

Логистический анализ и планирование системы нефтепродуктообеспечения

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Рассмотрены основные особенности анализа процессов нефтепродуктообеспечения с позиций логистического подхода и имитационного моделирования. Обусловлена необходимость проведения системного логистического анализа процессов принятия решений и управления предприятиями нефтепродуктообеспечения с целью повышения их эффективности. Рассмотрена агентная имитационная модель анализа потоковых процессов в цепочке поставок «сеть нефтебаз – сеть АЗС». Разработанная модель может быть использована для принятия решений по эффективному управлению потоковыми процессами в интегрированных комплексах хранения и распределения нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтепродуктообеспечение, логистический анализ, цепочка поставок, имитационная модель.

Введение

Эффективная система нефтепродуктообеспечения должна обеспечивать своевременное снабжение потребителей нефтепродуктами в необходимом количестве и ассортименте с наименьшими затратами, что в условиях продолжающегося экономического кризиса является необходимым условием обеспечения энергетической безопасности страны в целом.

При этом в конкурентной рыночной среде внимание переносится в сферу обращения и критическими факторами эффективности становятся обеспечение требуемого уровня сервиса поставки нефтепродуктов и снижение затрат на товардвижение. Это в свою очередь требует комплексной интеграции процессов управления производственной деятельностью, логистикой и торговыми операциями предприятий нефтепродуктообеспечения, чтобы иметь полную и достоверную информацию для принятия эффективных управленческих решений и максимально оперативно реагировать на любые изменения структуры спроса и предложения на рынке.

Нефтепродуктообеспечение представляется цепочкой материальных, информационных и финансовых потоков между объектами иерархической структуры: нефтяные компании – нефтеперерабатывающие заводы – предприятия нефтепродуктообеспечения (ПНПО), включающими в себя автозаправочные станции и комплексы, нефтебазы и их сети.

Для того чтобы адаптироваться под постоянно меняющиеся условия рынка нефтепродуктов, а значит не только выжить в условиях жесткой конкуренции, но и развиваться, предприятиям нефтепродуктообеспечения необходимо эффективное управление.

Сложность решения этой задачи обуславливается, главным образом, спецификой предприятий нефтепродуктообеспечения: сложная филиальная или холдинговая структура предприятия; обширная сфера деятельности (многоаспектность) – 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; необходимость создания значительных запасов нефтепродуктов, в т.ч. сезонных; большой и сложный документооборот при организации логистики нефтепродуктов; многоцелевой характер

функционирования и большое число участников процесса внутри компании по различным направлениям; необходимость максимального использования ресурсной базы; динамика розничной сети путем вывода из сети АЗС с низкими объемами реализации и неудовлетворительным техническим состоянием и вводом в эксплуатацию новых АЗС; сложное взаимодействие с изменяющейся внешней средой: например, изменение цен на нефть и нефтепродукты подвержено воздействию множества факторов, влиять на которые предприятия нефтепродуктообеспечения не имеют возможности (объемы добычи и открытие новых месторождений в Украине и других странах; действия ОПЕК и других нефтедобывающих стран имеющих возможность оказывать влияние на цены; общее состояние мировой экономики; украинское и зарубежное законодательство в области квотирования экспорта и налогообложения; проведение НИОКР по созданию и внедрению альтернативных видов топлива) и др.

Таким образом, нефтепродуктообеспечение имеет ряд сложных и специфичных для данного вида деятельности проблем, в первую очередь связанных с организацией управления запасами и потоками движения нефтепродуктов.

Проведенный анализ особенностей и состояния системы нефтепродуктообеспечения в современных условиях подчеркивает важность и актуальность научной прикладной задачи разработки комплекса моделей и методов анализа процессов управления ПНПО, как сложных многоуровневых систем высокой степени интеграции ее относительно независимых, но функционально подчиненных подсистем и элементов (взаимосвязанных сбытовых, торговых, посреднических, транспортных, экспедиционных и других подразделений, большинство из которых являются как субъектом, так и объектом управления со своей организационной структурой и потоками – материальными, информационными, финансовыми). В этой связи в основе решения данной задачи лежит представление ПНПО в виде логистической системы.

