

методов использования этих результатов при принятии решений – с другой. Осуществляется интеграция знаний со сведениями об изменениях в исследуемых объектах, учет вновь поступающей информации для семантического моделирования динамического процесса.

Управление интеллектуальными агентами осуществляется динамической экспертной системой. Она обеспечивает адаптивный и детерминированный переход системы из одного состояния в другое, используя модели внешней среды, процессов деятельности системы и модели взаимосвязи. Модель деятельности это, по сути, сценарий, содержащий такие элементы, как основные этапы процесса деятельности, функции и взаимодействие агентов, ситуации, события, описание событий и временные рамки. Координация и взаимодействие агентов осуществляется с реализацией таких событий, как получение информации о состоянии внешней среды и о собственном состоянии и участие в формировании решений по разрешению ситуации.

Рассмотренные в статье подходы к созданию интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению финансовыми потоками и экспериментальное моделирование на первоначальном варианте ее прототипа позволяют сделать вывод о возможности и полной практической реализации. В настоящее время осуществляется программная реализация указанных подходов при совершенствовании прототипа ИСППР в рамках технологии многоагентных интеллектуальных систем.

¹ *Вагин В.Н., Еремеев А.П.* Некоторые базовые принципы построения интеллектуальной системы поддержки принятия решений реального времени // Известия РАН. 2001. № 6. С. 114–226. (Сер. Теория и системы управления).

² *Потапов А.В., Миргалеев А.Т., Ющенко С.П.* Алгоритм функционирования многоагентной системы формирования описания угроз локальной безопасности субъектов РФ // Материалы Международной конференции и Российской научной школы. М.: Радио и связь, 2003.

³ *Чекинов Г.П., Чекинов С.Г.* Ситуационное управление: состояние и перспективы // Информационные технологии: приложение. 2004. № 2.

⁴ *Андреев В.В., Батищев С.В., Виттих В.А.* и др. Методы и средства создания открытых мультиагентных систем для поддержки процессов принятия решений // Известия РАН. 2003. № 1. С. 126–137. (Сер. Теория и системы управления).

⁵ *Кузнецов М.* MDA – новая концепция интеграции приложений // Открытые системы. 2003. № 9. С. 48–51.

⁶ *Игнатович Н.* Брокер интеграции приложений // Открытые системы. 2003. № 9. С. 8–14.

УДК 004.358

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГРУЗОВОГО ПОРТА.
ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

И.О. Григорьева, А.А. Ханова

Основной целью данной работы является повышение эффективности принятия управленческих решений по улучшению качества работы грузового порта на основе имитационной модели. Разработанный программный продукт имитирует работу грузового порта, позволяет анализировать влияние экзогенных факторов на работу порта, определять оптимальные параметры использования ресурсов и поступления транзактов.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Современные предприятия, в том числе грузовые порты, все больше внимания уделяют повышению эффективности управленческих решений. Для выявления перспективных направлений принятия экономически обоснованных решений грузовым портом необходимо уяснить, что грузовой порт является типичной сервисной логистической системой, основной деятельностью которой является оказание услуг. Одними из основных принципов логистики, обеспечивающих повышение конкурентоспособности, а следовательно, и рентабельности предприятия являются принцип развития логистического сервиса и принцип моделирования и информационно-компьютерной поддержки.

Первый принцип предполагает выявление показателей качества логистического обслуживания, определяемых в основном самими клиентами, а также поддержание этих показателей на заранее определенном оптимальном уровне. Вторым принципом обусловлен тем, что в настоящее время реализация логистического менеджмента невозможна без соответствующей информационно-компьютерной поддержки. При анализе, синтезе и оптимизации объектов и процессов в логистической системе широко используются различные модели: математические, графические, физические, имитационные и др.

