

Три подхода к решению задачи планирования подготовки космонавтов

Морозов Николай Юрьевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Физический факультет, Москва, Россия

E-mail: morozov.nikolay@physics.msu.ru

На сегодняшний день расписания подготовки космонавтов составляются вручную, опираясь на опыт и здравый смысл сотрудников, что зачастую приводит к накоплению погрешностей и ошибок, которые непримиримо приводят к затратам человеческих, материальных и временных ресурсов. В работе рассмотрена задача планирования подготовки экипажа из 3 космонавтов, которые могут быть как опытными, так и неопытными. Существует набор бортовых комплексов (БК), по каждому из которых космонавт может быть подготовлен к одной из трех квалификаций: Специалист, Оператор или Пользователь [1]. Для каждого БК, в зависимости от конкретной миссии, задано сколько нужно космонавтов каждой квалификации и время подготовки по ней. Необходимо распределить квалификации внутри экипажа таким образом, чтобы разница во времени подготовки была как можно меньше.

Математическая модель

- p_{jqe} — время подготовки опытного ($e = 1$) или неопытного ($e = 0$) космонавта по q -й квалификации j -го БК;
- n_{jq} — количество космонавтов q -й квалификации j -го БК;
- $x_{kjq} \in \{0, 1\}$ — булева переменная. $x_{kjq} = 1$ тогда и только тогда, когда k -го космонавта следует подготовить по q -й квалификации j -го БК;
- $\tau_k = \sum_{j=1}^J \sum_{q \in \{S, O, U\}} p_{jqe_k} x_{kjq}$ — суммарное время подготовки космонавта k ,
 $e \in \{0, 1\}, k = \overline{1, 3}, j = \overline{1, J}, q = \{S, O, U\}$.

Рассматривается целевая функция:

$$(\max_k \tau_k - \min_k \tau_k) \rightarrow \min, \tag{1}$$

с ограничениями:

1) будет подготовлено нужное количество космонавтов каждой квалификации:

$$\sum_{k=1}^3 x_{kjq} = n_{jq}, \tag{2}$$

2) космонавт не может иметь двух разных квалификаций одного БК:

$$x_{kj q_1} + x_{kj q_2} \leq 1, \quad q_1 \neq q_2. \tag{3}$$

Результаты Для этой модели были разработаны два эвристических алгоритма, а также поставлена задача целочисленного программирования [2]. Все три метода были апробированы на реальных данных, полученных из Научно-Исследовательского Испытательного Центра Подготовки Космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

Часть результатов представлена в Таблице 1.

Источники и литература

- 1) Рабочие материалы Научно-Исследовательского Испытательного Центра Подготовки Космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

Таблица 1. Результаты численных экспериментов

Исх. данные	Опыт	Алгоритм.-3,0			"Partition" алгоритм			Целочисл. программ.		
		max	min	δ	max	min	δ	max	min	δ
min SQRM	3 Неопытных	883,25	881,00	2,25	887,8	886,75	1,05	888,05	887,75	0,3
	3 Опытных	570,00	568,50	1,5	570,5	569	1,5	570	569,5	0,5
	1 Опытн 2 Неоп							697,25	695,25	2
	2 Опытн 1 Неоп							616,5	612,75	3,75

- 2) George L. Nemhauser, and Laurence A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization // 1988,0-471-82819-X, Wiley-Interscience, New York, NY, USA

Слова благодарности

Автор выражает благодарность С.В. Бронникову, В. Гущиной, А.А. Лазареву, А. Сологубу, М.М. Харламову и Д.А. Ядренцеву.