

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ И СИСТЕМ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ
ЛОГИСТИКИ****А. В. Попов, К. А. Аксенов, А. А. Бубенщикова (Екатеринбург)**

В настоящее время рынок насыщен поставщиками товаров и услуг, что значительно увеличило конкуренцию и создало у компаний на рынке потребность в поисках новых методов привлечения покупателей к собственной продукции. На сегодняшний день компании проводят различные акции, распродажи, предлагают скидки на продукцию и услуги, чтобы увеличить товарооборот. При этом? уменьшении конечной цены рентабельность продаж стала неуклонно падать. Предприятия стали предпринимать попытки уменьшить себестоимость товаров и услуг, чтобы сохранить прибыльность бизнеса. Первоначально усилия фирм были направлены в основном на снижение производственной себестоимости. В настоящее время, когда предложение повсеместно стало превышать спрос, предприниматели начали признавать также важность обеспечения сбыта за счет снижения транспортных, складских, внутрифирменных издержек, и современные методики и технологии управления стали основным инструментом для достижения данной цели.

Логистика позволяет минимизировать товарные запасы, а в ряде случаев вообще отказаться от их использования, существенно сократить время доставки товаров, ускоряет процесс получения информации, повышает уровень сервиса. Деятельность в области логистики разнообразна. К логистическим процессам можно отнести большинство внутренних и внешних процессов компаний: процессы, протекающие в производстве, делопроизводстве, процессы, связанные с ценообразованием, складская логистика, экономика, отношения с клиентами и т.д. По европейским оценкам, снижение логистических издержек на 10% позволяет увеличить прибыль на 50% [1].

Традиционные методы анализа бизнес-процессов (в том числе моделирование [4] [5]) могут дать ответ на вопрос, в чем заключается проблема, позволяют её увидеть, но не рассчитать. Получить определенные шаги по решению проблемных ситуаций, найти конкретные решения для поставленных задач, получить численные значения можно используя логистический подход, т.е. рассмотрение процессов с точки зрения преобразования различных потоков (материальных, финансовых, информационных).

Для решения данных проблем можно сформулировать задачу, актуальную на сегодняшний день для большого количества предприятий: **необходимо комплексное описание логистического процесса компании в формализованном виде с целью дальнейшей оптимизации ключевых участков процесса и анализа последствий данной оптимизации.** Также необходима методика анализа состояния предприятия на текущий момент и методика изменения существующего логистического процесса для увеличения его эффективности.

Проблема исследования и разработки моделей, методов и средств моделирования процессов логистики, в которых совместно используются численные методы, элементы экспертных систем, методы динамического моделирования мультиагентных систем, а также **алгоритмы оптимизации модели** в настоящее время находится в стадии развития. На данный момент не существует СДМС для области процессов логистики. Об актуальности исследования, разработки и внедрения методов, моделей и средств динамического моделирования ситуаций говорится в работах А. В. Андрейчикова, О. Н. Андрейчиковой, Ю. И. Клыкова, Д. А. Пospelова, Э. А. Трахтенгерца, А. Ю. Филипповича, А. Н. Швецова.

Требуют дальнейшего исследования и разработки такие вопросы как:

1. Совместное использование численных методов и методов имитационного моделирования для анализа и оптимизации процессов логистики;

2. Построение моделей агентов, специализированных на решении задач определенной проблемной области, имеющих достаточный функционал для изменения связей и структуры системы с целью оптимизации её работы;

3. Реализация языковых и инструментальных средств (проблемно-ориентированных) динамического моделирования ситуаций в области логистических процессов, поддерживающих полный жизненный цикл разработки и отладки моделей, а также проведения экспериментов и отличающихся следующими функциональными возможностями:

- a) использование численных методов для моделирования, анализа и оптимизации модели;
- b) использование системы анализа экспериментов и оптимизации модели;
- c) возможность построения мультиагентных моделей логистических процессов, содержащих интеллектуальные агенты;
- d) проблемная ориентация на логистические процессы;
- e) использование типовых и базовых блоков моделей логистических процессов, а также помощников создания и настройки моделей;

4. Визуализация логистического процесса, представление ключевой информации компании для возможности наглядной оценки последствий принимаемых решений.

Для оптимизации процессов логистики на сегодняшний день существуют различные методы, такие как моделирование, численные методы оптимизации, экспертные системы. В таблице представлена сравнительная характеристика использования численных методов, систем моделирования и экспертных систем. Как видно из таблицы, каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, но ни один не позволяет решить **комплексную** задачу оптимизации логистических процессов. Для комплексной оптимизации логистических процессов компании подходят только методы моделирования, при этом они не позволяют решать задачи большой размерности в связи с высокой скоростью моделирования (аппаратные возможности ЭВМ), сложностью описания изменения модели системы, невозможностью получения оптимальных значений, зависимостью результата моделирования от заложенных при построении модели правил, которые описывают воздействие на систему в виде фиксированного значения в той или иной ситуации.

