

УДК 004.942

А.В. ПРОХОРОВ, СОУД АБДАЛАЗЕЗ МОХАММЕД АМЕН*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

АГЕНТНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ

Рассмотрены основные особенности анализа процессов нефтепродуктообеспечения с позиций логистического подхода и имитационного моделирования. Предложена агентная имитационная модель анализа потоковых процессов в цепочке поставок «сеть нефтебаз – сеть АЗС». Описаны основные особенности поведения и взаимодействия агентов при моделировании процессов доставки нефтепродуктов на АЗС. Разработанная компьютерная система может быть использована для принятия решений по эффективному управлению потоковыми процессами в интегрированных комплексах хранения и распределения нефтепродуктов.

Ключевые слова: агентная имитационная модель, агент, нефтепродуктообеспечение, логистика, цепочка поставок.

Введение

На современном этапе предприятия нефтепродуктообеспечения сталкиваются с необходимостью комплексной интеграции процессов управления производственной деятельностью, логистикой и торговыми операциями, чтобы иметь полную и достоверную информацию для принятия эффективных управленческих решений и максимально оперативно реагировать на любые изменения структуры спроса и предложения на рынке.

Сложность решения этих задач обуславливается, главным образом, спецификой предприятий нефтепродуктообеспечения: сложная филиальная или холдинговая структура предприятия; обширная сфера деятельности – хранение, перевалка, оптовая и розничная реализация различных видов нефтепродуктов; территориальная распределенность предприятия – департаменты управления, распределения и транспорта, нефтебазы, каждая из которых обслуживают свою сеть автозаправочных станций; большой и сложный документооборот при организации логистики нефтепродуктов; большое число участников процесса внутри компании по различным направлениям; необходимость максимального использования ресурсной базы и др.

Рассмотренные особенности обуславливают актуальность и важность разработки модели анализа процессов управления предприятиями нефтепродуктообеспечения, основанной на системном представлении и динамическом моделировании потоковых процессов, которая позволит в конечном итоге сократить затраты на логистику нефтепродуктов и содержание автопарка.

Анализ последних исследований и публикаций

Неотъемлемым элементом анализа систем управления цепочками поставок (SCM), к которым относятся и предприятия нефтепродуктообеспечения, являются имитационные модели [1]. Методы и средства имитационного моделирования в SCM являются самым мощным и перспективным инструментом конструирования и последующего исследования сложных бизнес-процессов в условиях большого числа переменных и высокого уровня неопределенности имитируемых ситуаций. На сегодняшний день сформировались и наиболее широко применяются три основных подхода: дискретно-событийное моделирование, модели системной динамики и агентное моделирование.

Большая часть работ связанных с моделированием нефтяных компаний использует инструментарий дискретно-событийного имитационного моделирования. Здесь следует выделить работу [2], где предложена дискретно-событийная модель для нефтяной компании PETROBRAS, которая была разработана в инструментальной среде Agena. Модель охватывает логистическую цепочку «терминалы – нефтеперерабатывающие заводы – нефтебазы», оставляя без внимания распределительную сеть до конечных потребителей.

Другой подход, основанный на моделях системной динамики, рассматривается в [3,4]. Построенная в [3] модель охватывает процессы добычи, переработки, хранения и транспортировки сырой нефти, а также частично хранения и транспортировки нефтепродуктов и позволяет проводить анализ

динамики поведения системы, обусловленного взаимодействием запасов, материальных потоков, информационных задержек и, что является отличительной чертой модели, возможных нештатных ситуаций.

Наиболее актуальным и перспективным направлением исследования в настоящее время является создание систем имитационного моделирования на основе мультиагентного подхода. Рассмотренные особенности, связанные с моделированием процессов управления предприятиями нефтепродуктообеспечения, хорошо соответствуют идеям, положенным в основу теории агентных систем. Мультиагентные системы строятся из множества индивидуальных взаимодействующих элементов – агентов, совместно решающих поставленную задачу в распределенных средах. Перспективы использования мультиагентного подхода для рассматриваемых задач обусловлены преимуществами, которые он предоставляет для распределенных интеллектуальных бизнес-приложений: автономность агентов, индивидуальное поведение (от простых условий до логического вывода решений), возможность обучения и адаптации, координация их действий. Отличительная особенность заключается в том, что мы не моделируем или проектируем всю систему (что особенно важно, поскольку предприятие нефтепродуктообеспечения представляет собой сложный объект моделирования, требующий, прежде всего, комплексного подхода), а только описываем агентов, а глобальное поведение и состояние системы формируется как результат их локального поведения и взаимодействия, вплоть до появления эмерджентного интеллекта.

