

На правах рукописи

ГОРЕЛОВА Надежда Юрьевна

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
БУНКЕРОВОЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Специальность 08.00.13 – математические и инструментальные методы  
экономики

**А в т о р е ф е р а т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2007

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный университет»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: доктор экономических наук, профессор  
Османкин Николай Николаевич

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: доктор экономических наук, профессор  
Ильин Игорь Васильевич  
доктор экономических наук, профессор  
Смирнов Сергей Борисович

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 года в \_\_ часов на заседании диссертационного Совета Д 212.229.23 при ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, III уч. корпус, ауд. 506.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 года

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор экономических наук, профессор

Сулоева С.Б.

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В результате преобразований, произошедших в условиях становления рыночной экономики России, для бункеровочных предприятий обозначился новый круг проблем, связанных с необходимостью повышения эффективности их функционирования в условиях неопределенности. Основная задача бункеровочного предприятия заключается в своевременном гарантированном удовлетворении спроса на бункерное топливо (БТ) в объеме поступивших заявок от потребителей (как правило, это суда внутреннего водного транспорта). Главная особенность бункеровочного предприятия состоит в том, что для него производственные и складские процессы совмещены и осуществляются непосредственно на его нефтебункеровочных станциях (НБС), а это обуславливает необходимость исследования и оптимизации системы управления запасами БТ на НБС. Характеристики данных процессов являются операционными характеристиками бункеровочного предприятия.

Сложность данного исследования заключается в том, что с середины 90-х годов бункеровочные предприятия являются самостоятельными независимыми хозяйствующими субъектами, которые ранее являлись структурными подразделениями портов или пароходств и решали узкий круг задач, связанных непосредственно с технологическим обеспечением бункеровочного процесса. В настоящее время существующие особенности формирования и распределения грузопотоков, обслуживаемых судами внутреннего водного транспорта, приводят к большой доли неопределенности и риска в функционировании бункеровочных предприятий, что обуславливает необходимость разработки системы поддержки принятия управленческих решений относительно желаемого режима функционирования предприятия.

Выбор темы диссертации обусловлен практически отсутствующей теоретической и методической проработкой вопросов применения операционных характеристик для повышения эффективности функционирования и конкурентоспособности современных бункеровочных предприятий.

**Целью исследования** является разработка и исследование моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия и совершенствование системы поддержки принятия управленческих решений для обеспечения желаемого режима его функционирования с применением операционных характеристик.

В соответствии с указанной целью диссертационная работа посвящена разработке соответствующих моделей и решению следующих **задач исследования**:

- анализ внешней среды функционирования бункеровочных предприятий и выявление факторов, влияющих на повышение эффективности работы данного типа предприятий в современных рыночных условиях;
- введение операционных характеристик бункеровочного предприятия, которые непосредственно связаны с выполнением его основной функции;
- построение моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия с использованием эмпирических данных (о фактических суммарных объемах реализации БТ в предыдущие годы или навигации) с целью решения задач тактического планирования и оперативного управления деятельностью бункеровочного предприятия;
- разработка системы поддержки принятия управленческих решений по обеспечению эффективного режима функционирования бункеровочного предприятия и его основных функциональных подсистем (системы НБС и транспортной системы);
- внедрение разработанного комплекса моделей в практику работы крупного бункеровочного предприятия (ЗАО «Речбункер»).

**Объектом исследования** выступает бункеровочное предприятие как производственно-экономическая система.

**Предметом исследования** являются теоретические, методические и практические вопросы моделирования операционных характеристик бункеровочных предприятий.

**Область исследования** – разработка и исследование моделей операционных характеристик бункеровочных предприятий и их применение для формирования системы поддержки принятия управленческих решений.

**Методологическая и теоретическая основа исследования.** Теоретическую и методологическую основу исследования составили научные труды отечественных и зарубежных ученых и специалистов по экономике, менеджменту предприятий, экономико-математическому моделированию и проблемам управления сложными системами. В основе исследования лежит системный подход к изучаемой проблеме с использованием методов выравнивания временных рядов, методов статистического анализа с применением вычислительной техники.

