

- с жидкометаллической рабочей поверхностью //Вопр.атомной науки и техники. Термоядерный синтез. - 1980. - Вып.2. - С.57-64.
2. Любчик Л.М. Синтез обратных динамических систем методом инвариантного оценивания //Вестн.Харьк.политехн.ин-та. - 1990. - № 277: Техн.кибернетика и ее прил. - Вып.10. - С.5-9.
3. Костенко В.Т., Любчик Л.М., Незнамова Е.В. Модификация метода конечных элементов для расчета температурных полей, усредненных по одной из координат //ИЗЖ. - 1989. - Т.57. - № 6. - С.1016-1022.
4. Мартыненко Н.А., Пустыльников Л.М. Конечные интегральные преобразования и их применение к исследованию систем с распределенными параметрами. - М., 1986. - 303 с.

УДК 519.6

М.Д.Годлевский, канд.техн.наук
Н.П.Черяшлева

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ АВИАКОМПАНИИ НА ОСНОВЕ RPD-АЛГОРИТМА СИСТЕМНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В условиях плановой экономики задача управления развитием технических средств транспортных систем решалась на уровне отрасли. Большинство работ посвящено именно этому вопросу. С переходом на рыночные условия хозяйствования транспортные предприятия приобрели самостоятельность. В результате возникла задача разработки систем поддержки принятия решения управления развитием отдельными транспортными предприятиями с точки зрения их интересов. Данная задача - особо актуальна для авиакомпании.

Будем считать заданными объемы работ по авиакорреспонденциям и авиалиниям, на которые претендует авиакомпания. Горизонт планирования - 5-10 лет. Возникает задача определения структуры парка воздушных судов (ВС) авиакомпании по годам рассматриваемого периода, маршрутизации авиакорреспонденций и расстановки парка ВС по авиалиниям. Управляющими воздействиями, влияющими на динамику изменения количества ВС по типам, будем считать: закупки новых типов ВС, аренду ВС, сдачу в аренду своих ВС, продление ресурса ВС.

Введем ряд обозначений: индекс t обозначает год планового периода, δ - квартал, i - тип ВС, ν - маршрут, j - авиа-

корреспонденцию или отдельное звено авиалинии. Пусть θ^t - множество рассматриваемых звеньев; G_1^t, θ_2^t - множества немаршрутизируемых и маршрутизируемых авиакорреспонденций; θ_g^{tr} - оценки прогнозируемых объемов работ; θ_g^t - множество вариантов маршрутов потока пассажиров на g -й авиакорреспонденции, $g \in G_2^t$; z_v^{tr} - величина потока пассажиров, $v \in \theta_g^t$. Тогда естественным является ограничение

$$\sum_{v \in \theta_g^t} z_v^{tr} \leq v_g^{tr}, g \in G_2^t, r = \overline{1,4}, t = \overline{1,T}, \quad (1)$$

где $[T, T]$ - рассматриваемый плановый период. Условие, обеспечивающее обслуживание потока пассажиров z_v^{tr} ВС авиакомпании, записывается в виде

$$z_v^{tr} \leq \sum_{i \in I_v^t} v_{iv}^{tr} l_i^r n_{iv} \zeta_{iv}^{tr}, \quad v \in \theta_g^t, r = \overline{1,4}, t = \overline{1,T}, \quad (2)$$

где I_v^t - множество типов ВС;

ζ_{iv}^{tr} - количество ВС;

n_{iv} - максимальное число пассажиров, которое может взять на борт ВС;

v_{iv}^{tr} - количество рейсов в прямом и обратном направлениях. Условие, обеспечивающее обслуживание потоков на немаршрутизируемых авиакорреспонденциях, имеет вид

$$\bar{z}_g^{tr} + \sum_{v \in \theta_g^t} z_v^{tr} \leq \sum_{i \in I_g^t} \bar{v}_{ig}^{tr} l_i^r \bar{n}_{ig} \bar{\zeta}_{ig}^{tr} + \quad (3)$$

$$+ \sum_{v \in \theta_g^t} \sum_{i \in I_g^t} v_{iv}^{tr} l_i^r \bar{n}_{ig} \bar{\zeta}_{iv}^{tr}, g \in G_1^t, r = \overline{1,4}, t = \overline{1,T}.$$

$$\bar{f}_g^{tr} = v_g^{tr}, \quad g \in G_1^t, \quad t = \overline{1, 4}, \quad t = \overline{T_1, T}, \quad (4)$$

где $\bar{f}_g^{tr}$ - величины потоков пассажиров, $g \in G_1^t$;

R_g^t - множество маршрутов, проходящих через g -е звено;

E_g^t - множество типов ВС; количество рейсов в прямом и обратном направлениях, $g \in G_1^t$;

$\bar{n}_{ig}^{tr}$ - максимальная загрузка пассажирами ВС;

