

На правах рукописи



Дьячков Николай Викторович

**УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА
НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальность: 08.00.13 – «Математические и
инструментальные методы экономики»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Пермь – 2003

Работа выполнена на кафедре экономической кибернетики
в Пермском государственном университете

Научный руководитель доктор физико-математических наук,
профессор Андрианов Дмитрий
Леонидович

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,
профессор Артемов Николай Иванович
кандидат технических наук,
доцент Каданэр Эдуард Дмитриевич

Ведущая организация: Пермский государственный технический
университет

Защита состоится 30 июня 2003 г. в 13 часов на заседании регио-
нального диссертационного совета ДМ 212.189.07 при Пермском государст-
венном университете по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, зал
заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Пермского го-
сударственного университета.

Автореферат разослан 29 мая 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат экономических наук, доцент



Симонова Н.Ф.

2003-А
11134

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы управления запасами нефтеперерабатывающих комплексов (НПК) обусловлена значительностью влияния, которое запасы оказывают на экономическую эффективность деятельности предприятий такого типа. Для характеристики значимости связи между уровнем запасов НПК и экономическим результатом его функционирования приведем следующие соображения.

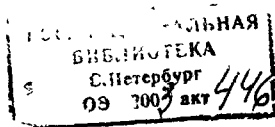
Материально-сырьевая составляющая (нефть) себестоимости готовой продукции НПК значительно превосходит все остальные виды его затрат: доля стоимости сырья в составе конечной продукции для предприятий нефтепереработки превосходит 90%.

Для обеспечения производства нефтеперерабатывающему предприятию необходимо поддерживать высокий уровень запасов нефти, нефтяных полуфабрикатов и готовой продукции, представляющих собой различные стадии движения материально-сырьевой составляющей себестоимости. Это означает, что при величине суммарных запасов НПК, сопоставимых с месячным объемом переработки нефти, в них в среднем скованы примерно 90% месячной себестоимости предприятия.

Обслуживание оборотного капитала, скованного в запасах, влечет за собой для предприятия как явные, так и вмененные издержки. При этом величина затрат, связанных с содержанием запасов, согласно современным оценкам¹ составляет минимум 1%/месяц от суммарной стоимости запаса.

Таким образом, в составе тех издержек, которые не связаны с материальной составляющей себестоимости и которыми может управлять руководство НПК, примерно десятую часть составляют затраты, связан-

¹ Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами, СПб, «Питер», 2001 г., с.56-57.



ные с содержанием запасов. Следовательно, в рационализации процесса управления запасами НПК кроется источник существенного повышения экономической эффективности их деятельности.

Управление запасами, несмотря на сравнительную молодость, из всех специализированных ветвей исследования операций обладает, с одной стороны, наибольшими возможностями для практического применения, с другой – наиболее развитой теорией. По этой тематике ежегодно публикуется свыше 100 журнальных статей, причем обсуждение проблем часто идет в более широком контексте – затрагиваются вопросы производства, логистики, транспортировки. Теоретическим и практическим вопросам организации управления запасами посвящены работы Ю.И. Рыжикова, Е.А. Хруцкого, Е.В. Булинской, А.А. Первозванского, К.В. Инютиной, Д.И. Голенко, В.А. Сакович, В.А. Лотоцкого, О.Д. Проценко, Д. Букана, Э. Кенигсберга, О.У. Уайта, Д. Хедли, Г. Уайтина, Н.У. Прабху, П. Зермати, Д. Орлицки и многих других. Вклад этих исследователей в разработку различных аспектов функционирования систем управления запасами, несомненно, огромен. Однако, как отмечает один из основоположников отечественной научной школы управления запасами Ю.И. Рыжиков, «существующая теория управления запасами не решает всех проблем, в особенности проблем оптимизации сложных систем». Все вышеизложенное определило актуальность выбранной темы исследования.

Степень разработанности проблемы. В основе большинства известных подходов к решению задач управления запасами зачастую лежат посылки, в силу которых применение таких подходов к исследованию сложных систем становится малоэффективным или нецелесообразным: внесистемное, независимое рассмотрение запаса каждого из продуктов и недоучет активной роли системы управления. НПК и его запасы, вне всякого сомнения, представляют собой сложную систему. Большое число

взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов этой системы и запутанность трудно анализируемых цепочек причинно-следственных связей не позволяют использовать для решения задачи управления запасами НПК какой-либо из известных подходов. Особенностью настоящей диссертационной работы, выделяющей ее из круга аналогичных по направленности исследований, является именно целостное, системное рассмотрение запасов НПК в их единстве и взаимосвязи с процессами управления предприятием и его производственными мощностями.

Что касается известных подходов к решению задач управления сложными образованиями с системных позиций (прежде всего имитационного моделирования), среди разработчиков которых следует выделить Н.П. Бусленко, И.Н. Коваленко, В.В. Калашникова, Н.Н. Моисеева, Г.Я. Фридмана, Т.Х. Нейлора, Р.Ю. Шеннона, то упоминания запасов НПК как предмета исследования в их трудах нам не встречалось. Из известных нам наиболее близким по духу настоящей работе является исследование американского ученого А. Барзамана, в котором также используется аппарат имитационного моделирования. Однако данное исследование ставит своей целью решение более узкой задачи (определение оптимального объема резервуарного парка) и не принимает во внимание систему управления производством, а также упрощенно, на наш взгляд, представляет динамику происходящих на НПК процессов.

Таким образом, ни в одной из известных нам на настоящий момент работ задача управления запасами НПК не ставится и не решается в том виде, в каком она сформулирована в данном исследовании. В близких по направленности изысканиях рассматриваются частные вопросы, поиск решений которых осуществляется исходя из посылок, недопустимо упрощающих реальное функционирование такой сложной производственной системы, как НПК. Предлагаемая работа призвана в существенной мере устранить обозначенные пробелы.

Цели и задачи исследования. Основной целью диссертационного исследования является разработка подхода к исследованию экономических аспектов управления запасами НПК на основе имитационного моделирования. Возможности данного подхода позволяют, основываясь на экономических критериях, найти ответ на целый ряд вопросов, связанных с организацией системы управления запасами на предприятии. Среди них, прежде всего, выделим вопросы обоснования объема оборотных средств в запасах (нормы запаса), требуемых для нормального функционирования НПК, определения размеров товарно-сырьевого парка, частоты принятия управленческих решений, прочих параметров алгоритмов управления запасами.

