

УДК 656.6

О.Д. Вишневская

**МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЮДЖЕТА ВРЕМЕНИ СУДОВ
ПО ДОЛГОСРОЧНЫМ ФРАХТОВЫМ КОНТРАКТАМ
В УСЛОВИЯХ ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ
ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА**

Разработана экономико-математическая модель оптимизационной задачи с интервальной неопределенностью, которая позволяет осуществлять распределение бюджета времени судов по долгосрочным фрахтовым контрактам с учетом возможности одновременной работы данных судов на открытом фрахтовом рынке. Интервальная неопределенность заключается в том, что параметры транспортного процесса, технико-эксплуатационные показатели работы судов и объемы транспортной работы представлены в виде диапазонов (интервалов), что соответствует реальной ситуации при принятии решений по управлению работой судов в рамках годового отрезка времени.

Ключевые слова: долгосрочные фрахтовые контракты, бюджет времени, интервальная неопределенность, оптимизация.

Розроблено економіко-математичну модель оптимізаційної задачі з інтервальною невизначеністю, яка дозволяє здійснювати розподіл бюджету часу суден за довгостроковими фрахтовими контрактами з урахуванням можливості одночасної роботи цих суден на відкритому фрахтовому ринку. Інтервальна невизначеність полягає в тому, що параметри транспортного процесу, техніко-експлуатаційні показники роботи суден і обсяги транспортної роботи представлені у вигляді діапазонів (інтервалів), що відповідає реальній ситуації при прийнятті рішень з управління роботою суден в рамках річного відрізка часу.

Ключові слова: довгострокові фрахтові контракти, бюджет часу, інтервальна невизначеність, оптимізація.

An optimization model with interval uncertainty is developed for distributing the time budget of ships for contracts of affreightment, taking into account the possibility of these vessels simultaneous work on the open freight market. Interval uncertainty lies in the fact that the transport process parameters, the technical and operational characteristics of the ships and the volume of the transport work are presented in the form of intervals, this corresponds to the actual situation when making decisions to manage the vessels work within an annual time interval.

Keywords: contracts of affreightment, time budget, uncertainty of intervals, optimization.

Введение. В процессах управления работой флота возникает необходимость распределения транспортной работы между судами: под транспортной работой в данном случае понимается перевозка заданных грузов между заданными портами или в рамках выделенного региона, или в рамках конкретной схемы работы судов (линии).

Решение подобных задач связано с закреплением судов между конкретными видами транспортной работы с целью обеспечения, как правило, максимального финансового результата (прибыли) с учетом освоения необходимого объема транспортной работы. Основная идея данного распределения заключается в максимизации эффективности использования судов с конкретными характеристиками и технико-экономическими показателями в процессе предоставления транспортных услуг.

Долгосрочные фрахтовые контракты обладают определенной спецификой, в том числе отсутствием в большинстве случаев четкого задания портов захода и объема грузопотоков. Также при выполнении обязательств перед грузовладельцами по данным контрактам может возникнуть необходимость привлечения судов на условиях тайм-чартера в ситуации, когда собственные суда заняты на перевозках грузов на свободном фрахтовом рынке.

В таком контексте распределение судов между специфическими видами транспортной работы не рассматривалось в научных публикациях, тем не менее, практическая необходимость решения подобной задачи существует.

Анализ литературы и выделение нерешенной части проблемы. Следует отметить, что распределительные задачи (или задачи о назначениях) являются классическими задачами исследования операций и, в частности, нашли широкое применение в сфере принятия решений по управлению работой флота. В качестве примера можно привести модели, представленные в [1-3]. Как правило, в подобных задачах суда распределяются по обслуживаемым грузопотокам или схемам (для линейного судоходства).

Практическое большинство существующих моделей опираются на детерминированный вариант задания условий работы судов, так как разрабатывались: 1) в период плановой экономики (отечественная научная школа); 2) для ситуации линейного судоходства с ориентацией на четко заданное множество портов захода, конкретное расписание и усредненный вариант загрузки судна.

Вероятностные модели для решения задач, связанных с распределением судов, как правило, используются для долгосрочного (более одного года) планирования. В частности, в [4] рассматривалась задача распределения судов между регионами работы и между двумя вариантами коммерческой эксплуатации с учетом вероятностной природы фрахтовых ставок (за основу были приняты результаты статистических исследова-

дований, обосновавших правомерность использования нормального закона распределения колебаний фрахтовых ставок).

