



УДК 656.62: 65.012.122

В.Ю. Корьев инженер-менеджер, ООО «В.Ф.Танкер»

Е.Д. Ракова студентка ФГОУ ВО «ВГУВТ»

Ю.Н. Уртминцев профессор, доктор технических наук, ФГОУ ВО «ВГУВТ»

КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ФЛОТА

Ключевые слова: речной флот, оперативное планирование, бункеровка топливом, экономико-математическая модель.

В настоящей работе предлагается методический подход к комплексному обоснованию оптимального назначения судов на рейсы и плана бункеровки судов в рамках оперативного управления. Приводится многофакторная экономико-математическая модель, позволяющая получить оптимальное решение методами математического программирования.

В последние годы произошли заметные изменения как в структуре, так и функциях управления судоходными компаниями. Изменились цели, критерии и методы планирования работы флота, увеличилась степень неопределенности грузовой базы, возросла ответственность за выполнение договорных обязательств, увеличилось число факторов, влияющих на экономические результаты перевозок [1,2].

В этих условиях возросла роль оперативного планирования, так как не стало достаточно устойчивой навигационной и месячной корреспонденции грузопотоков, согласуемой заранее с другими участниками перевозок и отраслевым министерством. В настоящее время, как правило, договоры на перевозку заключаются к началу навигации без указания конкретных объемов, которые уточняются позднее через оперативные заявки. Таким образом, по существу, каждый грузопоток стал оперативным по своим параметрам.

В системе оперативного планирования приобрели актуальность следующие задачи:

- определение рейсовых расходов и себестоимости перевозки в конкретном рейсе;
- обоснование идеи тайм-чартерных и фрахтовых ставок;
- расстановка судов по рейсам в соответствии с заявками на перевозку и позициями заявок;
- оптимизации рейсовых расходов судов;
- определение места бункеровки судов и целесообразного объема принимаемого бункера.

Одним из существенных рычагов оптимизации рейсовых расходов стала рациональная организация бункеровки судов топливом. Каждому судну необходим определенный запас топлива для совершения рейса, но учитывая, что в настоящее время стоимость бункера в разных пунктах бункеровки может быть разная, иногда экономически выгоднее взять больше дешевого топлива даже в ущерб загрузке судна и, соответственно, сумме фрахта.

В настоящей работе предлагается методический подход к комплексному обоснованию оптимального назначения судов на рейсы и плана бункеровки судов в

рамках оперативного управления. Сама по себе задача обоснования оптимального назначения судов в соответствии с оперативными заявками грузовладельцев является многовариантной. Учет фактора бункеровки топливом еще более увеличивает размер задачи. Так, уже при числе судов и заявок на перевозки по пять и более задача приобретает несколько сотен возможных решений и становится практически непреодолимой для «ручного счета». Поэтому для решения задачи предлагается экономико-математическая модель, позволяющая получить оптимальное решение методами математического программирования.

Пусть в наличии имеется n судов и m возможных рейсов (заявок), которые необходимо освоить. Все суда технологически пригодны для перевозки предъявленных грузов, в исходный момент времени находятся в разных точках дислокации и имеют разное количество топлива на борту. Кроме того, каждое судно завершило или завершает перевозку определенного груза, и грузовые танки находятся в не замкнутом состоянии. Соответственно, на подготовку к тому или иному рейсу может потребоваться дополнительное время и дополнительные расходы.

Заявки на перевозку характеризуются портами погрузки, наименованием груза, его количеством, позициями судов (лейдейс, канцелинг). Прибытие судна раньше заявленной позиции приводит к дополнительным расходам на ожидание погрузки, а прибытие позже – отменой рейса и потерей фрахта.

Имеющиеся в распоряжении суда – разнотипные, с разной стоимостью содержания в эксплуатации и разными судовыми сборами. Предполагается, что необходимое для выполнения рейса топливо можно приобрести в любом из встречающихся пунктов бункеровки в пути следования, причем на судне всегда должно быть достаточное количество бункера для продолжения рейса (с учетом штормового запаса).

На воднотранспортной сети есть участки с ограниченными глубинами (лимитирующие участки), не позволяющие полностью использовать грузоподъемность судов.

В качестве исходных данных также используются:

- нормативы времени следования и портового обслуживания судов;
- нормы времени на подготовку танков при подготовке к новому рейсу;
- ограничения загрузки по объему танков или максимальной загрузке исходя из возможностей фрахтователей;
- индивидуальные нормативы расхода топлива для каждого судна;
- количество топлива на борту на исходный момент времени;
- месторасположение мест бункеровки и стоимость топлива в них;
- сборы за прохождение участков водных путей и дисбурсментские расходы в портах.

Математическая интерпретация задачи имеет следующий вид.