1. Анализ последних исследований и публикаций

В работе [1] система нефтепродуктообеспечения рассматривается как имеющая иерархическую структуру, управление которой является сложной многокритериальной задачей оптимизации высокой размерности. При этом последовательность «АЗС – Сеть АЗС – ПНПО» представляет собой естественную структуру системы нефтепродуктообеспечения первого уровня декомпозиции [2].

В работе [3] показано, что содержание логистики нефтепродуктообеспечения точнее всего передает коммерческая логистика в её прикладном варианте, определяемая как деятельность, связанная с управлением экономическими потоками в сфере распределения и товарного обмена нефтепродуктов. При этом в качестве системообразующих целей логистики нефтепродуктообеспечения рассматриваются: синхронизация нефтепродуктопотоков; регулирование нефтепродуктопотоков; интеграция разрозненных элементов нефтепродуктообеспечения. Предложена модель оптимальных транспортных потоков в рамках региональной макрологистической системы нефтепродуктообеспечения.

Основные принципы и функции логистики нефтепродуктообеспечения сформулированы в работе [4]. Предложены организационные и экономико-математические модели региональной макро и микрологистической системы нефтепродуктообеспечения.

В работе [5] выявлены особенности нефтепродуктообеспечения как логистической системы и сформулированы организационно-экономические условия создания и внедрения экономических инноваций, направленных на повышение

эффективности корпоративного управления и качества нефтепродуктообеспечения на примере моторных масел.

Вопросы логистизации международных перевозок нефти и нефтепродуктов на стыке железнодорожного и морского транспорта рассматриваются в работе [6], где разработана логистическая модель прогнозирования оптимальных объемов перевозок нефти и нефтепродуктов, при этом основной упор сделан на согласования ритмов работы железнодорожного и морского транспорта.

В работе [7] предложена модель функционирования распределительной сети «нефтебаза - АЗС», включающая описание временных составляющих цикла обслуживания заявок АЗС на топливо, действующую систему ограничений, а также комплекс математических моделей для аналитических расчетов, где в качестве основного критерия выступает «минимум логистических издержек на распределение нефтепродуктов».

Таким образом, проведенный анализ показал, что большинство исследователей придерживаются точки зрения, что увеличение эффективности ПНПО может быть достигнуто путем внедрения логистики перемещения нефтепродуктов по всей системе «НПЗ – нефтебаза – АЗС».

2. Постановка задачи исследования

Представление ПНПО в виде логистической системы имеет целый ряд преимуществ, связанных с объединением независимых рисков, т.е. уменьшением числа «колебаний» в системе, а также существенным снижением затрат и повышением качества функционирования системы.

Оперативный уровень управления логистической системой ПНПО должен обеспечивать решение следующих задач: планирование процесса реализации нефтепродуктов, организация обработки заказов, доставка нефтепродуктов, организация транспортировки и др. С точки зрения эффективности функционирования дистрибутивной сети набор задач при реализации указанных функций будет варьироваться в зависимости от рассмотренных ранее уровней управления. Очевидно, что на всех уровнях принципом организации управления рассматриваемыми дистрибутивными сетями ПНПО является соблюдение следующих условий: «just-in-time» («точно-во-время»), «minimal expenses and costs» («с наименьшими затратами и потерями»), «necessary quality and in necessary quantity» («товар необходимого качества и в необходимом количестве»).

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.

3. Логистический анализ процессов нефтепродуктообеспечения

На рис. 1 схематично представлена вся цепочка поставок, которая отражает управление процессом и контроль потока нефтепродуктов.

Ключевую роль в управлении потоковыми процессами в цепочке поставок играют вопросы оптимизационного планирования поставок и продаж нефтепродуктов на основе прогнозирования спроса, влияния ценовых решений / цен размещения по регионам поставки, анализа «план-факт» и т.п. Целью оптимизационного планирования является максимизация разности между суммарными доходами и расходами на распределение нефтепродуктов. На выходе получаем систему взаимоувязанных планов. Основные этапы процесса планирования при

управлении логистикой нефтепродуктов представлены на рис. 2.