В работе [5] описана имитационная модель на основе технологии мультиагентных систем для поддержки принятия решений в логистике портового нефтяного терминала, где агентами выступают такие его элементы, как танкеры, портовые причалы, трубопроводы и нефтеперерабатывающие заводы, которые взаимодействуют между собой путем проведения переговоров, решая задачи оптимального распределения нефти.

Отдельный интерес представляет разработка российской компании XJ Technologies система AnyLogic [1]. AnyLogic объединяет в себе преимущества моделей системной динамики, дискретно-событийного моделирования и мультиагентных технологий. Так, например, в работе [6] описываются некоторые вопросы, связанные с моделированием логистической цепи поставок биотоплива в Европе и Латвии с использованием AnyLogic.

На наш взгляд ограничением системы AnyLogic на данном этапе развития является отсутствие средств интеллектуализации – для представления и

манипулирования знаниями, которые в мультиагентных системах служат для создания онтологий. Онтология является формальным описанием (концептуализацией) предметной области и правил принятия решений, которое служит для упрощения программирования поведения агентов и используется ими при взаимодействии. Таким образом, онтологическая база знаний, которая становится основным элементом программного агента системы, дающим ему возможность принимать решения, планировать действия, взаимодействовать с другими агентами, содержит модели концептуальных понятий, отношений предметной области и правила для анализа и ситуативной ориентации. Это особенно актуально для рассматриваемых задач, где с одной стороны, присутствует значительная часть общих понятий, которые касаются логистической деятельности, а с другой, необходимо обеспечение гибкости, динамичности и легкого внесения изменений в разрабатываемую архитектуру. Онтология рассматривается как концептуальная основа для адекватной поддержки процессов управления сферы логистики нефтепродуктов с обеспечением адаптируемой к изменяющимся условиям эксплуатации, гибкой и легко интегрируемой архитектурой программного обеспечения.

Постановка задачи исследования

Проведенный анализ, а также рассмотренные выше особенности, позволяют сформулировать цель данной работы, которой является разработка знаниеориентированной системы имитационного моделирования процессов управления предприятиями нефтепродуктообеспечения, на основе агентного подхода, в составе которой функционируют интеллектуальные агенты, осуществляющие принятие решений и взаимодействие с помощью онтологической базы знаний и механизма логического вывода.

Агентное моделирование предполагает, что модель включает множество взаимодействующих между собой и с внешней средой агентов – информационных (программных) элементов, которые имеют свои цели и задачи, внутреннее состояние и правила поведения.

Отличительной особенностью агентных моделей является то, что, они децентрализованы и в них отсутствует централизованное поведение системы в целом. Это хорошо согласуется с тем, что цепочки поставок, как правило, также децентрализованы. Их участники работают автономно, в соответствии со своими собственными интересами и политиками, но при этом обмениваются информацией и ресурсами для достижения общей цели. При этом информация также является децентрализованной, и каждый эле-

мент имеет специфические знания и, следовательно, имеет лишь частичные и неполные знания обо всей цепочке поставок. Эти возможности радикально отличают агентные системы от существующих «жестко» организованных моделирующих программных систем, обеспечивая им такое принципиально важное новое свойство, как способность к самоорганизации. При этом отдельные автономные «части» моделирующей программы – агенты – получают возможность самостоятельно принимать решения и договариваться о том, как должна решаться задача, они приобретают собственную активность и могут вступать в различные отношения между собой, инициировать диалог с пользователем в заранее не предписанные моменты времени и т.д. Таким образом, определяется поведение на индивидуальном уровне, а глобальное поведение возникает как результат деятельности многих агентов, каждый из которых следует своим собственным правилам, функционирует в общей среде и взаимодействует со средой и с другими агентами.

Рассматривая основные преимущества агентного подхода при имитационном моделировании процессов управления предприятиями нефтепродуктообеспечения, следует отметить следующее:

- принцип автономности различных частей моделирующей программы (агентов), совместно функционирующих в распределенной системе, где одновременно протекает множество взаимосвязанных процессов;

- наличие элементов индивидуального поведения (от простых условий и ограничений, до сложных, которые учитывают цели и стратегии);

- агенты имеют возможность обучаться, адаптироваться и менять свое поведение, иметь динамические связи с другими агентами, которые могут формироваться и исчезать в процессе функционирования и др.

