

С. М. БЛИНЦОВ

СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАФИКА РАБОТЫ ФЛОТА

Задаче составления графика работы флота посвящено достаточно большое число работ. Основополагающей была работа В. Д. Левого [1]. Особенностью его модели является то, что предварительно для каждого судна строится множество графиков движения и потом выбирается оптимальная комбинация графиков работы флота в целом. Такой подход развит в работе А. А. Володина [2]. В его модели учитывается баланс судопотоков по регионам мирового океана, что позволяет на основе полученного баланса строить графики движения судов.

Целям нашего исследования наиболее соответствует подход, реализованный в статье Г. Махуренко [3]. Однако, он не соответствует условиям эксплуатации морского флота на Каспии.

В настоящей статье рассматривается динамическая модель, из решения которой определяется график работы флота. Модель имеет следующий вид:

$$\sum_{S \in Sh} \sum_{j \in Jh} \sum_{n \in Ns} f_{sj}(n) \cdot U_{sj}(n) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{S \in Sh} \sum_{j \in Jlr} \sum_{n \in Ns} q_{sj} \cdot U_{sj}(n) \leq Q_{hlr}; \quad \forall l \in L; \quad \forall r \in R, \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J\alpha_0} -U_{sj}(1) = x_{s\alpha_0}^H; \quad \forall S \in Sh, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J\alpha} +U_{sj}(n) = \sum_{j \in J\alpha} -U_{sj}(n+1) + x_{s\alpha}^H; \quad \forall \alpha \in \wedge h; \quad \forall S \in Sh; \quad \forall n \in Ns, \quad (4)$$

$$t_{sj}^k(n) = t_{sj}^H(n) + \tau_{sj} \cdot U_{sj}(n); \quad \forall S \in Sn; \quad \forall j \in Jh; \quad \forall n \in Ns, \quad (5)$$

$$t_{sl}^H(n+1) \delta_{ji} \cdot t_{sj}^k(n); \quad \forall S \in Sh; \quad \forall i \in Jh; \quad \forall n \in Ns, \quad (6)$$

$$t_{sj}^H(1) = f_{s\alpha_0}^H; \quad \forall S \in Sh; \quad \forall j \in J_{\alpha_0}^-, \quad (7)$$

$$t_{sj}^-(n) = t_{sj}^H(n) + t_{sj}^{cm(-)} \cdot U_{sj}(n); \quad \forall s \in Sh; \quad \forall j \in Jh; \quad \forall n \in Ns, \quad (8)$$

$$t_{sj}^-(n) \leq Ts; \quad \forall S \in Sn; \quad \forall j \in Jh; \quad \forall n \in Ns, \quad (9)$$

$$\sum_{n \in Ns} U_{sj}(u) = 1; \quad \forall S \in S_{gup}; \quad \forall j \in J_s^{gup}, \quad (10)$$

$$t_{sj}^{gup} \leq \sum_{n \in Ns} t_{sj}^H(n) \leq T_{sj}^{gup}; \quad \forall S \in S_{gup}; \quad \forall j \in J_s^{gup}, \quad (11)$$

$$q_{sj} U_{sj}(n) \leq Q_{sj}^0 + \mu_{sj} (t_{sj}^H(n) - t_0) - \sum_{k=1}^{n-1} q_{sj} U_{sj}(k); \quad \forall S \in Sh; \quad \forall j \in Jh, \quad (12)$$

$$U_{sj}(u) \in \{0,1\}; \quad t_{sj}^H(n) \geq 0; \quad t_{sj}^K(n) \geq 0;$$

$$t_{sj}^-(n) \geq 0; \quad x_{s\alpha}^k \in \{0,1\};$$

$$\forall j \in Jh; \quad \forall S \in Sh; \quad \forall n \in Ns; \quad \forall \alpha \in \wedge h. \quad (13)$$

Здесь S – номер судна группы судов; Sh – множество судов группы h , j – участок движения на графе (схеме) $Gh(\wedge h, Jh)$, где $\wedge h$ – множество вершин (регионов, портов); Jh – множество дуг (грузовых, балластных, фиктивных участков); n – номер рейса; Ns – множество рейсов судна S ; r – номенклатура груза; R – множество номенклатур груза; l – агрегированный участок движения между регионами; Jlr – множество участков, определяемых агрегированными направлением l и грузом r ; J_{α}^- – множество участков, выходящих из порта (региона) α ; J_{α}^+ – множество участков, входящих в порт (регион) α ; S_{gup} – множество судов, которым назначаются директивные работы; J_s^{gup} – множество участков директивных работ судна S .