**Научные результаты и научная новизна исследования:**

- обоснован вид моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия;
- установлено, что операционные характеристики бункеровочного предприятия характеризуются существенной нелинейностью и нестационарностью, что исключает при построении их моделей стандартные методы статистического анализа;
- разработан комплекс моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия, получаемых методами повторных скользящих средних и экспоненциального сглаживания;
- установлено отсутствие явных преимуществ экспоненциального сглаживания временных рядов, в том числе двухпараметрического (метод Хольта) и адаптивного (процедура ARSES) экспоненциального сглаживания, перед методом повторных скользящих средних при построении моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия;

- обоснован выбор метода Брауна второго порядка с горизонтом прогноза до 30 суток для прогнозирования операционных характеристик бункеровочного предприятия Волго-Камского речного бассейна;
- разработана система поддержки принятия управленческих решений для обеспечения эффективного режима функционирования бункеровочного предприятия в условиях неопределенности рынка бункеровочных услуг.

**Практическая значимость** результатов исследования состоит в том, что предложенные основные понятия, выводы и рекомендации, разработанный комплекс моделей операционных характеристик, можно использовать для повышения качества и оперативности принятия управленческих решений на бункеровочном предприятии в течение навигации, в том числе в ее наиболее напряженные периоды.

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 8 работ общим объемом 3,36 печатных листов.

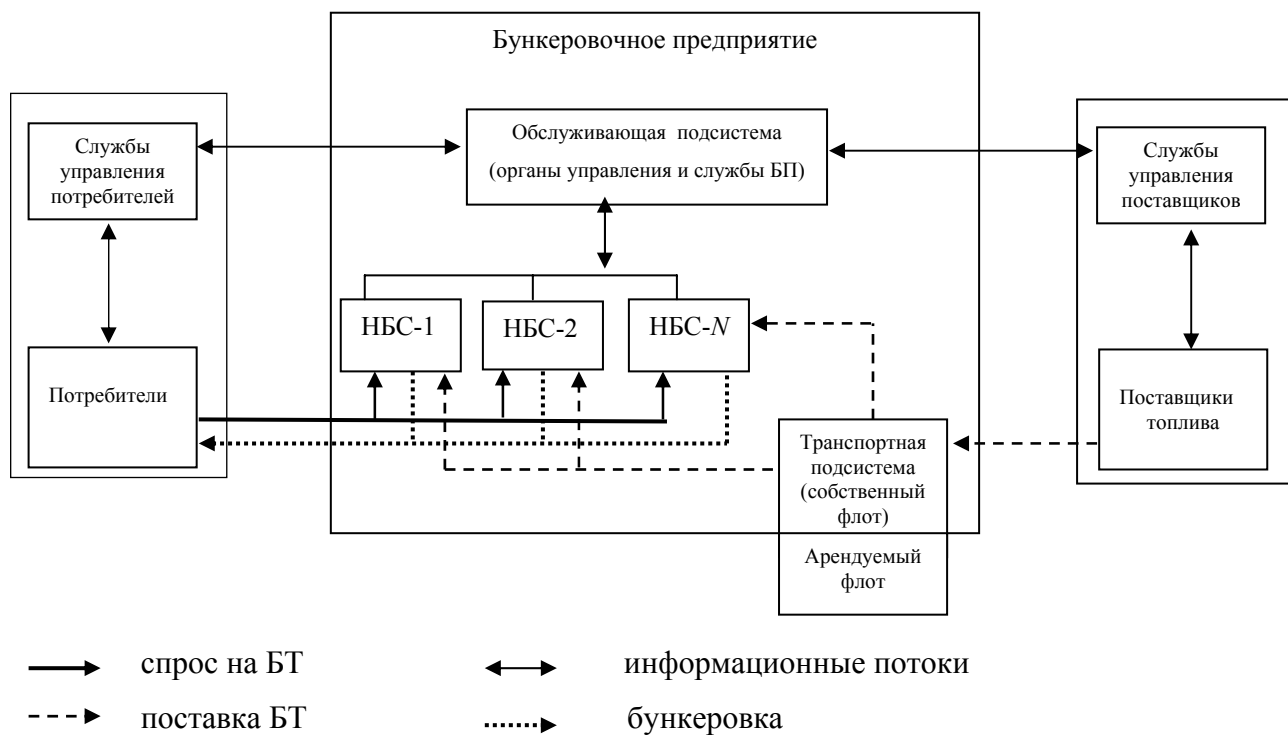
**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и 9 приложений, в которые вынесены основные результаты моделирования. Содержит 123 страницы основного текста, 16 таблиц, 9 рисунков, библиографический список из 152 наименований.