$\bar{s}_{ig}^{tr}$ - количество ВС. Ограничение на пропускную способность функциональных подсистем аэропортов по обслуживанию i -го типа ВС авиакомпании имеет вид

$$\sum_{g \in \Gamma_K^t} (\bar{v}_{ig}^{tr*} \bar{s}_{ig}^{tr*} + \sum_{v \in R_g^t} v_{iv}^{tr*} s_{iv}^{tr*}) \leq \bar{\lambda}_{ki}^{tr*}, \quad (5)$$

$$K \in N_t, \quad i \in I^t, \quad t = \overline{T_1, T},$$

где Γ_K^t - множество звеньев, принадлежащих к K -му аэропорту, в которых эксплуатируются ВС авиакомпании;

$\bar{\lambda}_{ki}^{tr*}$ - оценка количества взлетно-посадочных операций ВС, которое гарантирует обслужить K - аэропорт в наиболее напряженном i^* квартале;

I^t - множество типов ВС авиакомпании. Ограничение на пропускную способность аэровокзальных комплексов аэропортов по обслуживанию пассажиров, перевозимых авиакомпаниями

$$\sum_{g \in \Gamma_K^t} (\bar{f}_g^{tr*} + \sum_{v \in R_g^t} f_v^{tr*}) \leq \bar{\lambda}_K^{tr*}, \quad (6)$$

$$K \in N_t, \quad t = \overline{T_1, T}.$$

где $\lambda_x^{t\delta^*}$ - оценки количества пассажиров авиакомпании, которое гарантирует обслужить x -й аэропорт. Дополнительно на переменные $\xi_{iv}^{t\delta^*}, \bar{\xi}_{ig}^{t\delta^*}, \xi_{iv}^{t\delta}, \bar{\xi}_{ig}^{t\delta}$ накладываются условия неотрицательности.

С точки зрения идеологии системной оптимизации ограничения (I)-(6) и условия неотрицательности переменных определяют пересечение директивной области D_0^d и областей, определяемых оценками переменных других функциональных служб. В данном случае это оценки $\lambda_x^{t\delta^*}$ и $\lambda_x^{t\delta}$ пропускной способности аэропортов. Исходная область допустимых вариантов функционирования авиакомпании D_0 определяется ограничениями на количество ВС каждого типа:

$$\sum_{v \in \theta^t} \xi_{iv}^{t\delta^*} + \sum_{g \in G, t} \bar{\xi}_{ig}^{t\delta^*} \leq b_i, \quad (7)$$

$$i \in I^t, \quad t = \overline{T_1, T},$$

где b_i - количество ВС i -го типа на начало рассматриваемого планового периода. В том случае, если $D_0^d \cap D_0 \neq \emptyset$, то целевая функция модели функционирования авиакомпании, определяющая ее прибыль от эксплуатации парка ВС, записывается следующим образом:

$$F_0(\xi, \bar{\xi}) = \sum_{t=T_1}^T D_t^w \alpha_t \rho_t, \quad (8)$$

где D_t^w - величина, равная разности выручки от продажи билетов и расходов на обеспечение самолето-вылетов, коммерческого обслуживания в аэропортах и других предприятиях ГА, аэронавигационное обслуживание полетов. Коэффициент α_t определяет прибыль авиакомпании от эксплуатации парка ВС, как некоторый процент от дохода D_t^w ; ρ_t - коэффициент, учитывающий степень значимости расходов в t -м году. Если $D_0^d \cap D_0 = \emptyset$ возникает задача коррекции областей D_0 и D_0^d , осуществляемой путем варьирования правых частей ограничений (7):

$$\Delta \delta_i = \sum_{\tau=1}^{t-1} (x_i^{\tau} - \nu_i^{0\tau}) + \delta_1 x_i^{\tau} - \delta_2 \nu_i^{0\tau} + x_i^{2t} + x_i^{3t} + x_i^{4t}, \quad (9)$$

$$i \in I, \quad t = \overline{T_1, T_2}$$

где x_i^{τ} — количество закупаемых ВС;

x_i^{2t} — количество ВС, у которых продлевается ресурс;

x_i^{3t} — количество арендованных ВС;

x_i^{4t} — количество ВС, сдаваемых в аренду;

ν_i^{0t} — плановое списание ВС по исчерпанию ресурса.

Коэффициенты δ_1, δ_2 определяют приведение поставок и списания ВС к средним значениям в t -м году. На вектор $x = \{x_i^t\}$

накладывается ряд ресурсных ограничений, основным из которых является балансное соотношение расходов и доходов. Варьирование правых частей ограничений (7) осуществляется на основе минимизации затрат на поставку новых ВС, аренду и продление ресурса ВС с учетом возможности сдачи в аренду части своего парка. Для решения поставленной задачи управления развитием авиакомпаний используется алгоритм системной оптимизации [1].

Л и т е р а т у р а: Г. Годлевский М.Д. *КРД* — алгоритмы системной оптимизации развивающихся систем в задачах линейного программирования большой размерности //Кибернетика. — 1990. — № 2. — С.53-56.

УДК 681.3

Л.В.Нестеров

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Обеспечение высокой надежности, безопасности и экономичности энергетических объектов, особенно энергоблоков АЭС, выдвигает