

**На правах рукописи**



**Гимазетдинов Рустем Фанисович**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ  
НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ  
НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ**

**Специальность 08.00.13 – Математические и  
инструментальные методы экономики**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук**

**Казань – 2013**

Работа выполнена на кафедре экономики и организации производства  
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет» (КГЭУ)

- Научный руководитель:** кандидат физико-математических наук, доцент  
Смирнов Юрий Николаевич
- Официальные оппоненты:** Садриев Дуфер Сабирович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга и логистики Набережночелнинского института (филиала) ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
- Махмутов Ильнур Ильязович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной кибернетики ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»
- Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Защита состоится «28» ноября 2013 г. В 10 часов на заседании диссертационного совета Д-212.288.09 при ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» по адресу: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского государственного авиационного технического университета.

Автореферат разослан «25» октября 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
д-р экон. наук, проф.



М.К. Аристархова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Рынок нефтепродуктов, оказывающий мультиплицирующее воздействие практически на все отрасли народного хозяйства и экономики страны в целом, традиционно остается интересным для изучения объектом. Доминирующее положение на внутреннем рынке нефтепродуктов в настоящее время занимают крупные нефтяные компании, которые осуществляют свою деятельность на всех ее сегментах, объединяя в единое целое технологическую цепочку: добыча нефти - переработка (производство нефтепродуктов) - оптовая торговля - розничная реализация через сеть фирменных автозаправочных станций. В то же время обобщить всю производственно-сбытовую цепь товародвижения нефтяной компании в рамках одной работы не представляется возможным. В исследовании рассматривается ее завершающая часть - система нефтепродуктообеспечения. Именно здесь формируется конечная стоимость нефтепродуктов, оплачиваемая потребителем, которая компенсирует затраты всех звеньев сети и определяет общую эффективность функционирования в целом нефтяной компании.

Элементная декомпозиция позволяет выявить пять типов объектов данной системы: нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), нефтебазы (НБ), автозаправочные станции (АЗС), управления технологического транспорта (УТТ), транспортные коммуникации (автомобильные дороги, железные дороги, нефтепродуктопроводы).

Сам термин нефтепродуктообеспечение подчеркивает целостность природы этого процесса и его интеграционное содержание. Вместе с тем в большинстве отечественных нефтяных компаний при управлении потоками нефтепродуктов наблюдается фрагментация этого процесса на отдельные функциональные составляющие (закупка, складирование, транспортировка и сбыт), их слабая согласованность, а иногда и противоречивость. Вопросам интеграции процессов в цепях поставок посвящено множество работ. В то же время специфика применения данного инструментария применительно к рынку нефтепродуктов пока не получила должного отражения.

Через систему нефтепродуктообеспечения, имеющую территориально-распределенную разветвленную сетевую структуру, ежедневно проходят огромные объемы нефтепродуктов. Управление этими потоками является сложной оптимизационной задачей большой размерности, эффективное решение которой невозможно без применения соответствующих математических методов и моделей. В свою очередь материальные потоки сопровождаются не менее значительными информационными потоками (планы и графики отпуска нефтепродуктов с НПЗ, транспортировки, завоза и перевалки нефтепродуктов на нефтебазах, данные о запасах и потребностях нефтепродуктов на распределительных объектах и т.д.).

Система управления потоками нефтепродуктов в современных рыночных условиях требует, с одной стороны, использования и переработки больших объемов информации, с другой - максимального сокращения времени принятия управленческих решений о перераспределении потоков нефтепродуктов и других

ресурсов. В связи с этим актуальной проблемой становится создание организационно-методических основ и разработка инструментальных средств исследования сложнейшего процесса нефтепродуктообеспечения, особенно, в части повышения эффективности системы управления, способной непрерывно и адекватно адаптироваться к постоянным изменениям внутренней и внешней среды.

**Степень разработанности темы.** Классические математические модели и методы решения задач управления закупками, транспортировкой, складированием и сбытом в распределительных системах описаны в трудах Бочкарева А.А., Бродецкого Г.Л., Делюкина Л.А., Зайцева Е.И., Лукинского В.С., Любенцовой В.С., Плоткина Б.К., Просветова Г.И., Шапиро Дж. Однако все они рассмотрены в общем виде, лишь для иллюстрации их сущности, без учета особенностей их применения к системе нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, имеющей значительную специфику.

Вопросы оптимизации инфраструктуры нефтяных компаний рассматривались Зиннуровым У.Г., Евтушенко Е.В., Федосенко А.А., Янбердиным И.А.

Наибольший вклад в построение и развитие математических моделей структур нефтепродуктообеспечения внесли Бондарь В.А., Давлетьяров Ф.А., Зоря Е.И., Кантор Ф.М., Карпов В.А., Коваленко В.Г., Плитман И.Б., Прохоров А.Д., Хабаров С.Р., Халушаков З.Б., Цагарелли Д.В., Юсупов И.Ю.

Отдельные вопросы моделирования систем нефтепродуктообеспечения на различных уровнях затрагивались также в работах Ахриева А.Ю., Безродного А.А., Белолипцева И.А., Митрофановой Л.В., Пасюнина Э.В., Проскурина А.О., Субботина А.С., Федосенко А.А., Фурмана А.А., Хафизовой Т.Е.

В то же время известным моделям присущи следующие недостатки:

- решение преимущественно частных задач в рамках отдельных объектов (АЗС и сеть АЗС, нефтебаза, УТТ) или функциональных областей нефтепродуктообеспечения (закупка, транспортировка, складирование, сбыт);

- однопродуктовость и использование неэкономических критериев оптимизации;

- ориентация на решение задачи экономического района, а не отдельной нефтяной компании;

- недоведенность до практического внедрения в виде законченных программных комплексов, интегрированных с информационной системой нефтяной компании.

Для анализа распределительных систем, к которым относятся и предприятия нефтепродуктообеспечения, все более широко применяются различные имитационные модели. При этом большинство известных моделей нефтяных компаний относятся к категории дискретно-событийных, среди которых можно выделить модель компании PETROBRAS, разработанную в среде Arena. Она охватывает потоковую цепочку «терминалы – нефтеперерабатывающие заводы – нефтебазы», оставляя без внимания распределительную сеть до конечных потребителей.

Таким образом, все вышеперечисленное обуславливает актуальность разработки математической модели функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, интегрирующей всю цепочку поставок нефтепродуктов от нефтеперерабатывающих заводов до конечных потребителей и позволяющую осуществлять оптимизацию во взаимосвязи их закупки, транспортировки, складирования и сбыта. Такая модель должна как можно более полно описывать хозяйственную и инвестиционную деятельность нефтяной компании в сфере нефтепродуктообеспечения, что позволит использовать ее для проведения многовариантных расчетов при различных сценарных условиях как инструмент выработки и обоснования принимаемых управленческих решений.

Все вышесказанное предопределило выбор темы, постановку цели и задач исследования.

**Цель исследования:** разработка математической и имитационной моделей для анализа и совершенствования управления системой нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний.

**Задачи исследования.** Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

1. Разработать интегрированную математическую модель функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании.

2. Сконструировать имитационную модель для анализа различных сценариев функционирования и развития системы нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний.

3. Исследовать возможности и диапазоны применения экономико-математической модели для решения различных групп управленческих задач в системе нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний.

4. Разработать информационную систему поддержки принятия решений и на ее основе исследовать систему нефтепродуктообеспечения нефтяной компании.

**Объектом исследования** выступает система нефтепродуктообеспечения нефтяной компании (на примере предприятий ОАО «Татнефть»).