Поставленная цель обусловила необходимость решения следующих задач:

– Проанализировать специфику функционирования НПК и роль запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в обеспечении его производственного процесса.

– Разработать имитационную модель НПК, рассматривающую его запасы во взаимодействии с производственными мощностями, системой управления предприятием и внешней средой.

– Исследовать с помощью созданной модели взаимосвязи между уровнем запасов НПК и параметрами алгоритмов по управлению ими с одной стороны и производительностью предприятия и показателями экономической эффективности его деятельности с другой.

Объектом исследования диссертационной работы является нефтеперерабатывающее предприятие, рассматриваемое как целенаправленная сложная система, функционирующая в условиях разнообразных возмущений внешнего и внутреннего характера.

Предметом исследования являются методы управления запасами нефти, полуфабрикатов и готовой продукции НПК.

Методы исследований. Методологической основой диссертационной работы послужили научные труды отечественных и зарубежных исследователей, посвященные анализу специфики деятельности нефтеперерабатывающих производств, вопросам управления запасами различных видов, математическому моделированию сложных экономических систем. В работе использовались материалы, опубликованные в российской и зарубежной периодической печати, а также размещенные в сети Internet. В ходе исследования применялись методы системного подхода, имитационного моделирования, объектно-ориентированного анализа и проектирования, объектно-ориентированного программирования, использовались средства вычислительной техники и современные программные продукты.

Научная новизна работы заключается в том, что автором:

- сформулирована задача управления запасами НПК во взаимосвязи и взаимодействии с производственными мощностями предприятия и системой управления его производственным процессом,
- разработан подход к решению задач управления запасами НПК, основанный на сочетании средств объектно-ориентированного анализа и проектирования и имитационного моделирования,
- разработана и программно реализована оригинальная имитационная модель НПК, учитывающая, наряду с запасами предприятия и его производственными мощностями, систему управления производственным процессом.

Практическая значимость исследования определяется тем, что разработанный подход к исследованию экономических аспектов взаимодействия запасов, технологических мощностей и системы управления

производственным процессом применим для анализа широкого круга непрерывных химических производств, а не только для НПК. Таким образом, данная работа и ее результаты наряду с управленческим персоналом нефтеперерабатывающих предприятий могут представлять определенную ценность и для руководства других промышленных комплексов, обладающих аналогичной спецификой технологического процесса. Результаты исследования могут использоваться высшим руководством предприятия, его экономическими службами, специалистами по снабжению и сбыту, производственным персоналом (операторами установок, диспетчерами и т.д.).

Апробация. На практике разработанный подход был применен к исследованию вопросов управления запасами нефтеперерабатывающего предприятия «Петротел-ЛУКОЙЛ» (г.Плоешти, Румыния). Результаты анализа данного НПК и его запасов позволили выдать предприятию обоснованные рекомендации по снижению на 15-16% запасов нефти и нефтепродуктов, которые были приняты к исполнению. Полученные результаты иллюстрируют возможности и эффективность предлагаемого подхода при решении задач экономики и управления запасами НПК.

Основные положения диссертации были представлены в материалах электронной заочной конференции «Молодые ученые – первые шаги третьего тысячелетия» (Ижевск, апрель 2000 г.), IV Международной конференции по математическому моделированию (Москва, июнь 2000 г.), V Международной конференции по математическому моделированию (Москва, октябрь 2002 г.), сборниках статей кафедры экономической кибернетики Пермского государственного университета (Пермь, 2000 г., 2002 г.). Вопросы практического применения разработанного подхода обсуждались на научно-производственном семинаре «Использование имитационного моделирования в решении задач управления в нефтепереработке», проведенном для специалистов «НК «ЛУКОЙЛ» (Пермь, 2001 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 6 работ.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и приложения, содержит 160 страниц, 17 рисунков, 11 таблиц, 107 названий литературных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность рассматриваемой проблемы, формулируются цель и задачи исследования, его научная новизна, дается общая характеристика работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена постановке задачи управления запасами НПК, а также выбору и обоснованию метода ее решения.

НПК как промышленное предприятие представляет собой целенаправленную сложную систему, образованную взаимосвязанными и взаимодействующими элементами следующих четырех типов (см. рис.1):

- технологические установки и устройства, в которых воплощены производственные мощности НПК;
- запасы сырья, полупродуктов, готовой продукции, химикатов и т.д., обеспечивающие определенную автономность функционирования отдельных установок, а также НПК в целом;
- управление, обеспечивающее целенаправленное взаимодействие технологических установок, запасов и внешней среды;
- внешняя среда, выступающая в качестве поставщика сырья, потребителя готовой продукции и источника внешних возмущений, воздействующих на производственный процесс НПК.

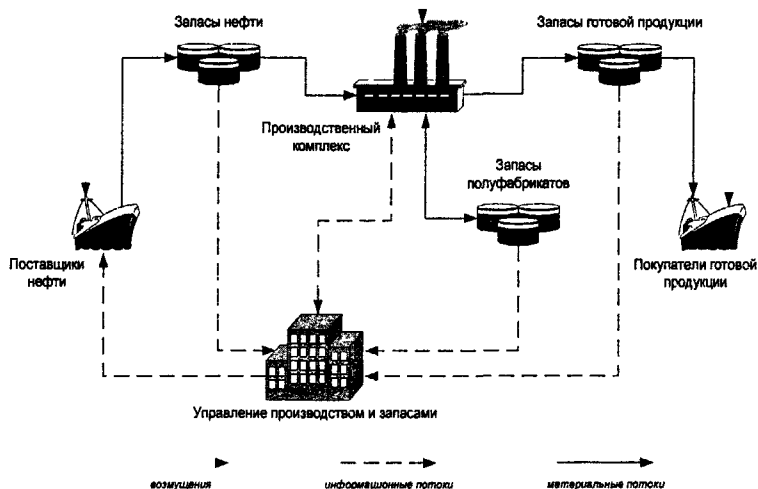


Рис. 1. Структура НПК

Сложность данной производственной системы обусловлена большим количеством и разнообразием типов ее составных элементов, богатством внутренних межэлементных связей и связей системы с внешней средой, что существенно усложняет понимание зависимости между принимаемыми решениями и их последствиями для экономики предприятия. В особенности это касается связей между уровнем скованных в запасах оборотных средств, производительностью НПК и правилами принятия решений по управлению процессом переработки.