Применение мультиагентного подхода в задачах имитационного моделирования предприятий нефтепродуктообеспечения требует решения в той или иной степени следующих основных задач:

- определение состава и распределение ролей агентов среди основных компонент системы имитационного моделирования;

- формирование распределенной базы знаний агентов и построение общей онтологии, разделяемой всеми агентами;

- создание интеллектуальных агентов с механизмами логического вывода решений;

- организация и планирование действий интеллектуальных агентов;

- разработка механизмов взаимодействия агентов, включая такие как, кооперация, конкуренция, компромисс, конформизм, уклонение от взаимо-

действия, выработка стратегий агентов при коллективном поведении.

Одной из центральных задач при агентном моделировании потоковых процессов в рассматриваемой системе является формирование множества альтернативных вариантов привлечения и размещения ресурсов (нефтепродуктов). В этом случае простейший вариант организации мультиагентного сообщества при решении задач по распределению ресурсов может быть основан на взаимодействии агентов привлечения и агентов размещения, выполняющих поиск соответствия на рынке имеющихся ресурсов. Конкурируя и кооперируясь между собой при заключении «сделок» для совместного решения возникающих задач (для чего агенты могут использовать развитые экономические механизмы, включая доленое участие, аукционы и т.д.), агенты могут обеспечить системе новые возможности в самоорганизации для постоянного приспособления к изменяющейся ситуации.

Использование понятия аукциона в переговорах агентов обеспечивает возможность явной передачи «полезности» (в виде цены) от одного агента к другому. Аукцион выступает в качестве рыночного механизма самоорганизации коллективного поведения, и с его помощью можно сконструировать такую схему торгов, которая обеспечит требуемые свойства мультиагентной системы. На аукционе некоторые ресурсы, необходимые для достижения цели несколькими агентами, выставляются на «продажу». Ресурсы эти ограничены, поэтому агенты соперничают между собой в процессе торгов. Возможности «покупки» ресурсов агентами также ограничены, а целесообразность покупки оценивается функцией полезности ресурса, которая, как правило, вычисляется в виде разности между доходом от использования ресурса и затратами на его покупку.

Иерархическая архитектура агентной модели для нашей системы, безусловно, предполагает наличие одного или нескольких агентов «метауровня», которые осуществляют координацию распределенного решения задач другими агентами.

Рассмотрим, как рассмотренные особенности находят свое отражение в разработанной агентной имитационной модели анализа процессов управления предприятиями нефтепродуктообеспечения.

Агентная имитационная модель анализа процессов нефтепродуктообеспечения

При формировании агентного представления имитационной модели необходимо исходить из выделения элементов с индивидуальным поведением. Для решения наших задач необходимо рассмотреть всю логистическую цепочку товародвижения от

нефтеперерабатывающих заводов до логистических посредников, реализующих товар конечным потребителям.

Можно достаточно четко выделить элементы системы, выполняющие основные функции дистрибуции нефтепродуктов:

- концентрация (консолидация) – нефтяные хранилища (базы) - *RefiningAgents*,

- физическое распределение – нефтепродуктопроводы *PipelineAgents*, специализированные автотранспортные средства *TransportationAgents*;

- посреднические услуги по распространению – организации дистрибьюторской сети (ритейлеры и др.) – *DistributionAgents*;

- распределение по конечным потребителям – на данном этапе развития модели рассматриваются только автозаправочные станции (АЗС) и комплексы - *CustomerAgents*.

Моделирование потоковых процессов предприятия нефтепродуктообеспечения в этом случае осуществляется через взаимодействие (переговоры) между агентами, представляющих собой участников цепочки поставок с общей задачей – бесперебойное снабжение потребителей нефтепродуктами в требуемом количестве и ассортименте с наименьшими затратами.