**Предметом исследования** являются процессы управления нефтепродуктообеспечением в нефтяных компаниях, включающей в себя закупку, складирование, транспортировку и сбыт нефтепродуктов.

**Научная новизна.** Результаты диссертационного исследования содержат следующие элементы научной новизны:

1. Разработана математическая модель функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, которая, в отличие от существующих, интегрирует все ее объекты и позволяет осуществлять оптимизацию во взаимосвязи закупки, транспортировки, складирования и сбыта нефтепродуктов.

2. Сконструирована имитационная модель анализа системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, позволяющая на основе предложенной оптимизационной математической модели строить различные

сценарии ее развития в зависимости от состава объектов, их технико-экономических характеристик и условий функционирования.

3. Исследованы возможности и диапазоны применения предложенной экономико-математической модели для решения различных групп управленческих задач в системе нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний, приведены методические рекомендации по формированию исходных данных и управлению системой математических ограничений при их постановке.

4. Спроектирована и разработана информационная система поддержки принятия решений в управлении системой нефтепродуктообеспечения нефтяной компании на основе предложенной имитационной модели, которая позволяет: а) вести учет плановых и фактических данных по всем объектам; б) строить различные сценарии развития; в) рассчитать оптимальные объемно-календарные характеристики; г) произвести оценку и сравнительный анализ сценариев развития на основе системы частных и агрегированных показателей эффективности.

**Результаты исследований, представленные в диссертации, соответствуют следующим пунктам паспорта специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики по следующим пунктам раздела «Области исследований»**

1.4. Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений.

2.2. Конструирование имитационных моделей как основы экспериментальных машинных комплексов и разработка моделей экспериментальной экономики для анализа деятельности сложных социально-экономических систем и определения эффективных направлений развития социально-экономической и финансовой сфер.

2.3. Разработка систем поддержки принятия решений для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость работы заключается в развитии математического аппарата экономических исследований, методов его применения и встраивания в инструментальные средства для повышения обоснованности управленческих решений на предприятиях нефтепродуктообеспечения. Практическая ценность работы заключается в том, что ее положения и выводы могут быть использованы:

1. Нефтяными компаниями для совершенствования системы принятия управленческих решений в сфере нефтепродуктообеспечения.

2. Сотрудниками научно-исследовательских институтов при проведении исследований и разработок в области управления предприятиями нефтепродуктообеспечения.

3. Высшими учебными заведениями при разработке курсов дисциплин, использующих методы математического и имитационного моделирования в экономике и управлении.

**Методология и методы исследования.** Теоретической и методологической основой исследования послужили научные труды и публикации отечественных и зарубежных ученых в области управления предприятиями нефтепродуктообеспечения, прикладной математики, проектирования информационных систем. Исследование проводилось с использованием принципов системного подхода, методов экономического анализа, экономико-математического и имитационного компьютерного моделирования.

**Информационную, нормативную и эмпирическую базу** исследования составили материалы нефтяных компаний (в частности ОАО «Татнефть»), экспертные оценки, материалы периодической печати, монографическая и другая научная литература по теме диссертации, данные, размещенные на официальных сайтах в сети Интернет, а также собственные аналитические и расчетные материалы автора.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием общепризнанных принципов системного подхода, методов экономического анализа, экономико-математического и имитационного моделирования. Основные положения работы опубликованы, докладывались и получили положительную оценку на международных и всероссийской конференциях, в том числе: V международной научно-практической конференции «Перспективы развития информационных технологий» (г. Новосибирск, 2011 г.), международной научно-практической конференции «Современные научные исследования социально-экономических процессов» (г. Саратов, 2011 г.), IV международной научно-практической конференции «Экономическое развитие страны: различные аспекты вопроса» (г. Таганрог, 2011 г.), V международной научно-практической конференции «Экономические науки в России и за рубежом» (г. Москва, 2011 г.), всероссийской научно-практической конференции «Современный российский менеджмент: отрасли, комплексы, обеспечивающие процессы и системы» (г. Волгоград, 2011 г.), научных семинарах экономического факультета и кафедры «Математическое моделирование и информационные технологии в экономике» Камской государственной инженерно-экономической академии, научных семинарах кафедр «Экономика и организация производства» и «Инженерная кибернетика» Казанского государственного энергетического университета.

По итогам 2012 года проект «Информационно-математическая модель и программное обеспечение планирования и управления логистикой нефтепродуктов нефтяных компаний», основанный на результатах данной диссертационной работы, стал лауреатом конкурса «Десять лучших инновационных идей Казанского федерального университета».

Разработанные в диссертационном исследовании положения использованы:

- в практической деятельности ОАО «Татнефть», что подтверждается актом о внедрении;

- в процессе обучения студентов направлений подготовки «Экономика», «Информатика и вычислительная техника», «Прикладная математика» ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», что подтверждается справкой о внедрении.

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы отражены в 11 научных публикациях общим объемом 4,4 п.л., в том числе авторских 2,9 п.л.: 4 статьи в рецензируемом научном журнале, входящем в перечень ВАК, 6 статей в сборниках материалов международных и всероссийской конференций и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 139 источника. Основное содержание изложено на 144 страницах, работа включает 13 рисунков, 5 таблиц.

*Во введении* обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и основные задачи работы, определены объект и предмет исследования, обозначена научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

*В первой главе* «Теоретические основы управления процессом нефтепродуктообеспечения в нефтяных компаниях» раскрыты содержание, особенности и проблемы нефтепродуктообеспечения, введено понятие системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, описаны и проанализированы ее ключевые бизнес-процессы, выявлен системный характер процесса нефтепродуктообеспечения и обоснована необходимость применения концепции интегрированных систем для повышения его эффективности, рассмотрены теоретические аспекты проектирования интегрированных систем применительно к рынку нефтепродуктов, проведен анализ известных моделей нефтепродуктообеспечения.

*Во второй главе* «Математическая и имитационная модели анализа управления системой нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний» проведен системный анализ процесса поставок нефтепродуктов от производителей к конечным потребителям, на основе которого разработана математическая модель функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, интегрирующая все ее объекты и позволяющая осуществлять оптимизацию во взаимосвязи закупки, транспортировки, складирования и сбыта нефтепродуктов; сконструирована имитационная модель анализа процессов управления системой нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, позволяющая на основе предложенной оптимизационной математической модели строить различные сценарии ее развития в зависимости от состава объектов, их технико-экономических характеристик и условий функционирования.

*В третьей главе* «Информационная система поддержки принятия решений в управлении системой нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний» описана разработанная информационная система поддержки принятия решений, реализующая предложенную имитационную модель, и приведены наиболее значимые результаты ее апробации на примере предприятий нефтепродуктообеспечения ОАО «Татнефть», на основе которых предложены соответствующие мероприятия по повышению эффективности распределительно-сбытовой сети компании.



*В заключении* сформулированы основные выводы и результаты исследования.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**1. Разработана математическая модель функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, которая, в отличие от существующих, интегрирует все ее объекты и позволяет осуществлять оптимизацию во взаимосвязи закупки, транспортировки, складирования и сбыта нефтепродуктов.**

Специфические особенности нефтепродуктов, которые существенным образом влияют на процесс их транспортировки и организацию нефтескладского хозяйства, привели к тому, что нефтепродуктообеспечение выделилось из общехозяйственной транспортно-складской системы в самостоятельную целостную систему.