## **II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

В плановой системе хозяйствования бункеровочным предприятиям была отведена вспомогательная роль снабжения бункерным топливом судов внутреннего водного транспорта при условии повышения эффективности работы транспортной системы в целом, которое было связано с сокращением простоев флота в ожидании грузовой обработки, шлюзования, формирования составов и операций комплексного обслуживания флота, в том числе бункеровки.

В настоящее время, когда бункеровочное предприятие – независимый хозяйствующий субъект, который действует в условиях рыночной экономики, основная цель его деятельности – гарантированное удовлетворение спроса на БТ – остается прежней, но при этом круг необходимых к решению задач значительно расширяется. В первую очередь, это связано с тем, что в рыночных условиях каждое бункеровочное предприятие вынуждено принимать самостоятельные управленческие решения, которые во многом определяются состоянием и изменениями внешней среды функционирования предприятия: направлениями и интенсивностью транспортных потоков в пределах речного бассейна в течение навигации, которыми в основном определяются потребности грузоперевозчиков в БТ; поведением предприятий-конкурентов на рынке бункеровочных услуг; ценовой политикой поставщиков БТ; ограничительной деятельностью государства в сфере налогового, транспортного, экологического законодательства и пр. В связи с этим управленческие решения, принимаемые бункеровочным предприятием, могут основываться только на информации, получаемой исходя из собственных наблюдений за окружающей средой, в том числе на основе прогноза ее состояния и тенденций изменения. Следовательно, на бункеровочном предприятии необходимо наличие системы поддержки принятия решений, обеспечивающей желаемый режим функционирования предприятия. Под подобной системой следует понимать систему целенаправленных мер по обеспечению процесса принятия управленческих решений относительно деятельности бункеровочного предприятия в условиях неопределенности рынка бункеровочных услуг.

Операционная схема функционирования бункеровочного предприятия (рис.1) позволяет описать основные процессы, протекающие на предприятии, и выявить их характеристики, знание которых необходимо для достижения желаемого режима функционирования бункеровочного предприятия.



*Рис. 1. Операционная схема функционирования бункеровочного предприятия (на примере ЗАО «Речбункер»)*

### Вид моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия

В узком смысле бункеровочное предприятие – некоторая система массового обслуживания, а его НБС суть «приборы», которые должны обслуживать без задержки (или, что то же самое, без образования очереди) поступающие заявки клиентов – потребителей БТ. Формирование необходимых для этого управленческих решений с целью обеспечения желаемого режима функционирования бункеровочного предприятия возможно с использованием его операционных характеристик, которые можно рассматривать как соответствующие характеристики поведения системы массового обслуживания. Операционные характеристики бункеровочного предприятия непосредственно связаны с характеристиками спроса на БТ в пределах обслуживаемого речного бассейна и, более того, позволяют их прогнозировать. Применительно к условиям работы бункеровочного предприятия спрос на БТ, удовлетворяемый на всех его НБС, носит практически случайный характер, с одной стороны, и, с другой стороны, он должен



быть гарантировано удовлетворен, иначе бункеровочному предприятию грозят не только существенные штрафные санкции (оговариваемые в договорах поставки БТ), но и возможная потеря потребителей. Поэтому в случае бункеровочного предприятия суточные спросы на БТ на всех его НБС практически всегда равны суточным объемам реализации (COP) бункерного топлива, параметры которых являются характеристиками выходных процессов для данных НБС. Особенностью этих процессов является практически случайный характер COP БТ, что обусловлено неопределенностью спроса на БТ и специфическими механизмами его формирования (во внешней среде). Таким образом, соответствующие операционные характеристики тесно связаны с отдельными характеристиками COP БТ, рассматриваемыми как случайные величины.

