

На правах рукописи

ШИРЯЕВА ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОСПРОИЗВОДСТВА СРЕДСТВ
УКРУПНЕНИЯ ГРУЗОВ (НА ПРИМЕРЕ КОНТЕЙНЕРНОГО
ПАРКА ПАРОХОДСТВА)

08.03.02 - "Экономико-математические методы и модели"

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00755703 (R)

На правах рукописи

ШИРЯЕВА ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОСПРОИЗВОДСТВА СРЕДСТВ
УКРУПНЕНИЯ ГРУЗОВ (НА ПРИМЕРЕ КОНТЕЙНЕРНОГО
ПАРКА ПАРОХОДСТВА)

08.03.02 - "Экономико-математические методы и модели"

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

AB 32.775

диссертация есть рукопись

Работа выполнена в Одесском государственном морском университете

Научный руководитель доктор экономических наук

Постан Михаил Яковлевич

Официальные оппоненты:

доктор экономических наук

Ревенко Валерий Лукьянович

кандидат экономических наук

Москалюк Лариса Владимировна

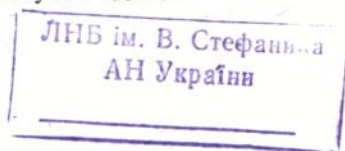
Ведущая организация Государственный судоходный концерн

- Черноморское морское пароходство, Одесса

Защита состоится "19" сентября 1995 г., на заседании специализированного
Ученого совета Д. 05.11.01, Одесский государственный морской университет,
Одесса, ул. Мечникова, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
государственного морского университета, Одесса, ул. Мечникова, 34

Автореферат разослан "17" августа 1995 г.



Ученый секретарь
специализированного
Ученого совета

Морозова И.В.

AB - 32.775

В В Е Д Е Н И Е

Актуальность проблемы. С внедрением и развитием транспортно-технологических систем и интермодальных перевозок все большую актуальность приобретают вопросы, связанные с организацией управления, планирования, учета и прогнозирования средств укрупнения грузов (СУГ), прежде всего контейнеров, лихтеров, поддонов и др. Хотя отдельные единицы СУГ имеют относительно небольшую стоимость, из-за массового использования их в транспортном процессе общая стоимость этого вида оборудования имеет значительный удельный вес в общей структуре основных фондов транспортных предприятий. По этой причине убытки вследствие несовершенства учета динамики парка и управления его численностью могут быть весьма ощутимыми. Поэтому совершенствование управления парком различного вида СУГ является важным резервом улучшения качества работы транспорта.

Современный подход к решению этой проблемы связан с широким использованием экономико-математических методов для оценки оптимальных сроков замены оборудования, в первую очередь методов математической статистики, математической теории надежности и исследования операций. Основы этого подхода были заложены в трудах таких ученых - математиков и экономистов, как А. Банасиньский, М. Барллетт, И. Кожневская, П. Кокс, А. Кофман, О. Ланге, Лотка, В. Феллер, М. Фреше, И. А. Ушаков и др.

Однако применительно к парку массового оборудования, в частности, к парку СУГ, эти методы еще не получили должного развития и здесь возникает много важных в практическом и теор-

ретическом плане задач. Так, например, для решения задачи оптимального управления возрастной структурой парка СУТ с учетом аварийного выбытия или физического износа отдельных единиц оборудования и с учетом колебания общей численности парка требуется перейти от простейших классических моделей воспроизводства парка к более общим и сложным вероятностным моделям.

Кроме чисто теоретических проблем, связанных с построением адекватных моделей воспроизводства парка СУТ, возникают сопутствующие проблемы, касающиеся совершенствования первичного учета движения численности парка СУТ и нормативно-справочной базы на основе новых информационных технологий и вычислительных сетей, например в судоходном предприятии.

Все вышесказанное обосновывает актуальность темы диссертации.

Ц е л ь и з а д а ч и и с с л е д о в а н и я. Цель настоящего исследования состоит в совершенствовании управления воспроизводством парка массовых СУТ судоходного предприятия на основе методов исследования операций и использования информационных технологий.

Для достижения сформулированной цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

произвести анализ возрастной структуры и ее динамики контейнерного парка судоходного предприятия за ряд лет;

проанализировать систему организации учета за движением контейнерного парка судоходного предприятия;

выявить основные факторы, влияющие на физический износ контейнеров и длительность их срока службы;

провести статистический анализ объемов списания контейнеров, длительности их эксплуатации;

проанализировать существующие методы определения оптимальных сроков службы оборудования;

разработать более совершенные вероятностные модели воспроизводства парка массового оборудования, учитывающие реальные условия его эксплуатации и его возрастную структуру;

разработать экономико-математическую модель оптимального управления возрастной структурой парка СУТ;

разработать организационно-технологические предложения по совершенствованию системы учета за движением контейнеров судоходного предприятия с помощью информационных технологий.

Объектом исследования является парк СУТ транспортного предприятия, в частности, контейнерный парк судоходного предприятия, а также система управления им.