RefiningAgent имеет в своем составе резервуарный парк по всей номенклатуре видов топлива, который представлен в виде набора резервуаров (танков), количество которых колеблется от нескольких штук до нескольких десятков и даже сотен единиц. Кроме суммарной емкости, каждый резервуар имеет свой страховой запас (минимальный и максимальный уровни). Наполнение резервуаров осуществляется либо последовательно (но в соответствии с сортностью), либо по заданной оператором схеме. Первоначально, в модели, могут быть заданы, по требованию заказчика, существующие запасы нефтепродуктов и свободные емкости в резервуарных парках всех агентов технологического комплекса. Модельно резервуарный парк представляется агентом с определенным количеством очередей (зависит от вида и сортности нефтепродуктов). В составе *RefiningAgent* имеется также наливная станция, непосредственно связанная с резервуарным парком и предназначенная для отгрузки нефтепродуктов потребителям. Характеризуется количеством портов отгрузки и интенсивностью забора нефтепродуктов по каждому из них. В имитационной модели наливная станция представлена как множество очередей потребителей для каждого порта отгрузки. *RefiningAgent* моделирует также временную составляющую перевозочного процесса, связанную с наполнением цистерн автомобилей и автопоездов. *RefiningAgent*, направляет другим агентам (*DistributionAgents* и

CustomerAgents) информацию о продаже ресурсов определенного объема и по определенной цене, а те в свою очередь, подают агенту нефтебазы свои запросы на поставку. *RefiningAgent* фиксирует заявки в своей базе, контролирует лимиты и акцептует их, согласуясь с состоянием ресурсов, политиками поставок и допустимыми рисками. Соответствующим агентам отсылается подтверждение или отказ. Акцептованные сделки участвуют в дальнейших расчетах при моделировании, отклоненные сделки могут быть доработаны агентами (изменение суммы, срока и других атрибутов сделки) или удалены.

CustomerAgent является конечным звеном рассматриваемой логистической цепи поставок. *CustomerAgent* потребляет нефтепродукты с определенной интенсивностью и постоянно отправляет информацию *DistributionAgents* о своем состоянии и план-графиках поставок нефтепродуктов (время и объем забираемого нефтепродукта). Для *CustomerAgent* должно быть указано, во-первых, какие виды топлива отпускаются на данной станции, во-вторых, каковы емкости резервуаров для каждого вида топлива. Если на АЗС предусматривается наличие страхового запаса определенного вида топлива, то его величина должна быть в дальнейшем учтена в расчетах. Чтобы не прекратилась продажа какого-либо вида топлива и не произошла потеря клиентуры, агент должен произвести заказ на нефтебазе или у дистрибьютора. Поэтому, одна из основных задач, решаемых агентом это определение времени упреждения заказа (времени заказа). Следует учитывать, что для расчета этого времени необходимо знать, помимо характеристик работы самой АЗС, показатели, связанные с перевозочным процессом, и параметры работы нефтебазы, связанные с отпуском каждого вида топлива. Следовательно, время упреждения заказа является обобщенным параметром логистической цепи, отражающим принцип «точно - во - время» и включающим в себя характеристики функционирования других агентов.

DistributionAgents также принимает запросы от потребителей на поставку нефтепродуктов и обычно взаимодействует при этом с заранее заданными агентами нефтебаз и перевозчиков. В общем случае здесь может быть построена иерархическая структура дистрибьюторской сети, в этом случае возникает агент метауровня *DistributionAgentManager*.

TransportationAgent моделирует подвижной состав (одиночные автомобили-цистерны, автопоезда), используемый для перевозок различных сортов бензина и дизельного топлива. *TransportationAgent* подключается (взаимодействует) к одному или нескольким пунктам (портам) забора нефти у *RefiningAgent*, по каждому из которых указывается интенсивность забора. Управление агентами *TransportationAgent*

осуществляется агентом метауровня – *TransportationAgentManager*, который, по сути, представляет собой автотранспортное предприятие (АТП). В общем случае в процессе доставки может использоваться несколько АТП, которые могут принадлежать компании или являться внешними перевозчиками. Агент *TransportationAgentManager* осуществляет планирование, расчет и оптимизацию маршрутов

движения нефтевозов по доставке запланированных объемов на АЗС, с учетом всевозможных правил и ограничений доставки нефтепродуктов, учета индивидуальных характеристик бензовозов и АЗС, доступного парка бензовозов.

На рис. 1 представлен переговорный процесс с указанием карты состояний агентов в цепочке поставок.