Сравнение методов решения задач логистики

Критерий	Численные методы	Экспертные системы	Моделирование
1. Область применимости метода			
• Локальная оптимизация	+	+	Нет
• Комплексная оптимизация	Нет	+	+
2. Скорость работы метода (+ – Высокая; Нет – Низкая)	+	+	Нет
3. Качество получаемого результата			
• Оптимальное решение	+	+*	Нет
• Эффективное решение	Нет	+*	+
4. Наличие математического аппарата для решения задачи	+	+	+
5. Реализация на ЭВМ (+ – Простая; Нет – Сложная)	+	Нет	Нет

Продолжение

Критерий	Численные методы	Экспертные системы	Моделирование
6. Возможность оценки развития ситуации во времени	Нет	+	+
7. Возможность использования вероятностных показателей	Нет	+	+
8. Применимость при решении задач большой размерности	+	Нет	Нет

* Качество результата зависит от знаний, находящихся в базе знаний модели.

В работе [2] представлена модель МППР, включающая в себя методы имитационного, ситуационного и экспертного моделирования. В модели нет специальных методов и возможностей для построения и моделирования логистических процессов, также в модели не используются численные методы оптимизации и методы теории систем массового обслуживания, что приводит к длительному времени анализа и, в конечном итоге, к выбору не самого эффективного в данной ситуации решения. Использование предложенной в [2] модели позволяет построить модель системы, адекватно описывающую предметную область процессов логистики, но построение данной модели весьма трудоемко, а длительное время проведения экспериментов весьма ограничивает возможность анализа. Для реализации поставленной задачи данная модель была дополнена аппаратом моделирования очередей, элементами СМО, и возможностью использования численных методов для решения типовых задач нахождения оптимальных (эффективных) решений.

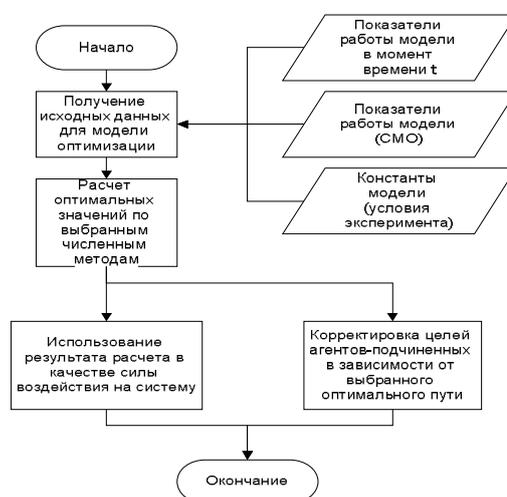


Рис. 1. Алгоритм использования численных методов в процессе моделирования

С использованием численных методов (рис. 1), определяется путь (определенный набор шагов) нахождения оптимального решения. Согласно принятому пути корректируется воздействие агента на модель (степень воздействия). На данном этапе реализации действия агентов задаются специалистами, разрабатывающими модель. В дальнейших исследованиях планируется полученные действия агента записывать в определенный буфер, равно как и состояние системы на этом шаге для дальнейшего анализа и составления карты решений ЛПП в определенных ситуациях. При этом следует отметить, что степень воздействия (либо же само действие) может задаваться не

специалистом, разрабатывающим модель, а самой системой в зависимости от выбранного критерия оптимальности (эффективности) что должно существенно уменьшить время разработки модели. Представление некоторых фрагментов модели в виде элементов СМО позволяет использовать статистические показания, накопленные в этих элементах (такие как время обслуживания, длина очереди и т.д.) для выработки решения, а также использования этих показателей в целевой функции агента-управляющего.

