

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ КОМПАНИЕЙ

А.В. Вайсблат¹, А.Р. Диязитдинова¹, А.В. Иващенко², П.О. Скобелев¹, А.В. Царев¹

¹ГК «Генезис знаний»

443080, Самара, ул. Санфириковой 95 «А», Россия

at@kg.ru, http://www.kg.ru

тел./факс: +7 (846) 222-91-72, 222-91-73

²Институт проблем управления сложными системами РАН

443020, Самара, ул. Садовая, 61, Россия

ivashenko@kg.ru

тел./факс: +7 (846) 333-27-70

Ключевые слова: *распределение ресурсов, планирование грузоперевозок, динамическое планирование, мультиагентные системы, распределенное принятие решений, онтология*

Abstract

This paper describes the result of implementation and first probation of full truck load (FTL) scheduling system based on multi-agent platform in transportation logistics. Basic attention is given to providing interactive cooperation of all system users which are operators, dispatchers, drivers (via mobile handheld devices) and top management to involve them into collaborative decision making process.

Введение

Продолжение работ по созданию новой системы автоматизированного управления мобильными ресурсами на основе применения мультиагентных технологий, обозначенных в работе [1], привело к необходимости решения ряда актуальных задач в области применения современных принципов управления транспортно-экспедиционной компанией на основе мультиагентных решений. В частности, весьма важно решение проблем внедрения созданных компонентов мультиагентной платформы, обеспечения бесперебойной работы мультиагентной системы управления и адекватности результатов планирования, а также объяснения их конечным пользователям, обучения пользователей, перехода от ручного планирования к автоматизированному и проработки пользовательского интерфейса.

Однако наиболее сложной и актуальной является задача организации интерактивного взаимодействия операторов, диспетчеров, водителей и руководства компании по согласованному планированию ресурсов. Новые информационные технологии, обеспечивающие постоянную связь с помощью мобильных устройств (так называемых, «наладонников»), возможность задания индивидуальной логики принятия решений средствами онтологий, а также современные методы организации сопряженного взаимодействия [2] представляют собой мощный инструментальный организации совместной деятельности пользователей по управлению мобильными ресурсами. Вместе с тем, решение этой задачи на практике требует дополнительных усилий по доработке пользовательского интерфейса и бизнес-процесса планирования, для того, чтобы все возможности новых технологий стали доступны и удобны в использовании.

Кроме этого, весьма важно настроить логику агентов, правильно выбрав цели и ограничения каждого агента, а также задав критерии оптимизации индивидуальных планов. Эти критерии могут быть разными даже в случае внедрения мультиагентной системы управления мобильными ресурсами в одной области: например, в двух разных транспортно-экспедиционных компаниях могут использовать разные критерии, а существующие могут быть определены с

разными приоритетами. Эта разница, в основном, определяется спецификой постоянных заказчиков и особенностями используемых ресурсов, составляющих флот компании. Например, в случае преобладания заказов из столицы в регионы, бывает выгоднее поступиться выручкой от каждой поездки, но быстрее вернуть грузовик в столицу, что позволит выполнить большее количество заказов.

В данной статье основное внимание уделено именно таким нюансам: описаны особенности организации процесса обработки заявок в транспортно-экспедиционной компании, сформулированы возможные критерии автоматизированного планирования заявок и приведены примеры экранных форм, иллюстрирующие базовые сценарии планирования поступающих заявок, описана организация согласованного взаимодействия по планированию транспортных ресурсов.

1 Особенности планирования ресурсов в транспортно-экспедиционной компании

Задачи транспортной логистики заключаются в сокращении сроков транспортировки грузов и оптимизации затрат компании на всем пути движения грузов при максимально высоком уровне обслуживания посредников и конечных потребителей. В коммерческих транспортных организациях, где имеется распределенная структура с развитой филиальной сетью и используется большое количество подвижного грузового транспорта, задача по автоматизации планирования поездок, управлению подвижными ресурсами, оптимизации материальных и временных затрат на перевозку, контролю и учету операций бизнес-процесса приема и исполнения заявок, а также повышению качества оказываемых услуг в целом становится особенно актуальной с ростом числа клиентов и заказов. Анализ технического оснащения современных транспортно-экспедиционных компаний показывает, что такие компании представляют собой сложные объекты управления, которые характеризуются значительным числом взаимозависимых ограничений и факторов, обусловленных технологическим регламентом и определяющих эффективность работы объекта управления, что вызывает определенные трудности при решении задачи планирования выполнения заявки на транспортировку.