Охарактеризованная выше сложная система функционирует в условиях помех внешнего и внутреннего характера, т.е. подвергается воздействию не контролируемых факторов, к числу которых, относятся сбои в поставках сырья, колебания его химического состава, сбои в отгрузках готовой продукции, колебания долей выхода продуктов с установок, аварии технологических устройств и т.д..

Противостояние действию этих помех, т.е. обеспечение вопреки им приемлемого уровня упорядоченности производственного процесса и

выполнение заданной программы по переработке нефти и выпуску готовой продукции в соответствующих объемах и ассортименте, достигается на основе взаимодействия следующих трех факторов:

1. Резервов производственных мощностей, выражающихся в том, что предельная производительность технологических установок и устройств избыточна по сравнению с плановым заданием предприятия.

2. Запасов сырья, материалов, промежуточной и готовой продукции, ослабляющих зависимость технологических процессов друг от друга, а также зависимость НПК в целом от внешней среды.

3. Системы управления НПК, заключающейся в управлении интенсивностью работы установок, поставок сырья и отгрузки готовой продукции, обеспечивающем выполнение производственной программы и поддерживающем необходимый уровень запасов.

С точки зрения экономики каждому из трех указанных средств противостояния соответствуют свои капитальные и текущие затраты, необходимые для создания и поддержания базы, на основе которой данные средства реализуются. Примером таких затрат являются вложения в резервы перерабатывающих мощностей, их амортизация, инвестиции в создание резервуарного парка, издержки содержания запасов, затраты по установке и обслуживанию контрольно-измерительных приборов, стоимость внедрения специальных программных средств управления и обучения персонала и т.д.

Все эти затраты представляют собой ничто иное, как своеобразную «плату» за достижение целей НПК. Увеличение такой «платы» позволяет повысить производительность предприятия, т.е. дает положительный эффект. С другой стороны, изменения «платы» существенно влияют на экономическую эффективность деятельности предприятия. При этом необходимо еще раз отметить запутанный и непрозрачный характер связи между «платой», производственными результатами и экономической эф-

фективностью НПК, который обусловлен сложностью исследуемого объекта, рассматриваемого как целостная система.

Изложенная выше точка зрения на процесс функционирования НПК представляет собой основу для нашей трактовки проблемы управления его запасами.

Итак, задача данного исследования заключается в разработке подхода к поиску ответа на вопрос об оптимальном уровне «платы», связанной с созданием и поддержанием запасов на предприятии нефтепереработки. В соответствии с раскрытым ранее содержанием понятия «платы» речь идет об определении размера связанных с запасами вложений в основные и оборотные средства (собственно запасы), превышение которого снижает экономический эффект деятельности НПК.

Переходя к вопросу о методе решения поставленной задачи среди разнообразия подходов к исследованию экономических систем выделим два класса математических моделей:

- аналитические модели, которые позволяют делать заключения о свойствах анализируемого объекта без проведения вычислений,
- имитационные (алгоритмические) модели, воспроизводящие поведение объекта и требующие для его исследования проведения вычислительных экспериментов.

В основе большинства известных подходов к исследованию вопросов управления запасами, относящихся к классу аналитических, находятся следующие исходные соображения:

1. Запас каждого из продуктов рассматривается внесистемно, не учитываются его тесные взаимосвязи с другими элементами производственной системы.

2. Не принимается во внимание активная роль системы управления, целенаправленно воздействующей на рассматриваемый объект, т.е. не учитываются действующие в системе обратные связи.

Именно в силу двух вышеназванных обстоятельств аналитический подход оказывается малоэффективным в случае исследования вопросов управления запасами НПК как частью сложной экономической системы.

Поэтому наиболее адекватным средством для решения поставленных задач является, на наш взгляд, аппарат имитационного моделирования. В пользу этого вывода свидетельствует тот факт, что имитационный подход, обладает большими возможностями по учету факторов нелинейности, наличия обратных связей, динамического и случайного характера функционирования реальных объектов и т.д., характерных для рассматриваемой производственной системы. Среди методов прикладного системного анализа имитационное моделирование является самым мощным инструментом исследования сложных систем, управление которыми связано с принятием решений в условиях неопределенности. По сравнению с другими подходами такое моделирование позволяет рассматривать большее число альтернатив, улучшать качество решений и точнее прогнозировать их последствия для рассматриваемых объектов.

Как показали результаты проведенного нами анализа, среди работ, в том или ином виде решающих проблемы управления запасами НПК, наиболее значительные результаты демонстрируют именно подходы, основанные на применении имитационного моделирования. Однако, для известных нам исследований характерны узкие постановки задачи (решается в основном вопрос определения оптимального размера резервуарного парка НПК), игнорирование при моделировании системы управления предприятием и агрегированное представление происходящих на НПК процессов. Предлагаемая работа призвана в существенной мере устранить обозначенные недостатки.

Вторая глава диссертационного исследования посвящена описанию обобщенной имитационной модели абстрактного нефтеперерабатывающего комплекса, на основе которой предполагается

вающего комплекса, на основе которой предполагается решение задач по управлению его запасами.

В качестве иллюстрации агрегированной структуры имитационной модели НПК можно использовать рис. 1. Уровень укрупнения на этом рисунке довольно высок, т.к. в действительности модель воспроизводит НПК с гораздо большей степенью детализации. Из приведенной схемы видно, что в модели рассматриваются следующие основные аспекты функционирования предприятия:

- процесс основного производства, состоящий в переработке нефти и полуфабрикатов на технологических установках и образовании смесей регламентированного состава,
- взаимодействие производства с внешней средой (поставки нефти и отгрузка готовой продукции),
- воздействие возмущений на производство, процессы поставки сырья и отгрузки готовой продукции,
- управление процессами производства, уровнями запасов, внешними поставками через многообразие цепочек обратных связей.

Одно перечисление моделируемых аспектов в их взаимодействии свидетельствует о комплексном характере модели. Степень же детализации представления в модели отдельных блоков такова, что она позволяет проследить во времени и в условиях действия помех поведение всех важнейших процессов, протекающих в производственном комплексе. Охарактеризуем обозначенные выше составляющие имитационной модели.