Методологическая и теоретическая база исследования. В процессе исследования использовались основные положения современной экономической теории в частности, относящейся к амортизации и обновлению основных фондов. Теоретической основой послужили также такие разделы прикладной математики, как математическая статистика, теория восстановления, теория надежности, динамическое программирование.

Научная новизна работы. В результате выполненных исследований впервые разработан ряд достаточно общих схем моделирования воспроизводства парка массового оборудования, в том числе:

вероятностная схема моделирования динамики возрастной структуры парка с учетом аварийного износа оборудования, группового пополнения и списания работоспособного оборудования (из-за его продажи);

исследованы аналитическими средствами некоторые частные случаи этой общей схемы;

вероятностная схема функционирования парка массового оборудования постоянной численности с учетом различных режимов его эксплуатации.

Разработана новая экономико-математическая модель оптимального управления возрастной структурой парка СУГ, учитывающая случайный характер выбытия единиц вследствие аварии, групповое пополнение и групповое списание, колебание общей численности парка и др. факторы.

Предложен ряд новых форм входных и выходных документов и логических структур баз данных, внедрение которых позволит усовершенствовать организацию учета движения и износа контейнерного парка судоходного предприятия.

П р а к т и ч е с к а я ц е н н о с т ь . Полученные в результате диссертационного исследования теоретические результаты при их внедрении в практику управления парком массового оборудования позволят более обоснованно проводить политику обновления парка за счет покупки нового или прослужившего некоторый срок оборудования, продажи его или сдачи/взятия в аренду.

На основе теоретических исследований разработана "Методика оптимального управления воспроизводством контейнерного парка судоходного предприятия".

А п р о б а ц и я р а б о т ы . Основные результаты диссертации докладывались и получили положительную оценку на научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава Одесского государственного морского университета (1994, 1995 г.г.), городского научно-технического семинара "Применение вычислительной техники и математического

моделирования в прикладных научных исследованиях" (Одесса, 1994), международной научной конференции "Методы оптимизации и их приложения" ISOTA'95 (г. Ченьду, КНР, 1995).

Р е а л и з а ц и я р а б о т ы. Разработанная "Методика оптимального управления воспроизводством контейнерного парка судоходного предприятия" внедрена в ГСК-ЧМП.

П у б л и к а ц и и. Основные положения диссертации опубликованы в 6 научных трудах автора. Общий объем опубликованных трудов составляет около 2,5 авторского листа.

С т р у к т у р а и о б ъ е м р а б о т ы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем работы 195 страниц машинописного текста, 26 - иллюстраций, 22 - таблицы, 40 - страниц приложения. Список литературы включает 107 наименований.

Н а з а щ и т у в ы н о с я т с я следующие основные положения, полученные в процессе исследования:

- комплексный анализ условной эксплуатации контейнерного парка (на примере ГСК - ЧМП), и факторов, определяющих продолжительность службы контейнеров;

- унифицированная схема моделирования воспроизводства парка массового оборудования с учетом случайного изменения во времени его возрастной структуры и группового списания / пополнения парка;

- унифицированная схема моделирования функционирования парка оборудования в условиях случайно изменяющегося режима эксплуатации;

- результаты аналитического исследования вероятностной модели воспроизводства парка массового оборудования с учетом изменения его возрастной структуры в результате случайного

износа и группового пополнения;

- экономико-математическая модель оптимального управления воспроизводством парка массового оборудования (с дискретным временем) с учетом случайного износа и групповой замены оборудования;

- результаты инфологического проектирования автоматизированной системы оптимального управления воспроизводством контейнерного парка судоходного предприятия;

- "Методика оптимального управления воспроизводством контейнерного парка ГСК - ЧМП".

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

Во введении обоснована актуальность проблемы совершенствования методов моделирования и воспроизводства парка массового оборудования (в частности средств укрупнения грузов), и повышения эффективности управления воспроизводством, сформулирована цель и задачи исследования, отмечена научная новизна полученных результатов.

В первой главе произведен комплексный и статистический анализ условий эксплуатации контейнерного парка судоходных предприятий и факторов, определяющих продолжительность эксплуатации контейнеров.

Отмечается, что одной из основных особенностей, характеризующей современное линейное судоходство, является высокая степень контейнеризации перевозок. К 2000 г. ожидается рост объема контейнерных перевозок до 110 млн. ед. По данным зарубежных экспертов, к 2000 г. контейнерный парк составит около 10 млн. контейнеров.

Контейнеры, как и любые СУГ, в течение их срока службы

списании контейнеров вследствие аварий в ЧМП за период 1982 - 1993 гг. За этот период было списано по вышеуказанной причине около 5000 контейнеров. При этом за весь срок службы контейнер обычно только один раз проходил ремонтное обслуживание, причем около 15% вышедших из строя в результате поломки контейнеров не подлежали восстановлению и списывались. Максимально возможный срок службы принят равным 12 годам. По данным выборки построена гистограмма распределения (см. рис. 1), а в качестве теоретического закона распределения взято бета-распределение с плотностью

$$f(t) = \frac{\Gamma(a_1 + a_2)}{\Gamma(a_1)\Gamma(a_2)} \left(\frac{t}{T}\right)^{a_1-1} \left(1 - \frac{t}{T}\right)^{a_2-1}$$

$$0 \leq t \leq T,$$

где a_1, a_2 - параметры, оцениваемые по выборке;

$\Gamma(a)$ - гамма-функция; $T = 12$ - максимально возможный срок службы контейнера.