В процессе оказания услуги по транспортировке грузов задействовано три стороны: заказчик (грузоотправитель), транспортно-экспедиционная компания (ТЭК) и грузополучатель. Каждая из указанных сторон может иметь свои собственные, иногда противоречащие друг другу, цели. На рисунке 1 показана упрощенная схема осуществления транспортировки груза, на которой представлены основные аспекты взаимодействия сторон, между которыми необходимо обеспечить информационный обмен для эффективного управления процессом транспортировки. Наличие некоторого центра, выполняющего функции диспетчера сквозного перевозочного процесса, осуществляющего единую функцию управления, дает возможность эффективно проектировать движение материальных и информационных потоков. Кроме того, качественное управление возможно только при наличии системы поддержки принятия решений, которая будет учитывать многокритериальность и неопределенность исходной информации, а также будет обеспечивать автоматизацию процесса поиска наилучших вариантов. При автоматизации процесса управления транспортными ресурсами необходимо учитывать такие факторы, как неравномерность поступления заявок на транспортировку и транспортных средств, возможные форс-мажорные обстоятельства при выполнении заявки (например, поломка транспортного средства), неравномерность загрузки транспортных средств, переменный уровень эксплуатационной надежности и т.п.

Можно выделить следующие задачи управления, решение которых имеет определяющий характер для компаний, занимающихся оказанием транспортно-логистических услуг:

- организация процесса планирования ресурсов на выполнение заказа с учетом особенностей деятельности грузоотправителя/грузополучателя (например, режима работы складов и выходных);

- обеспечение обратной связи с заказчиком (грузоотправителем) и двусторонней связи с водителем для получения актуальной информации о состоянии выполнения заказа, а также возможных проблемных ситуациях.