Коммерческо-правовые аспекты долгосрочных фрахтовых контрактов рассматривались в [1; 5]. Несмотря на обращение современных исследователей к задачам, связанным с управлением работой судов (например, [6; 7]), проблема учета специфики данных контрактов в принятии решений по управлению работой судов и, в частности, распределение бюджета времени в условиях наличия нескольких контрактов, практически не рассматривается.

Цель исследования. Разработка модели распределения бюджета времени судов по долгосрочным фрахтовым контрактам с учетом неопределенности параметров транспортного процесса.

Результаты. Для идентификации неопределенности параметров транспортного процесса при работе судов по долгосрочным фрахтовым контрактам, проанализируем источники формирования неопределенности.

Выделяют следующие основные виды долгосрочных фрахтовых контрактов [1; 5; 8]:

- Consecutive voyages – последовательные рейсы;
- COA (contract of affreightment) – договор фрахтования: volume contract of affreightment (фрахтовый контракт на определенный объем), volume contract (контракт на определенный объем), quantity contract (контракт на определенное количество). Указанные названия являются различными вариантами названий контрактов на транспортное обслуживание.

Основные позиции таких договоров, которые являются источником неопределенности условий работы судов (так как не устанавливаются четко), следующие:

- размер судна;
- количество груза / количество рейсов;
- порты загрузки;
- порты разгрузки.

Рассмотрим более детально каждый из указанных источников неопределенности.

Если в договоре рейсового чартера, как правило, указывается конкретное судно, то в долгосрочных контрактах на транспортное обслуживание могут указываться [5]:

- 1) размер судна (например, судно грузоподъемностью около 10000 т);
- 2) диапазон размера судна (например, судно грузоподъемностью от 20000 т до 25000 т).

Поэтому судовладелец может организовать обслуживание грузопотоков по долгосрочным контрактам так, что будут задействованы несколько судов подходящего размера. При этом достаточно часто возни-

кают ситуации, когда для выполнения своих обязательств судовладельцу приходится брать суда в аренду:

а) в тайм-чартер на определенный период;

б) в тайм-чартер на рейс – в тех ситуациях, когда необходимо привлечь судно для работы по контракту, а принадлежащие судовладельцу суда задействованы на других перевозках.

Поэтому неопределенность с количеством рейсов или количеством груза по контрактам является, с одной стороны, для судовладельца возможностью параллельной работы на фрахтовом рынке на условиях рейсового чартера, с другой стороны – влечет риски и необходимость выполнения обязательств в тот момент, когда все суда заняты перевозками грузов других фрахтователей.

Таким образом, основным фактором неопределенности для судовладельцев, потенциально обуславливающим ситуации риска и приводящим к снижению эффективности обслуживания грузопотоков по долгосрочным контрактам, является объем транспортной работы, который, как известно, определяется количеством груза и расстоянием перевозок.

Обобщение вышеизложенного позволяет сформировать схематично систему факторов неопределенности и их возможное негативное влияние на параметры производственного процесса и эффективность работы судов в целом (рисунки).

Отметим, что для долгосрочных фрахтовых контрактов специфика условий обуславливает диапазон параметров транспортного процесса, в пределах которого говорить о конкретном виде закона распределения достаточно затруднительно, потому как данные в большинстве случаев нельзя считать однородными, так как они относятся к разным парам портов.

Таким образом, в данной ситуации имеет место интервальная неопределенность. В [9; 10] был предложен метод решений оптимизационных задач, у которых в целевой функции и ограничениях присутствуют интервальные показатели.

Примем за основу предлагаемый подход и сформулируем модель оптимизации распределения судов между долгосрочными контрактами в условиях интервальной неопределенности.

Введем обозначения:

$i = \overline{1, m}$ – индексы судов компании, каждое судно характеризуется

R_i – суточным нормативом постоянных затрат (долл./сут.);

$j = \overline{1, n}$ – индексы рассматриваемых долгосрочных фрахтовых

контрактов.

Каждый контракт характеризуется:

$\tilde{Q}^j = [Q_1^j; Q_2^j]$ – диапазоном значений объема перевозок, т;

f_j – значением фрахтовой ставки, долл./т (или $\tilde{f}^j = [f_1^j; f_2^j]$ – диапазоном значений фрахтовой ставки, долл./т.