Данные о COP БТ (по каждой НБС и в целом по бункеровочному предприятию) в течение навигации или всего календарного года представляют собой временные ряды:  $\sigma_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ . Поэтому задача моделирования операционных характеристик бункеровочного предприятия в конечном счете сводится к решению основных задач анализа временных рядов: во-первых, это выделение регулярной компоненты рядов COP БТ (включающей тренд, сезонную и циклическую компоненты) и определение характеристик разброса их нерегулярной компоненты, и, во-вторых, собственно задача прогнозирования рядов COP БТ.

Для годовых данных COP БТ в виде временных рядов (для отдельных НБС и в целом для бункеровочного предприятия) принята следующая теоретико-вероятностная модель:

$$\sigma_k = f_k + \varepsilon_k, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где  $\sigma_k$  – уровни ряда, а  $f_k$  – регулярная и  $\varepsilon_k$  – нерегулярная (или случайная) компоненты ряда COP БТ, соответствующие параметры и характеристики которых и определяют операционные характеристики бункеровочного предприятия.

В настоящем исследовании под операционными характеристиками понимаются соответствующие характеристики временных рядов суточных (или  $N$ -суточных, в случае соответствующих группировок COP БТ на интервалах в  $N$

суток) объемов реализации БТ, а именно: совокупностью «профилей» СОР БТ вместе с показателями их гладкости и характеристиками разбросов уровней нерегулярных компонент таких рядов как для бункеровочного предприятия в целом, так и для его отдельных НБС в течение календарного года.

### Нелинейность и нестационарность операционных характеристик бункеровочного предприятия

Предварительный анализ данных о СОР БТ, полученных на основании первичных документов бухгалтерского учета за 2002-2005 гг. ЗАО «Речбункер», показал, что, с учетом годовых объемов реализации БТ, все НБС ЗАО «Речбункер» можно разделить на две группы: на первую доминирующую группу, включающую Волгоградскую НБС (21,8%), Ростовскую НБС (12,7%) и Ярославскую НБС (38,0%), приходится 72,5% от суммарного объема реализации БТ за указанный период. Вторую группу образуют Астраханская НБС (7,5%), Казанская НБС (3,8%), Нижегородская НБС (2,1%), Самарская НБС (7,9%) и Уфимская НБС (6,1%). Анализ интервальных группировок СОР БТ (от 5-и суток до месяца) показал, что объемы реализации БТ на таких интервалах в течение навигаций имеют характерные и ежегодно устойчиво повторяющиеся «профили». Кроме того, при построении гистограммных оценок для плотности вероятности СОР БТ, а также при анализе результатов описательной статистики (для выборок СОР БТ на скользящих интервалах до 30 суток) было установлено, что соответствующие параметры распределений СОР БТ существенно меняются в течение навигации не только для бункеровочного предприятия, но и для первой группы НБС. В связи с этим, возможные модели временных рядов СОР БТ характеризуются существенной нелинейностью и нестационарностью, что при их построении существенно затрудняет или вовсе исключает применение стандартных методов статистического анализа.

Полиномиальная аппроксимация рядов СОР БТ (МНК-полиномами до 6-й степени) выявляет только самые общие тенденции в их развитии. Определение

степени аппроксимирующего МНК-полинома для СОР БТ по методу конечных разностей неэффективно, так как суммы соответствующих квадратов разностей здесь монотонно возрастают.