Модель производственного процесса НПК

Производственный процесс НПК представляет собой совокупность взаимосвязанных технологических операций (подсистем), преобразующих набор входных продуктовых потоков в набор выходных. В данной работе в качестве основы для формального описания технологических

подсистем НПК был использован метод объектно-ориентированного анализа и проектирования, в соответствии с которым поведение каждой подсистемы представляется в виде схемы ее жизненного цикла, включающей описание:

- множества состояний, в которых может пребывать подсистема,
- множества событий, инициирующих переход подсистемы в новое состояние, и множества правил перехода, определяющих состояние, в которое осуществляется переход,
- множества действий, выполняемых подсистемой в каждом из состояний.

В данной работе выделяются два типа производственных процессов (технологических подсистем), различающихся спецификой протекания и подходами к управлению и, как следствие, по-разному моделируемых: переработка сырья на технологической установке и образование смесей из заданного набора компонент.

Для технологической установки множество состояний включает такие состояния, как работа, авария, аварийный ремонт, остановка на плановый ремонт и т.д. (см. рис. 2). Основными действиями, выполняемыми установками в этих состояниях, являются потребление определенного объема сырья и выработка известной гаммы продуктов. При моделировании этих действий учитываются наличие управления, задающего желаемый уровень производительности установки, случайные колебания загрузки установки и выходов продуктов на единицу сырья, ограничения на величину изменения загрузки по сравнению с ее текущим значением. В составе событий, инициирующих смену состояний установки, рассматриваются наступление момента проведения ее планового ремонта, окончание переходных процедур запуска-остановки, авария установки и т.д. (см. рис. 2).

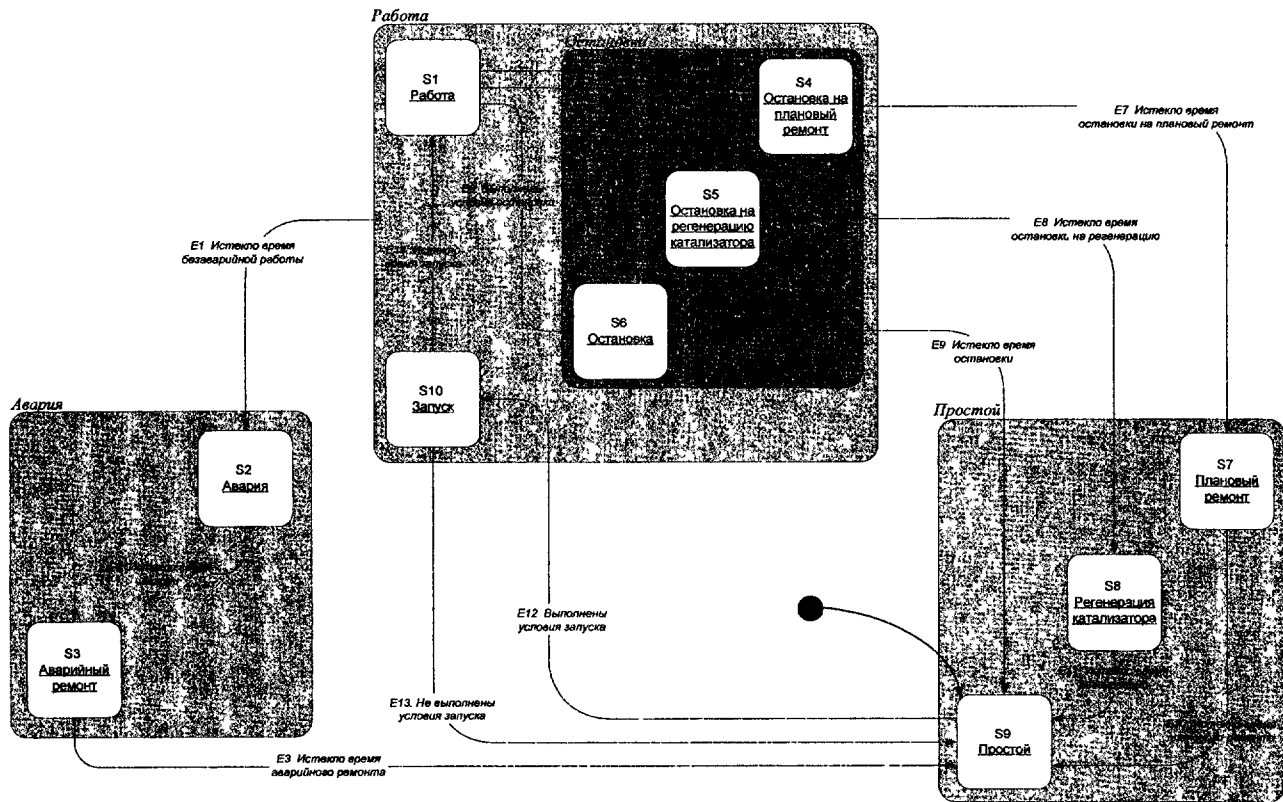


Рис. 2. Диаграмма переходов в состояния технологической установки

Модель состояний установки-смесителя значительно проще, т.к. смеситель может пребывать только в двух состояниях – работа или простой (переходные процессы запуска-остановки для него отсутствуют и соответственно в модели не рассматриваются).

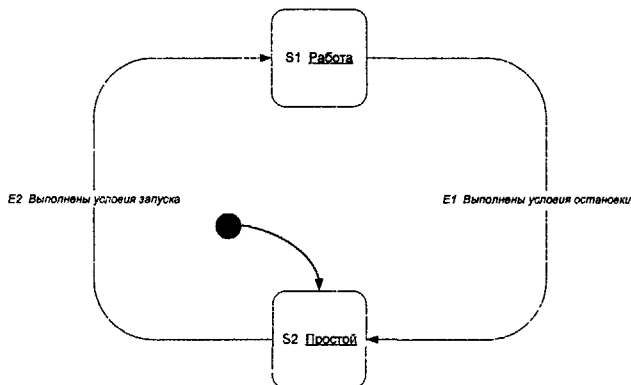


Рис. 3. Диаграмма переходов в состояния установки-смесителя

При моделировании работы смесителя учитываются случайные отклонения фактического объема и компонентного состава смеси от заданных управлением величин. Переход смесителя от работы к простоям определяется состоянием запасов компонент и смеси.