Система нефтепродуктообеспечения нефтяной компании представляет собой многопродуктовую, территориально-распределенную, разветвленную сеть, объединяющую совокупность корпоративных и внешних звеньев, участвующих в процессе продвижения конечных нефтепродуктов от производителей к потребителям в сфере оптовой, мелкооптовой и розничной реализации. Основная цель системы – бесперебойное обеспечение всех категорий потребителей качественными нефтепродуктами с минимальными совокупными издержками и максимумом общекорпоративной прибыли.

Элементная декомпозиция позволяет выявить пять типов объектов данной системы:

*1. Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ).* Основные поставщики нефтепродуктов.

*2. Нефтебазы (НБ).* Выполняют функции накопления, хранения запасов и распределения нефтепродуктов.

*3. Автозаправочные станции. (АЗС).* Розничная реализация нефтепродуктов конечным потребителям.

*4. Управления технологического транспорта (УТТ).* Транспортировка нефтепродуктов между объектами системы (НПЗ, НБ, АЗС) автотранспортом.

*5. Транспортные коммуникации:* автомобильные дороги, железные дороги, нефтепродуктопроводы.

По каждому типу объектов выделены основные технико-экономические характеристики (всего 52), определяющие параметры и эффективность функционирования в целом всей системы.

Нефтепродуктообеспечение включает в себя следующие функциональные составляющие: закупка, транспортировка, складирование и сбыт.

На рисунке 1 представлена общая схема взаимодействия объектов системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании по материальным потокам.

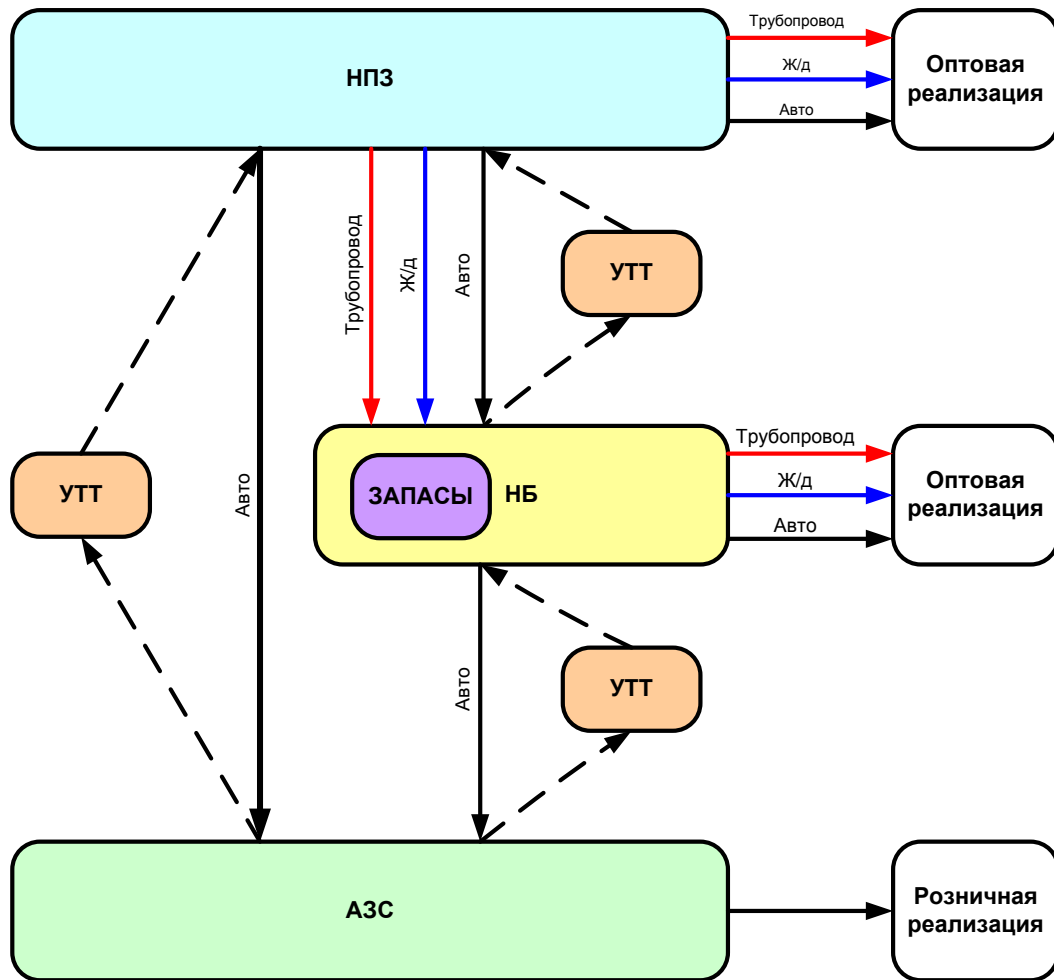


Рисунок 1 - Схема материальных потоков в системе нефтепродуктообеспечения нефтяной компании

Выявлено четыре типа возможных цепочек поставки нефтепродуктов, представляющие собой линейно-упорядоченные множества объектов, непосредственно участвовавших в доведении конкретной партии продукции до потребителя:

1. Оптовая реализация с НПЗ (НПЗ → Потребитель).
2. Розничная реализация по цепочке НПЗ → АЗС → Потребитель.
3. Оптовая реализация с НБ (НПЗ → НБ → Потребитель).
4. Розничная реализация по цепочке НПЗ → НБ → АЗС → Потребитель.

В случае транспортировки нефтепродуктов автотранспортом в цепи дополнительно участвует УТТ. При доставке нефтепродуктов от НПЗ до НБ возможно также использование транспорта первичной доставки – трубопроводного и железнодорожного.

В таблице 1 представлена математическая модель функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, интегрирующая все ее объекты и позволяющая оптимизировать во взаимосвязи закупку, транспортировку, складирование и сбыт нефтепродуктов.

Критерий оптимизации - максимизация суммарной (корпоративной) маржинальной прибыли

Таблица 1 – Математическая модель оптимизации потоков нефтепродуктов нефтяной компании

**Целевая функция** (суммарная выручка за вычетом суммарных переменных затрат по всем анализируемым объектам): маржинальная прибыль от реализации нефтепродуктов с НПЗ оптом + маржинальная прибыль от реализации по цепочке НПЗ → АЗС – переменные затраты на доставку и хранение нефтепродуктов на нефтебазах + выручка от реализации нефтепродуктов с нефтебаз оптом + маржинальная прибыль от реализации по цепочке НБ → АЗС

$$\begin{aligned}
 Z = & \sum_{g=1}^{gsm} \sum_{i=1}^{npz} \sum_{k=1}^3 {}^1X_{ik}^g \cdot (CO_{ik}^g \cdot KNPZ - ZatrPr_{ik}^g) + \\
 & \sum_{g=1}^{gsm} \sum_{i=1}^{npz} \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^2X_{imn}^g \cdot \left( CAZS_i^g - ZatrPr_{ik=авто}^g + \left( \left( \frac{Rast_{ni} + Rast_{im} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / V_{mn}^g + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_n} \right) \right. \\
 & \left. \cdot ((C_n - ZatrPr_n) \cdot Pr_n - C_n \cdot Pr_m) + (C_m^g \cdot KAZS - CAZS_i^g - ZatrPr_m^g) \cdot Pr_m \right) - \\
 & \sum_{g=1}^{gsm} \sum_{i=1}^{npz} \sum_{j=1}^{nb} \sum_{n=1}^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g \cdot (ZatrPr_{ik}^g + ZatrDost_{ijn}^g + ZatrPr_j^g) + \sum_{g=1}^{gsm} \sum_{j=1}^{nb} \sum_{k=1}^3 {}^4X_{jk}^g \cdot CO_{jk}^g \cdot KNB + \\
 & \sum_{g=1}^{gsm} \sum_{j=1}^{nb} \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^5X_{jmn}^g \cdot \left( CAZS_j^g + \left( \left( \frac{Rast_{nj} + Rast_{jm} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / V_{mn}^g + \frac{1}{UN_j^g} + \frac{1}{US_n} \right) \cdot ((C_n - ZatrPr_n) \cdot Pr_n - C_n \cdot Pr_m) \right. \\
 & \left. + (C_m^g \cdot KAZS - CAZS_j^g - ZatrPr_m^g) \cdot Pr_m \right) \rightarrow max
 \end{aligned} \tag{1}$$