При построении коррелограмм для временных рядов суммарных СОР БТ бункеровочного предприятия и СОР БТ для его отдельных НБС установлена слабая связь уровней указанных рядов (по шкале Чеддока), так как коэффициенты автокорреляции, как правило, здесь не превышают значений  $0,1 \div 0,3$  в наиболее напряженные периоды навигации. В то же время обнаружено, что теснота связи между уровнями суммарных СОР БТ разных лет находится на границе «умеренной» и «заметной» связи (около 0,5), а теснота связи между рядами СОР БТ 2004 и 2005 годов (в том числе и для НБС первой группы) близка к границе «заметной» и «высокой» тесноты связи (здесь корреляция превышает значения  $0,7 \div 0,8$ ), что подтверждает существование устойчивых «профилей» для регулярных компонент этих рядов.

В конечном счете, операционные характеристики бункеровочного предприятия вводятся: во-первых, в виде соответствующих моделей регулярных компонент временных рядов СОР БТ (или  $N$ -СОР БТ); во-вторых, как характеристики разброса фактических СОР БТ (или  $N$ -СОР БТ) относительно выделенной регулярной компоненты ряда (1). С учетом нелинейности и нестационарности временных рядов СОР БТ операционные характеристики бункеровочного предприятия рекомендуется рассматривать на различных интервалах  $[k_1, k_2]$  в диапазоне годовых данных о СОР БТ, то есть для пар  $k_1, k_2$ , где  $1 \leq k_1 < k_2 \leq n$ .

### Комплекс моделей операционных характеристик бункеровочного предприятия

В силу выявленных особенностей временных рядов СОР БТ построение операционных характеристик бункеровочного предприятия по годовым данным о СОР БТ на его НБС осуществлялось с помощью выравнивания (или сглаживания) временных рядов СОР БТ (в т.ч. рядов  $N$ -СОР БТ,  $N = 5, 10, \dots$ ) методами

скользящих средних и экспоненциального сглаживания, то есть выделение с помощью указанных методов регулярной компоненты (тренда)  $f_k$  и определение соответствующих характеристик разброса нерегулярной компоненты  $\varepsilon_k$  в (1). В связи с этим для оценки качества выравнивания временного ряда  $N$ -СОП БТ:  $\sigma_k, k=1,2,\dots,n$ , предложено использовать соответствующие показатели «гладкости» получаемого «профиля» (тренда) и разбросов  $N$ -СОП БТ относительно него (на выбираемых интервалах приведения  $[k_1, k_2]$ , где  $1 \leq k_1 < k_2 \leq n$ ). Эти показатели следующие: во-первых, среднее квадратическое отклонение временного ряда  $\sigma_k$  от его соответствующих средних  $S_k$  (скользящих средних или экспоненциальных средних),  $k = k_1, k_1 + 1, \dots, k_2 - 1, k_2$ , во-вторых, показатели «гладкости» тренда на том же интервале:

$$Q^2 = \frac{1}{k_2 - k_1 + 1} \sum_{k=k_1}^{k_2} (\sigma_k - S_k)^2, \quad W^2 = \frac{1}{k_2 - k_1} \sum_{k=k_1}^{k_2-1} (S_{k+1} - S_k)^2 \quad (2)$$

В силу высокой колеблемости уровней временных рядов  $N$ -СОП БТ, при их выравнивании необходимо использовать повторные средние  $S_k^{(p)}$  ( $p > 0$ ) или средние высших порядков, а также соответствующие показатели качества выравнивания для них в дополнение к (2), а именно ( $p = 1, 2, 3, \dots$ ):

$$Q_{[k_1, k_2]}^{(p)} = \left( \frac{1}{k_2 - k_1 + 1} \sum_{k=k_1}^{k_2} (\sigma_k - S_k^{(p)})^2 \right)^{\frac{1}{2}}; \quad W_{[k_1, k_2]}^{(p)} = \left( \frac{1}{k_2 - k_1} \sum_{k=k_1}^{k_2-1} (S_{k+1}^{(p)} - S_k^{(p)})^2 \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