Модель управления производственным процессом НПК

В основе модельного представления процедур управления двумя выделенными выше типами производственных процессов лежит идея автономного управления, т.е. управления, принимающего во внимание запасы только непосредственно связанных с установкой продуктов.

Для технологической установки желаемая интенсивность ее загрузки (уставка) определяется на основе информации о текущих уровнях запасов питающих и производимых установкой продуктов. Реализованное в модели эвристическое правило принятия решения о загрузке установки с позиций питающего ее продукта проиллюстрировано рис. 4.

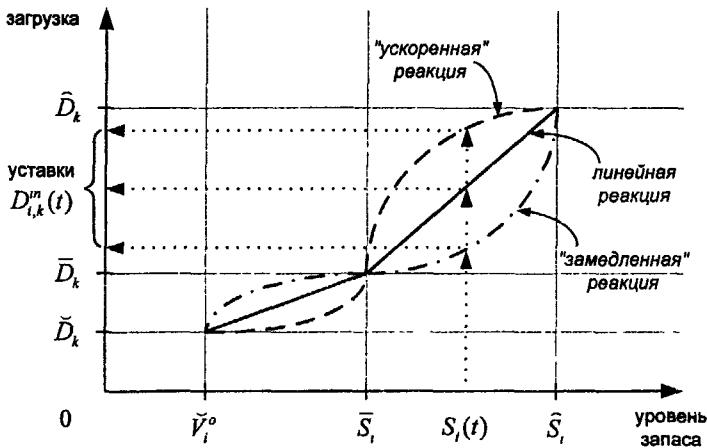


Рис. 4. Зависимость уставки от уровня запаса питающего продукта

Построенное подобным образом управление установкой нацелено на поддержание запаса питающего продукта вблизи нормативного уровня \bar{S}_i . Запас, больший или меньший, чем нормативный, приводит соответственно к росту или сокращению уставки, определяемой с позиций этого продукта. На графике изображены три вида реакции системы управления установкой на изменение уровня запаса ее сырья: линейная, замедленная и ускоренная реакции вблизи нормативного уровня запаса. «Быстрота» реакции системы управления регулируется в модели специальным параметром.

Правило определения уставки с позиций производимого продукта аналогично вышеприведенному с той лишь разницей, что вместо «достаточности» запаса управление установкой ориентировано на объем пустого места в принимающем продукт резервуаре.

Окончательная желаемая производительность установки определяется в модели как наименьшая из уставок по входу и выходу, рассчитанных по всем питающим и производимым продуктам.

Специфика управления смесителем заключается в определении компонентного состава образуемой смеси. В основу эвристического алгоритма определения состава смеси положена генерация набора вариантов вовлечения каждой компоненты в результирующий продукт. При этом рассчитываемая доля компоненты находится в пределах от минимально до максимально допустимой, которые устанавливаются исходя из требований к качеству смеси и соображений синхронизации отдельных технологических стадий в процессе переработки нефти.

Алгоритм состоит из двух способов расчета: «от минимально» и «от максимально допустимого содержания компоненты». Расчет «от минимально допустимого» генерирует набор вариантов, в рамках которых каждая из компонент смеси последовательно вовлекается по минимуму. Соответственно, расчет от «максимально допустимого» формирует набор вариантов с максимальным содержанием компонент. Следствием каждого из вариантов образования смеси является определенное состояние запасов компонент и результирующего продукта. Критерием выбора из набора вариантов смешений является минимизация суммарных отклонений получаемых в результате запасов компонент и смеси от их нормативных уровней.

Что касается моделирования управления производственным комплексом в целом, то оно заключается в ориентации процессов переработки на выполнение задания по загрузке предприятия.

Модель взаимодействия НПК с внешней средой

Как уже было отмечено, взаимодействие НПК с внешней средой заключается прежде всего в поставках нефти на предприятие и отгрузке его готовой продукции потребителям.

В модели рассматриваются два варианта поставок нефти на предприятие: танкерный и железнодорожный.

В основе модели первого варианта поставок лежит система организации снабжения, известная как модель с критическим уровнем возобновления запаса и фиксированным размером заказа. В такой системе размер заказа на пополнение запасов является величиной постоянной, а очередная поставка сырья осуществляется при уменьшении наличных запасов до определенного критического уровня. Запас нефти пополняется каждый раз на одну и ту же величину, но интервалы между поставками могут быть различными – в зависимости от темпов расходования запаса и случайной длительности цикла заказа.

Моделирование второго способа поставки основано на расчете управляемой интенсивности поставки нефти, измеряемой в количестве составов, которое заводу желательно получить в течение дня. Интенсивность поставок определяется на основе информации о текущем уровне запаса нефти.

Специфика моделирования сбыта продукции заключается в воспроизведении случайного характера процесса ее отгрузки. Суть моделирования заключается в определении случайной доли от объема готовой продукции, которая отгружается за определенный интервал времени (день). Указанная доля отгрузки рассчитывается в модели таким образом, что ее статистические свойства воспроизводят реальные характеристики отгрузки готовой продукции предприятия.

В третьей главе диссертационной работы рассматриваются вопросы практического применения разработанной имитационной модели для решения задач управления запасами НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ» («Petrotel-LUKOIL S.A.»), г.Плоешти, Румыния.

НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ» является одним из крупнейших нефтеперерабатывающих предприятий в Румынии. Контрольный пакет акций данного предприятия был приобретен НК «ЛУКОЙЛ» в 1998 году. Его проектная мощность по первичной переработке нефти составляет 3,8

млн.тонн/год (фактическая загрузка на момент исследования находилась на уровне 60% – 2,4 млн.тонн/год). В номенклатуру производимой предприятием продукции входят бензины, дизельные топлива, мазуты, бытовые газы и т.д. Упрощенная схема производственных мощностей «Петротел-ЛУКОЙЛ» и его запасов приведена на рис. 5.

На момент начала исследования средний размер запасов предприятия составлял примерно 180 тыс.тонн нефти, полупродуктов и готовой продукции, что при средней стоимости нефти в 189 долл./тонну свидетельствовало о замораживании в них как минимум 34 млн.долл. Оценив годовые затраты на содержание запасов в 10% от их суммарной стоимости, можем сделать вывод о значительности расходов, связанных с содержанием запасов (минимум 3,4 млн.долл./год), и, как следствие, о значимости вопроса управления запасами для предприятия.