Связав оба принципа воедино, для оценки параметров качества логистического обслуживания можно использовать технологии имитационного моделирования¹. Имитационное моделирование системы – процесс исследования функционирования системы и ее оптимизации с помощью эксперимента, проводимого непосредственно на предметной модели системы, включающей элементы имитации проявления и функционирования как отдельных компонентов и параметров системы, так и имитации отдельных этапов процесса исследования модели². В процессе имитации фиксируются определенные события и состояния или измеряются выходные воздействия, по которым вычисляются характеристики качества функционирования системы³. На основе этого можно корректировать выполнение процессов на действительной модели для получения необходимого результата.

Целью работы является исследование работы грузового порта с помощью имитационного моделирования и оценка качества логистического обслуживания, производимого в ходе работы порта.

Задачи создаваемой модели:

- определить ряд показателей, на основе которых будет оцениваться качество услуг, предоставляемых портом;
- построить имитационную модель процесса логистического обслуживания;
- разработать систему отчетов, наглядно демонстрирующих оценку качества предоставляемых портом услуг;
- разработать интерфейсы для ввода первоначальной информации и вывода результатной.

Для достижения цели работы и выполнения всех задач проектирования, в первую очередь, необходимо выбрать показатели качества логистического обслуживания, на основе которых и будет производиться анализ.

Следует отметить, что существует много методик оценки качества логистического обслуживания, но что касается грузового порта, исходя из специфики его работы, из общего числа показателей качества логистического обслуживания, в рамках данной работы были выбраны следующие показатели: качество погрузки, безотказность погрузки, репутация предприятия, время погрузки и сохранность груза при погрузке.

Для количественной оценки выбранных показателей, которые основываются на нечетких ожиданиях клиентов, необходимо использовать математический аппарат, основанный на теории нечетких множеств. Аппарат нечеткой логики позволяет построить для перечисленных выше показателей функции принадлежности, отражающие уровень качества. Рассмотрим показатель «время погрузки». Чем меньше суммарное время погрузки, тем больше значение функции принадлежности и тем лучше уровень качества доставки. Для того чтобы построить функцию принадлежности, необходимо знать ожидания клиентов. На их основе выбирается X – множество вариантов логистического обслуживания. Задается не-

четкое множество C как совокупность пар вида $(x, \mu_c(x))$, $x \in X$, а $\mu_c(x)$ – уровень достижения вариантом x заданной нечеткой цели; $\mu_c(x)$ – функция принадлежности нечеткому множеству C . Чем больше значение $\mu_c(x)$, тем больше степень достижения заданной цели при выборе варианта x в качестве решения. Каждый вариант x для показателя «время погрузки» отражает свое время погрузки⁴.

Оценку качества обслуживания можно произвести путем сравнения графика распределения вероятностей, получаемого в результате прогона модели, с графиком функции принадлежности (оба графика представлены на рис. 1, где x – суммарное время доставки в часах).



Рис. 1. Совместный график распределения вероятности и функции принадлежности

Аналогично оценке качества по показателю «минимальное время погрузки» можно оценить и все остальные выбранные показатели качества логистического обслуживания⁵.

Итак, показатели качества выбраны, теперь необходимо определиться с программным обеспечением, с помощью которого будет построена модель грузового порта, позволяющая анализировать его работу, используя указанные показатели качества.

В данный момент на рынке присутствует множество программных продуктов имитационного моделирования. Все их можно разделить на 2 группы:

- универсальные языки программирования;
- пакеты имитационного моделирования.

Исходя из того, что имитационные модели, созданные с помощью пакетов моделирования, просты в использовании, легко модифицируются и, выполняя автоматический поиск ошибок различных типов, обеспечивают более совершенные механизмы обнаружения ошибок, в работе предпочтение было отдано пакетам имитационного моделирования.

Из всех универсальных пакетов моделирования, таких как Arena, AnyLogic, Extend, IDecide и др., был выбран пакет Arena, так как он представляет возможность импорта исходных данных из MS Excel, имеет встроенный язык Visual Basic for Application (VBA), что существенно облегчает и расширяет возможности моделирования; позволяет создавать настраиваемые модули и сохранять их в качестве шаблона, использовать возможности анимации и сохранять результаты моделирования в базе данных и конвертировать их в различные форматы, такие как doc (MS Word), xls (MS Excel), HTML, txt, pdf.