Согласно выборочным данным получены следующие оценки для $M\theta$ и $D\theta$:

$$M\hat{\theta} = 7,65 \text{ года}; \quad D\hat{\theta} = 5,93.$$

Согласие между эмпирической и теоретической плотностью проверялось по критерию χ^2 . По этому критерию оказалось, что данные выборки согласуются с гипотезой о бета-распределении длительности эксплуатации контейнера.

При этом наиболее вероятное значение случайной величины θ оказалось равным

$$t_{нв} \approx 8,92 > M\hat{\theta}.$$

В математической теории надежности, как известно, важной характеристикой функции распределения длительности безотказной работы устройства является интенсивность отказов

$$m(t) = F'(t) / 1 - F(t),$$

$$f(t) = 0,662 \left(\frac{t}{12}\right)^{1,94} \left(1 - \frac{t}{12}\right)^{0,67}$$

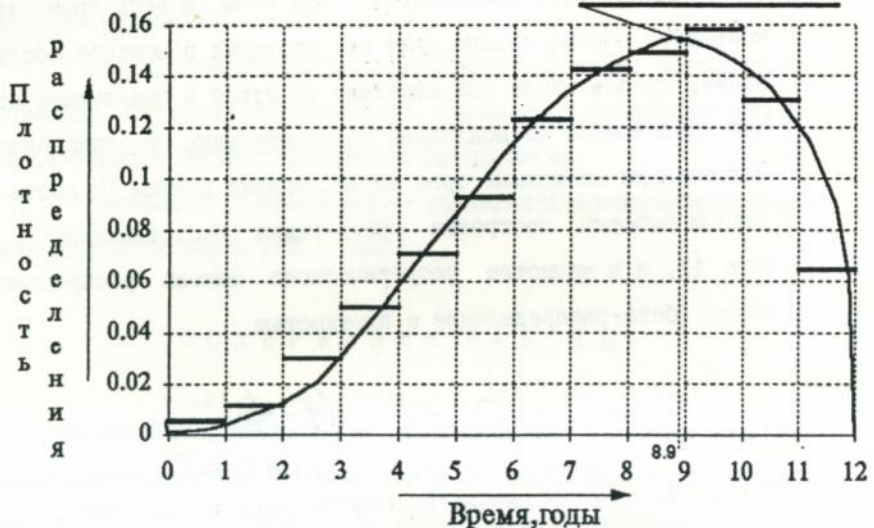


Рис. 1 Гистограмма и плотность распределения
длительности эксплуатации контейнера

Рис. 1

где $F(t)$ - функция распределения безотказной работы.

В нашем случае $F(t)$ оказывается стареющей, так как $f'(t) \geq 0$.

Это означает, что с уменьшением длительности эксплуатации контейнера вероятность его отказа возрастает и при $t = 12$ становится равной 1 (см. рис. 2).

Проведенный анализ опыта эксплуатации контейнерного парка судоходных предприятий показывает, что процесс воспроизводства контейнеров с учетом основных факторов, определяющих их износ, а также с учетом принятой политики управления их численностью, является сложным, многофакторным процессом, протекающим в условиях неопределенности. Источниками этой

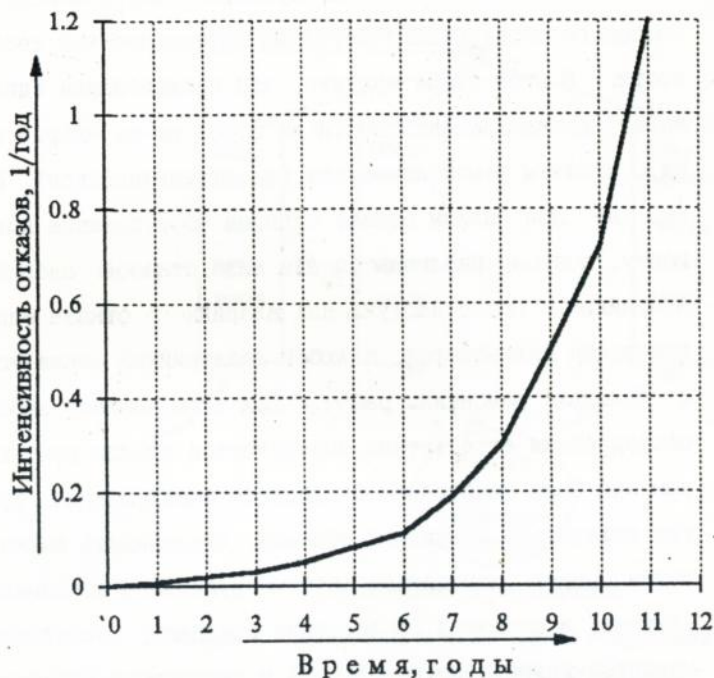


Рис.2 График интенсивности отказов для бета-распределения с параметрами: $a=2,94$, $b=1,67$

неопределенности являются как "внутренние" факторы, обуславливающие режим эксплуатации, организацию учета движения контейнеров и организацию их технического обслуживания, так и "внешние" факторы, определяемые ожидаемым объемом перевозок контейнеризованных грузов и рыночной стоимостью контейнеров различного возраста.