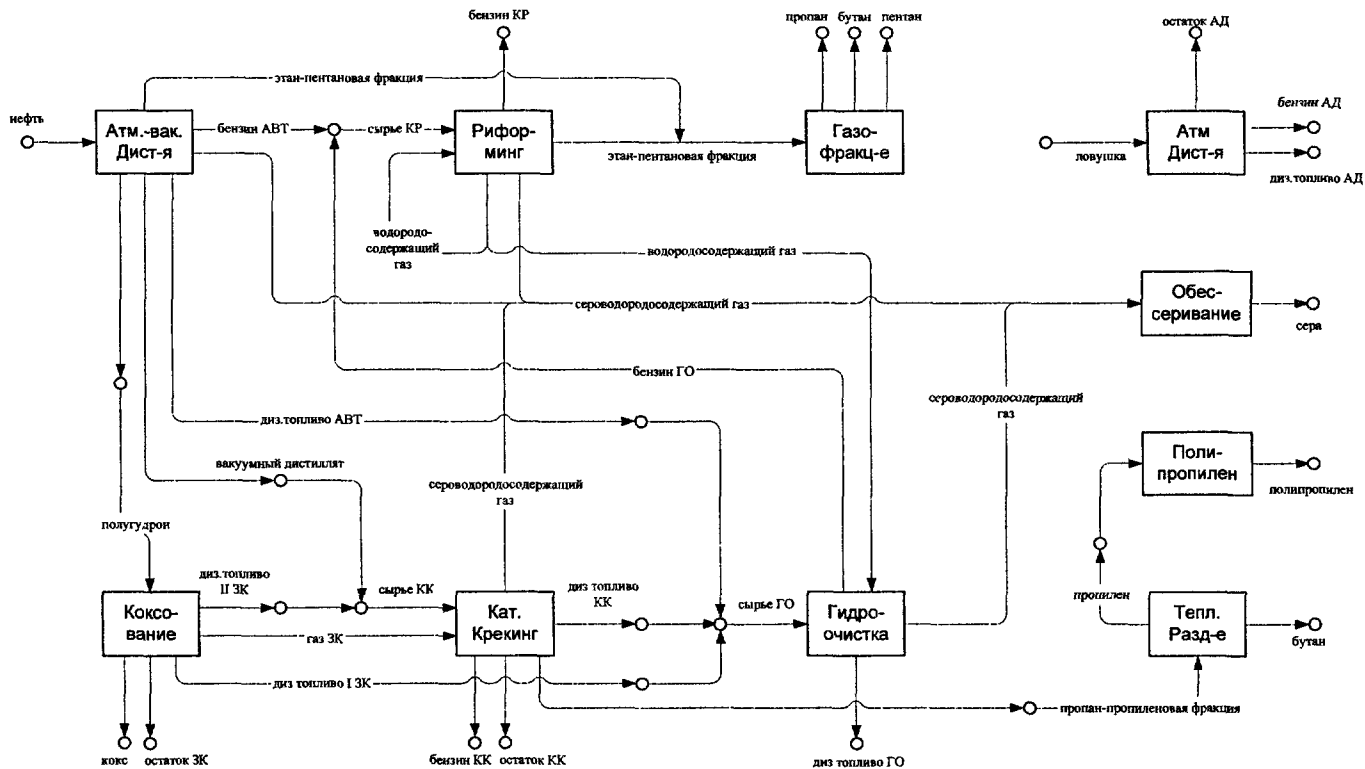


Рис. 5. Схема НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ», запасы сырья, полупродуктов и готовой продукции

Вопрос управления запасами НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ» исследовался при следующих исходных условиях:

1. Производственные мощности технологических установок и других устройств предприятия являются заданными и неизменными.

2. Система управления производственными процессами рассматривается именно такой, какая действует на предприятии на момент исследования.

Методика проведенных с моделью экспериментов заключалась в следующем: в каждом испытании назначалось новое значение варьируемого параметра и фиксировался результат – значения экономических показателей производства. Значение варьируемого параметра, соответствующее наилучшему экономическому результату, и являлось решением поставленной задачи.

Были проведены следующие экспериментальные исследования имитационной модели НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ»:

Анализ зависимости затрат на переработку от уровня страхового запаса нефти

В ходе эксперимента были осуществлены прогоны модели на 50-летнем интервале при различных уровнях страхового запаса нефти. Рассматривался вариант танкерной поставки нефти. Результаты эксперимента отражены на рис. 6 и 7.

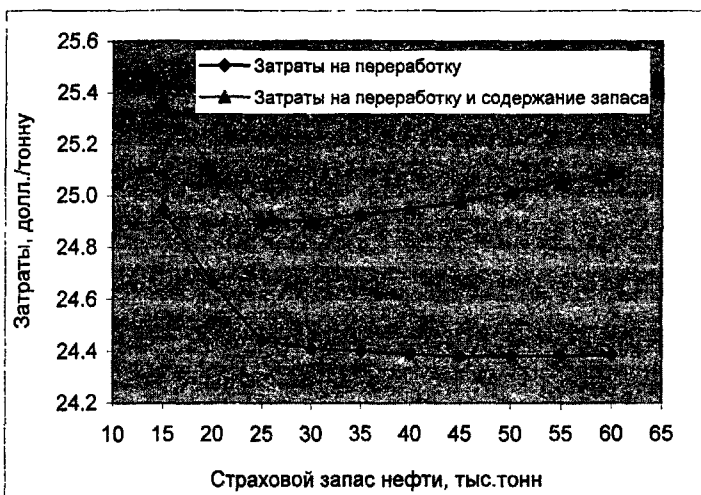


Рис. 6. Зависимость затрат на переработку и содержание запаса от уровня страхового запаса нефти