**Система ограничений**

По предельным объемам отгрузки нефтепродуктов с НПЗ (максимально возможному объему предложения)

$$\sum_{k=1}^3 {}^1X_{ik}^g + \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^2X_{imn}^g + \sum_{j=1}^{nb} \sum_{n=1}^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g \leq VPost_i^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad (2)$$

По проектным мощностям отгрузки НПЗ (пропускной способности технических средств отгрузки нефтепродуктов)

$${}^1X_{ik}^g + \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^2X_{imnk=авто}^g + \sum_{j=1}^{nb} {}^3X_{ijk}^g \leq MO_{ik}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто} \quad (3)$$

По объемам обязательного вывоза нефтепродуктов с НПЗ (объемам договорных обязательств)

$$\sum_{k=1}^3 {}^1X_{ik}^g + \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^2X_{imn}^g + \sum_{j=1}^{nb} \sum_{n=1}^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g \geq VVivoz_i^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad (4)$$

По объемам оптовой реализации с НПЗ. Объемы оптовой продажи не могут превышать спрос

$${}^1X_{ik}^g \leq VOpt_{ik}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто} \quad (5)$$

На не превышение выходного потока с нефтебазы над входным по всем видам нефтепродуктов с учетом имеющихся на начало планового периода объемов запасов и обязательных объемов запасов к концу периода

$$\sum_{i=1}^{npz} \sum_{n=1}^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g + Zapas_j^g \geq \sum_{k=1}^3 {}^4X_{jk}^g + \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^5X_{jmn}^g + PlanZapas_j^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad (6)$$

По проектным мощностям приема нефтебаз (пропускной способности технических средств приема нефтепродуктов)

$$\sum_{i=1}^{npz} {}^3X_{ijk}^g \leq MP_{jk}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто} \quad (7)$$

По проектным мощностям отгрузки нефтебаз (пропускной способности технических средств отгрузки нефтепродуктов)

$${}^4X_{jk}^g + \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^5X_{jmnk=авто}^g \leq MO_{jk}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто} \quad (8)$$

По объемам оптовой реализации с нефтебаз. Объемы оптовой продажи не могут превышать спрос

$${}^4X_{jk}^g \leq VOpt_{jk}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто} \quad (9)$$

По предельным коэффициентам оборачиваемости емкостей нефтебаз	
$\sum_{i=1}^{npz} \sum_{n=1}^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g / VE_{mk_j}^g \leq KO, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb}$	(10)
На не превышение запасов на нефтебазах объемов емкостей	
$Zapas_j^g + \sum_{i=1}^{npz} \sum_{n=1}^{utt+2} {}^3X_{ijn}^g - \sum_{k=1}^3 {}^4X_{jk}^g - \sum_{m=1}^{azs} \sum_{n=1}^{utt} {}^5X_{jmn}^g \leq VE_{mk_j}^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad j = \overline{1, nb}$	(11)
По интенсивности потребления нефтепродуктов на АЗС. Объемы розничной продажи не могут превышать спрос	
$\sum_{i=1}^{npz} \sum_{n=1}^{utt} {}^2X_{imn}^g + \sum_{j=1}^{nb} \sum_{n=1}^{utt} {}^5X_{jmn}^g \leq VPotr_m^g, \quad g = \overline{1, gsm} \quad m = \overline{1, azs}$	(12)
По предельным мощностям УТТ	
$\sum_{g=1}^{gsm} \left( \begin{array}{l} \sum_{i=1}^{npz} \sum_{m=1}^{azs} {}^2X_{imn}^g \cdot \left( \left( \frac{Rast_{ni} + Rast_{im} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / V_{mn}^g + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_n} \right) + \\ \sum_{i=1}^{npz} \sum_{j=1}^{nb} {}^3X_{ijn}^g \cdot \left( \left( \frac{Rast_{ni} + Rast_{ij} + Rast_{nj}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / Gruz_n + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_j^g} \right) + \\ \sum_{j=1}^{nb} \sum_{m=1}^{azs} {}^5X_{jmn}^g \cdot \left( \left( \frac{Rast_{nj} + Rast_{jm} + Rast_{mn}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / V_{mn}^g + \frac{1}{UN_j^g} + \frac{1}{US_n} \right) \end{array} \right) \leq MUTT_n, \quad n = \overline{1, utt}$	(13)
По минимально допустимому объему поставки по трубопроводу	
${}^3X_{ijk}^g \geq VTr$ или , $g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad j = \overline{1, nb} \quad k = \text{трубопровод}$ $= 0$	(14)
На неотрицательность объемов поставки	
${}^1X_{ik}^g, {}^2X_{imn}^g, {}^3X_{ijn}^g, {}^4X_{jk}^g, {}^5X_{jmn}^g \geq 0, \quad g = \overline{1, gsm} \quad i = \overline{1, npz} \quad j = \overline{1, nb} \quad m = \overline{1, azs} \quad n = \overline{1, utt} \quad k = \text{трубопровод, ж/д, авто}$	(15)

Максимально возможный объем доставки  $g$ -го вида нефтепродукта на  $m$ -ую АЗС транспортом  $n$ -го УТТ  $V_{mn}^g$  рассчитывается следующим образом:

$$V_{mn}^g = \min \left( Gruz_n, VEmk_m^g \cdot \left( 1 - \frac{Norm}{100\%} \right) \right) \quad (16)$$

При использовании автотранспорта ( $n=авто$ ) затраты на доставку нефтепродуктов с  $i$ -го НПЗ до  $j$ -ой нефтебазы  $ZatrDost_{ijn}^g$  определяются исходя из следующего соотношения:

$$ZatrDost_{ijn}^g = \left( \left( \frac{Rast_{ni} + Rast_{ij} + Rast_{nj}}{Skorost_n} + VrN + VrS \right) / Gruz_n + \frac{1}{UN_i^g} + \frac{1}{US_j^g} \right) \cdot ((ZatrPr_n - C_n) \cdot Pr_n + C_n) \quad (17)$$

При  $n=трубопровод, ж/д$   $ZatrDost_{ijn}^g$  устанавливается в виде среднего норматива.

Все параметры рассматриваются за плановый период (месяц, декада, неделя).

Искомые (оптимизируемые выходные параметры):

$^1X_{ik}^g$  - объем оптовых продаж  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $i$ -го НПЗ при использовании  $k$ -го способа отгрузки, т.

$^2X_{imn}^g$  - объем поставок  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $i$ -го НПЗ на  $m$ -ую АЗС посредством  $n$ -го УТТ, т.

$^3X_{ijn}^g$  - объем поставок  $g$ -го вида нефтепродуктов от  $i$ -го НПЗ на  $j$ -ую НБ  $n$ -ым способом доставки, т.

$^4X_{jk}^g$  - объем оптовых продаж  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $j$ -ой НБ при использовании  $k$ -го способа отгрузки, т.