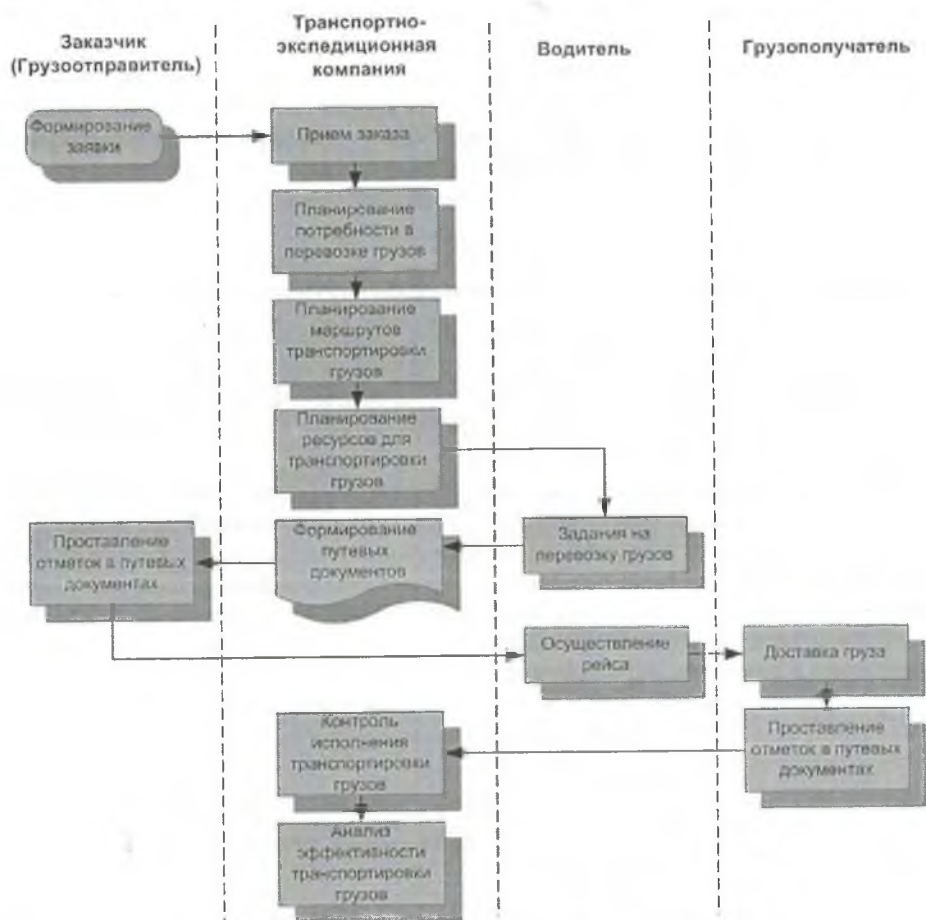


Рисунок 1 – Схема взаимодействия по обработке заявки

Собственно при планировании средствами автоматизированной интеллектуальной системы необходимо учитывать следующие критерии:

- Утилизация – отношение времени, потраченного на перемещение до места загрузки и выполнение заявки, к общему рабочему времени в месяц. Необходимо, чтобы грузовики не простаивали и постоянно ездили по заявкам (утилизацию надо постоянно повышать);
- Абсолютная выручка – выручка, получаемая при выполнении заявки. Необходимо, чтобы выручка была максимальной (автоматизированная система должна отдавать предпочтение заявкам с максимальной абсолютной выручкой).
- Удельная выручка – выручка на километр. Система должна оценивать заявки по удельной выручке и сравнивать значение удельной выручки с некоторой граничной величиной. Среди заявок, с удельной выручкой, больше заданной границы, будет выбрана заявка с большей абсолютной выручкой.

Среди заявок, приблизительно равных по абсолютной выручке необходимо выбирать те, у которых удельная выручка больше. Из двух заявок, удельная выручка которых больше заданной границы, следует выбирать ту, которая выгоднее по абсолютной выручке. Если, со-

гласно данным, указанным в заявке, один грузовик вынужден будет совершить более протяженный переезд до точки погрузки, чем другой, следует выбрать грузовик, находящийся ближе с целью уменьшения количества «порожних» переездов.

Кроме этого, надо учитывать специальные правила: так как заявки из крупного транспортного узла в другие города найти легче, необходимо планировать возврат в транспортный центр как можно быстрее, пусть и с меньшей выручкой. При этом не стоит ждать, пока появятся более выгодные заявки или выполнять заявки, требующие перемещения в другой город. Например, если одна из двух заявок из Самары в Москву является более выгодной по выручке, чем другая, но при этом погрузка более выгодной заявки должна начаться на день позже, то следует выбрать менее выгодную заявку, позволив грузовику вернуться в Москву раньше.

2 Построение системы управления транспортно-экспедиционной компанией на базе мультиагентной платформы планирования мобильных ресурсов

Ключевым этапом в общем процессе обработки заявок, поступающих в транспортно-экспедиционную компанию, является поиск ресурсов для их выполнения. С учетом описанных особенностей рассматриваемого бизнеса при автоматизации этого этапа целесообразно использование компонентов мультиагентной платформы [1], которые позволяют добиться следующих преимуществ:

- обеспечение индивидуального подхода к выполнению каждого заказа;
- автоматизация основных операций операторов по планированию ресурсов;
- накопление знаний о специфике бизнеса, позволяющих уточнять и совершенствовать правила принятия решений при планировании;
- повышение оперативности принятия решений и сокращение времени планирования;
- осуществление эффективного наглядного оперативного управления имеющимися заказами, повышение операционной эффективности;
- своевременное извещение операторов о возможных проблемах (отсутствие заказов на будущее, расхождение между «планом» и «фактом», неэффективное использование транспортных средств и т.д.);
- получение соответствующей комплексной систематизированной отчетности, снижение издержек по составлению и систематизации отчетной документации.