Переменными управления и состояния данной задачи являются: $U_{sj}(n) = 1$, если судно S работает на участке j в рейсе n , в противном случае $U_{sj}(n) = 0$; $t_{sj}^H(n)$ – время начала работы судна S на участке j в рейсе n ; $t_{sj}^K(n)$ – время окончания

работы судна S на участке j , в рейсе n ; $t_{sj}^-(n)$ – время отхода судна S в рейс n по участку j ; $x_{S\alpha}^K = 1$, если судно S заканчивает работу в плановом периоде в порту α , в противном случае $x_{S\alpha}^K = 0$.

Параметрами задачи являются $f_{sj}(n)$ – финансовый результат судна S за работу на участке j в рейсе n ; q_{sj} – загрузка судна S за работу на участке j ; Q_{hr} – объемы предъявленного к перевозке груза r на направлении l для судов группы h ; $x_{S\alpha_0}^H = 1$, если судно S начинает свою работу в плановом периоде в порту α_0 в противном случае $x_{S\alpha_0}^H = 0$; τ_{sj} – время рейса судна S на участке j ; δ_{sj} – параметр связи, который равен 1, если участок i следует за участком j и нулю в противном случае; $t_{S\alpha_0}^H$ – время (дата) начала работы судна S

в порту α_0 в плановом периоде; $t_{sj}^{cm(-)}$ – стояночное время судна S на грузовом участке j ; T_3 – время окончания планового периода судна S ; T_{sj}^{sup} ; t_{sj}^{sup} – верхняя и нижняя границы начала выполнения директивного рейса на участке j судном S ; Q_{sj}^0 – объем груза для судна S на участке j на начало планового периода; μ_{sj} – интенсивность грузопотока, который осваивается судном S на участке j , который определяется при помощи задачи расстановки флота; t^0 – время начала планового периода.

Особенность модели (1)–(13) заключается в следующем: целевая функция (1) обеспечивает получение максимума финансового результата. Ограничение (2) определяется объемами перевозок в планируемом периоде. Соотношения (3)–

(4) представляют собой пространственное управление движением судна. Соотношения (5)–(9) представляют собой временные уравнения и ограничения движения судна. Соотношения (10)–(11) определяются директивными работами по каждому судну S на каждом участке j в заданный интервал времени. Неравенство (12) определяется тем условием, что судно S может совершить рейс n на участке j , если количество груза на участке превышает нормативный уровень загрузки судна. Последнее условие (13) определяет требования, налагаемые на переменные задачи.

Решение задачи (1)–(13) осуществляется после решения задачи расстановки флота по линиям и направлениям, определения грузовых объемов, осваиваемых каждым судном, и выполняется в диалоговом режиме путем варьирования части параметров задачи (объемов перевозок, директивных рейсов, интенсивности поступления грузов и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Левый В.Д. Оперативное управление работы флота. М.: Транспорт, 1981.
2. Володин А.А. Модель расстановки крупнотоннажного флота / Экономика и эксплуатация морского флота. 1976. Вып. 39(45). С. 55-61.
3. Махуренко Г.С. Оптимальный график работы флота / Информационные технологии планирования и управления на транспорте. М.: Транспорт, 1988.

Резюме

Динамикалык модельдеуді пайдалану жолымен флот жұмысының графигін құру есептерін шешу мүмкіндігі жасалған.

Summary

In clause the attempt of the decision of a task of construction of the diagram of work of fleet is made by use of dynamic model.

УДК 681.3:656. 61.01

КазАТК, г. Алматы

Поступила 2.03.07г.