$^5X_{jmn}^g$  - объем поставок  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $j$ -ой НБ на  $m$ -ую АЗС посредством  $n$ -го УТТ, т.

Исходные (входные) параметры:

$gsm$  - число видов нефтепродуктов;  $npz$  - число НПЗ;  $nb$  - число нефтебаз;  $azs$  - число АЗС;  $utt$  - число УТТ

$Pr_n$  - булева переменная, определяющая принадлежность  $n$ -го УТТ (1 - своя, 0 - сторонняя)

$Pr_m$  - булева переменная, определяющая принадлежность  $m$ -го АЗС

Доходная часть сторонних организаций в целевую функцию не включается

$C_m^g$  - цена розничной реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов на  $m$ -ой АЗС (без НДС), руб./т.

$C_n$  - средний часовой тариф за услуги  $n$ -го УТТ, руб./час

$CAZS_i^g$  - цена реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов для АЗС на  $i$ -ом НПЗ (без НДС), руб./т.

$CAZS_j^g$  - цена реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов для АЗС на  $j$ -ой НБ (без НДС), руб./т.

$CO_{ik}^g$  - цена реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов оптом с  $i$ -го НПЗ при использовании  $k$ -го способа отгрузки (без НДС), руб./т.

$CO_{jk}^g$  - цена реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов оптом с  $j$ -ой НБ при использовании  $k$ -го способа отгрузки (без НДС), руб./т.

$Gruz_n$  - средняя грузоподъемность топливовозов  $n$ -го УТТ, т.

$KAZS$  - коэффициент на розничную цену реализации нефтепродуктов с АЗС

$KNB$  - коэффициент на оптовую цену реализации нефтепродуктов с НБ

$KNPZ$  - коэффициент на оптовую цену реализации нефтепродуктов с НПЗ

$KO$  - предельный коэффициент оборачиваемости емкостей НБ

$MO_{ik}^g$  - проектные мощности отгрузки  $i$ -го НПЗ по  $g$ -му виду нефтепродуктов для  $k$ -го способа доставки, т.

$MO_{jk}^g$  - проектные мощности отгрузки  $j$ -ой НБ по  $g$ -му виду нефтепродуктов для  $k$ -го способа доставки, т.

$MP_{jk}^g$  - проектные мощности приема  $j$ -ой НБ  $g$ -го вида нефтепродуктов при использовании  $k$ -го способа доставки, т.

$MUTT_n$  - предельные мощности  $n$ -го УТТ, час

$Norm$  - минимальный страховой запас нефтепродуктов на АЗС, %

$PlanZapas_j^g$  - плановые объемы запасов  $g$ -го вида нефтепродуктов на  $j$ -ой НБ к концу периода, т.

$Rast_{ij}$  - расстояние от  $i$ -го НПЗ до  $j$ -ой НБ, км.

$Rast_{im}$  - расстояние от  $i$ -го НПЗ до  $m$ -ой АЗС, км.

$Rast_{jm}$  - расстояние от  $j$ -ой НБ до  $m$ -ой АЗС, км.

$Rast_{mn}$  - расстояние от  $m$ -ой АЗС до  $n$ -го УТТ, км.

$Rast_{ni}$  - расстояние от  $n$ -го УТТ до  $i$ -го НПЗ, км.

$Rast_{nj}$  - расстояние от  $n$ -го УТТ до  $j$ -ой НБ, км.

$Skorost_n$  - средняя скорость движения топливовозов  $n$ -го УТТ, км./час

$SVEmk_m^g$  - свободный объем емкостей  $m$ -ой АЗС по  $g$ -му виду нефтепродуктов, т.

$UN_i^g$  - скорость налива на автотранспорт  $g$ -го вида нефтепродукта на  $i$ -ом НПЗ, т./час

$UN_j^g$  - скорость налива на автотранспорт  $g$ -го вида нефтепродукта на  $j$ -ой НБ, т./час

$US_j^g$  - скорость слива  $g$ -го вида нефтепродукта с автотранспорта на  $j$ -ой НБ, т./час

$US_n$  - скорость слива нефтепродуктов на АЗС с автотранспорта  $n$ -го УТТ, т./час

$VEmk_j^g$  - объем емкостей  $j$ -ой НБ по  $g$ -му виду нефтепродуктов, т.

$VEmk_m^g$  - объем емкостей  $m$ -ой АЗС по  $g$ -му виду нефтепродуктов, т.

$VGd$  - грузоподъемность одной емкости доставки по ж/д, т.

$VOpt_{ik}^g$  - объемы оптовой реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $i$ -го НПЗ  $k$ -ым способом отгрузки, т.

$VOpt_{jk}^g$  - объемы оптовой реализации  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $j$ -ой НБ  $k$ -ым способом отгрузки, т.

$VPost_i^g$  - предельные объемы поставок  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $i$ -го НПЗ, т.

$VPotr_m^g$  - интенсивность потребления (спрос на розничную реализацию)  $g$ -го вида нефтепродуктов на  $m$ -ой АЗС

$VrN$  - дополнительные затраты времени топливовозов в точках налива (НПЗ, НБ), час

$VrS$  - дополнительные затраты времени топливовозов в точках слива (НБ, АЗС), час

плановый период, т.

$VTr$  - минимальный допустимый объем поставки по трубопроводу, т.

$VVivoz_i^g$  - объемы обязательного вывоза  $g$ -го вида нефтепродуктов с  $i$ -го НПЗ, т.

$ZatrPr_{ik}^g$  - удельные переменные затраты (себестоимость)  $i$ -го своего НПЗ по  $g$ -му виду нефтепродуктов при использовании  $k$ -го способа отгрузки или отпускная цена  $i$ -го стороннего НПЗ  $g$ -го вида нефтепродукта  $k$ -ым способом отгрузки (без НДС), руб./т.

$ZatrPr_j^g$  - удельные переменные затраты  $j$ -ой НБ по  $g$ -му виду нефтепродуктов (без закупочной цены и затрат на доставку) (без НДС), руб./т.

$ZatrPr_m^g$  - удельные переменные затраты  $m$ -ой АЗС по  $g$ -му виду нефтепродуктов (без закупочной цены и затрат на доставку) (без НДС), руб./т.

$ZatrPr_n$  - средняя себестоимость часа эксплуатации топливовоза  $n$ -го УТТ, руб./час

$ZatrDost_{ijn}^g$  - удельные переменные затраты на доставку  $g$ -го вида нефтепродуктов от  $i$ -го НПЗ до  $j$ -ой НБ  $n$ -ым способом доставки (без НДС), руб./т.

$Zapas_j^g$  - объемы запасов  $g$ -го вида нефтепродуктов на  $j$ -ой НБ в начале планового периода, т.

**2. Сконструирована имитационная модель анализа системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, позволяющая на основе предложенной оптимизационной математической модели строить различные сценарии ее развития в зависимости от состава объектов, их технико-экономических характеристик и условий функционирования.**

В общем случае под имитационным моделированием понимают процесс проведения на ЭВМ экспериментов с математическими моделями сложных систем с целью исследования возможных сценариев их развития. Для системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании такая имитационная модель может быть построена на основе предложенной оптимизационной математической модели по схеме, представленной на рисунке 2.