При моделировании скользящего среднего и, особенно, экспоненциальных средних выявлена необходимость использования дополнительного показателя:

$$V_{\text{cp}} = V_{[k_1, k_2]}^{(p)} = \frac{1}{k_2 - k_1 + 1} \sum_{k=k_1}^{k_2} S_k^{(p)}. \quad (4)$$

В силу нелинейности трендов для временных рядов  $N$ -СОП БТ показатели (2) – (4) существенно зависят и от величины, и от положения (одинаковых по

величине) интервалов приведения  $[k_1, k_2]$  в пределах определения  $N$ -СОР БТ (то есть в диапазоне годовых данных о СОР БТ). Это затрудняет сопоставление показателей качества рядов  $N$ -СОР БТ для разных НБС и навигаций. Поэтому в дополнение к (2), (3) введены относительные (безразмерные) показатели качества сглаживания рядов  $N$ -СОР БТ:

$$\tilde{Q}_{[k_1, k_2]}^{(p)} = \frac{Q_{[k_1, k_2]}^{(p)}}{V_{[k_1, k_2]}^{(0)}}; \quad \tilde{W}_{[k_1, k_2]}^{(p)} = \frac{W_{[k_1, k_2]}^{(p)}}{V_{[k_1, k_2]}^{(0)}}, \quad p = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

Результаты выравнивания временных рядов СОР БТ методом скользящих средних показали, что в качестве модели операционных характеристик бункеро-вочного предприятия можно принять «профили» СОР БТ, получаемые с помощью повторных скользящих средних до пятого порядка включительно на  $(2m + 1)$  - точечных интервалах скольжения для  $m = 5$ , и соответствующие значения показателей их гладкости и разброса уровней нерегулярной компоненты (3), (5).

При моделировании экспоненциальных средних СОР БТ были обнаружены следующие эффекты. Первый состоит в том, что значения (4) для них могут существенно отклоняться от среднесуточных значений СОР БТ (на одних и тех же интервалах приведения) при малых и умеренных значениях постоянной сглаживания  $\alpha$  ( $\alpha \leq 0,3 \div 0,4$ ). Второй эффект связан со смещением «профилей» для экспоненциальных средних вправо для тех же значений  $\alpha$ , но при  $\alpha > 0,55 \div 0,75$  он практически исчезает. Для адаптивного экспоненциального среднего (процедура ARRSSES, в которой  $\alpha$  корректируется на каждом шаге в зависимости от текущей ошибки сглаживания) эти эффекты не выявляются, а получаемые средние значения постоянной сглаживания подтверждают указанные ограничения на  $\alpha$ .

В целом результаты моделирования экспоненциальных средних для рядов  $N$ -СОР БТ (для значений  $N$ , не превышающих 5 ... 10 суток), в том числе при двухпараметрическом экспоненциальном сглаживании (метод Хольта), показали, что эти методы не имеют явных преимуществ перед скользящими средними.

Более того, в силу высокой колеблемости СОР БТ метод Хольта не имеет преимуществ перед простым экспоненциальным сглаживанием.

### Прогнозирование операционных характеристик бункеровочного предприятия

Прогнозирование операционных характеристик бункеровочного предприятия рассматривалось в рамках общей постановки задачи оперативного управления запасами БТ на НБС как варианта классической задачи управления запасами. Наиболее эффективным методом ее решения является метод динамического программирования. В этом случае предполагается, что интервал управления разбит на  $M$  шагов, а запас БТ на НБС в начале каждого этапа равен  $s_k$ ,  $k=1,2,\dots,M$ . Тогда уравнение состояния здесь имеет вид:

$$s_{k+1} = s_k + q_k - \sigma_k, \quad (6)$$

где  $q_k$  – объем поставок, а  $\sigma_k$  – объем спроса на БТ (здесь реализации БТ) на  $k$ -м шаге. Предполагается, что  $\sigma_k$  – последовательность случайных независимых величин с некоторой плотностью распределения вероятностей  $w_k(\sigma)$ , которую можно аппроксимировать гистограммными оценками, получаемыми исходя из данных о СОР БТ, либо иными подходящими зависимостями. В последнем случае  $w_k(\sigma)$  следует задавать с использованием имеющихся операционных характеристик бункеровочного предприятия.