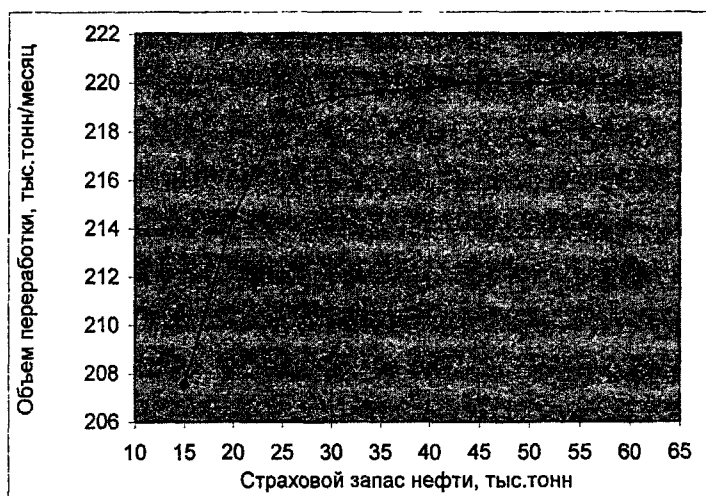


Рис. 7. Зависимость объема переработки от уровня страхового запаса нефти

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что рост страхового запаса нефти сопровождается снижением затрат на ее переработку и увеличением производительности предприятия. Однако предельная производительность страхового запаса нефти как фактора производства па-

дает с ростом его уровня. Так, если при увеличении страхового запаса с 15 тыс.тонн до 20 тыс.тонн сокращение затрат на переработку составило 0,29 долл./тонну, то после превышения страховым запасом величины 40 тыс.тонн какой-либо эффект от его дальнейшего увеличения практически отсутствует.

Это может быть объяснено следующими соображениями: при низком уровне страхового запаса невозможность обеспечить эффективную фильтрацию внешних возмущений (задержек в поставках нефти) приводит к более частым остановкам-запускам технологических установок, что влечет ухудшение экономических показателей переработки за счет:

- роста доли условно-постоянных затрат в удельной себестоимости переработки нефти, вызываемого снижением объема переработки,
- роста непроизводительных затрат, связанных с остановками-запусками установок.

С ростом страхового запаса нефти его фильтрующая способность «насыщается», (объем переработки сырья практически не увеличивается, а затраты на переработку не сокращаются), что лишает смысла его дальнейшее увеличение.

С другой стороны, снижение затрат на переработку тонны нефти за счет роста ее запаса сопровождается ростом затрат на содержание запаса и потерь от замораживания оборотных средств. Таким образом, функция совокупных затрат НПК при заданных условиях имеет минимум при 25-30 тыс.тонн страхового запаса нефти.

Анализ зависимости затрат на переработку от уровня запаса полупродуктов

В ходе эксперимента были осуществлены прогоны модели на 20-летнем интервале при различных нормативных уровнях запаса каждого из полуфабрикатов. Результаты эксперимента отражены на рис. 8 и 9.

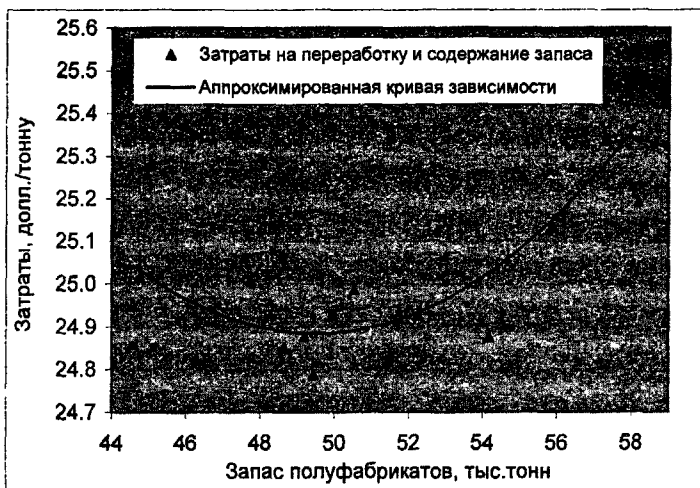


Рис. 8. Зависимость затрат на переработку и содержание запаса от уровня запаса полуфабрикатов

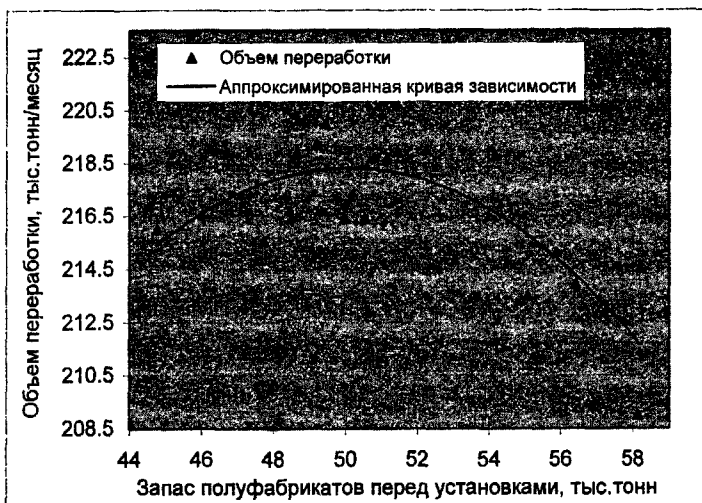


Рис. 9. Зависимость объема переработки от уровня запаса полуфабрикатов

Запас полуфабрикатов перед установками и его взаимодействие с процессами управления и производственными мощностями НПК представляют собой более сложную систему, нежели запас нефти. Это обусловлено большим количеством компонент запаса и их различной ролью

в производственном процессе. Данное обстоятельство непосредственно отражается на результатах моделирования – все зависимости, наблюдаемые на уровне агрегированного запаса полуфабрикатов, носят менее четкий, более «вероятностный» характер.

В отличие от нефти, рост запаса которой не сказывается отрицательно на производительности НПК, превышение средним уровнем запаса полуфабрикатов определенного предела влечет за собой снижение объемов переработки. Объясняется это тем, что с ростом запасов полуфабрикатов объемы свободного пространства в резервуарах, принимающих полупродукты, начинают все сильнее влиять на интенсивность работы установок, вынуждая сокращать их загрузку. Поэтому в отличие от картины, наблюдавшейся по нефти, аппроксимированные кривые зависимости затрат на переработку и производительности НПК от уровня запаса полуфабрикатов имеют экстремумы.

Исследование показало, что эффективный средний уровень запасов полуфабрикатов заключен в сравнительно узких рамках 45-60 тыс. тонн. За пределами этого диапазона резко падает экономическая эффективность производства. Более того, попытки поддерживать очень низкие, или очень высокие уровни запасов полуфабрикатов наталкиваются на «сопротивление» системы – запас «загоняется» в указанный диапазон.