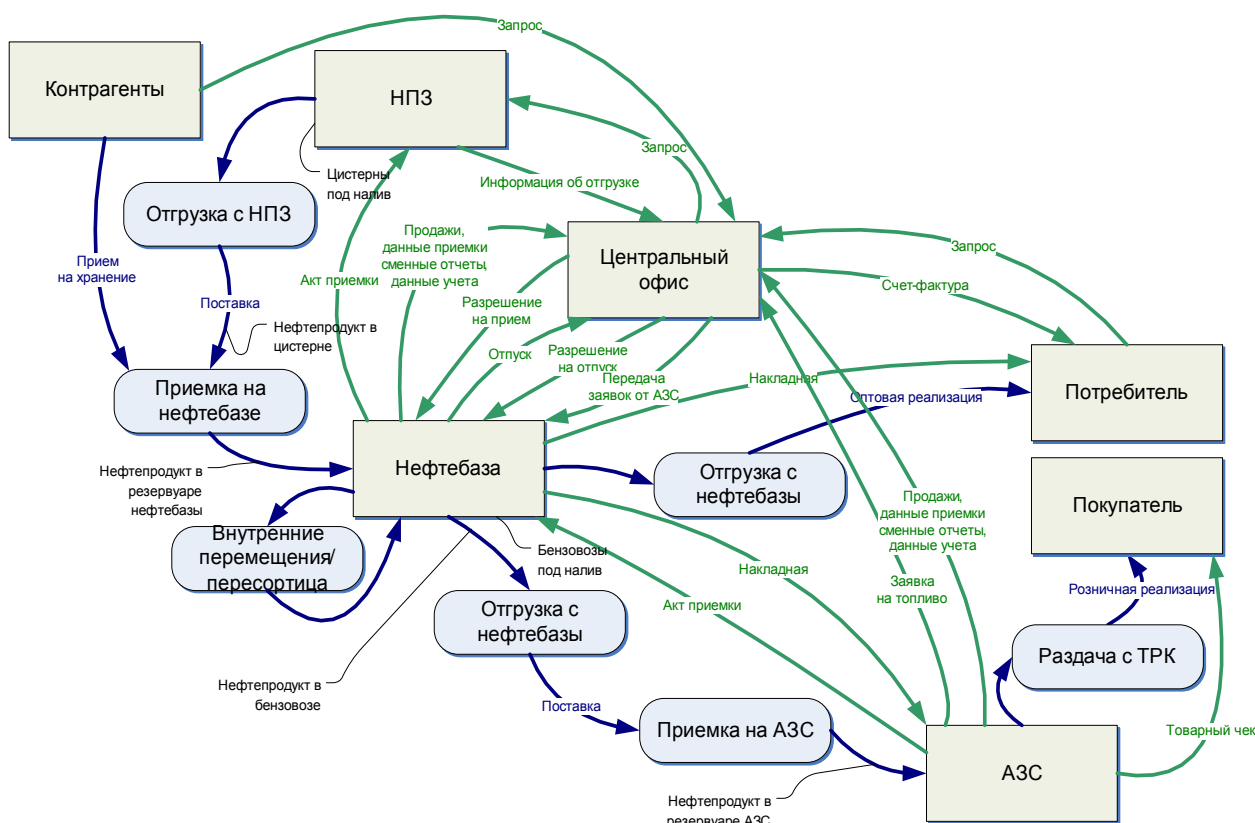


Рис. 1. Основные материальные и информационные потоки при управлении цепочкой поставок нефтепродуктов



Рис. 2. Основные этапы процесса планирования при управлении логистикой нефтепродуктов

Обобщенная схема процесса планирования при управлении логистикой нефтепродуктов с учетом их производства и распределения представлена на рис. 3.

Проведенный анализ показал, что управление предприятиями НПО с позиций логистического подхода требует решения сложных задач, среди которых планирование и оптимизация поставок, управление запасами и формирование потребностей, составление расписаний работы нефтебаз, оптимизация автопарка и маршрутов движения транспортных средств и др.

