

**МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ ПРИ
ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ
СРЕДСТВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

Во многих отраслях народного хозяйства среди всех составляющих комплекса технических средств (КТС) можно выделить основной элемент (подсистему). Все остальные подсистемы КТС зависят от него, являясь в той или иной мере обслуживающими устройствами основного элемента. Такая ситуация наиболее характерна для транспорта. Например, в гражданской авиации основной элемент КТС-самолет, обслуживающие устройства: авиационно-технические базы (АТБ), службы управления воздушным движением (УВД), аэродромы (АД), аэровокзалы (АВ). То же можно сказать и для железнодорожного, морского, речного и автомобильного транспорта. Задача основного элемента заключается в обслуживании некоторого перечня заявок (портфеля заявок). В транспортных системах под портфелем заявок понимается множество линий, характеризующихся потоками пассажиров или грузов и протяженностью. Учитывая большую разнородность заявок и широкие пределы изменения их параметров, обычно используем несколько типов основных элементов (параметрический ряд). Параметрический ряд строим на основании портфеля заявок. Он определяется количеством типов основных изделий, их параметрами количеством изделий каждого типа и областью использования. Это — исходная информация для формирования облика остальных составляющих КТС. Некоторые обслуживающие подсистемы зависят только от портфеля заявок. Примером может служить АВ, пропускная способность которого характеризуется не типами самолетов и вертолетов, а потоками пассажиров и грузов.

Чтобы определить оптимальные параметры любой системы, в том числе и КТС, необходимо построить ее модель. Обычно чем больше параметров входит в модель, тем ближе она отражает реальный процесс, происходящий в системе. Однако наличие большого количества параметров затрудняет ее изучение. Поэтому возникает задача создания такой модели, которая отражает только важнейшие черты изучаемого процесса. При этом не учитываем отдельные стороны реальных явлений, имеющих второстепенный характер. Но даже в том случае, если рассматривать довольно укрупненные параметры КТС транспортной системы, связи между подсистемами настолько сложны, что практически нельзя составить и исследовать модель, которая опишет сразу всю систему. Поэтому предлагается оптимизацию проводить методом последовательных приближений. На первой итерации определяем ряд основных элементов без учета харак-

теристик обслуживающих устройств. Полученный параметрический ряд является основой для построения моделей остальных подсистем КТС, которые включаем в целевую функцию. На следующих итерациях характеристики ряда основных элементов изменяем таким образом, чтобы постоянно уменьшалась расширенная целевая функция.

Такой подход можно сравнить с разложением некоторой функции $F(x)$ в ряд Тейлора в точке x_0 , которая является первым приближением параметров основных элементов. Затем в ε -окрестности точки x_0 определяем минимальное значение целевой функции и соответствующую ей точку x_1 . Таким образом получаем последовательность $\{x_0, x_1, x_2, \dots, x_p\}$.

Не исключено (скорее всего это будет правилом), что целевая функция окажется не выпуклой. Поэтому берем различные начальные значения $x_0^{(i)}$ и получаем несколько последовательностей $\{x_0^{(i)}, x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_p^{(i)}\}$. Практическое использование таких решений возможно в том случае, если хотя бы одно из них лучше всех известных вариантов. Трудности при решении задачи оптимизации связаны не только с тем, что целевая функция многоэкстремальная. Они также заключаются в правильном выборе ε -окрестности, внутри которой на каждой итерации приближенное значение расширенной целевой функции должно довольно точно отражать ее истинный вид.

Сформулируем поставленную задачу в общем математическом виде, используя некоторые термины [1]. Даны две замкнутые ограниченные области: X — покрываемая область (портфель заявок), Y — область возможного расположения центров (параметры основного изделия), которые должны оптимально покрыть область X . Совокупность любых центров (типов основных изделий) $y_j \in Y$ назовем некоторой стратегией $A: A = \{y_j\} \subset Y, j = 1, 2, \dots, m$. Каждому центру y_j ставится в соответствие некоторая область D_j из множества X , в каждой из которых определена функция $S(y_j, x)$, где $x \in D_j$. Области D_j не пересекаются, а их объединение задает множество X :

$$D_j \cap D_k = \emptyset; \forall j, k = 1, 2, \dots, m, j \neq k; \bigcup_{i=1}^m D_i = X.$$

Необходимо решить задачу полной оптимизации

$$S^* = \min_{A \subset Y} \sum_{D_i}^m S(y_i, x),$$

которая соответствует постановке долгосрочного планирования развития транспортной системы. Обычно ее практическое решение весьма затруднительно. Поэтому предлагается решать вспомогательную задачу оптимизации стратегии для различного количества типов основных элементов. В результате получим некоторую функцию $S(m)$, минимум которой даст решение зада-

чи полной оптимизации: $S^* = \min_m S(m)$. Таким образом, на первой итерации определяем оптимальные значения m^* , y_1^* , y_2^* , ..., y_m^* , D_1^* , D_2^* , ..., D_m^* и количество элементов каждого типа n_1 , n_2 , ..., n_m . Обозначим перечисленную выше совокупность параметров некоторой стратегией B : $B = (\{y_j\}, \{D_j\}, \{n_j\}, m)$, $j = 1, 2, \dots, m$. Оптимальное значение стратегии $B = B^*$ доставляет минимум функции S .

Любая транспортная система состоит из отдельных узлов, связанных множеством линий. Каждый узел представляет собой объединение обслуживающих устройств. Стратегия B и множество X полностью определяют необходимые капитальные вложения и эксплуатационные расходы, идущие на функционирование узлов: $F_i = \varphi_i(\{y_j\}, \{D_j\}, \{n_j\}, m)$, $i = 1, 2, \dots, N$, $j = 1, 2, \dots, m$; N — количество узлов транспортной системы.

Суммарные затраты $\Delta S = \sum_{i=1}^N F_i$. Структура функций F_i и метод

их построения принципиально зависят не только от состава обслуживающих подсистем узлов, но и от выбранной стратегии B . Любое отклонение B от B^* увеличивает S , величина же ΔS может увеличиваться или уменьшаться. Задача состоит в том, чтобы за конечное число итераций определить экстремум функции $F = S + \Delta S$. Трудности при этом заключаются в выборе процедуры изменения стратегии B , обеспечивающей на каждом шаге уменьшение функции F . Предлагаемый подход используется при оптимизации перспективного комплекса технических средств гражданской авиации [2].

Список литературы: 1. Пияяский С. А., Брусов В. С., Хэйлон Е. А. Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов. М., «Машиностроение», 1974. 168 с. 2. Дабагян А. В., Годлевский М. Д., Пичаев Е. Г. Оптимизация перспективного парка пассажирских самолетов гражданской авиации. — «Тр. ГосНИИГА, /Исследование больших систем ГА», 1977, № 149, с. 69—75.

УДК 621.317

Ю. В. МАРГАНИЯ,
С. А. ЦЫБУЛЬНИК

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА КТС АСУП

Рассматривается следующая задача. Имеется трехуровневая структурная схема комплекса технических средств (КТС) иерархического типа (рисунок), представляющая КТС в виде некоторой взаимосвязанной совокупности отдельных его частей (подсистем). Например, первый уровень интерпретируется как подсистемы регистрации информации, второй — как подсистемы