Основной задачей мультиагентной системы в рассматриваемой области является построение и поддержание баланса интересов заказчиков, самой компании, водителей и других участников процесса принятия решений. При этом каждый участник взаимодействия может иметь свои потребности и возможности, реализуемые через роли заказов и ресурсов участников, постоянно стремящихся найти друг друга и установить связи между собой, бронируя ресурсы под заказы.

Основные отличия выбранного решения, основанного на использовании мультиагентных технологий, от существующих подходов по разработке и внедрению систем управления транспортом состоят в следующем. Функциональность этих систем учетной направленности заключается в оперативной выдаче сведений о местонахождении груза и сроках его доставки по запросу менеджера. При решении задача подбора «оптимального» ресурса для выполнения каждой заявки традиционные системы не могут учесть всех реально существующих параметров и требований, которые налагают на них грузоотправители, грузополучатели, особенностей загрузки транспортных средств и реальной пропускной способности дорог. По мере возрастания числа бизнес ограничений (график работы объектов, характеристики транспортных средств, маршрутов и т.д.) уменьшается наглядность и прозрачность схемы взаимодействия, и, как следствие, выбор оптимального решения становится крайне сложным.

Одним из известных достоинств распространенных систем управления транспортом являются развитые средства сценарного анализа «что если», которые позволяют по различным

критериям проанализировать различные сценарии грузоперевозок и принять экономически обоснованное решение по лучшему из них. Но основное решение остается за менеджером, что не снимает субъективности логики принятия решения по каждому конкретному заказу. Мультиагентная система не только позволяет моделировать сценарные варианты «что будет, если...», но и «подсказывать» пользователю действительно оптимальные варианты планирования транспортных ресурсов, а для большей части заказов производить планирование в автоматическом режиме, что приводит к повышению объективности принимаемых решений. Другим важным преимуществом мультиагентной системы является возможность реагировать на появляющиеся в реальном времени нештатные или чрезвычайные ситуации (например, при поломке транспортного средства или задержке при выполнении заявки, происходит автоматическое перепланирование всего расписания), в то время как классические системы данного направления лишь позволяют оценить неблагоприятность той или иной ситуации.

Рассмотрим, как функционирует мультиагентная система планирования ресурсов в транспортно-экспедиционной компании на примере планирования новой заявки. При заполнении регистрационной карточки заявки (см. рисунок 2) диспетчер обязан ввести обязательные данные, значения которые в дальнейшем будут учтены при планировании.