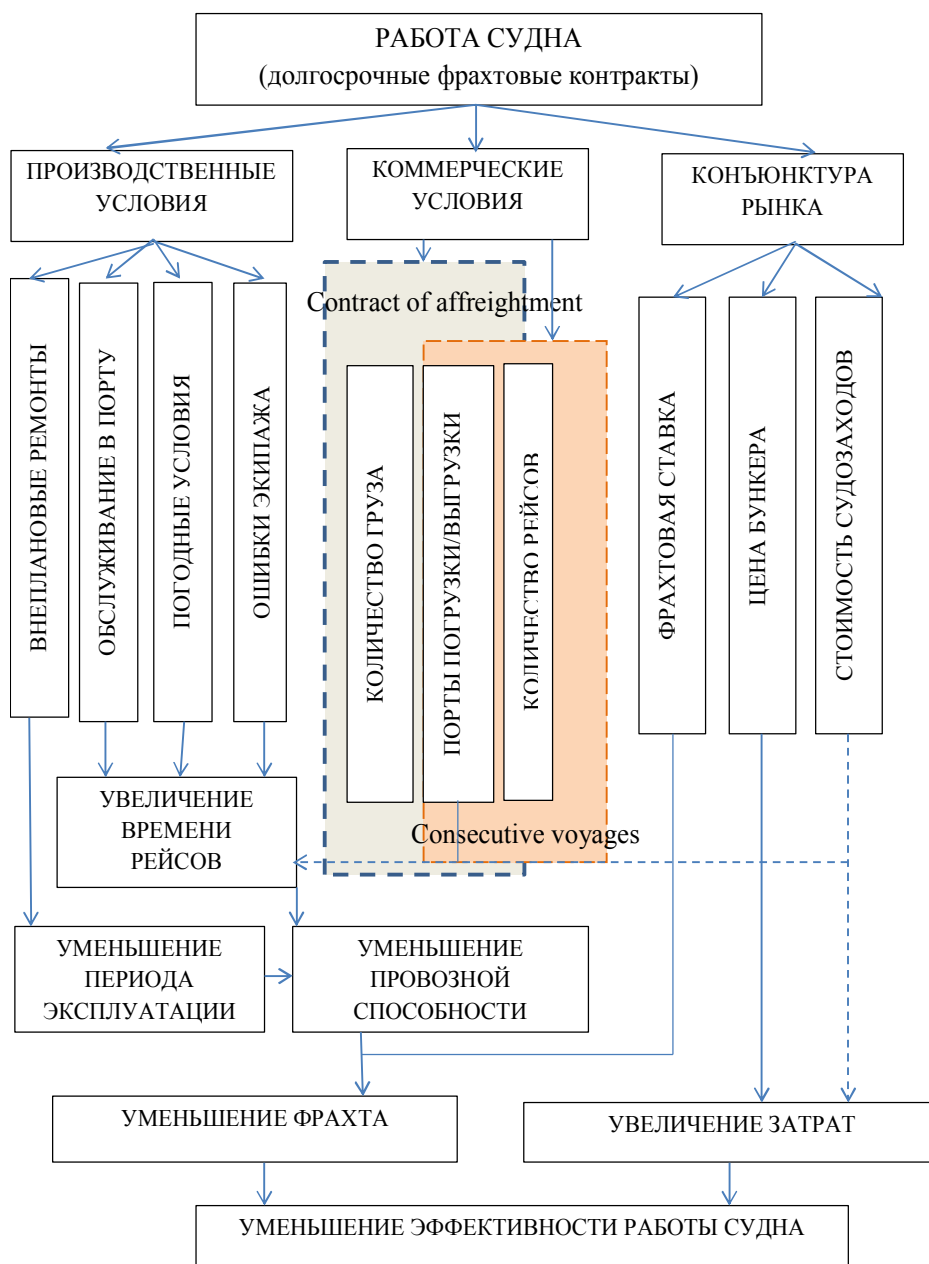


Рис. Система факторов неопределенности и их влияние на результаты работы судна в долгосрочном периоде

Работа судов по контрактам характеризуется следующими технико-эксплуатационными показателями:

$\tilde{r}_{ij} = [r_{ij}^1; r_{ij}^2]$ – диапазон значений эксплуатационных затрат при работе i -го судна по j -ому контракту, долл./сут.;

$\tilde{p}_{ij} = [p_{ij}^1; p_{ij}^2]$ – диапазон значений провозной способности i -го судна при работе по j -ому контракту, тыс.т/год.

Обозначим $x_{ij}, 0 \leq x_{ij} \leq 1$ – доля от бюджета времени работы i -го судна по j -ому контракту. Так как не каждое судно из рассматриваемого множества может работать на конкретном контракте (например, грузовая партия не подходит по размеру для данного судна), то в такой ситуации отдельные x_{ij} из параметров управления трансформируются в экзогенные параметры и принимаются равными 0. Такая процедура позволит исключить из дальнейшей оптимизации «невозможные» варианты закрепления судов.