Во второй главе произведен анализ существующих подходов к моделированию воспроизводства массового оборудования, основанных на вероятностных методах, отмечено, что имеющиеся модели не учитывают ряд важных факторов, сопутствующих усло-

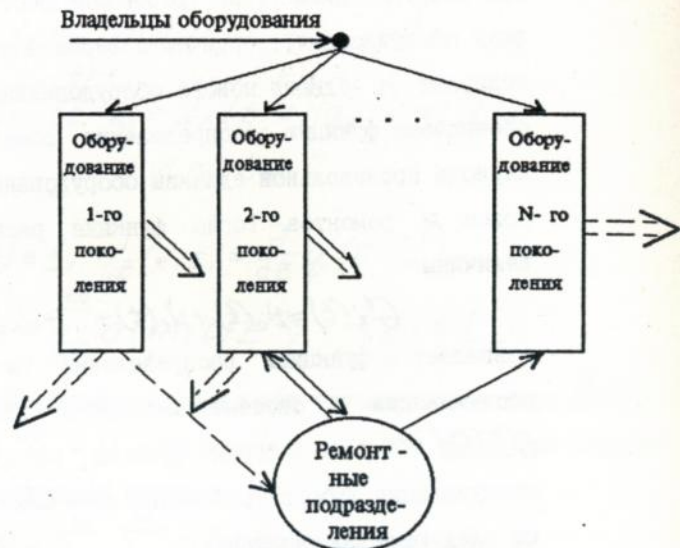
виям эксплуатации. На основе проделанного анализа предложена унифицированная схема моделирования воспроизводства парка массового оборудования методами математической теории надежности. В этой схеме принято, что произвольная единица парка может преждевременно выйти из строя из-за аварии или поломки, а затем ремонтироваться (восстанавливаться). Естественно, не при каждом отказе единица оборудования подлежит ремонту, поэтому различаются два вида отказов: аварийный и неаварийный. После наступления аварийного отказа единица оборудования списывается, а любой неаварийный отказ устраняется с помощью ремонтных работ. При этом возраст любой единицы оборудования естественно определяется числом ремонтов, которым она была подвержена в процессе эксплуатации. Кроме выбытия вследствие аварийных отказов, численность парка оборудования может изменяться путем группового пополнения (путем закупки) и списания (вследствие продажи). Последовательность моментов группового пополнения и группового списания образуют два независимых процесса восстановления.

Описанная схема функционирования парка приведена на рис. 3.

С чисто математической точки зрения серьезной помехой на пути аналитического исследования модели является возможность группового списания оборудования. Отказавшись от этой возможности, можно достаточно легко (пренебрегая длительностью ремонта) найти распределение случайного вектора

$$\vec{V}(t) = (V_0(t), V_1(t), \dots, V_z(t)),$$

где $V_i(t)$ - число единиц оборудования в возрасте K_i , эксплуатируемых в момент времени t ; z - максимально возможное число ремонтов, которым может быть подвержена про-



Условные обозначения :



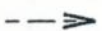
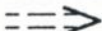
-  поток продаваемых партий оборудования ;
-  поток партий вновь приобретенного оборудования ;
-  поток оборудования на восстановление ;
-  поток оборудования не подлежащего восстановлению .

Рис. 3 Структурная схема функционирования парка массового оборудования

извольная единица оборудования.

При этом важную роль играет аналогия между парком оборудования и некоторой многофазовой бесконечноканальной системой массового обслуживания с групповым поступлением требований. В терминах такой обслуживающей системы возрастные группы оборудования интерпретируются как последовательные фазы обслуживания (всего их ровно $n + 1$).

Пусть, например, пополнение парка происходит только новым оборудованием (т.е. требования поступают только в первую фазу обслуживания), причем с вероятностью $a(n;t)$ группа содержит n единиц нового оборудования. Пусть также $G_K(t)$ обозначает функцию распределения общего эксплуатационного периода произвольной единицы оборудования, которая прошла не более K ремонтов. Тогда функция распределения случайной величины

$$G_K(t) = \nu_0(t) + \nu_1(t) + \dots + \nu_K(t) \quad (1)$$

совпадает с функцией распределения числа занятых каналов обслуживания в системе массового обслуживания типа $GI/G/\infty$, в которой функция распределения времени обслуживания любого требования есть $G_K(t)$. Отсюда вытекают следующие соотношения:

$$\begin{aligned} G_0(t) &= B_0(t), \\ G_1(t) &= \omega_0 B_0(t) + (1-\omega_0) B_0 * B_1(t), \\ &\dots \\ G_K(t) &= \omega_0 B_0(t) + \omega_1 (1-\omega_0) B_0 * B_1(t) + \dots + \\ &+ (1-\omega_0)(1-\omega_1) \dots (1-\omega_{K-1}) B_0 * B_1 * \dots * B_K(t), \end{aligned} \quad (2)$$

$K=1, 2, \dots, \infty,$

где $B_K(t)$ - функция распределения длительности безотказной работы произвольной единицы оборудования в возрасте K ; ω_K - вероятность того, что наступивший отказ единицы оборудования в возрасте K является аварийным;

* - символ свертки распределений.