Анализ зависимости затрат на переработку от величины шага управления

В ходе эксперимента были осуществлены прогоны модели на 20 летнем интервале при различной величине шага управления (интервал между моментами принятия решений об интенсивности загрузки установок). Результаты эксперимента отражены на рис. 10.

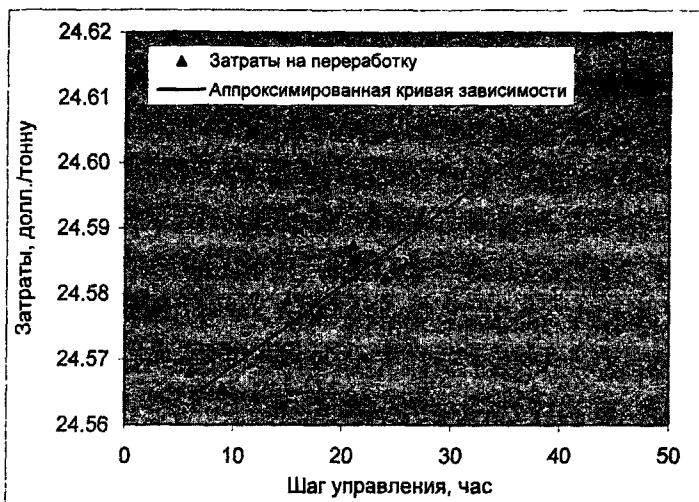


Рис. 10. Зависимость затрат на переработку от величины шага управления

Как показывает эксперимент, частота принятия решений, характеризующая скорость реагирования системы управления на процессы, протекающие в рассматриваемом объекте, влияет на экономическую эффективность предприятия. А именно, удельные затраты на переработку тонны нефти снижаются при сокращении шага управления (затраты на собственно управление при этом не учитывались). Эффект достигается за счет повышения стабильности работы производственного комплекса, что подтверждает наличие определенной взаимозаменяемости инвестиций в запасы и инвестиций в систему управления предприятием.

Несмотря на то, что в среднем наблюдается хорошо выраженная положительная связь частоты управления и производительности предприятия, при сокращении шага управления данная зависимость становится неустойчивой. По всей видимости, в этом проявляется ограниченность метода автономного управления установками и согласования работы всего нефтеперерабатывающего комплекса через запасы.

Таким образом, исследования обоснованно показали, что оптимальный уровень запасов НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ» находится в районе 145-155 тыс. тонн, что на 15-16% ниже запаса, наблюдаемого на предприятии по факту. Следование такой норме запаса позволяет предприятию сэкономить на затратах, связанных с содержанием запасов, порядка полумиллиона долларов в год (при оценке издержек на содержание запасов в 10%/год от их суммарной стоимости), и, таким образом, существенно повысить экономическую эффективность своей деятельности. По результатам экспериментов были выработаны предложения по управлению запасами предприятия.

В заключении диссертационной работы сформулированы ее основные результаты, а также рассмотрены направления дальнейшего развития представленного подхода к решению задач управления нефтеперерабатывающими комплексами.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Основные научные и практические результаты, полученные в ходе диссертационной работы, состоят в следующем:

1. Введен в обращение новый методологический подход к решению задач управления нефтеперерабатывающим комплексом как целенаправленной сложной производственной системой, состоящей из ряда взаимодействующих факторов (производственных мощностей, запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, системы управления предприятием, текущих производственных издержек, затрат на содержание запасов и управление предприятием).

2. Разработан подход к синтезу имитационных моделей сложных производственных систем нефтепереработки, основанный на объектно-ориентированном анализе исследуемой системы, что позволяет решать

проблему ее структурирования и описания связей между элементами структуры.

3. Разработана имитационная модель НПК, воплощающая системный взгляд на проблему управления запасами нефти, полуфабрикатов и готовой продукции на предприятиях нефтепереработки.

4. Разработан ряд оригинальных приемов для имитации отдельных составляющих процесса функционирования НПК, к числу которых относятся формализация правил управления технологической установкой и установкой-смесителем, моделирование движения непрямочных продуктов, моделирование отгрузки готовой продукции.

5. Разработаны общие принципы управления запасами полупродуктов, нацеленные на их стабилизацию и заключающиеся в ориентации процессов управления на поддержание определенного нормативного уровня запасов.

6. Разработанная имитационная модель применена к исследованию вопросов управления запасами НПК «Петротел-ЛУКОЙЛ».

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

1. Дьячков Н.В. Имитационная модель нефтеперерабатывающего комплекса // Экономическая кибернетика: математические и инструментальные методы анализа, прогнозирования и управления: сб.ст. под ред. проф. Аверина В.И. – Пермь, Пермский Государственный Университет, 2002, с. 35-62.

2. Dyachkov N.V. et al. Oil Refinery Simulation Model // V International Congress on Mathematical Modelling book of Abstracts, Vol. 2. – Dubna, 2002, p. 143.

3. Дьячков Н.В. и др. Моделирование финансово-экономической деятельности предприятий топливно-энергетического

комплекса // Труды четвертой международной конференции по математическому моделированию, часть 2. – М., Станкин, 2000, с. 278.

4. Дьячков Н.В. и др. Автоматизированная система анализа и планирования сбыта нефтепродуктов // Труды электронной заочной конференции «Молодые ученые – первые шаги третьего тысячелетия». – Ижевск, ИжГТУ, 2000, с. 269-274.

5. Дьячков Н.В. и др. Прогнозно-аналитическая система интегрированных плановых расчетов для промышленного предприятия с использованием комплекса балансовых моделей // Материалы Международной научно-технической конференции и Российской научной школы молодых ученых и специалистов «Системные проблемы качества, математического моделирования и информационных технологий», часть 7. – Москва-Сочи, 1999, с. 81-83.

6. Дьячков Н.В. Система формирования и контроля исполнения бюджета ПК «Балтика» // Экономическая кибернетика: методы и средства эффективного управления (к 30-летию кафедры экономической кибернетики): сб.ст. под ред. проф. Аверина В.И. – Пермь, ПГУ, 2000, с. 254-259.

Подписано в печать 15.05.2003. Формат 60x841/16.

Бумага ВХИ. Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 1,6. Тираж 100 экз. Заказ 112

Типография ГосНИИУМС. Пермь, ул. Ленина, 66, к.205.

2003-A

11134

#11134