Общая задача логистического анализа и планирования решается комбинацией имитации и линейной оптимизации. Причем искомыми становятся не только планы закупки, складирования, транспортировки и сбыта, определяемые в про-

цессе решения задачи линейного программирования, но и сам состав объектов цепочки «НПЗ – сеть нефтебаз – сеть АЗС», их технико-экономические характеристики и условия функционирования, определяемые имитационно.

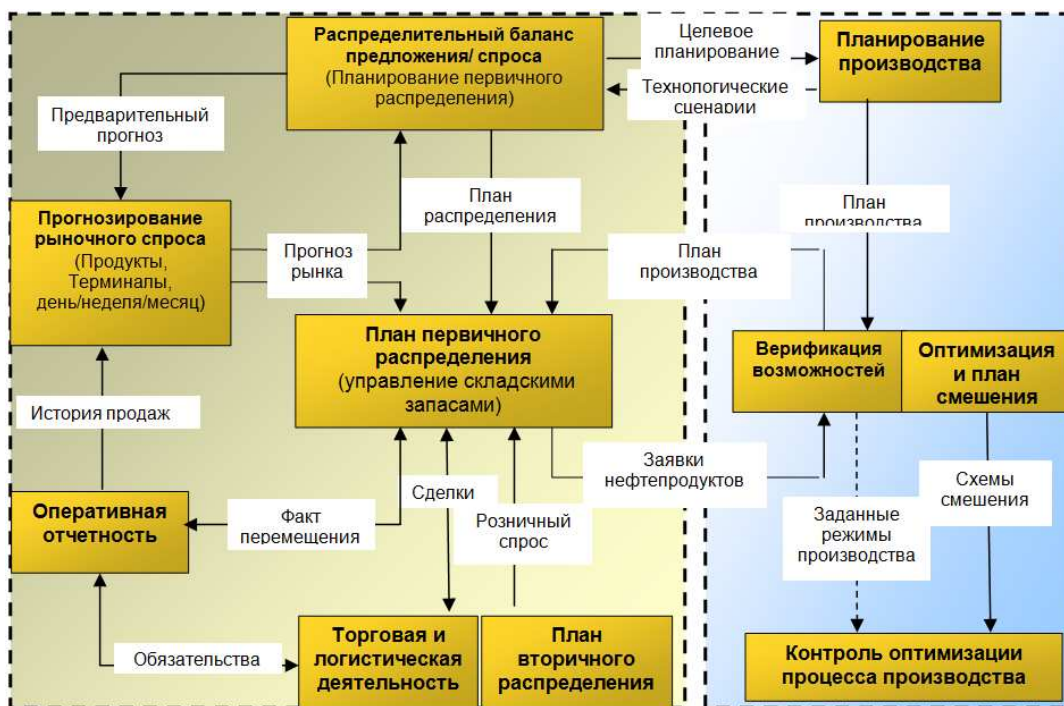


Рис. 3. Обобщенная схема процесса планирования

Обзор и сравнительный анализ существующих подходов, методов, моделей, информационных технологий и инструментальных средств анализа и моделирования процессов управления и функционирования НППО показал, что наиболее эффективным методом анализа динамики управления и развития НППО, охватывающим все составляющие логистики, является метод системного имитационного моделирования на основе мультиагентных технологий.

В разработанной агентной модели [8] были выделены элементы, выполняющие основные функции дистрибьюции нефтепродуктов: *RefineryAgent* (распределительные нефтебазы (НБ) или нефтебазы нефтеперерабатывающих заводов), *CustomerAgent* (АЗС), *TransportAgent* (подвижной состав). Кроме того, агенты метауровня – группа агентов планирования и координации. Эта группа состоит из центрального агента планирования *PlanningCenterAgent*, агента координации закупок *ProcuringCoordinationAgent*, агента координации перевозок *TransportCoordinationAgent*. Моделирование потоковых процессов НППО в этом случае осуществляется через взаимодействие (переговоры) между агентами.