Суммарные затраты на  $k$ -м шаге определяются затратами на поставку БТ  $\varphi_k = \varphi_k(q_k)$ , а также затратами на хранение запасов и штрафами за неудовлетворение спроса на БТ, которые равны  $J_k(s_{k+1})$ , то есть  $I_k(q_k, s_{k+1}) = \varphi_k(q_k) + J_k(s_{k+1})$  – суммарные затраты. С учетом случайного характера  $\sigma_k$  в (6) эффективность управления запасами БТ на НБС на выбранном интервале управления характеризуется величиной математического ожидания затрат (Первозванский А.А., 1975 г.):

$$Z_M = M \left\{ \sum_{k=1}^M I_k(q_k, s_{k+1}) \right\}, \quad (7)$$

Если  $\varphi_n(q) = a_n 1(q) + \lambda_n q$ , где  $a_n$  и  $\lambda_n$  – некоторые числа, которые характеризуют постоянную и переменную часть издержек поставки БТ, а  $1(q)$  – ступенчатая функция:  $1(q) = 0$  при  $q = 0$ ;  $1(q) = 1$  при  $q > 0$ , тогда задача (6), (7) имеет известное решение в виде т.н. «политики двух уровней». В этом случае структура оптимальных поставок имеет вид:  $q_k^0 = 0$ , если  $s_k \geq y_k^*$ ;  $q_k^0 = Y_k^* - s_k$ , если  $s_k < y_k^*$ , где  $Y_k^* > y_k^*$  – максимально допустимый уровень запасов, а  $y_k^*$  – «граница безопасности», при достижении которой заказывается поставка БТ для выведения его запаса на уровень  $Y_k^*$  (здесь  $y_k^* = s_k + q_k^0$ ). Структура оптимального управления (которое является циклическим управлением) позволяет свести решение задачи (6), (7) к прогнозированию  $N$ -СОР БТ (математического ожидания и разбросов) на НБС в течение навигации или, в общем случае, к прогнозированию операционных характеристик бункеровочного предприятия. На примере деятельности ЗАО «Речбункер» известно, что такое прогнозирование вполне достаточно вести на интервалах, не превышающих 30-и суток.

При выборе метода прогнозирования временных рядов  $N$ -СОР БТ рассматривались методы простого и двухпараметрического (метод Хольта) экспоненциального сглаживания, а также метод Брауна. Другие методы, которые широко используются в прикладных экономико-статистических задачах не рассматривались в силу имеющихся особенностей временных рядов  $N$ -СОР БТ (нелинейность, нестационарность, высокая колеблемость и наличие резких выбросов). В результате моделирования было установлено, что при горизонте прогноза до 30-и суток и приемлемой для практического решения задачи оперативного управления запасами БТ на НБС точности прогнозирования временных рядов 5- и 10-СОР БТ наиболее эффективен метод Брауна второго порядка (с квадратичным прогнозирующим полиномом).

Система поддержки принятия управленческих решений для обеспечения эффективного режима функционирования бункеровочного предприятия в условиях неопределенности спроса на БТ разработана с использованием результатов моделирования операционных характеристик бункеровочного предприятия. Ее апробация была осуществлена на крупном бункеровочном предприятии ЗАО «Речбункер», действующим в Волго-Камском речном бассейне.

### **III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. Проведен анализ внешней среды функционирования бункеровочных предприятий, выявлены факторы, влияющие на повышение эффективности работы данного типа предприятий в современных рыночных условиях.

2. Введены операционные характеристики бункеровочного предприятия, непосредственно связанные с гарантированным удовлетворением спроса на бункерное топливо в течение навигации.