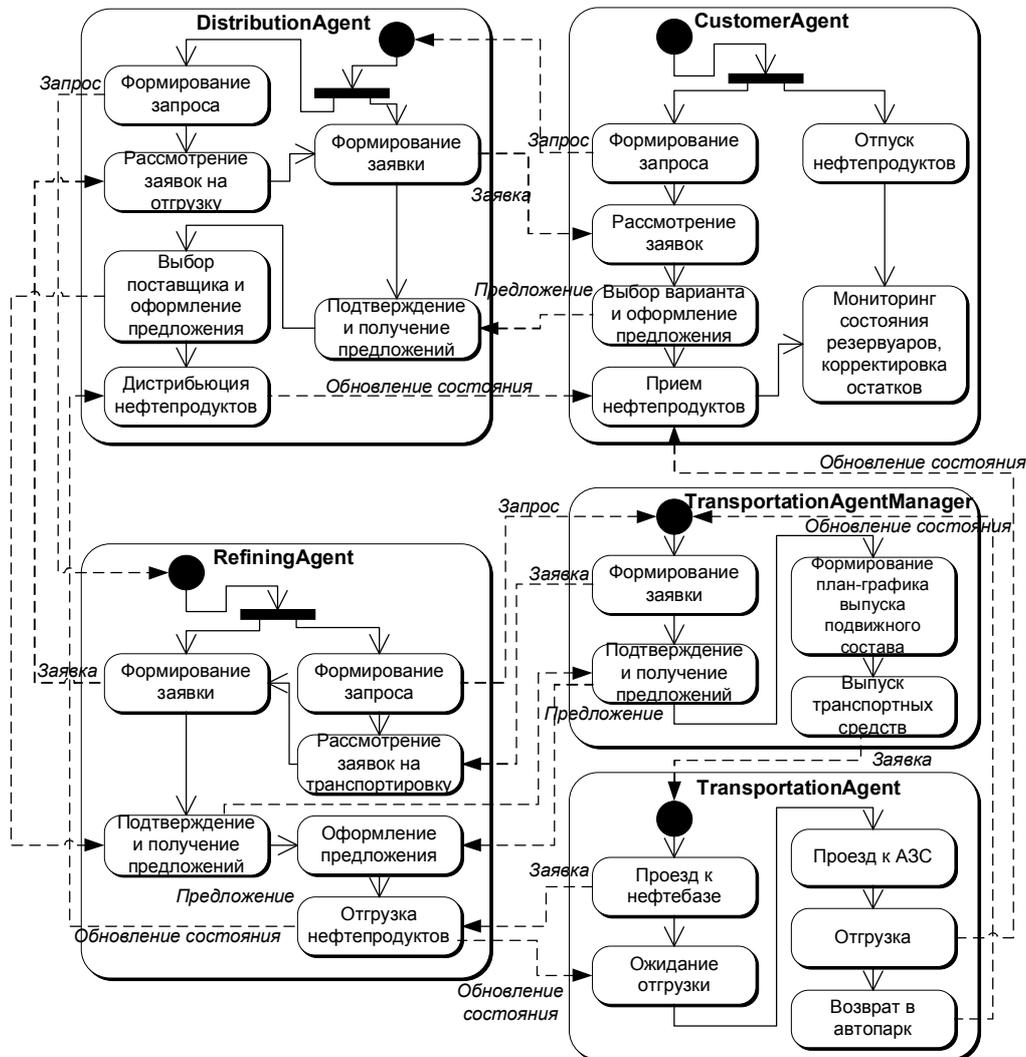


Рис. 1. Взаимодействие агентов в цепочке поставок нефтепродуктов

На агентов метауровня возлагаются обязанности, связанные с координацией действий других агентов при разрешении (перепланирование, перераспределение ресурсов, использование резервов и др.) возникающих конфликтных или рискованных событий в системе. Каждому агенту в модели назначается свой перечень показателей-индикаторов, мониторинг которых может указывать на приближение или наступление нежелательных (рисковых) ситуаций. Превышение значениями индикаторов установленных пределов является основанием для активации различных механизмов и ситуативных сценариев.