Имитационная модель для оценки качества логистического обслуживания грузового порта, разработанная на основе собранных данных, состоит из следующих групп модулей: 1) основные модули (модуль рассмотрения заявок (рис. 2), модуль погрузки груза на теплоход, модуль прибытия вагонов, модуль прибытия судов с грузом); 2) управляющий модуль (модуль моделирования метеорологических факторов); 3) модули анимации (рис. 2).

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

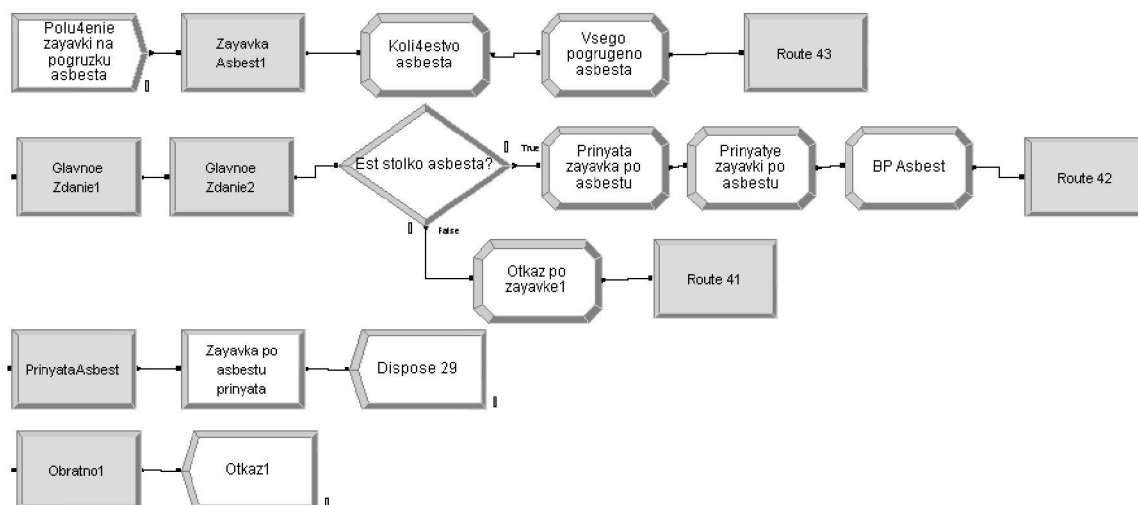


Рис. 2. Модуль рассмотрения заявок

Анимационный модуль (рис. 3) предназначен для динамического отображения технологических процессов осуществления погрузочных работ.