Также компания может для реализации своих планов по обслуживанию долгосрочных фрахтовых контрактов привлекать суда на базе тайм-чартерной аренды по ставкам $r_k^{t-ch}, k = \overline{1, K}$, где k – судно (прототип);

K – множество рассматриваемых вариантов судов.

Обозначим

$x_k^{t-ch}, k = \overline{1, K}$ – количество судов-претендентов (прототипов судов-претендентов) для аренды в тайм-чартер;

$x_{kj}^{t-ch}, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}$ – доля бюджета времени работы k -го судна по j -ому контракту.

Аналогично представленным выше рассуждениям, если судно x_k^{t-ch} не может обслуживать j -ый контракт, то в процессе оптимизации соответствующие x_{kj}^{t-ch} полагаются равными 0 и рассматриваются далее в качестве экзогенных параметров.

Отметим, что суда компании (собственные или арендованные) могут работать на открытом фрахтовом рынке, который характеризуется диапазоном значений фрахтовых ставок (с учетом специфики судов, в том числе дедвейта, возраста и т.п.), которые определяют следующий диапазон усредненного тайм-чартерного эквивалента в регионе:

$\tilde{E}_i = [\tilde{E}_i^1, \tilde{E}_i^2], i = \overline{1, m}$ – для собственных судов, долл./сут.

$\tilde{E}_k = [\tilde{E}_k^1, \tilde{E}_k^2], k = \overline{1, K}$ – для арендованных судов, долл./сут.

Рассматриваемый период долгосрочных контрактов – T, сут.

В качестве целевой функции будем рассматривать максимизацию финансового результата (диапазона финансового результата – в терминах интервальной оптимизации) работы судов (собственных и арендованных) по долгосрочным контрактам:

$$\begin{aligned} \tilde{F}(x_{ij}, x_k^{t-ch}, x_{kj}^{t-ch}) = & \sum_{j=1}^n (\tilde{f}^j \cdot (\sum_{i=1}^m \tilde{p}_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k=1}^K \tilde{p}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch}) - \\ & - \sum_{i=1}^m (\tilde{r}_{ij} \cdot x_{ij} - R_i) - \sum_{k=1}^K \tilde{r}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch}) - \sum_{k=1}^K r_k^{t-ch} \cdot T \cdot x_k^{t-ch} + \\ & + \sum_{i=1}^m \tilde{E}_i \cdot T \cdot (1 - \sum_{j=1}^n x_{ij}) + \sum_{k=1}^K \tilde{E}_k^{t-ch} \cdot T \cdot (x_k^{t-ch} - \sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch}) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (1)$$

Составляющие (1):

$$\sum_{j=1}^n (\tilde{f}^j \cdot (\sum_{i=1}^m \tilde{p}_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k=1}^K \tilde{p}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch})) - \text{фрахт от работы судов (собствен-}$$

ных и арендованных) по контрактам (диапазон фрахта);

$$\sum_{i=1}^m (\tilde{r}_{ij} \cdot x_{ij} - R_i) - \text{расходы эксплуатационные и постоянные собст-}$$

венных судов компании (диапазон расходов);

$$\sum_{k=1}^K \tilde{r}_{kj}^{t-ch} \cdot x_{kj}^{t-ch} - \text{расходы эксплуатационные арендованных судов}$$

(диапазон расходов);

$$\sum_{k=1}^K r_k^{t-ch} \cdot T \cdot x_k^{t-ch} - \text{расходы по аренде в тайм-чартер;}$$

$$\sum_{i=1}^m \tilde{E}_i \cdot T \cdot (1 - \sum_{j=1}^n x_{ij}) - \text{эффективность (диапазон эффективности)}$$

работы собственных судов вне долгосрочных контрактов – на открытом фраховом рынке;

$$1 - \sum_{j=1}^n x_{ij} - \text{доля бюджета времени работы собственных судов вне}$$

долгосрочных контрактов;

$$\sum_{k=1}^K \tilde{E}_k^{t-ch} \cdot T \cdot (x_k^{t-ch} - \sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch}) - \text{эффективность (диапазон эффектив-}$$

ности) работы арендованных судов вне долгосрочных контрактов – на открытом фраховом рынке;

$$x_k^{t-ch} - \sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch} - \text{доля бюджета времени работы арендованных}$$

судов вне долгосрочных контрактов.

Сформулируем ограничения модели.