В том случае, когда необходим поиск наиболее подходящего варианта решения задачи, используется протокол, основанный на *Contract Net Protocol*. Согласно этому протоколу инициатор подготавливает запрос на предложения *call-for-proposals* от других агентов, в котором определяет задачу, а также некоторые условия, связанные с ее выполнением. Агенты, получающие этот запрос, начинают отрабатывать свой сценарий потенциального варианта разрешения ситуации. При этом некоторые из параметров агентами фиксируются на прежних значениях. В качестве сценариев поиска могут быть заданы раз-

личные критерии (например, минимизация количества автомобилей; минимизация времени работы автомобилей; минимальная стоимость маршрута; минимальное расстояние). Соответственно по каждому сценарию получаем свою траекторию изменения состояния системы с дальнейшим сопоставлением полученных результатов. Операции, реализуемые агентами, при этом будут иметь различную доходность, срочность и др. В итоге будет выбран агент в наибольшей степени отвечающий выдвинутым требованиям и целям.

Основным элементом программного агента мультиагентной системы, дающим ему возможность принимать решения, планировать действия, взаимодействовать с другими агентами, является онтологическая база знаний, содержащая модели концептуальных понятий, отношений и правила для анализа и ситуативной ориентации. Совместное применение онтологий программными агентами предоставляет возможность накопления и повторного использования знаний, для создания имитационных моделей и программ, оперирующих онтологиями, а не жестко заданными структурами данных и алгоритмами. При этом специализация каждого агента отражается подмножеством узлов онтологии.

Компьютерная система моделирования

Разработка системы осуществлялась на базе мультиагентной платформы JADE. В предлагаемой компьютерной системе созданы: графическая среда проектирования распределенной и разветвленной структуры технологического комплекса; онтологическая база знаний; описания классов и реализации поведения агентов, соответствующих внутренней знаниеориентированной структуре имитационной модели; системный механизм имитации процессов технологического комплекса; инструментарий для оценки и анализа основных планово-экономических показателей. Особенность предлагаемого подхода – визуальное моделирование с возможностью привязки структуры всего технологического комплекса к цифровой карте местности. При этом в системе для каждого структурного элемента будет автоматически создан соответствующий агент или сгенерировано их заданное число, где каждый из них имеет динамические связи с другими агентами, которые могут формироваться и исчезать в процессе моделирования.

Созданный программный комплекс предназначен для решения следующих задач:

- краткосрочное и долгосрочное прогнозирование объемов поставок нефтепродуктов на каждую АЗС;
- планирование графика поставок и автоматическое создание заказов нефтепродуктов для каждой АЗС;
- расчет и оптимизация маршрутов движения нефтевозов по доставке запланированных объемов

на АЗС, с учетом всевозможных правил и ограничений доставки нефтепродуктов, учета индивидуальных характеристик бензовозов и АЗС, доступного парка бензовозов;

- планирование потребности в количестве и видах бензовозов, а также сокращение парка бензовозов за счет «сглаживания» пиковых нагрузок по ежедневным доставкам нефтепродуктов;

- мониторинг движения объемов нефтепродуктов, отклонений фактических маршрутов по расстоянию или времени от плана;

- планирование и контроль затрат на транспортную логистику;

- исключение ситуаций простаивания АЗС без какого-либо вида топлива, а так же простоя бензовоза на АЗС в ожидании разгрузки;

- сокращение затрат, связанное с затариванием «лишним» бензином и «замораживанием денег» на одних АЗС и нехватки этого бензина на нефтебазах для других АЗС.

Прототип модели обеспечивает возможность получать сводные отчеты по результатам моделирования процессов нефтепродуктообеспечения, путем варьирования значений регулируемых параметров. Экспериментальная апробация прототипа модели дала возможность уточнить структуру и состав необходимых параметров для разработки полной модели технологического комплекса. В результате имитационного моделирования распределенной системы нефтепродуктообеспечения определяется: прогноз выполнения плановых показателей по продаже нефти потребителям; состояние запасов нефтепродуктов и наличие свободных емкостей в резервуарных парках; маршруты доставки запланированных объемов топлива в соответствии с выбранными моделями оптимизации; состояние очередей бензовозов у терминалов забора нефтепродуктов; объемы переданных и проданных нефтепродуктов с учётом видов и сортности; ряд вспомогательных показателей.

