УДК 629.7.083

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВВ РАМКАХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА

© Набиев Д.Т., Матвейчук И.А., Высоцкая М.В., Коптев А.Н.

e-mail:asteroy9191@gmail.com

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация

Задачи поддержания летной годности, касающиеся процедур оценки, методологии и диагностирования технического состояния воздушного судна (ВС), нуждаются в формальных методах принятия решений. Значительная часть управленческих решений сводится по форме к задачам составления планов, а по содержанию их можно рассматривать как решение задач распределения ресурсов при техническом обслуживании, математической моделью которых служит задача линейного программирования:

$$\begin{cases} W = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max(\min) \\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_{ij} \le b_i \\ d_j \le x_j \le D_j; i = \overline{l,m}; j = \overline{l,n}, \end{cases} \tag{1}$$

где c_j – коэффициент в целевой функции (общее число известных работ по плану на определенный период); a_{ij}– норма расхода i–го ресурса (числа инженеров или техников) для реализации одного j–го заказа (работы по техническому обслуживанию воздушных судов); b_i– располагаемый ресурс (располагаемое общее количество инженеров условного предприятия); d_j и D_j – минимальное и максимальное допустимые значения x_j (неопределенное число работ)

Система (1) представляет собой математическую модель задачи распределения ресурсов при техническом обслуживании ВС. В эту модель все переменные входят в первой степени, т.е. все зависимости являются линейными. Поэтому данную модель называют задачей линейного программирования. Такие задачи позволяют решать достаточно большой класс задач распределения ресурсов при техническом обслуживании не только в планировании и управлении, но и в проектировании процессов обучения.

В зависимости от того, как определены величины a_{ij}, b_i, c_j, выделяется два вида моделей – детерминированные и стохастические. В первом случае в модели величины a_{ij}, b_i, c_j, являются строго определенными. В реальных задачах распределения ресурсов a_{ij}, b_i, c_jявляются случайными величинами и не могут быть определены однозначно. Для решения этой задачи воспользуемся зависимостью достоверности результатов от числа опытов с так называемым нормальным законом распределения.

В рамках исследования рассматривается «Аэродром С». Для него целевая функция может быть сформулирована в двух постановках: M – и P – постановке. При M – постановке целевая функция записывается в виде:

$$W = \left[\sum_{j=1}^{n} \overline{c}_j x_j\right] \to \max(\min).$$

При P – постановке будет иметь вид:

$$W = \left[\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \geq W_{\min}\right] \to \max, \qquad W = \left[\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \leq W_{\max}\right] \to \max$$

При минимизации целевой функции надо стремиться к минимуму.При максимизации, как и при минимизации, надо стремиться к максимизации вероятности.

Рассмотрим теперь, как учитывается фактор неопределенности при записи ограничений. В ограничении:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \leq b_i, \ \sum_{j=1}^{n} \overline{a}_{ij} \leq \overline{b}_i, \ P\left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_{\text{i}}\right] \geq a_i, \ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_{\text{i}}. \qquad (1, 2, 3)$$

При P – постановке задачи СТП максимизация и минимизация будут различаться.

Как в M–, так и в P– постановке непосредственно решены быть не могут. Возможным методом решения этих задач является переход к их детерминированным эквивалентам, т.е. использование закона распределения случайных величин. Принимаем,что случайные величины a_j, b_j, c_jподчиняются нормальному закону распределения. В этом случае детерминированный эквивалент целевой функции выглядит следующим образом:

$$W = \frac{\sum_{j=1}^{n} \overline{c}_j x_j - W_{\min}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} \sigma^2 x^2}} \to \max, W = \frac{W_{\max} - \sum_{j=1}^{n} \overline{c}\ x_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} \sigma^2 x^2}} \to \min,$$

где c_j, σ_j– математическое ожидание и дисперсия случайной величины c_j.

Для решения нелинейной задачи наиболее приемлемым является метод кусочно-линейной аппроксимации. При решении задачи этим методом они сводятся к задачам линейного программирования большей размерности.

В результате преобразований детерминированный эквивалент задачи СТП можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} W = \sum_{j=1}^{n} \overline{c}_j x_j \to \max(\min) \\ \sum_{j=1}^{n} \overline{a}_{ij} x_{ij} \leq \overline{b}_i - \xi_i \\ d_j \leq x_j \leq D_j; i = \overline{l, m}; j = \overline{l, n}, \end{cases}$$

Из сравнения этой системы сзадачей линейного программирования для детерминированных величин видно что детерминированный эквивалент задачи СТП отличается от задачи линейного программирования следующим: во–первых, выполнен переход от значенийдетерминированных величин a_{ij}, b_i, c_iк математическим ожиданиям случайных величин a_{ij}, b_i, c_i; во-вторых, во всех ограничениях располагаемый ресурс уменьшился на величину ξ_i. Значит, и это очень важно, учет того, что величины a_{ij} и b_i являются случайными, приводит фактически к уменьшению располагаемого ресурса. За принятие решений в условиях неопределенности приходится платить. И такой платой оказывается необходимость в дополнительном ресурсеξ_i. Правда, этот дополнительный ресурс может остаться неиспользованным, но для гарантированного выполнения плана иметь его необходимо. В этом и проявляется неопределенность.

Библиографический список

1. Банди Б. Основы линейного программирования: Пер. с англ. –М.: Радио и связь, 1989. -176 с.

2. Мохрачева Л.П. Типовые математические схемы моделирования. Примеры и задачи: учебное пособие /- Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 144 с.

3. Карманов В.Г. Математическое программирование: Учебное пособие, 5-е издание, - М.: Физматлит, 2004. -264с.

4. Месарович М., Токахара Я. Общая теория систем: математические основы. М., 1978.

5. Соколов Е.Н. Психофизиология принятия решений / Нормативные и дескриптивные модели принятия решений. Ред. Б.Ф. Ломов и др. М.: Наука, 1981.С. 75-83.

6. Агальцов В.П., Волдайская И.В. Математические методы в программировании: Учебник: – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2006. – 224с.