблиц, а также в графическом

виде, в том числе в форме многопараметрических графиков. При помощи такой системы можно проводить виртуальные тесты: изменять вручную один из параметров и смотреть, что будет происходить с остальными. При этом в реальном времени ведется протокол, необходимый для детального анализа переходных процессов. Такие протоколы удобно сохранять в log-файлах по датам, что может пригодиться для ведения плановой диагностики: можно постепенно накапливать “историю мотора” и своевременно выявлять вероятные проблемы. Все данные можно распечатать в удобной для чтения форме, сохранить в формате MS Excel и оставить резервную копию на внешнем носителе.

Т. к. для полной и всесторонней диагностики автомобиля требуется исследование различных параметров в рабочих режимах (т. е. в движении), то наиболее удобными являются системы на базе миниатюрных карманных компьютеров. Кроме того, такие устройства можно будет использовать и как бортовые компьютеры для учета расхода топлива, определения времени разгона, измерения мощности автомобиля и т. д. При этом системы на базе карманных компьютеров обойдутся значительно дешевле.

Получение владельцем автомобиля текущей информации о состоянии датчиков, исполнительных устройств и других компонентов автомобиля поможет ему также определять состояние и износ узлов, чтобы вовремя произвести их замену. Это даст возможность предупредить поломку, избежать дорогостоящего ремонта и сведет на нет старания авторемонтников “развести клиента на деньги”. А при фатальных неисправностях в пути эта система позволит оперативно определиться с их характером и принять решение: попытаться ли исправить поломку собственными силами, либо, не тратя времени и сил, сразу искать подходящий эвакуатор.

Создание системы диагностики на базе мобильных технологий.

В настоящее время в мире существует множество компаний, которые способны предложить свои решения для разработки различного мобильного оборудования. Это, прежде всего, такие лидеры как Google с операционной системой Android, Nokia – Symbian 3 и MeeGo, Apple – iOS, Microsoft – Windows Mobile. Все операционные системы обладают рядом преимуществ и недостатков, но для конечного пользователя наиболее важным вопросом остается цена конечного продукта. 16 февраля 2010 года компании Intel и Nokia

анонсировали проект MeeGo на Mobile World Congress в Барселоне. ОС MeeGo полностью бесплатна: открытый код позволит пользователям самим и без особого труда создавать необходимые им приложения.

MeeGo – Linux-подобная операционная система, позволяющая использовать популярное средство кроссплатформенной разработки Qt.

Отличительные черты ОС MeeGo:

1. открытый код и ядро Linux в основе;
2. поддержка архитектур IA и ARM;
3. поддержка большого разнообразия мобильных устройств: смартфонов, нетбуков, планшетов, ТВ и автомобильных навигаторов.

Компания Intel внедряет повсеместно свои процессоры Intel Atom, которые устанавливаются в большинство нетбуков и постепенно начинают внедряться в коммуникаторы и в устройства управления автомобильными системами. А это означает, что мультиагентную систему диагностики и автоматизации помощи на дороге (АПД) вполне возможно разрабатывать с использованием ОС MeeGo или ОС Android.

3.5. Интеграция CRM с системой диагностики

Автосалон “Евроальянс” холдинга “Альянс Моторс” пользуется программным обеспечением “1С: Предприятие – Комплексная автоматизация, 1.1”, которое содержит в себе модуль CRM (рис. 13).

Данный модуль содержит в себе много полезных функций. “Менеджер контактов” позволяет продавцу-консультанту вывести график контактов на день, неделю, месяц. Т. е. продавец сразу увидит, что он должен сделать с клиентом (позвонить, подготовить машину к выдаче, и т. п.). В разделе “Текущие сделки” можно выбрать контрагента и посмотреть всю информацию по ведению клиента, т. е. увидеть стадию отношений с клиентом. Функция “Получение почты” позволяет использовать “1С” как почтовый клиент.

Но самой важной является функция “Событие” (рис. 14), т. к. она непосредственно связана с системой АПД.