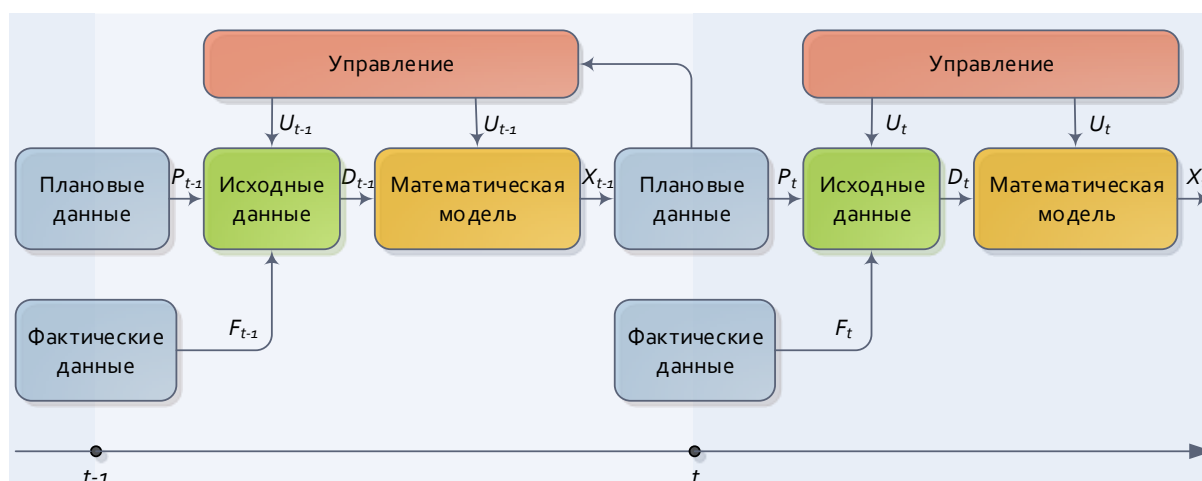


Рисунок 2 - Схема имитационной модели системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании

Ниже перечислены основные элементы имитационной модели:

1. Математическая модель, используемая для расчета оптимальных планов закупок, транспортировки, складирования и сбыта за каждый  $t$ -й период в соответствии с выбранным шагом моделирования  $\Delta t$  (например, неделя, месяц, квартал).

2.  $D_t$  - исходные данные для решения математической задачи определения оптимального плана нефтепродуктообеспечения за  $t$ -й период и расчета характеризующих его показателей эффективности, формируемые из плановых данных  $P_t$  (в т.ч. полученных на предыдущем шаге моделирования  $X_{t-1}$ ) и фактических учетных данных  $F_t$ .

3.  $X_t$  - совокупность оптимальных показателей функционирования как всей системы нефтепродуктообеспечения в целом, так и отдельных ее объектов за  $t$ -й период.

4.  $U_t$  - управляющие воздействия на исходные данные и математическую модель на  $t$ -м шаге моделирования, заключающиеся в определении:

- состава участвующих объектов;
- значений технико-экономических характеристик объектов;
- условий функционирования, представляемые как система ограничений в математической модели.

Таким образом, общая задача объемно-календарного анализа, планирования и управления решается комбинацией имитации и линейной оптимизации, а общая целевая функция приобретает следующий вид:

$$Z' = \sum_t Z(NPZ_t, NB_t, AZS_t, UTT_t, TK_t, X_t) \quad (18)$$

, где искомыми становятся не только планы закупки, складирования, транспортировки и сбыта  $X_t$ , определяемые в процессе решения задачи линейного программирования, но и сам состав объектов ( $NPZ_t$  – НПЗ,  $NB_t$  – нефтебазы,  $AZS_t$  – АЗС,  $UTT_t$  – УТТ,  $TK_t$  – транспортные коммуникации), их технико-экономические характеристики и условия функционирования, определяемые имитационно.

По характеру постановки все задачи моделирования можно разделить на две основные группы. К первой группе относятся задачи, в которых требуется исследовать, как изменяются характеристики системы и составляющих его объектов при некотором воздействии на них. Таковую постановку задачи принято называть «что будет, если...», например, «что будет, если закупочные цены на нефтепродукты повысятся на 5%?». Вторая группа задач имеет такую обобщенную формулировку: какое надо произвести воздействие на систему, чтобы ее параметры удовлетворяли некоторому заданному условию? Такая постановка задачи часто называется «как сделать, чтобы...», например, «как перераспределить мощности УТТ, чтобы минимизировать транспортные расходы».

Общая последовательность проведения имитационных исследований при решении таких задач включает следующие основные этапы:

1. Определение целей моделирования: оценка, сравнение альтернатив, прогноз, анализ чувствительности, выявление функциональных соотношений, оптимизация. Сформулированные и структурированные на первом этапе цели определяют весь ход дальнейшего имитационного исследования.

2. Построение сценариев имитации. Генерация возможных решений (альтернатив, сценариев), подготовка исходных данных, настройка условий расчета.

3. Расчет сценариев по предложенной на рис. 2 схеме.

4. Оценка, сравнительный анализ и интерпретация результатов моделирования, выбор наилучшего варианта, выработка управленческих решений. В работе предложена система частных и агрегированных показателей эффективности функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании (всего 86 параметров), которая может быть получена на основе результатов расчета по каждому сценарию и положена в основу данного этапа.

Помимо перечисленных выше возможностей, большим плюсом использования предлагаемой имитационной модели в процедурах принятия решений является то, что сам эксперт активно участвует в этом процессе: детализирует проблему и модель, осуществляет генерацию альтернатив, постановку направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели, выбор и ранжирование критериев, а также оценку результатов сценарных расчетов, т.е. технология имитационного моделирования позволяет учитывать субъективные предпочтения эксперта и его опыт в процессе принятия решений. Компьютер только упрощает, помогает эксперту в выработке решения, а не заменяет его, что является необходимой установкой в системах поддержки принятий решений (СППР).

**3. Исследованы возможности и диапазоны применения предложенной экономико-математической модели для решения различных групп управленческих задач в системе нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний, приведены методические рекомендации по формированию исходных данных и управлению системой математических ограничений при их постановке.**

Варьируя входными параметрами и системой ограничений математической модели, можно исследовать поведение и свойства системы в различных ситуациях, складывающихся под разнонаправленным воздействием множества внутренних и внешних факторов. В частности возможна постановка и решение следующих групп задач:

1. Определение влияния совокупности технико-экономических характеристик на систему нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний. В частности, оценка последствий колебаний объемов спроса, закупочных цен, транспортных тарифов; сравнение различных вариантов географического расположения объектов; определение уровня цен реализации, обеспечивающего целевую прибыль (или точку безубыточности); оценка эффективности плана формирования коммерческих запасов (формирующихся в один период, реализующихся в другой период на более выгодных условиях) нефтепродуктов на нефтебазах.

2. Оценка экономической эффективности инвестиций на технологическую и организационную модернизацию системы нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний.

3. Оценка экономической эффективности и последствий введения новых объектов с заданными технико-экономическими характеристиками в эксплуатацию или вывода действующих объектов из эксплуатации. В частности, расширение сети АЗС, консервирование нефтебаз, строительство нового НПЗ, сдача в аренду или продажа нерентабельных АЗС.

4. Определение оптимальных условий функционирования объектов и инфраструктуры распределительно-сбытовой сети нефтяной компании. В частности, мощностей объектов, объемов поставки нефтепродуктов с НПЗ.

В работе приводятся методические рекомендации по формированию исходных данных и управлению системой ограничений математической модели при проведении таких исследований.