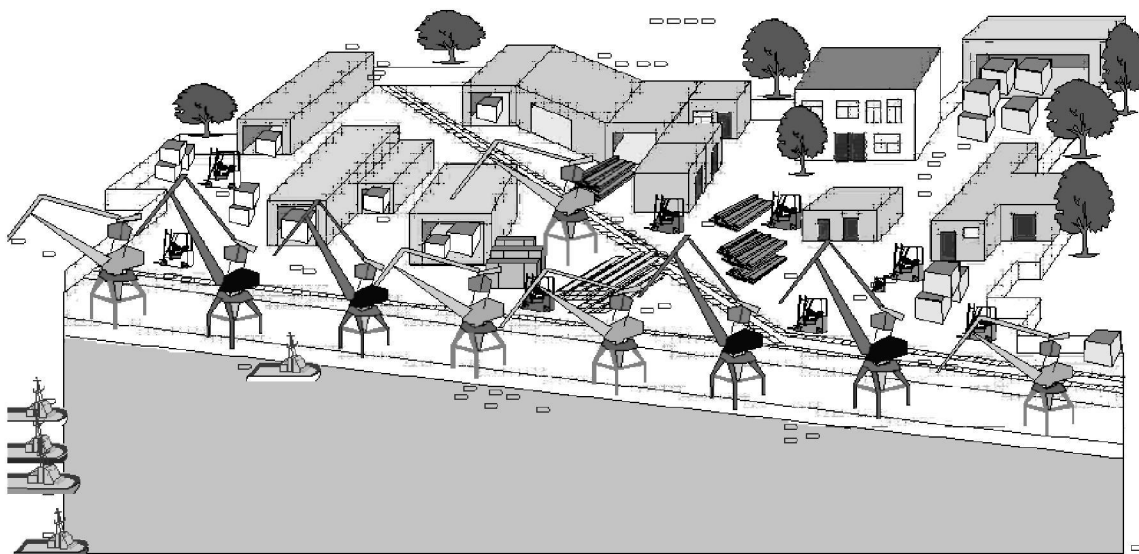


Рис. 3. Анимационный модуль

Редактирование параметров, заложенных в модулях модели, производится пользователем вручную. Установка общих параметров модели производится с помощью экранной формы, появляющейся после запуска модели. Пользователь устанавливает дату начала и дату окончания моделирования, общее время моделирования при этом просчитывается автоматически. Пользователю предоставляется возможность установить предпочтения по работе модели: пользователь устанавливает наименее и наиболее желаемые значения для каждого из показателей качества логистического обслуживания. Для моделирования погодных условий пользователь может установить учитываемые метеорологические факторы (ледостав, туман, ветер).

После окончания моделирования появляется форма «Результаты моделирования», в которой пользователю предлагается выбрать, выводить или нет программе на экран отчет после завершения процесса моделирования. Он представлен в виде таблиц (по выбранным

показателям качества). В каждой таблице выводится значение показателя качества для различных видов грузов (асбест, пилолес, бумага и металлопрокат), а также общий по всем видам грузов показатель качества. Также в таблице выводятся наименее и наиболее желаемые показатели качества, задаваемые пользователем. Поле «Оценка качества» может содержать значения: *высокое, очень высокое, выше среднего, среднее, ниже среднего, низкое и очень низкое* в зависимости от реального показателя качества и наименее и наиболее ожидаемых значений показателя. Поле «Результат» может содержать значения: *ожидаемый, ниже ожидаемого и выше ожидаемого* в зависимости от реального значения показателя и функции принадлежности для данного показателя.

Для проверки адекватности разработанной модели были использованы результаты моделирования и статистические данные о работе грузового порта за сентябрь 2006 г. В указанный период времени на территории грузового порта функционировали все погрузчики и краны. Метеорологические факторы, такие как туман, ветер, ледостав, на работу порта влияние не оказывали.

Сравнение статистических показателей работы порта за сентябрь 2006 г. и показателей, полученных в результате моделирования, представлено в таблице.

Таблица

Сравнение моделируемых и статистических показателей работы порта

Показатель	Данные модели	Статистические данные	Отклонение, %
Количество полученных заявок, шт.	28	30	6,7
Количество отказов по заявкам, шт.	3	2	4
Объем отгруженных грузов, т	78 723	81 000	2,8
Количество претензий, шт.	2	2	0

Результаты сравнения позволяют говорить о том, что разработанная модель адекватна реальному экономическому объекту.

Анализ показателей качества логистического обслуживания показал, что, изменяя период времени между поступлением заявок на погрузку того или иного вида грузов, можно отслеживать изменение показателей качества логистического обслуживания.

В рамках данной работы были решены задачи, сводящиеся к выявлению влияния на качество логистического обслуживания грузового порта и, как следствие, на его успешное функционирование таких факторов, как интенсивность поступления заявок, интенсивность прихода судов, интенсивность прихода вагонов, метеорологические факторы и надежность используемого оборудования.

¹ *Алексинская Т.В.* Основы логистики. Общие вопросы логистического управления: Учебное пособие. Таганрог: Издательство ТРТУ, 2005.

² *Гаджинский А.М.* Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 2001.

³ *Кельтон В., Лоу А.* Имитационное моделирование. Классика CS. СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004.

⁴ Управление качеством: Учебник / С.Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, С.Ю. Ягудин и др.; Под ред. д-ра экономических наук, профессора С.Д. Ильенковой М.: ЮНИТИ, 1998.

⁵ Эффективность логистического управления: Учебник для вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. М.: Экзамен, 2004.