Требуется определить назначение каждого (i -го) судна на каждый (j -й) рейс. Искомые переменные обозначим как X_{ij} . Это переменные бинарного типа и принимают значение 1 в случае, если назначение состоялось и 0, если не состоялось

V_{ij}^V – признак возможного назначения i -го судна на j -й рейс. Этим признаком предварительно задаются возможные ($V_{ij}^V = 1$) и нежелательные ($V_{ij}^V = 0$), назначения судов.

В качестве функции цели принята общая валовая прибыль по группе флота:

$$\sum_{i \in I} Qe_i \cdot fr_i - \left(\sum_{i \in I} E_i^f + \sum_{i \in I} E_i^w + \sum_{i \in I} E_i^{da} + \sum_{i \in I} tv_i \cdot Opex_i \right) \rightarrow \max$$

где fr_i – ставка фрахта;

E_i^f – расходы на бункеровку топливом;

E_i^w – расходы на подготовку танков к приему нового груза;

E_i^{da} – сборы за прохождение участков водных путей и дисбурсментские расходы в портах;

tv_i – полное время рейса судна, включая порожний переход до пункта погрузки;

$Opex_i$ – текущие (операционные) расходы, связанные с содержанием судна в эксплуатации, за вычетом переменных рейсовых расходов, перечисленных выше.

Все представленные в критериальной формуле слагаемые представляют собой функции от искомым переменных.

В качестве ограничений при решении задачи приняты следующие.

Все заявленные рейсы должны быть освоены:

$$\sum_{i \in I} B_{ij}^v \cdot X_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, J}$$

Каждое судно может быть назначено не более, чем на 1 рейс:

$$\sum_{j \in J} B_{ij}^v \cdot X_{ij} \leq 1, \quad i = \overline{1, I}$$

Заметим, что это условие можно сформулировать по-другому: осуществить поиск оптимальных рейсов для ограниченного количества судов из всего многообразия возможных рейсов. Тогда ограничение будет иметь вид:

$$\sum_{j \in J} B_{ij}^v \cdot X_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, I}$$

Минимальное заявленное количество груза к перевозке (указанное в заявке на перевозку) по каждому j -му рейсу должно быть освоено.

$$\sum_{i \in I} Qe_{ij} \cdot B_{ij}^v \cdot X_{ij} \geq Qmin_j, \quad j = \overline{1, J}$$

где Qe_{ij} – загрузка i -го судна в j -м рейсе;

$Qmin_j$ – минимальное заявленное фрахтователем количество груза в j -м рейсе.

Следует отметить, что каждый конкретный случай загрузки i -го судна в j -м рейсе будет зависеть не только от характеристик судна (дедвейта), но и конкретных рейсовых обстоятельств – запасов на борту. Причем, основная доля запасов приходится на топливо. Таким образом, чистая грузоподъемность судна в рейсе будет равна:

$$Qe_{ij} = DW_{ij} - R_{ij}^{lim T}$$

где DW_{ij} – дедвейт i -го судна в j -м рейсе.

$R_{ij}^{lim T}$ – общие запасы на борту i -го судна в j -м рейсе на момент прохождения судна через лимитирующий участок.

При этом в данном случае рассматривается не максимальный, а возможный дедвейт i -го судна в j -м рейсе как функция от допустимой осадки судна:

$$DW_{ij} = f(T_{ij})$$

T_{ij} – допустимая осадка i -го судна в j -м рейсе. Принимается по лимитирующему участку в рейсе.

Для выбора мест бункеровки введена дополнительная переменная Y , а именно:

$Y_{ijk}^I (Y_{ijk}^B)$ – назначение на бункеровку топливом i -го судна во время перехода к пункту погрузки (выгрузки) в j -м рейсе в k -м пункте бункеровки;

Еще одним условием является попадание i -м судном в j -м рейсе в заявленную фрахтователем позицию. При этом, если судно прибывает ранее оговоренной позиции, то стоянка в ожидании момента начала позиции получает временную и стоимостную оценку.

Также учитывается, что искомые переменные могут принимать значение 1 или 0.

Учитывая значительную сложность поставленной многофакторной модели, авторами предложен метод поэтапного её решения.

Апробация метода прошла экспериментальную проверку при решении задачи с числом судов, равным семи, и числом заявок, равным пяти.

Список литературы:

- [1] Ю.Н. Уртминцев. Организация работы речного флота в условиях рынка: проблемы методологии: монография / Н. Новгород: Изд. ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2003. – 150 с.
[2] А.Ю. Платов Методы оперативного планирования работы речного грузового флота в современных условиях: монография / Н. Новгород: Изд. ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009. – 155 с.

INTEGRATED MODEL OF THE OPERATIONAL FLEET PLANNING WORK

V. KORJEV, E. RAKOVA, J. URTMINTSEV

Keywords: river fleet, operational planning, bunkering fuel, economic and mathematical model

In this paper we propose a methodical approach to a complex substantiation of optimal destination of ships on the route and plan of bunkering vessels within the framework of operational management. Provides multifactor economic and mathematical model, allowing us to obtain the optimal solution methods of mathematical programming.