**4. Спроектирована и разработана информационная система поддержки принятия решений в управлении системой нефтепродуктообеспечения нефтяной компании на основе предложенной имитационной модели, которая позволяет: а) вести учет плановых и фактических данных по всем объектам; б) строить различные сценарии развития; в) рассчитать оптимальные объемно-календарные характеристики; г) произвести оценку и сравнительный анализ сценариев развития на основе системы частных и агрегированных показателей эффективности.**

Программный продукт реализован в архитектуре клиент-сервер с выделенным сервером базы данных, сервером математических расчетов и слоем интеграционных сервисов, графическое изображение которой представлено на рисунке 3.

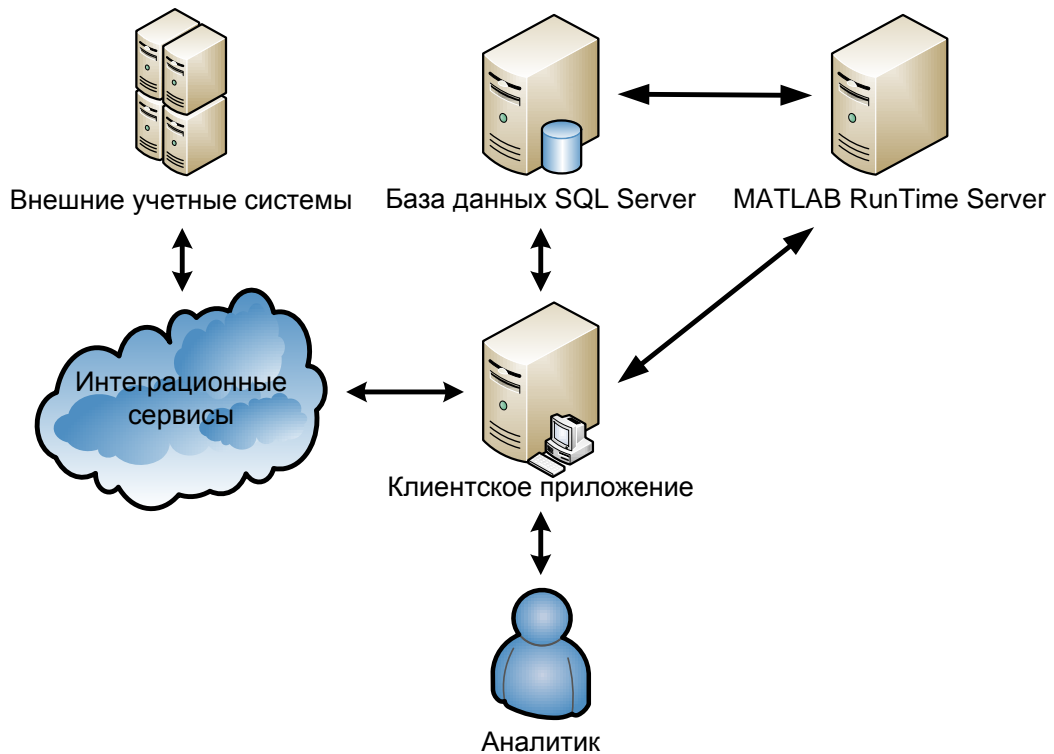


Рисунок 3 - Архитектура СППР

Клиентское приложение включает в себя 4 функциональных модуля:

*1. Модуль сбора и подготовки исходных данных*

Предназначен для поддержки следующих фактических и плановых данных:

- справочник видов нефтепродуктов;
- справочники объектов моделирования (НПЗ, НБ, АЗС, УТТ);
- технико-экономические характеристики объектов (52 параметра).

Отсутствие данных по любому параметру приводит к исключению из рассмотрения всех связанных с ним цепочек.

*2. Модуль построения сценариев имитации*

Модуль предназначен для построения всевозможных сценариев имитации за счет изменения:

- состава объектов – моделирование введения в эксплуатацию новых объектов (НПЗ, НБ, АЗС, УТТ) с заданными технико-экономическими характеристиками или выведения из эксплуатации действующих;
- любых технико-экономических характеристик объектов;
- условий расчета (манипулирование ограничениями и их предельными значениями, коэффициентами при составляющих целевой функции).

Новые сценарии имитации могут быть созданы на основе исходных плановых или фактических данных или любого другого сценария.

*3. Модуль расчета (математическое обеспечение)*

Предназначен для решения на основе исходных данных или любого сценария имитации математической задачи нахождения оптимальных планов закупок, складирования, транспортировки и сбыта, обеспечивающих максимальную маржинальную прибыль (выручка от реализации нефтепродуктов за вычетом суммарных переменных затрат) с учетом всевозможных ограничений,

накладываемых спецификой функционирования системы нефтепродуктообеспечения и технико-экономическими характеристиками объектов и нефтепродуктов.

При проведении расчетов возможно использование одного из двух методов:

- симплекс метод – точный метод для задач средней размерности;
- метод LIPSOL (линейный решатель с внутренними точками, который является вариантом алгоритма предиктор-корректор Мехротра, метод одновременного решения прямой и двойственной задач с внутренней точкой) – итерационный приближенный метод с высокой точностью решения для задач большой размерности.

#### *4. Модуль сравнительного анализа результатов моделирования*

На основе полученных планов рассчитывается 86 частных и агрегированных показателей функционирования всех объектов моделирования, позволяющих оценить эффективность тех или иных управленческих решений. Данный модуль позволяет провести всесторонний сравнительный анализ данных показателей, полученных по различным сценариям имитации.

Основные возможности:

- просмотр результатов в табличном виде в различных представлениях (с помощью построителя запросов, позволяющего настраивать форму вывода, осуществлять фильтрацию и группировку данных с использованием различных агрегирующих функций);

- графическое представление результатов в динамике;

- экспорт исходных данных и результатов моделирования в Excel листы.

Программный продукт апробирован в одной из крупнейших российских нефтяных компаний - ОАО «Татнефть». В таблице 1 приведены основные результаты проведенных расчетов по сравнительному анализу сценариев развития компании в сфере нефтепродуктообеспечения.

Все расчеты показывают очень сложную, нелинейную зависимость маржинальной прибыли от множества факторов. Эти закономерности можно установить только на основе информационно-математических моделей и численных расчетов.

На основе проведенных имитационных исследований получены следующие результаты и предложены соответствующие рекомендации по повышению эффективности деятельности распределительно-сбытовой сети ОАО «Татнефть»:

- выявлена неэффективность закупок, связанная с обязательными объемами закупки с определенных НПЗ при имеющихся в соответствующие периоды более выгодных предложениях от других;

- сформирован список нерентабельных АЗС по видам нефтепродуктов;

- сформирован список нерентабельных нефтебаз;

- выявлена необходимость и экономическая обоснованность инвестиций в обновление парка топливовозов (закупка топливовозов с большой (более 20 т.) грузоподъемностью);

- выявлена высокая эффективность формирования коммерческих запасов в периоды низких цен для реализации в периоды более высоких.