3. Построены модели операционных характеристик бункеровочного предприятия по результатам выравнивания суточных объемов реализации бункерного топлива методами скользящих средних и экспоненциального сглаживания, а также с помощью данных моделей установлены характерные особенности сезонных зависимостей в функционировании бункеровочного предприятия.

4. Задача оперативного управления запасами бункерного топлива на нефтебункеровочных станциях для бункеровочного предприятия сведена к задаче прогнозирования операционных характеристик бункеровочного предприятия в виде рядов  $N$  - суточных интервальных группировок суточных объемов реализации бункерного топлива.

5. Обоснован выбор метода Брауна второго порядка для прогнозирования временных рядов  $N$  - суточных интервальных группировок суточных объемов реализации бункерного топлива ( $N = 5$  и  $10$ ) с горизонтом прогнозирования до 30 суток.



6. Применение операционных характеристик обеспечивает совершенствование системы управления деятельностью бункеровочного предприятия в условиях неопределенности рынка бункеровочных услуг.

7. Внедрение результатов исследования проведено на крупном бункеровочном предприятии Волго-камского речного бассейна ЗАО «Речбункер».

### **Публикации по теме диссертации**

1. Горелова, Н.Ю. Структура и основные характеристики логистической системы бункеровочной компании Волго-Камского речного бассейна /Н.Ю. Горелова, К.Л. Терехов // Вестник СамГУ. 2004. – Вып.3. – С.81–89. (0,7 п.л.)

2. Горелова, Н.Ю. Характеристики спроса в логистической системе бункеровочной компании Волго-Камского речного бассейна/ Н.Ю. Горелова, К.Л. Терехов // «Актуальные проблемы экономической науки и хозяйственной практики»: материалы Междунар. науч. конф. – СПб.: Эконом. фак. СПбГУ, 2004. – С.282–283.(0,02 п.л.)

3. Горелова, Н.Ю. О статистических характеристиках спроса бункерного топлива в Волго-Камском речном бассейне / Н.Ю. Горелова, К.Л. Терехов // Обозрение прикладной и промышл. математики. 2004. – Т.11. Вып.3. – С.738–739. (0,02 п.л.)

4. Горелова, Н.Ю. Об основных характеристиках логистической системы бункеровочной компании Волго-Камского речного бассейна / Н.Ю. Горелова, К.Л. Терехов // Вестник Волжской ГАВТ. Экономика и управление на транспорте. 2004. – Вып.11. – С.39–47. (0,60 п.л.)

5. Горелова, Н.Ю. К задаче оперативного управления запасами бункерного топлива // Н.Ю. Горелова, Ю.Н. Горелов, К.Л. Терехов // Вестник Волжской ГАВТ. Экономика и управление на транспорте. 2004. – Вып.11.– С.33–39. (0,16 п.л.)

6. Горелова, Н.Ю. Построение характеристик логистической системы бункерной компании Волго-Камского речного бассейна методом выравнивания временных рядов суточных объемов реализации бункерного топлива за навига-

цию / Н.Ю. Горелова, Ю.Н. Горелов, К.Л. Терехов // Обозрение прикладной и промышл. математики. – 2005. – Т.12. Вып.3. – С.724–725. (0,01 п.л.)

7. Горелова, Н.Ю. К задаче оперативного управления запасами бункерного топлива для снабжения внутреннего водного транспорта / Н.Ю. Горелова, Н.Н. Османкин // Восьмая научная сессия ГУАП: сб. докл. В 2 ч. Ч.II. Гуманитарные науки. – СПб., 2005. – С.76–79. (0,20 п.л.)

8. Горелова, Н.Ю. О выравнивании временных рядов суточных объемов реализации бункерного топлива в Волго-Камском бассейне по данным навигаций 2002-2005 гг. / Н.Ю. Горелова, Н.Н. Османкин // Научная сессия ГУАП: сб. докл. В 3 ч. Ч.II. Технические науки. – СПб., 2006. – С.53–59. (0,45 п.л.)

Работа [1] опубликована в издании, включенном в перечень ВАК.