Используя соотношения (1) и (2), можно непосредственно рассчитать математические ожидания $M \nu_K(t)$, $K=0, 1, \dots, \infty$, используя известные формулы для обслуживания системы типа $GI/G/\infty$.

Если, к примеру, промежутки между групповыми обновлени-

ями парка распределены по показательному закону с параметром

λ и $\nu_0(0) = \nu_1(0) = \dots = \nu_r(0) = 0$, то

$$M\nu_k(t) = M(\nu_0(t) + \dots + \nu_k(t)) - \\ - M(\nu_0(t) + \dots + \nu_{k-1}(t)) = \\ = \lambda \int_0^t [G_{k-1}(t-x) - G_k(t-x)] q'_z(1; x) dx, \\ k=0, 1, \dots, r,$$

где

$$G_{-1}(t) \equiv 1; \quad q'_z(1; t) = \frac{\partial}{\partial z} q(z; t) \Big|_{z=1}; \\ q(z, t) = \sum_{m=1}^{\infty} a(m; t) z^m; \quad |z| \leq 1.$$

Для нахождения распределения случайного вектора $\vec{\nu}(t)$ (для случая $r=1$) выведено интегральное уравнение относительно производящей функции

$$P(z_0, z_1; t) = \sum_{n_0=0}^{\infty} \sum_{n_1=0}^{\infty} P\{\nu_0(t) = n_0, \nu_1(t) = n_1 / \\ \nu_0(0) = 0, \nu_1(0) = 0\} z_0^{n_0} z_1^{n_1}, \\ |z_0|, |z_1| \leq 1.$$

Это интегральное уравнение имеет вид:

$$P(z_0, z_1; t) = 1 - A(t) + \int_0^t P(z_0, z_1; t-x) \times \\ \times q(\varphi_0(z_0, z_1; t-x), \varphi_1(z_1; t-x)) dA(x), \quad t \geq 0, \quad (3)$$

где

$$\varphi_0(z_0, z_1; t) = z_0(1 - B_0(t)) + \omega_0 B_0(t) + \\ + (1 - \omega_0) \int_0^t [1 - (1 - z_1)(1 - B_1(t-x))] dB_0(x),$$

$$\varphi_1(z_1; t) = 1 - (1 - z_1)(1 - B_1(t));$$

$q(z_0, z_1)$ - производящая функция распределения числа единиц оборудования каждого возраста, содержащегося в поставляемой группе;

$A(t)$ - функция распределения промежутка между соседними поступлениями групп.

С помощью уравнения (3) можно определять явные выражения для $M\psi_k(t)$, $k=0,1$ и других моментов.

На основе вышеуказанных результатов сформулирована следующая задача квадратичного программирования: найти вероятности $a(n_0, n_1)$, определяющие политику пополнения парка, которые минимизируют целевую функцию

$$D = \lim_{t \rightarrow \infty} M(n_0 \psi_0(t) + \sum \mu_k \psi_k(t) - \sum \mu)^2 \quad (4)$$

и удовлетворяют условию

$$\sum_{(n_0, n_1) \in S} a(n_0, n_1) = 1,$$

где $S = \{(n_0, n_1); 1 \leq n_0 + n_1 \leq N; n_0, n_1 = 0, 1, 2, \dots\}$

В (4) μ_k , $k=0,1$ обозначает производительность производной единицы оборудования в возрасте k и μ — обозначает требуемую (или заданную) общую производительность парка в целом.

Далее рассмотрена проблема моделирования воспроизводства парка оборудования в условиях изменения режимов эксплуатации.

Отметим, что в настоящее время в математической теории надежности системы с переменным режимом эксплуатации элементов разработаны весьма мало.

Предложена унифицированная схема моделирования воспроизводства парка постоянной численности, в которой смена эксплуатационных режимов регулируется полумарковским процессом с конечным множеством состояний (т.е. режимов).

Упомянутые выше вероятностные модели воспроизводства парка оборудования с непрерывным временем имеют, в основном, теоретическое значение, так как учет в их рамках многих важных для практического использования факторов делает их труднообозримыми. Более удобными в этом смысле являются модели с

дискретным временем, основанные на теории обновления основных фондов. Как показывает анализ специальной литературы, посвященной определению оптимальных сроков замены оборудования, возможности теории обновления основных фондов для моделирования воспроизводства массового оборудования далеко еще не исчерпаны. В ряде работ рассмотрены только случаи простого и расширенного воспроизводства, когда общая численность парка остается постоянной или не убывает с течением времени. В других работах рассмотрен общий случай произвольной зависимости от времени численности парка, но при этом предполагалось, что в начале каждого временного шага (года, квартала, месяца) вместо выбывших единиц могут вводиться в эксплуатацию только новые. Однако в практике эксплуатации больших совокупностей СУТ возможно приобретение или продажа единиц оборудования любого возраста, если это экономически целесообразно.