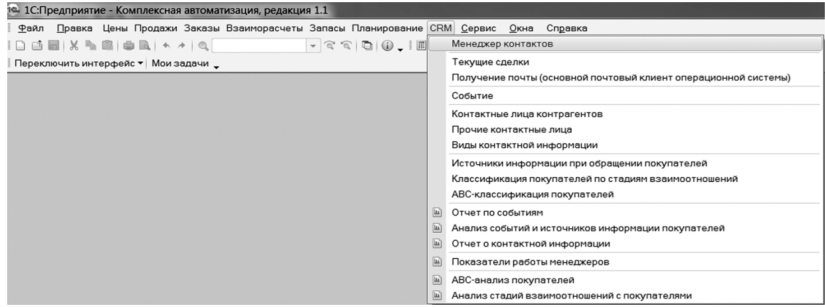


Рис. 13: Модуль CRM в пакете “1С: Предприятие – Комплексная автоматизация”.

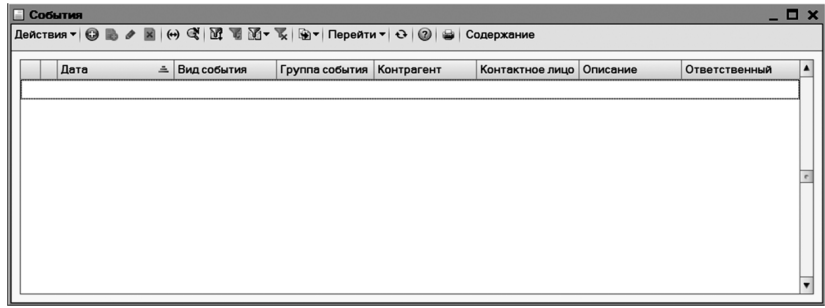


Рис. 14: Интерфейс вкладки “Событие”.

В случае, если от автомобиля не поступают никаких тревожных сообщений, то интерфейс вкладки “События” имеет вид представленный на рис. 14. Если же мультиагентная система зафиксировала какие-либо нарушения в работе систем автомобиля и передала соответствующую информацию, то автоматически на АРМ оператора создается событие (рис. 15).

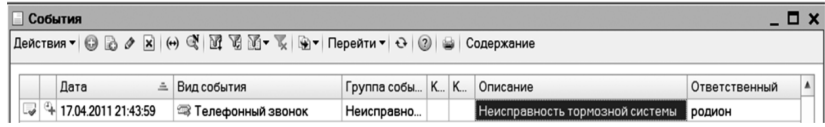


Рис. 15: Появление нового события.

Чтобы начать работу с клиентом, оператору необходимо зайти в событие, посмотреть на местонахождение автомобиля (рис. 16), связаться с клиентом по контактному номеру, который указан при формировании события, и сформировать отчет по работе с клиентом, который включает все действия оператора по оказанию помощи клиенту.

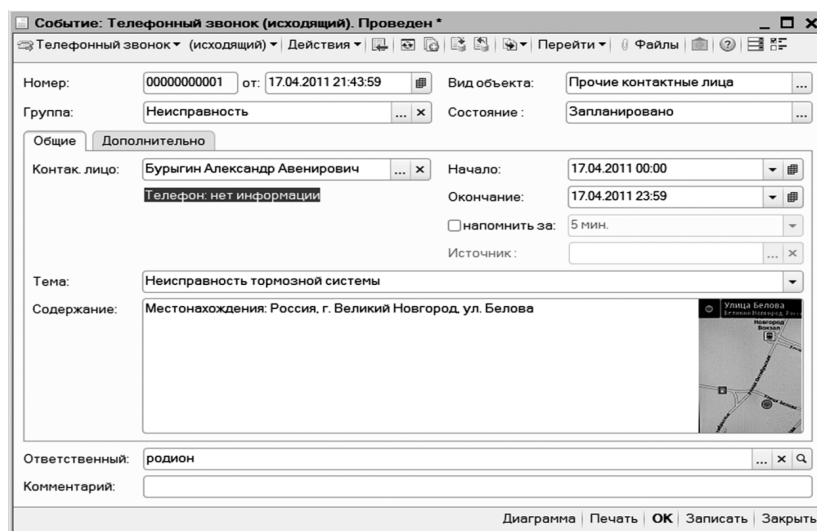


Рис. 16: Расширенные свойства события.

Следует отметить, что в настоящее время имеется широкий выбор недорогих датчиков, переходников, блоков питания, USB-коммуникаторов, плат расширения с наборами контроллеров, которые можно использовать при формировании мультиагентной системы диагностики и АПД (рис. 17).