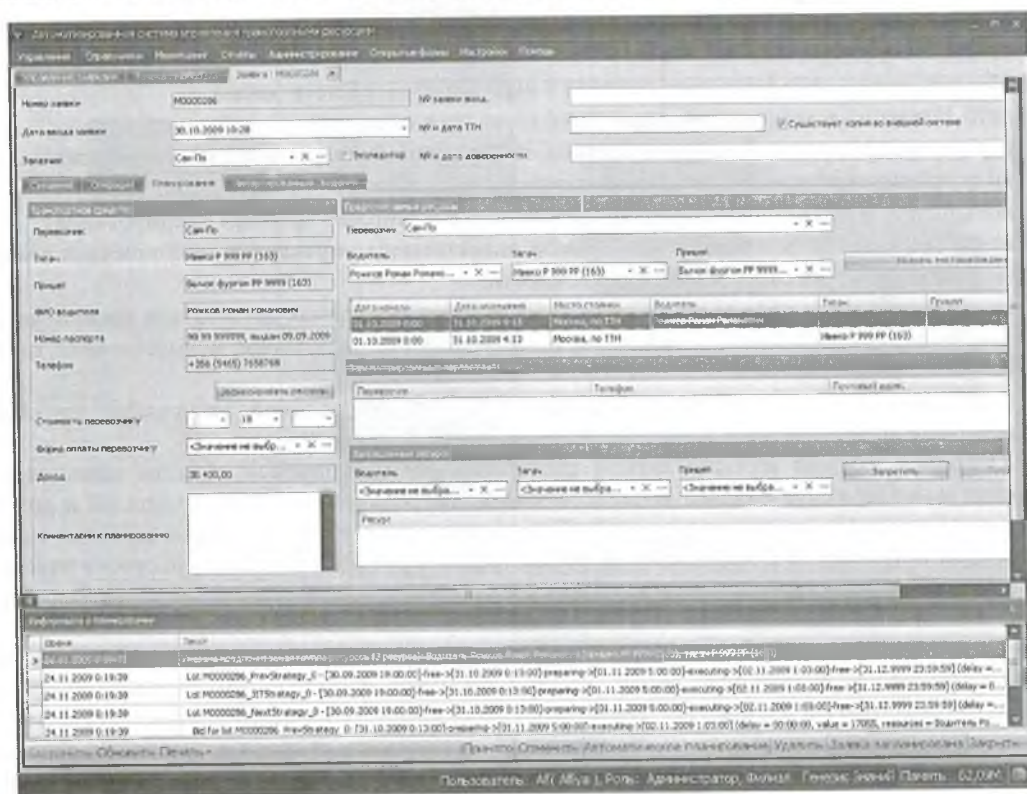


Рисунок 2 – Регистрационная карточка заявки с «подобранными» ресурсами

Помимо заявок в системе хранятся сведения о транспортных ресурсах (как собственных, так и привлеченных) с указанием их основных характеристик и текущего местоположения. На основании данных сведений мультиагентное ядро системы производит подбор наиболее подходящих ресурсов. Планирование осуществляется не путем централизованного и последовательного комбинаторного перебора возможных вариантов и выбора наилучшего из них, а на основе применения распределенного подхода, в котором одновременно и параллельно работа-

ет множество агентов с собственными интересами и критериями принятия решений. В ходе процесса переговоров агентов строится квази-оптимальный, сбалансированный по различным критериям план транспортировки с учетом индивидуальных ограничений и предпочтений.

Поскольку в этом случае весьма важно реализовать механизм объяснения принимаемых решений, в системе реализована возможность просмотра лога переговоров агентов, что позволяет пользователю выяснить, почему тот или иной ресурс был назначен на выполнение конкретной заявки. Кроме того, в системе предоставлена возможность просмотра занятости ресурса того или иного типа (транспортного средства или водителя) (см. рисунок 3).