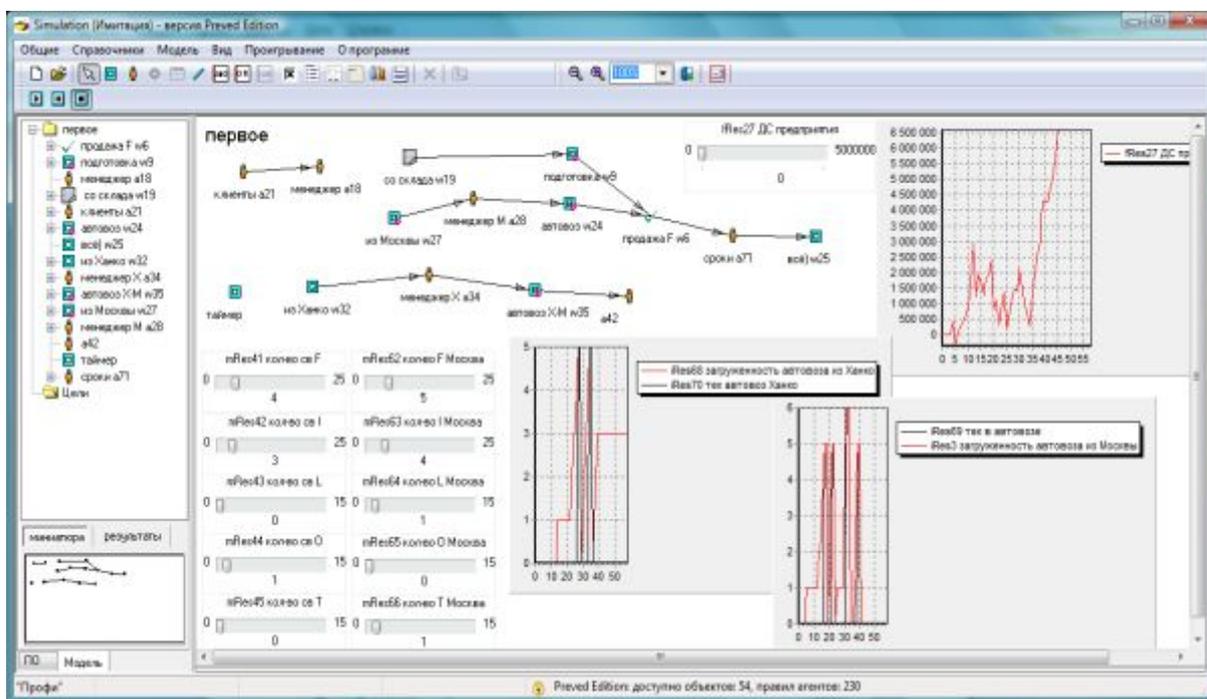


Рис. 2. Модель доставки и продажи автомобилей в BPSim.MAS

Используя данный подход, была реализована модель, описывающая процесс доставки и продажи автомобилей на базе программного продукта BPSim.MAS (рис. 2). В результате прогона модели при различных начальных условиях удалось составить план действий фирмы в различных ситуациях, при этом следует отметить скорость работы модели и простоту её описания.

Использование данной модели позволило оценить влияние наличия автомобилей в каждой точке маршрута доставки на необходимый объем оборотных средств, что дало возможность отказаться от привлечения заемных средств в 40% случаях, а также сократить количество просроченных поставок на 17% благодаря указанию реального срока поставки.

Процессы, описываемые с использованием данного подхода:

1. Движение товаров от производителя со сложным маршрутом доставки;
2. Наполнение склада и исполнение заказов клиентов;
3. Движение информационных потоков на предприятии.

Перечень задач, которые решаются с использованием данного подхода:

1. Анализ использования ресурсов (денежных, материальных, людских и т.д.);
2. Анализ проблемных участков логистического процесса;
3. Анализ возможных влияний на ход процесса (за счет изменения параметров модели и алгоритмов работы агентов);
4. Составление оптимального (эффективного) плана действий в различных ситуациях. Анализ развития ситуации во времени.

Выводы

Использование теории систем массового обслуживания совместно с системами моделирования и численными методами открывает новые возможности анализа информации и построения более точных моделей, наиболее адекватно описывающих реальные объекты окружающего мира.

У многих компаний существует реальная потребность в формализации собственных бизнес-процессов и нахождении оптимальных решений для оптимизации собственного бизнеса. Перспективой развития созданной модели и информационной системы является накопление опыта в различных отраслях бизнеса и формирование лучших практик и методик взаимодействия и описания бизнес-процессов.

Литература

1. Российско-германская логистическая конференция "Возможности и тенденции развития рынка логистических услуг в России". <http://www.seanews.ru>. 7–9 февраля 2007г.
2. **Аксенов К. А., Гончарова Н. В.** Динамическое моделирование мультиагентных процессов преобразования ресурсов: монография. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. 311 с.
3. **Поспелов Д. А.** Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986.
4. **Попов А. В., Аксенов К. А., Доросинский Л. Г.** Использование мультиагентных систем (МАС) для решения задач логистики и распределения ресурсов // Научные труды международной научно-практической конференции «СВЯЗЬ-ПРОМ 2006» в рамках III Евро-Азиатского международного форума «СВЯЗЬ-ПРОМЭКСПО 2006». Екатеринбург: ЗАО «Компания Реал-Медиа», 2006.
5. **Аксенов К. А., Гончарова Н. В., Смолий Е. Ф.** Мультиагентный подход к процессам преобразования ресурсов // IX отчетная конференция молодых ученых ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005.