К примеру, можно использовать следующий набор: кабель OBD II (918 рублей), CAN-bus-USB контроллер (5000 рублей) переходник USB-miniUSB (99 рублей), коммуникатор HTC T3333 Touch2 (9490 рублей), SIM-карта Tele2 с тарифным планом "Без фокусов" (75 рублей подключение).



Рис. 17: Последовательность подключения оборудования к автомобилю.

4. Заключение

Для любой компании, действующей в современной динамичной бизнес-среде, по мере усиления конкуренции и насыщения рынка высокотехнологичными продуктами со сходными параметрами все более актуальной становится проблема эффективного управления клиентской сетью. Информационная поддержка этого важного процесса все чаще осуществляется с помощью концепции и технологий CRM. CRM-системы становятся все более популярными, а общемировые тенденции говорят о том, что основной акцент в процессе развития взаимоотношений с клиентами все больше будет смещаться в сторону применения интеллектуальных информационных средств и технологий.

Мультиагентные системы, применение которых в бизнесе получило развитие сравнительно недавно, как часть интеллектуальных информационных технологий (ИИТ), представляют собой гибкий инструмент для повышения эффективности управления и самоорганизации современных компаний. В настоящее время общепризнанным является факт, что они успешно используются в крупных компаниях, однако мы поставили своей задачей не только показать, что они могут быть применены в сравнительно небольшой компании, но и проанализировали их возможность стать инструментом реализации клиентоориентированной стратегии бизнеса.

В качестве объекта анализа была выбрана группа компаний "Альянс Моторс", деятельность которой связана с продажей и обслуживанием автомобилей и на примере которой показана возмож-

ность интеграции методологий и возможностей технологии CRM и мультиагентного подхода. Базовой основой такой интеграции стало проектирование интеллектуальных агентов, призванных помочь исследованной компании в получении конкурентного преимущества в виде предоставления услуги “Автоматизированная помощь на дороге”, которая раньше не была представлена на рынке.

Эта услуга позволяет повысить уровень безопасности использования автомобиля, а именно: позволит предупредить возникновение неисправности, которое может повлечь за собой дорогостоящий ремонт, либо угрозу жизни. АПД может включать себя и другие функции – возможность работы в режиме спутниковой ориентации и сигнализации, вызов экстренной медицинской помощи в случае ДТП, получения эффективной технической помощи при критических повреждениях автомобиля. Большой выбор оборудования и программных платформ делает такую систему реально осуществимой при сравнительно небольших затратах.

В заключение еще раз отметим, что современные интеллектуальные технологии на базе мультиагентных систем предоставляют возможности для создания широкого спектра актуальных технологий, продуктов и услуг.

Список литературы

- [1] *Граничин О.Н., Кияев В.И.* Информационные технологии в управлении. 2-е изд. — СПб: Изд-во ВВМ. 2012. — 354 с.
- [2] *Албитов А., Соломатин Е.* CRM (Customer Relationship Management) — М: Изд-во Клерк.RU. 2003.
- [3] *Аншина М.* История и будущее, понятие, внедрение, сопровождение CRM (Customer Relationship Management] // Сетевой. - №10. 2002.
- [4] *Батищев С., Скобелев П.* Основные этапы разработки мультиагентных систем в инструментальной среде для создания Интернет-приложений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2002. — Т. 4. № 1. — Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН(Самара).
- [5] *Воронин Б.* CRM - новая стратегия со старыми принципами // Электронная коммерция. — 2005.

- [6] *Глибовец Н.* Использование JADE (Java Agent Development Environment) для разработки компьютерных систем поддержки дистанционного обучения агентного типа // Educational Technology & Society. 2005. №8(3).
- [7] *Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В.* Многоагентные системы // Новости искусственного интеллекта. 1997. №1. С. 15–30.
- [8] *Амелин К.С., Граничин О.Н., Кияев В.И., Корявко А.В.* Введение в разработку приложений для мобильных платформ. — СПб: Изд-во ВВМ. 2011. — 507 с.
- [9] *Де Роза К.* Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем (CSRP) [Электронный ресурс] / К. Де Роза// SYMIX. — Режим доступа: <http://www.symix.com>.
- [10] *Дмитриев С.* Блеск и нищета CRM-технологий // Маркетинг, реклама и сбыт. Март (№3). — М: ECOMAN.EDU.RU. 2004.
- [11] *Зайцев М.* Вопросы философии. Массовое внедрение CRM-систем начнется, когда бизнес будет больше ориентироваться на клиента // Эксперт Северо-Запад. СПб: Эксперт Северо-Запад.RU. 2003.
- [12] *Кальченко Д.* Агенты приходят на помощь // Компьютер-Пресс. М: Компьютер Пресс.RU. 2005.
- [13] *Амелин К.С., Граничин О.Н.* Мультиагентное сетевое управление группой легких БПЛА // Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2011. №6. С. 64–72.
- [14] *Амелин К.С.* Технология программирования легкого БПЛА для мобильной автономной группы // Стохастическая оптимизация в информатике. Т. 7. 2011. С. 93–115.
- [15] *Амелин К.С., Граничин О.Н.* Применение мультиагентного подхода для решения задач мониторинга местности группой легких БПЛА // Сборник трудов межд. научно-практической конференции “Управление большими системами — 2011”. Москва, 2011. Т. 3, с. 209-214.