Примем следующие условные обозначения:

T - максимальная продолжительность срока службы произвольной единицы СУТ;

$P_{t-t}, t=1,2,\dots,T-1$ - условная вероятность того, что произвольная единица СУТ достигнет возраста t при условии, что она "прожила" $t-1$ временных шагов;

$U_m(t), t=0,1,\dots,T-1$ - ожидаемое (среднее) количество единиц СУТ в возрасте t , находящихся в эксплуатации в начале m -го временного шага ($m=1, 2, \dots, M$; где M - горизонт планирования);

W_m - ожидаемое общее количество СУТ, выбывающих из эксплуатации в связи с авариями или физическим износом между $(m-1)$ -м и m -м шагами;

N_m - общая заданная численность парка к началу m -го

временного шага (все числа N_1, N_2, \dots предполагаются достаточно большими);

$X_m(t), t=0, 1, \dots, T-1$ - число СУГ в возрасте t , которые приобретаются предприятием в начале m -го временного шага;

$Y_m(t), t=1, 2, \dots, T-1$ - число СУГ в возрасте t , которые предприятие продает в начале m -го временного шага.

Условие равенства общей численности парка в начале m -го временного шага заданному числу N_m запишется следующим образом:

$$\sum_{t=0}^{T-1} U_m(t) = N_m, \quad m=1, 2, \dots, M. \quad (5)$$

Основное уравнение динамики изменения возрастной структуры парка имеет вид:

$$\begin{aligned} U_m(0) &= X_m(0), \quad m=1, 2, \dots, M, \\ U_1(t) &= v(t) + X_1(t) - Y_1(t), \\ U_m(t) &= \pi_{t-1,t} U_{m-1}(t-1) + X_m(t) - Y_m(t), \\ & \quad t=1, 2, \dots, T-1, \quad m=2, 3, \dots, M, \end{aligned} \quad (6)$$

где $v(t)$ - начальное распределение численности единиц оборудования по возрастным категориям (на конец 0-го шага).

Поскольку в начале m -го временного шага не может быть продано больше СУГ в возрасте t , чем их ожидаемая численность с учетом выбывших к этому моменту СУГ, то должны выполняться условия:

$$\begin{aligned} 0 \leq Y_m(t) \leq \pi_{t-1,t} U_{m-1}(t-1), \\ t=1, 2, \dots, T-1; \quad m=2, 3, \dots, M \\ 0 \leq Y_1(t) \leq v(t). \end{aligned} \quad (7)$$

Одним из важнейших эксплуатационных показателей является ожидаемый объем списания СУГ (по достижении ими возраста T или же выбытия в результате аварии). Величина это-

го показателя к началу M -го временного шага определяется по формуле

$$W_m = \sum_{t=1}^{T-1} (1 - \pi_{t-1,t}) U_m(t-1) + U_m(t-1) = N_m - \sum_{t=1}^{T-1} \pi_{t-1,t} U_m(t-1), \quad m \geq 1.$$

Основная проблема оптимального уравнения воспроизводства парка при заданной его общей численности сводится к выбору функций

$x_m(t)$, $t=0,1,\dots,T-1$ и $y_m(t)$, $t=1,2,\dots,T-1$ на заданном горизонте планирования M . Оптимизация может производиться для достижения, например, максимума средней прибыли от эксплуатации парка:

$$\sum = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \sum_m \rightarrow \max, \quad (8)$$

где \sum_m - прибыль, достигаемая за промежуток между m -м и $(m+1)$ -м временными шагами, причем

$$\begin{aligned} \sum_m = & C_m W_m + \sum_{t=0}^{T-1} f_m(t) U_m(t) + \\ & + \sum_{t=0}^{T-1} d_m(t) y_m(t) - \sum_{t=0}^{T-1} z_m(t) U_m(t) - \\ & - \sum_{t=0}^{T-1} s_m(t) x_m(t); \end{aligned}$$

C_m - среднее остаточное ликвидационное сальдо единицы оборудования в начале M -го временного шага;

$f_m(t)$ средняя доходная ставка от эксплуатации единицы оборудования в возрасте t между m -м и $(m+1)$ -м шагами;

$d_m(t)$ - продажная цена единицы оборудования в возрасте t в начале m -го шага;

$s_m(t)$ - покупная цена единицы СУТ в возрасте t в начале m -го шага;

$z_m(t)$ средние эксплуатационные расходы, связанные с содер-

жанием единицы оборудования в возрасте t между m -м и $(m+1)$ -м временными шагами.

Для решения оптимизационной задачи (5) - (8) предложен алгоритм, основанный на методе динамического программирования.

Третья глава посвящена проблеме практической реализации оптимизационной модели (5) - (8) для управления воспроизводством контейнерного парка судоходного предприятия. При этом исследованы вопросы, касающиеся возможности сбора и обработки статистической информации, формирования и организации ведения нормативно-справочной базы, а также баз данных динамики численности парка. Эти вопросы непосредственно связаны с организацией и информационной технологией обработки данных первичного бухгалтерского и статистического учета о движении контейнеров.