По объему транспортной работы по долгосрочным контрактам (для каждого контракта)

$$\sum_{i=1}^m \tilde{p}_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{k=1}^K \tilde{p}_{kj}^{t-ch} \cdot x_k^{t-ch} \leq \tilde{Q}^j, j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

По бюджету времени собственных судов компании

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}. \quad (3)$$

По бюджету времени арендованных судов

$$\sum_{j=1}^n x_{kj}^{t-ch} \leq x_k^{t-ch}, k = \overline{1, K}. \quad (4)$$

По количеству арендованных судов

$$x_k^{t-ch} \leq N_k, k = \overline{1, K}, \quad (5)$$

где N_k – возможное количество судов для аренды.

Условие целочисленности и неотрицательности параметров управления

$$x_k^{t-ch} \in Z^+, k = \overline{1, K}. \quad (6)$$

Условие неотрицательности параметров управления

$$x_{kj}^{t-ch} \geq 0, x_{ij} \geq 0, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Диапазон возможных значений количества собственных судов

$$0 \leq x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Данная модель позволяет устанавливать:

1) закрепление судов компании за долгосрочными контрактами – с выделением того, какую долю времени из их бюджета суда будут осуществлять перевозки по данным контрактам, а какую долю бюджета времени будут работать на свободном фрахтовом рынке;

2) количество судов конкретного типа, которые необходимо взять в тайм-чартерную аренду для осуществления всего планируемого объема транспортной работы;

3) закрепление арендованных судов за долгосрочными контрактами, а также долю бюджета времени, в рамках которой арендованные суда будут работать на открытом фрахтовом рынке.

При этом будет обеспечиваться максимальный финансовый результат – прибыль от эксплуатации.

Указанные результаты отвечают неопределенности условий, сформулированных в виде интервалов возможных значений технико-эксплуатационных показателей, а также характеристик долгосрочных контрактов и ситуации на фрахтовом рынке.

Для решений моделей, относящихся к моделям с интервальной неопределенностью, разработаны специальные методы, которые, в частности, представлены в [9; 10] и могут быть использованы для решений данной задачи.

Выводы. Разработана экономико-математическая модель оптимизационной задачи с интервальной неопределенностью, которая позволяет осуществлять распределение бюджета времени судов (закрепление судов компании и арендованных судов) по долгосрочным фрахтовым контрактам с учетом того, что в «свободное» от работы по данным контрактам время, суда могут работать на открытом фрахтовом рынке.

Интервальная неопределенность заключается в том, что параметры транспортного процесса, технико-эксплуатационные показатели работы судов и объемы транспортной работы представлены в виде диапазонов (интервалов), что соответствует реальной ситуации при принятии решений по управлению работой судов в рамках годового отрезка времени.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лапкин А.И. Организация и управление работой флота последовательными рейсами: Монография / А.И. Лапкин. – Одесса, 2000. – 200 с.
2. Шибяев А.Г. Подготовка и обоснование решений по управлению перевозками и работой флота морской судоходной компании: Учебн. пособие / А.Г. Шибяев. – Одесса: ХОРС, 1998. – 208 с.
3. Левый В.Д. Оперативное управление работой флота / В.Д. Левый. – М.: Транспорт, 1981. – 157 с.
4. Онищенко С.П. Специфика рыночных рисков и мероприятий по их снижению в современном судоходном бизнесе / С.П. Онищенко, Т.Н.Шутенко // Актуальні проблеми економіки. – № 2 (128). – 2012. – С. 85-98.
5. Gorton L. Volume Contracts of Affreightment – Some Features and Principles. – Stockholm Institute for Scandianvian Law, 2010. – 91 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.scandinavianlaw.se/pdf/46-3.pdf>
6. Лапкін О.І. Визначення варіанту експлуатації суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів / О.І. Лапкін // Вісник Одеського національного мор-ського університету: Зб. наук. праць. – Вип. 4(46). – Одеса: ОНМУ, 2015. – С. 86-97.

7. Лапкин А.И. Эффективность отфрахтования судна на условиях рейсового тайм-чартера / А.И. Лапкин, И.А. Лапкина // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – № 4 (234). – 2017. – С. 134-137.
8. *Implied obligations in a contract of affreightment* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://catalogue.pearsoned.co.uk/assets/hip/gb/hip_gb_pearsonhighered/samplechapter/Wilson_CO_GBS_C02.pdf
9. Левин В.И. Оптимизация в условиях интервальной неопределенности. Метод детерминизации / В.И. Левин // Автоматика и вычислительная техника. – 2012. – № 4. – С. 157-163.
10. Левин В.И. Упрощенный подход к оптимизации в условиях интервальной неопределенности / В.И. Левин // Вестник УлГТУ. – 2013. – № 2 (62). – С.36-44.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2017

Рецензенти:

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Комерційне забезпечення транспортних процесів» Одеського національного морського університету **С.П. Онищенко**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету **О.Г. Шибасв**