Разработан комплекс оптимизационных моделей, заложенных в качестве поведения агентов имитационной модели анализа процессов нефтепродуктообеспечения (рис. 4):

- транспортная модель, которая позволяет более полно учесть варианты перемещения транспортных средств в логистике нефтепродуктов;
- модель рыночного ценообразования для АЗС, позволяющая формализовать правила и стратегии, которые они используют при реализации нефтепродуктов;
- модели агентов планирования и координации, позволяющие за счет последовательного согласования планов поставок, закупок и транспортировки учесть инте-

рессы нефтебаз, производителей/поставщиков и перевозчиков для достижения наилучших результатов в соответствии с целями цепи поставок.

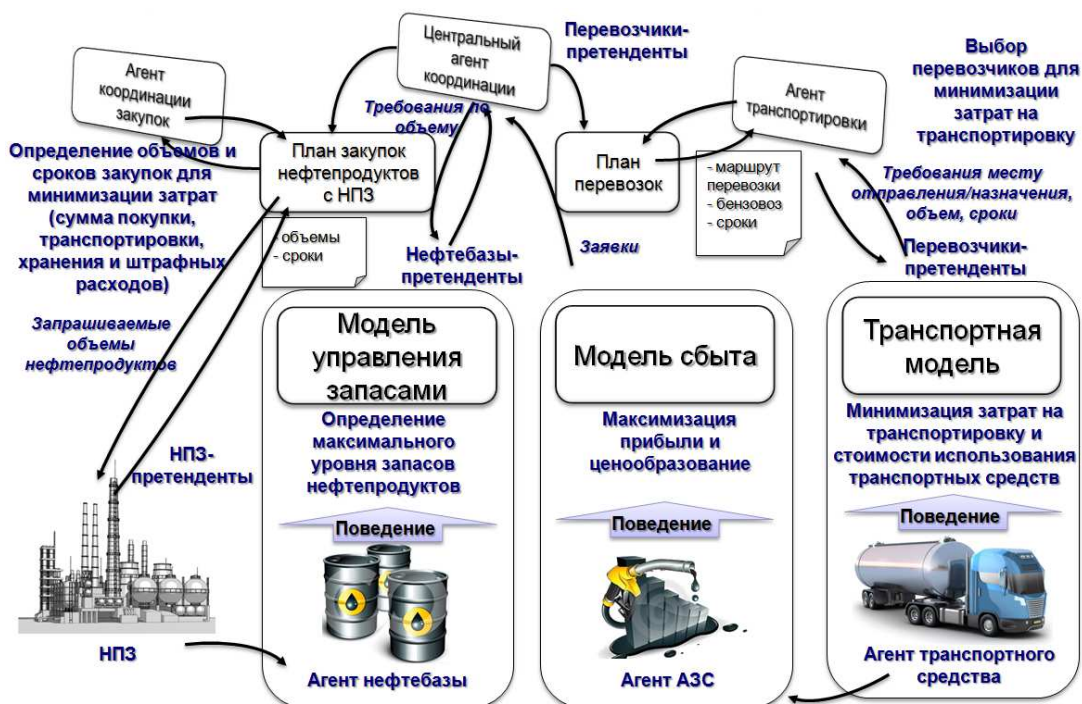


Рис. 4. Моделирование в цепочке «НПЗ – сеть нефтебаз – сеть АЗС»

В модели учитываются различные варианты перемещения транспортных средств (ТС) в логистике нефтепродуктов:

1) Первоначальное перемещение из АТП в нефтебазу. Оно представляет собой первое перемещение транспортного средства с пустыми емкостями из автотранспортного парка (АТП) (к которому он привязан) в нефтебазу для обслуживания АЗС (которые связаны с ним).

2) Поездка в обе стороны между нефтебазой и АЗС. Она представляет собой определенное число циклов между нефтебазой и АЗС. Пример этого перемещения – это поездка туда и обратно между нефтебазой и АЗС.

3) Перемещение от одной нефтебазы к другой через посещение АЗС. Таким образом, бензовоз оставляет регион, чтобы больше не возвращаться туда.

4) Окончательное перемещение от АЗС в АТП. Оно представляет собой окончательное пустое перемещение от последней обслуженной АЗС в АТП, к которому транспортное средство приписано.