С этой целью, прежде всего, исследованы методы оценки коэффициентов целевой функции (8). Списанное оборудование обладает некоторой остаточной стоимостью и может быть реализовано для нужд населения или народного хозяйства. Эта остаточная стоимость C_m определяется как разность между ликвидационной стоимостью и затратами, связанными с ликвидацией. Поскольку стоимость оборудования и его продажная цена являются функцией времени, то представляет интерес исследовать характер этой зависимости. Если предположить, что износ единицы оборудования (контейнера) оценивается на основе норм амортизационных отчислений, то, учитывая формулу сложных процентов, получим

$$d_m(t) = d_m(0)(1-\lambda)^t, \quad t=0,1,2,\dots,T-1,$$

где $d_m(0)$ - первоначальная стоимость единицы оборудования;

λ - годовая норма амортизационных отчислений для единицы

оборудования данного типа. Для контейнеров, к примеру,
 $\lambda = 6,5\%$.

Для оценки текущих эксплуатационных издержек $Z_m(t)$ на единицу оборудования необходимо использовать статистические данные по составляющим этих издержек за ряд предыдущих лет. Обычно в качестве аппроксимирующей функции выбирают зависимость вида

$$\sum_{S=1}^t Z_m(S) = a_m + b_m t + \frac{c_m}{t},$$

где коэффициенты a_m , b_m и c_m определяются по методу наименьших квадратов.

Аналогично могут быть оценены и другие коэффициенты целевой функции (8).

Входящие в уравнения "движения" системы переходные вероятности $\pi_{t-1,t}$, оцениваются по статистическим данным о движении возрастной структуры парка за ряд лет. Для этого необходимо организовать ведение соответствующих баз данных с применением компьютерных технологий.

В диссертации решен ряд задач, относящихся к инфологическому проектированию автоматизированной системы оптимального управления воспроизводством контейнерного парка судходного предприятия, в частности разработаны макеты входных и выходных форм, логические структуры баз данных (реляционного типа), организационно-технологическая схема решения задачи.

На основе результатов проведенных исследований, касающихся моделей (5) - (8), разработана "Методика оптимального управления воспроизводством контейнерного парка ГСК-ЧМП".

Проведен расчет ожидаемого экономического эффекта от внедрения указанной методики в реальных производственных условиях, который составил около 740 тыс. дол. США в год.

Основные теоретические положения и рекомендации, определяющие научную новизну и практическую ценность диссертации, касаются проблемы определения оптимальных сроков замены и объема заменяемых массовых технически однородных типов оборудования. В заключении приведены основные выводы по результатам исследования.

1. В ходе исследований проведен анализ условий эксплуатации таких СУГ, как контейнеры и лихтеры в судоходном предприятии. Он показал, что парк СУГ - сложная система, функционирующая в условиях объективно существующей неопределенности. В результате этого анализа выявлены, в частности, основные факторы, влияющие на износ контейнеров, построена гистограмма распределения длительности срока службы контейнера и найден аппроксимирующий ее теоретический закон распределения и др.

2. Проведен аналитический обзор существующих вероятностных методов и подходов к моделированию воспроизводства парка массового оборудования с позиции математической теории надежности и теории обновления основных фондов. Отмечено, что имеющиеся в специальной литературе модели с непрерывным временем слабо учитывают изменения во времени возрастной структуры парка оборудования и групповой характер замен оборудования. С другой стороны, недостаточно глубоко исследована проблема нахождения оптимальных объемов пополнения и списания оборудования разного возраста в условиях колебания спроса и предложения на рынке СУГ.

3. Предложен ряд оригинальных моделей воспроизводства парка массового оборудования с учетом его возрастной структуры и группового поступления нового оборудования.

Разработана также новая общая схема моделирования функ-

ционирования парка оборудования с учетом изменения эксплуатационных режимов на основе полумарковских процессов.

На основе методов теории обновления основных фондов разработана достаточно общая оптимизационная модель управления парка массового оборудования, учитывающая динамику его возрастной структуры, возможность покупки и продажи оборудования разного возраста, аварийное выбытие единиц оборудования. Критерий оптимальности - максимум средней прибыли от функционирования парка на заданном горизонте планирования. В качестве основного метода решения этой задачи дискретной оптимизации предложен метод динамического программирования.

4. Разработан ряд организационно-технологических предложений по практической реализации теоретических разработок, полученных в диссертации в системе управления судоходным предприятием.

Разработаны формы соответствующих выходных документов и логическая структура баз данных для реляционных структур, организационно-технологическая схема решения задачи оптимального управления численностью и структурой парка контейнеров.

5. На основе результатов исследования разработана "Методика оптимального управления воспроизводства контейнерного парка ЧМП", внедренная в систему управления ГСК - ЧМП.