- [16] *Амелина Н.О.* Мультиагентные технологии, адаптация, самоорганизация, достижение консенсуса // Стохастическая оптимизация в информатике. Т. 7. С 149–185. 2011.
- [17] *Келеберда И., Лесная Н., Репка В.* Использование мультиагентного онтологического подхода к созданию распределенных систем дистанционного обучения // Educational Technology & Society. – 2004. - № 7(2).
- [18] *Кириллов В., Кравченко О.* Двойное преимущество // Intelligent Enterprise. 24 сентября (№17). – М: Intelligent Enterprise.RU. 2003.
- [19] *Клышинский Э.* Некоторые аспекты построения агентных систем [Электронный ресурс] / Э. Клышинский // Программирование магических игр. – М: pmg.org.RU, 2004 – Режим доступа: <http://pmg.org.ru/russian/agent.htm>.
- [20] *Костяков С.* Анализ клиента и синтез бизнеса [Электронный ресурс] / С. Костяков // ITBC.ru. – М: ITBC.ru, 2004. – Режим доступа: <http://www.itbc.ru/default.asp?ACT=70&id=0&cat=6&add=85>.
- [21] *Ивушкин К. и др.* Мультиагентная система для решения задач логистики // Труды Седьмой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ. – 2000. - 27 октября 2000. - Москва: Издательство физмат литературы. Т. 2. С. 789–798.
- [22] *Одел Д.* Агенты и сложные системы // Открытые системы. 2002. №10.
- [23] *Скобелев П.* Виртуальные миры и интеллектуальные агенты для моделирования деятельности компании // Труды VI Национальной конференции по искусственному интеллекту. 1998. 5 ноября 1998. Т. 2. С. 714–719.
- [24] *Скобелев П.* Холистический подход к созданию открытых мультиагентных систем // Труды III Международной конференции по проблемам управления и моделирования в сложных системах. 4 сентября. – Самара: СНЦ РАН. 2001. С. 147–160.

- [25] *Тарасов В.* Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте // *Новости искусственного интеллекта.* 1998. №3. С. 5–54.
- [26] *Татарников О.* Компьютерная диагностика автомобиля // *КомпьютерПресс.* 2003. №11 С. 2–65
- [27] Внимание клиент! Обсуждение практических вопросов внедрения CRM [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.i2r.ru/static/347/out_13018.shtml.
- [28] Рекомендации по автоматизации CRM [Электронный ресурс]. – Менеджмент. – Режим доступа: <http://www.management-magazine.ru/relationship/rel-recomm-02.html>.
- [29] Сайт администрации Самарской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.adit.ru/rus/conference/adit2003/papers/paper.asp?nomer=36>.
- [30] Сайт группы компаний “Альянс-Моторс” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alliance-motors.ru/about/>.
- [31] Сайт лаборатории по ремонту автомобильной электроники и блоков управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://car-work.ru/articles/Vvedenie_v_samodiagnostiku.pdf_
- [32] Энциклопедия по системам современного автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://systemsauto.ru/encyclopaedia/b.html_
- [33] *Labrou Y.* Agent Communication Languages: Past, Present and Future [Электронный ресурс] / Y. Labrou // University of Tampere. – www.cs.uta.fi, 2005. – Режим доступа: www.cs.uta.fi/sat/lectures/lecture-21-02/sat-lecture-21-02.ppt.
- [34] *Magedanz T.* OMG AND FIPA standardisation for agent technology: competition or convergence? [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.cordis.lu/infowin/acts/analysys/products/thematic/agents/ch2/ch2.htm.