4. Моделирование процессов нефтепродуктообеспечения

Общая моделируемая цепочка поставок выглядит следующим образом: сырая нефть доставляется танкерами в порт хранилищ. Затем, по трубопроводу на нефтеперерабатывающие заводы. Очищенный продукт прокачивается через сети трубопроводов в терминальные хранилища, а затем доставляется наземным транспортом в розничную сеть АЗС.

Основными функциями, выполняемыми агентами АЗС, являются учетно-аналитическая и плановая. Учетно-аналитическая функция выполняется на основе непрерывного мониторинга процесса распределения автомобильного топлива. Основными параметрами в этом случае являются: «остаток топлива по видам в резервуарах АЗС», «поступление топлива по видам». Плановая функция реализу-

ется с использованием результирующей аналитической информации с учетом потребления топлива. Таким образом, это позволяет реализовать непрерывный мониторинг движения нефтепродуктов применительно к отдельной АЗС. Выходной информацией являются запросы-заявки, направляемые на нефтебаз. Структура подобных документов включает данные о потребном количестве топлива по видам, время доставки.

Функции агентов нефтебазы сходны с функциями агентов АЗС. Основные параметры – «количество отпущенного АЗС топлива по видам», «остаток топлива по видам в резервуарах (нефтехранилищах)», «входное поступление топлива». Входная информация – запросы-заявки АЗС, показания датчиков резервуаров, пунктов налива.

Основными функциями, выполняемыми в рамках агентов автотранспортного предприятия, являются функции оперативного планирования и управления. Результатом реализации указанных функций является составление оперативного графика обслуживания АЗС.

Поведение агента нефтебазы начинается с проверки уровня заполнения резервуара. Если уровень меньше минимального страхового запаса, то необходимо поставить топливо на нефтебазу. Далее агент ожидает заявки на отгрузку и приезд автотранспорта, а затем совершает отгрузку нефтепродуктов. Рассмотрим поведение агента автотранспортного средства, когда ТС прибыло на НБ: когда цистерна ТС наполнилась, ТС производит доставку к потребителю, совершает отгрузку нефтепродукта и возвращается в автопарк.

Модель была апробирована на анализе процессов управления в национальной нефтяной компании Iraq Oil (UB Холдинг), которая является пионером в области работы с нефтепродуктами. Кроме торговли нефти и операций на топливных терминалах, компания Iraq Oil занимается розничными операциями и владеет сетью АЗС. UB Холдинг занимается распределением нефтепродуктов в регионе с большим парком грузовиков.

Разработка графиков поставок, обслуживающих логистическую систему, позволит точно определить объем перевозок грузов, количество автотранспортных средств, осуществляющих эти перевозки, способствует сокращению простоя автомобилей под загрузкой и разгрузкой, эффективному использованию подвижного состава и высвобождению из сфер обращения значительных материальных ресурсов потребителей.

Моделирование проводилось при варьировании различных параметров: суточный объем реализации на АЗС; оборачиваемость танкеров; объем танкеров; количество автоцистерн; объем автоцистерн и др. При этом фиксировались следующие основные показатели системы: объемы нефти в хранилищах, объемы нефти на НПЗ, объемы нефтепродуктов в хранилищах НПЗ, объемы нефтепродуктов на терминалах, запасы на АЗС. Моделирование позволило спланировать работу предприятия эффективно, т.к. транспортные средства эксплуатируются полное время, за счет использования значительных остатков времени после выполнения работы на своих ветвях маршрута.

Таким образом, разработанная модель и система позволяют решать следующие задачи:

- 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;
- 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.

На основе проведенных имитационных исследований получены следующие результаты и предложены соответствующие рекомендации по повышению эффективности деятельности распределительно-сбытовой сети Iraq Oil:

- выявлена неэффективность закупок с одних НПЗ при имеющихся в соответствующие периоды более выгодных предложениях от других;
- сформирован список нерентабельных АЗС по видам нефтепродуктов;
- выявлены резервы повышения объемов добычи и экспорта сырой нефти за счет введения новых нефтебаз;
- выявлена необходимость и экономическая обоснованность инвестиций в развитие собственного парка бензовозов (закупка бензовозов с большой (более 20 т.) грузоподъемностью);
- выявлена высокая эффективность формирования коммерческих запасов в периоды низких цен для реализации в периоды более высоких.