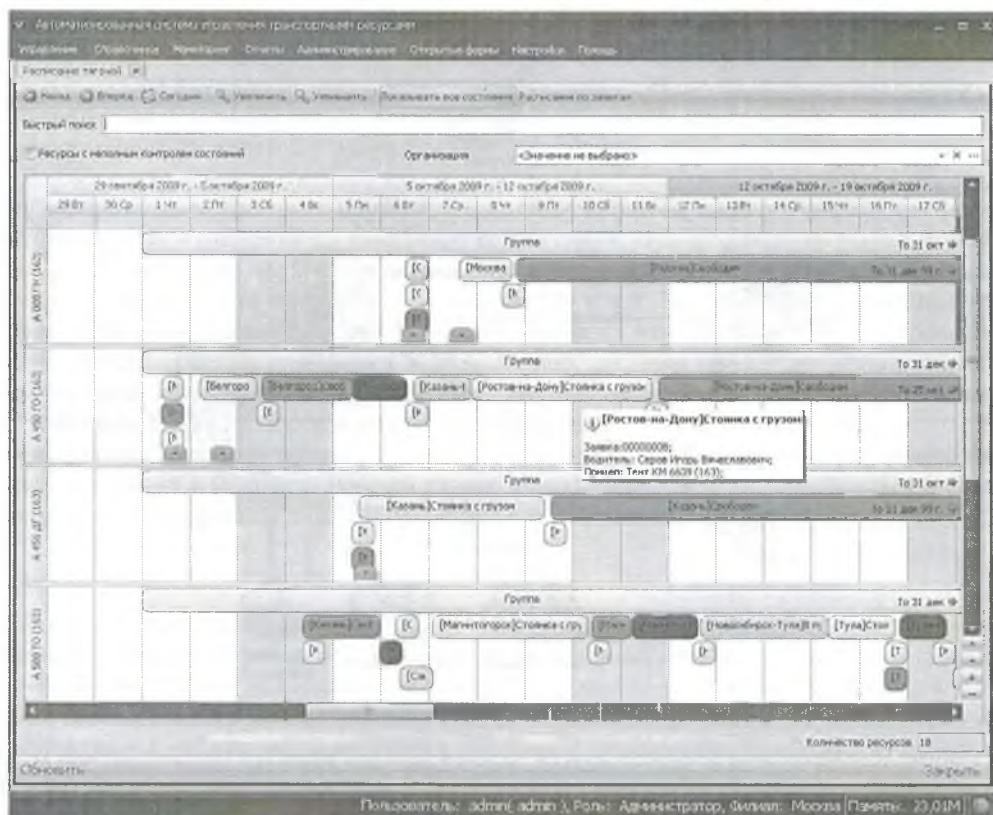


Рисунок 3 – Расписание транспортных ресурсов

3 Организация взаимодействия пользователей мультиагентной системы управления транспортными ресурсами

Использование современных мультиагентных технологий для адаптивного управления транспортно-экспедиционной компанией связано с обеспечением интерактивного взаимодействия менеджеров компании, диспетчеров и водителей. Для этого необходимо, во-первых, реализовать связь между всеми участниками взаимодействия с помощью GPS и мобильных устройств связи, а, во-вторых, предусмотреть распределенную поддержку принятия решений в мультиагентной системе управления транспортными ресурсами.

На рисунке 4 представлена физическая архитектура системы. Заказчик (грузоотправитель) через Интернет-портал (также могут использоваться и другие средства связи) формирует заявку на перевозку груза. Данная заявка поступает в систему, где на основании сведений об имеющихся транспортных ресурсах, их загруженности, местоположении и прочих данных

осуществляется подбор и ранжирование ресурсов для выполнения заявки. Первому в этом списке (т.е. самому подходящему) из списка выбранных водителей на терминал, установленном в кабине тягача, присылается сообщение с информацией о заявке (адрес погрузки/разгрузки, дата, время), после подтверждения приема заявки по GPS-передатчику осуществляется отслеживание местоположения водителя.

Актуальную информацию о состоянии заявки (на погрузке, на разгрузке, транспортируется и пр.) заказчик может отследить также через Интернет-портал. Эти же данные поступают с системы финансового учета, установленные на предприятии (например, продукты компании 1С) и используются для получения разнообразных отчетов.

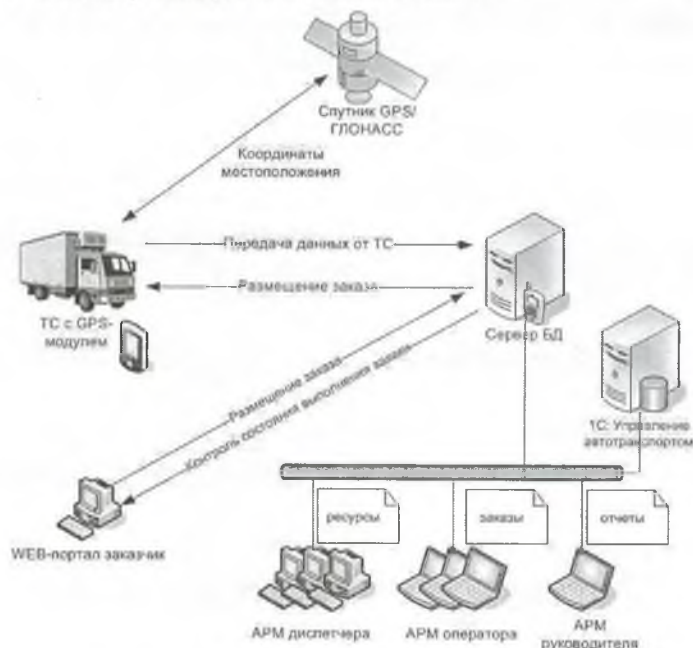


Рисунок 4 – Диаграмма развертывания системы

Помимо планирования ресурсов другой важной задачей является осуществление мониторинга исполнения заявки, включающего контроль местоположения транспортного средства и состояния груза в процессе перевозки. В системе реализована возможность отслеживания тягача по данным GPS-навигатора: диспетчер может просмотреть как историю перемещения тягача, так и запланированные «будущие» перемещения при выполнении заявок. Для организации обратной связи с водителями предлагается использование специального терминала, устанавливаемого в кабине тягача, с помощью которого водитель может информировать систему о своем актуальном статусе, а также осуществлять взаимодействие с диспетчером при получении нового заказа и в случае возникновения непредвиденных ситуаций.