Таблица 1 - Сценарии имитации

Сценарий имитации	Операц. прибыль, руб.	Улучшение относит. "План.- факт. данных", руб. и %	Улучшение относительно 10 сценария, руб.
Планово-фактические данные	1875708614		
01 Оптимизация закупок (без обязательных объемов вывоза с НПЗ)	1892075047	16366433 0,9%	
02 Полная оптимизация закупок (без обязательных и предельных объемов вывоза с НПЗ)	2110704331	234995717 12,5%	
03 Оптимизация транспортировки по НБ (без ограничений по мощностям приема и отгрузки нефтебаз)	1877971934	2263320 0,1%	
04 Оптимизация сбыта (без условия обязательного удовлетворения спроса)	1896817899	21109285 1,1%	
05 Оптимизация закупок и сбыта (с условиями сценарий 02 и 04)	2145033724	269325110 14,4%	
06 Обновление парка топливозовозов (улучшение средних параметров автотранспорта всех УТТ в соответствии со значениями наиболее востребованных)	1936535055	60826441 3,2%	
07 Оптимизация автотранспортной инфраструктуры (с условиями сценария 06 и без ограничений по предельным мощностям УТТ)	1940150885	64442271 3,4%	
08 Оптимизация всех потоков и транспортной инфраструктуры (с условиями сценарий 02, 03, 04 и 07)	2209537011	333828397 17,8%	
09 Формирование коммерческих запасов на НБ	1945920218	70211604 3,7%	
10 Планово-фактические данные без оптовой реализации с НБ	1743372498		
11 Исключение нефтебазы № 1	1747104279		3731781 (0,2%)
12 Исключение нефтебазы № 2	1742834190		-538308 (0%)
13 Исключение нефтебазы № 3	1757826040		14453542 (0,8%)
14 Исключение нефтебазы № 4	1756710085		13337587 (0,8%)
15 Исключение нефтебазы № 5	1737706828		-5665670 (-0,3%)
16 Исключение нефтебазы № 6	1744035039		662541 (0%)
17 Исключение нефтебазы № 7	1762705174		19332676 (1,1%)
18 Исключение нефтебазы № 8	1786455217		43082719 (2,5%)
19 Исключение нефтебаз № 3, 4	1771160523		27788025 (1,6%)
20 Исключение нефтебаз № 4, 8	1799666368		56293870 (3,2%)
21 Исключение нефтебаз № 3, 7	1774276036		30903538 (1,8%)
22 Исключение нефтебаз № 7, 8	1798470131		55097633 (3,2%)

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование разработанной системы поддержки принятия решений позволит существенно повысить эффективность деятельности в целом всей нефтяной компании.

В настоящее время рынок нефтепродуктов РФ можно считать конкурентным и сбалансированным, в нем представлены элементы крупного, среднего и малого бизнеса. Все они являются потенциальными потребителями предлагаемой разработки.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

1. Проведен системный анализ процесса поставок нефтепродуктов от производителей к конечным потребителям, на основе которого разработана математическая модель функционирования системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, интегрирующая все ее объекты и позволяющая осуществлять оптимизацию во взаимосвязи закупок, транспортировки, складирования и сбыта.

2. Сконструирована имитационная модель для анализа системы нефтепродуктообеспечения нефтяной компании, позволяющая на основе предложенной оптимизационной математической модели строить различные сценарии ее развития в зависимости от состава объектов, их технико-экономических характеристик и условий функционирования.

3. Исследованы возможности и диапазоны применения предложенной экономико-математической модели для решения различных групп управленческих задач в системе нефтепродуктообеспечения нефтяных компаний, приведены методические рекомендации по формированию исходных данных и управлению системой математических ограничений при их постановке.

4. Спроектирована и разработана информационная система поддержки принятия решений, реализующая предложенную имитационную модель и включающая в себя модули: а) учета плановых и фактических данных по всем объектам; б) построения различных сценариев развития компании; в) расчета оптимальных объемно-календарных характеристик; г) оценки и сравнительного анализа сценариев развития на основе системы частных и агрегированных показателей эффективности. Приведены результаты апробации созданного программного продукта в одной из крупнейших российских нефтяных компаний - ОАО «Татнефть» и выработанные на их основе рекомендации по повышению эффективности деятельности распределительно-сбытовой сети компании.

Развитие темы диссертационных исследований может осуществляться в направлении расширения границ исследуемой системы включением в интегрированную модель потоковых процессов материально-технического обеспечения и производства нефтеперерабатывающих заводов, а также учета в явной форме рыночных рисков.

## ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК*

1. Гимазетдинов Р.Ф., Смирнов Ю.Н., Анализ и планирование складской, транспортной и сбытовой логистики нефтепродуктов на основе информационно-математической модели // Научно-практический межотраслевой журнал «Интеграл» – 2008. - №1. – с. 38-41.

2. Гимазетдинов Р.Ф., Смирнов Ю.Н. Исследование закупочной, складской, транспортной и сбытовой логистики нефтепродуктов и оптимизация инфраструктуры предприятий нефтяной отрасли // Научно-практический межотраслевой журнал «Интеграл» – 2009. - №5. – с. 42-44.

3. Гимазетдинов Р.Ф., Зиганшин Р.Ш., Смирнов Ю.Н. Информационно-математическая модель оптимизации логистики нефтепродуктов // Научно-практический межотраслевой журнал «Интеграл» – 2009. - №6. – с. 42.

4. Гимазетдинов Р.Ф., Газизов И.И., Зиганшин Р.Ш., Смирнов Ю.Н. О современных стандартах и технологиях управления предприятием // Научно-практический межотраслевой журнал «Интеграл» – 2010. - №4. – с. 73-75.

### *Прочие публикации*

5. Гимазетдинов Р.Ф. Анализ и планирование логистики нефтепродуктов нефтяных компаний на основе имитационного моделирования // Экономические науки в России и за рубежом: материалы V Международной научно-практической конференции (20.12.2011). – М.: Издательство «Спутник +», 2012. – с. 273-276.

6. Гимазетдинов Р.Ф. Закупочная логистика в системе нефтепродуктообеспечения // Современный российский менеджмент: отрасли, комплексы, обеспечивающие процессы и системы: материалы всероссийской научно-практической конференции, Волгоград, 2011 г. – М.: ООО «Планета», 2011. – с. 131-135.

7. Гимазетдинов Р.Ф. Система объемно-календарного планирования и поддержки принятия управленческих решений для предприятий нефтепродуктообеспечения // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 2011 г. / Под общ. ред. С.С. Чернова.– Новосибирск: Издательство НГТУ, 2011. – с. 114-119.

8. Гимазетдинов Р.Ф. Системный анализ процесса нефтепродуктообеспечения в крупных нефтяных компаниях // Современные научные исследования социально-экономических процессов: материалы международной научно-практической конференции – в 2-х частях – ч.1, Саратов, 2011 г. – Саратов: Издательство ЦПМ «Академия Бизнеса», 2011. – с. 62-66.

9. Гимазетдинов Р.Ф. Склад в цепи поставок нефтепродуктов // Современный российский менеджмент: отрасли, комплексы, обеспечивающие процессы и системы: материалы всероссийской научно-практической конференции, Волгоград, 2011 г. – М.: ООО «Планета», 2011. – с. 135-140.

10. Гимазетдинов Р.Ф. Функциональные области логистики нефтепродуктообеспечения: проблемы интеграции и координации //



Экономическое развитие страны: различные аспекты вопроса: материалы IV Международной научно-практической конференции, Таганрог, 27 октября 2011 г. / Под. ред. д. э. н. Галачиевой С.В. – М.: Издательство «Спутник+», 2011. – с. 217-221.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011619676: Информационная система среднесрочного и стратегического анализа, планирования и управления логистикой нефтепродуктов в крупных нефтяных компаниях / Гимазетдинов Р.Ф., Смирнов Ю.Н. - М.: Роспатент, 2011.

Диссертант



Гимазетдинов Р.Ф.

Гимазетдинов Рустем Фанисович

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ  
НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ  
НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ

Специальность 08.00.13 – Математические и  
инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Подписано в печать 23.10.13. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд.л. 1,3.  
Тираж 100 экз. Заказ № 520

ООО «Издательство ЦДУМ»  
450000 г. Уфа, ул. Тукаева, 50