6. Полученные в диссертации результаты могут служить основой для дальнейших исследований в области моделирования воспроизводства СУГ как аналитическими средствами, так и с помощью методов статистического моделирования на ЭВМ.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Постан М. Я., Ширяева Л. В. О проблеме моделирования восп-

- производства средств укрупнения грузов пароходства // В кн.: Системы и средства поддержки решений в процессах управления на транспорте. Сборник научных трудов. - Институт кибернетики им. В. М. Глушкова АН Украины, Киев, - 1993. - С. 53 -56.
2. Ширяева Л.В. Опыт эксплуатации и организации слежения за укрупненными грузовыми единицами судоходными предприятиями // Транспорт: наука, техника, управление: Сборник обзорной информации ВИНТИ. - 1994. - №2. С. 31 - 37.
 3. Ширяева Л.В. Об одной статистической модели оптимального управления численностью парка массовых единиц основных фондов // В кн.: Системы и средства поддержки решений в процессах управления на транспорте. Институт кибернетики им. В. М. Глушкова. Киев, 1994.
 4. Postan M., Voyevudskiy E., Shiryayeva L. Stochastic Model of the Same Type Equipment's Park Reproduction Proc. of Int. Conference on Optimization: Techniques and Applications. ICOTA'95, China, June 12 - 15, 1995. P. 941-948
 5. Постан М. Я., Ширяева Л. В. О некоторых математических моделях воспроизводства парка укрупненных грузовых единиц судоходных предприятий // Транспорт: наука, техника, управление: Сб. обзорной информации ВИНТИ. - 1995. - №6.
 6. Ширяева Л. В. Моделирование воспроизводства основных фондов // В кн.: Тезисы докладов городского семинара "Применение вычислительной техники и математического моделирования в прикладных научных исследованиях". - Одесса: Одесский гос. политехнический университет, 1994. - С. 14-15.

А Н Н О Т А Ц И Я

Ширяева Л. В. Моделирование процесса воспроизводства средств укрупнения грузов (на примере контейнерного парка парходства^а). Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.03.02 - "Экономико-математические методы и модели", Одесский государственный морской университет, Одесса, 1995.

Защищаются результаты по экономико-математическому моделированию воспроизводства парка укрупненных грузовых единиц (УГЕ) судоходного предприятия, а также методические рекомендации по внедрению теоретических результатов в реальных производственных условиях на примере контейнерного парка ГСК-ЧМП.

Выявлены основные факторы, влияющие на продолжительность эксплуатации контейнеров, проведен статистический анализ динамики их выбытия из-за аварий. Предложены две унифицированные схемы статистического моделирования воспроизводства парка массового оборудования с непрерывным временем.

Разработана достаточно общая экономико-математическая модель оптимального управления численностью парка массового оборудования с учетом его возрастной структуры на основе теории обновления основных фондов.

АНОТАЦІЯ

Ширяєва Л.В. Моделювання процесу відтворювання засобів укрупнювання вантажів (на прикладі контейнерного парку пароплавства). Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидату економічних наук за спеціальністю 08.03.02 - "Економіко-математичні методи та моделі", Одеський державний морський університет, Одеса, 1995.

Захищаються результати за економіко-математичним моделюванням відтворення парку укрупнених вантажних одиниць (УВО) судноплавного підприємства, а також методичні рекомендації за упровадженням теоретичних наслідків у реальних виробничих умовах на прикладі контейнерного парку ДСК-ЧМП.

Виявлено основних факторів, які впливають на довготривалість експлуатації контейнерів, проведено статистичного аналізу динаміки їх вибуття з-за аварій. Пропоновано дві уніфіковані схеми стісного моделювання відтворювання парку масового устаткування з безперервним часом.

Розроблено достатньо загальної економіко-математичної моделі оптимального керування кількістю парку масового устаткування з урахуванням його вікової структури на основі теорії оновлення основних фондів.

A N N O T A T I O N

Shiryayeva L. V. Modelling of Reproduction Process of Cargo Enlargement Means (Container Park of the Shipping Company Serving as an Example) Manuscript.

Thesis nominated for competition for Candidate's degree in Economics in speciality 08.03.02 "Economic and Mathematical Methods and Models". Odessa State Marine university, Odessa, 1995.

The paper defends the results on economic and mathematical modelling of reproduction of enlarged cargo units (ECU) park of a navigation enterprise, as well as methodic recommendations on introduction of theoretical results into real conditions of production, container park of the SSC - BLASCO serving as an example.

Main factors influencing the duration of containers operation have been revealed, statistic analysis of dynamics of their removal caused by emergencies has been carried out. Two unified schemes of statistic modelling of reproduction of mass equipment park with continuous time are suggested.

Rather general economic and mathematic model of optimum operation of mass equipment park's quantity with consideration of its age structure on the basis of fixed capital stock renewal theory has been worked out.

Ключові слова:

Відтворення парку устаткування, контейнери, стохастична модель, строк служби, оптимальна політика заміни.

... of the ...
... of the ...
... of the ...

... of the ...
... of the ...
... of the ...

... of the ...
... of the ...
... of the ...

... of the ...
... of the ...
... of the ...

... of the ...
... of the ...
... of the ...

... of the ...
... of the ...
... of the ...

AB 32.775

AB 32.775