Заключение

В работе предложена агентная имитационная модель анализа процессов управления предприятиями нефтепродуктообеспечения, которая учитывает множество взаимосвязанных потоков, требований, целей и стратегий поведения отдельных его элементов, а также динамику логистических процессов. На основе разработанной модели возможно решение различных аналитических и планово-прогнозных задач: анализ основных планово-экономических показателей деятельности предприятия в различных разрезах, а также прогноз состояния при различных вариантах покупки/продажи ресурсов с формированием портфеля заказов, графика использования автопарка, графика управления запасами на АЗС в соот-

ветствии с установленными критериями. При этом агентная модель легко расширяема. Например, в перспективе могут быть созданы агенты, в которые будут заложены более детальные закономерности логистических процессов, сезонные колебания, различные модели поведения контрагентов и др.

Таким образом, разработанная система позволяет: эффективно управлять сложными потоковыми процессами в интегрированных комплексах хранения и распределения нефтепродуктов; сократить затраты на логистику нефтепродуктов и содержание автопарка; повысить качество, достоверность и сократить время на выработку и принятие рациональных решений при выборе стратегий и реализации приоритетов производственной и рыночной политики предприятий нефтепродуктообеспечения.

Литература

1. Толуев, Ю.И. Имитационное моделирование логистических сетей [Текст] / Ю.И. Толуев // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2008. – № 2 (25). – С. 53-63.
2. Paschoal, Luiz Claudio M. *Development of a simulation tool to assess a petroleum company sales &*

operation planning [Текст] / Luiz Claudio M. Paschoal, Daniel V. Chiarini, Ivan de Pellegrin, Juliana S.G. Yonamine // Proceedings of the 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering. – 2005. – P. 156 – 162.

3. Turk, Adam. *Simulated Nation-Wide Consequences of Disruptions to the Petroleum Industry in the Western U.S. Gulf Coast [Текст] / Adam Turk, Rashad Raynor, Thomas Corbet, Jr. Stephen Conrad // R&D Partnerships in Homeland Security Conference. – 2005. – P. 229-240.*

4. Акопов, А.С. Компьютерная модель транспортировки нефтепродуктов [Текст] / А.С. Акопов // *Труды Ин-та системного анализа РАН*. – 2006. – Вып. 10(2). – С. 281 – 293.

5. Brito, Robison Cris. *A multiagent simulator for supporting logistic decisions of unloading petroleum ships in harbors [Текст] / Robison Cris Brito, Cesar Augusto e Arruda Tacla, Valéria Ramos de Lúcia // Pesqui. Oper. – 2010. – vol.30, n.3. – P. 729 – 750.*

6. Dukulis, I. *Optimization Models for Biofuel Logistic Systems [Текст] / I. Dukulis, G. Birzietis, D. Kanaska // Proceedings of the 7th International Scientific Conference „Engineering for Rural Development”. – Jelgava: LUA. – 2008. – P. 283 – 289.*

Поступила в редакцию 2.09.2011

Рецензент: д-р тех. наук, проф., зав. каф. информационных технологий проектирования летательных аппаратов Е.А. Дружинин, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», Харьков.

АГЕНТНЕ ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ НАФТОПРОДУКТОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

О.В. Прохоров, Соуд Абдалазез Мохамед Амен

Розглянуто основні особливості аналізу процесів нафтопродуктозабезпечення з позицій логістичного підходу та імітаційного моделювання. Запропонована агентна імітаційна модель аналізу поточкових процесів у ланцюжку постачань «мережа нафтобаз – мережа АЗС». Описано основні особливості поведінки та взаємодії агентів при моделюванні процесів постачання нафтопродуктів на АЗС. Розроблена комп'ютерна система може бути використана для прийняття рішень по ефективному управлінню потоковими процесами в інтегрованих комплексах зберігання та розподілу нафтопродуктів.

Ключові слова: агентна імітаційна модель, агент, нафтопродуктозабезпечення, логістика, ланцюжок постачань.

AGENT-BASED SIMULATION OF PETROLEUM SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

A.V. Prokhorov, Soud Abdalases Mohammed Amen

The main features of petroleum supply chain management by using logistics and simulation modeling approach is considered. We propose the agent-based simulation model for analysis of logistics in the supply chain “network of refiners - a network of gas stations”. We describe the detail of behavior and agents interaction in the simulation process of distribution petroleum products. The proposed computer system can be used to make decisions for effective management in integrated complexes of petroleum storage and distribution.

Key words: agent-based simulation model, agent, petroleum, logistic, supply chain.

Прохоров Александр Валерьевич – канд. техн. наук, доцент, доцент каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: al_val@mail.ru.

Амен Соуд Абдалазез Мохаммед – аспирант каф. информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.