Интерфейс мобильного приложения содержит:

- табличную часть, в которой приводится детальная информация об операциях, запланированных на данного водителя (тип операции (погрузка/разгрузка), дата и время прибытия, адрес погрузки/разгрузки, фамилия диспетчера, передавшего заказ);
- кнопки, предназначенные для регистрации водителем своего статуса по контрольным точкам исполнения заявки (прибыл на погрузку/разгрузку, закончил погрузку/разгрузку);
- кнопки детализации данных по операции, предназначенные для получения в случае необходимости подробных сведений для осуществления операции;
- тревожную кнопку для связи с диспетчером.

Последовательность действий водителя при работе с мобильным приложением выглядит следующим образом:

- при выходе на линию водитель активизирует данное устройство, при этом он становится виден в системе как свободный ресурс;
 - при поступлении новой заявки, назначенной на данного водителя, данные заявки отображаются в табличной части;
 - при начале выполнения заявки водитель путем нажатия кнопки «выехал», фиксирует собственное начало выполнения заявки;
 - при прибытии на место погрузки водитель нажимает на кнопку «прибыл»; о начале погрузки водитель информирует диспетчера нажатием на кнопку «начал погрузку» и т.д.
- Организация взаимодействия с заказчиками осуществляется по двум направлениям:
- оперативное получение заявки без возможного искажения приведенных сведений;
 - информирование клиента (грузоотправителя) о текущем статусе выполнения заявки.

Для обеспечения оперативного взаимодействия с заказчиком можно предложить создание специализированного Интернет-портала, с помощью которого заказчик сможет как регистрировать заявку, так и отслеживать изменение ее состояния. При размещении заявки грузоотправитель указывает такие параметры заявки как наименование, место погрузки, дата и время погрузки, требуемый тип погрузки, вес, количество и т.п. На основании введенных данных система управления транспортными ресурсами подберет наиболее подходящее транспортное средство. После поступления заявки в базу данных системы ей присваивается уникальный номер, который пересылается на e-mail заказчика вместе с уведомлением о приеме заявки к планированию. Также на портале предусмотрена возможность просмотра текущей стадии выполнения заявки, для чего зарегистрированному заказчику необходимо указать номер интересующей его заявки в соответствующей строке поиска. Данные могут обновляться в реальном времени на основании сведений, поступающих с терминала водителя.

Заключение

В данной статье приводится описание результатов построения автоматизированной системы управления распределением мобильных ресурсов на базе мультиагентной платформы. Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости совершенствования организации согласованного взаимодействия лиц, принимающих решения для обеспечения наиболее эффективной работы мультиагентной системы и своевременной обработки событий, касающихся процесса обработки заявок и происходящих в реальном времени.

К основным преимуществам, достижению которых будет способствовать внедрение и эксплуатация мультиагентной системы управления транспортными ресурсами, можно отнести улучшение показателей эффективности работы транспортно-экспедиционной компании за счет автоматического контроля местонахождения и автоматического контроля соблюдения расписания, ускорение процессов долгосрочного и краткосрочного планирования перевозок, контроль работы привлеченных транспортных ресурсов, возможность получения оперативно срез работы ТС на любой момент времени и снижение потерь рабочего времени и информации при взаимодействии служб и сотрудников.

Список литературы

- [1] Дязитдинова А.Р., Иващенко А.В., Мартышкин Д.М., Скобелев П.О., Сурнин О.Л., Царев А.В. Разработка мультиагентной платформы для планирования в сфере транспортной логистики // Труды XI Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах» Самара: Самарский научный центр РАН, 2009. – с. 608 – 623.
- [2] Виттих В.А., Скобелев П.О. Метод сопряженных взаимодействий для управления распределением ресурсов в реальном масштабе времени / Автометрия. – 2009. – № 2. – с. 78 – 87.