Заключение

Определена сущность логистического подхода к системе нефтепродуктообеспечения, предложены основные положения концепции логистической поддержки управления предприятиями системы нефтепродуктообеспечения.

Рассмотрены особенности логистического анализа процессов нефтепродуктообеспечения, основанного на системном представлении и динамическом моделировании потоковых процессов, которое отражает скоординированное автономное участие подразделений ПНПО в цепочке поставок нефтепродуктов.

Список литературы

1. Давлетьяров, Ф. А. Нефтепродуктообеспечение [Текст] / Ф. А. Давлетьяров, Е. И. Зоря, Д. В. Цагарели. – М. : ИЦ «Математика», 1998. – 662 с.
2. Безродный, А. А. Оптимизация структуры управления процессами предприятия нефтепродуктообеспечения [Текст] / А. А. Безродный, Р.В. Новиков, А.Ф. Резчиков // Электротехнические комплексы и силовая электроника. Анализ, синтез и управление: межвуз. науч. сб. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2003. – С. 66-79.
3. Хазиуллин, И. Г. Оптимизация системы нефтепродуктообеспечения региона (Логист. подход) [Текст] : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.06 / Хазиуллин Ильдар Гельмибянович ; Ростовский гос. строй. ун-т. – Ростов н/Д, 1997. – 19 с.
4. Атажахов, З. Д. Логистические основы нефтепродуктообеспечения

[Текст] / З. Д. Атажахов // Инфраструктура рынка: проблемы и перспективы: учен. зап. Вып. 10 / РГЭУ «РИНХ». – Ростов-н/Д., 2004. – С. 43-52.

5. Ахриев, А. Ю. Логистические резервы повышения качества нефтепродуктообеспечения [Текст] : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Ахриев Адам Юсупович ; Ин-т исслед. товародвижения и конъюнктуры оптового рынка. – Москва, 2005. – 18 с.

6. Сергеева, О. М. Логистизация перевозок нефти и нефтепродуктов в смешанном сообщении [Текст] // Информационный листок ГУ «Самарский ЦНТИ». – №31– 2004. – С. 10-15.

7. Геиев, М. А. Организационно-экономические методы управления автомобильными перевозками нефтепродуктов в распределительной сети «Нефтебаза автозаправочные станции» [Текст] : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Геиев Маулади Арбиевич – Сев.-Кавказ. гос. техн. ун-т. – Ставрополь, 2006. – 18 с.

8. Амен, Соуд Абдалазез Мохаммед Координация взаимодействия агентов при моделировании процессов нефтепродуктообеспечения [Текст] / Соуд Абдалазез Мохаммед Амен, А. В. Прохоров, О. Е. Федорович // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – №4(56). – С. 185-192.

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

Поступила в редакцию 04.09.2014

Логістичний аналіз та планування системи нафтопродуктозабезпечення

Розглянуто основні особливості аналізу процесів нафтопродуктозабезпечення з позицій логістичного підходу і імітаційного моделювання. Обумовлена необхідність проведення системного логістичного аналізу процесів прийняття рішень і управління підприємствами нафтопродуктозабезпечення з метою підвищення їх ефективності. Розглянута агентна імітаційна модель аналізу поточкових процесів в ланцюжку поставок «мережа нафтобаз – мережа АЗС». Розроблена модель може бути використана для прийняття рішень по ефективному управлінню поточковими процесами в інтегрованих комплексах зберігання та розподілу нафтопродуктів.

Ключові слова: нафтопродуктозабезпечення, логістика, ланцюжок поставчань, імітаційна модель.

Logistic analysis and planning of petroleum supply chain

The main features of petroleum supply chain management by using logistics and simulation modeling approach is considered. We propose the systematic analysis of the logistics processes of decision-making and management of the oil products enterprises in order to increase their effectiveness. We describe the agent-based simulation model for the analysis of processes in the supply chain “refiners - a network of gas stations”. The proposed model can be used to make decisions for effective management in integrated complexes of petroleum storage and distribution.

Keywords: petroleum supply, logistic, supply chain, simulation model.