

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЗА УМОВ НЕПОВНОТИ ІНФОРМАЦІЇ

Національний авіаційний університет

olexazholdak@mail.ru

Одним із засобів подолання невизначеності параметрів є застосування методів теорії нечітких множин. Для задачі оперативного технічного обслуговування повітряних суден цей метод є цікавою альтернативою традиційним методам комбінаторної оптимізації

Ключові слова: технічне обслуговування, вхідні параметри, нечіткі множини

Вступ

Комплекс робіт, який виконується після кожної посадки літака і перед його вильотом і включає оцінку технічного стану повітряного судна після польоту, виконання робіт по підготовці ПС до стоянки, забезпечення справності і працездатності ПС, усіх його систем на землі і в польоті. Комплекс робіт на ПС по оперативним формам, зв'язаним з підготовкою ПС до польоту, виконують цехи оперативного технічного обслуговування. Щоб виконати технічне обслуговування ПС необхідно прийняти ряд важливих рішень:

- вибір варіанту організацій підготовки літака, що забезпечить своєчасне відправлення літака за розкладом;
- визначення необхідного терміну для заправки літака і його розвантаження за відомим терміном стоянки літака;
- визначення необхідного терміну на розвантаження і завантаження літака залежно від маси літака та розміщення його вантажу.

Для виконання цих робіт в аеропортах складаються відповідні технологічні графіки, що встановлюють порядок організації робіт для кожного варіанту робіт при мінімально можливій тривалості стоянки. Ці графіки включають відомості про характер операцій, послідовність їх виконання, технологічний зв'язок між ними, спеціальності виконавців і найменування обладнання.

При вирішенні цих задач для кожного конкретного рейсу, необхідно вибрати

варіант організації робіт, що забезпечить своєчасну підготовку літака. Користуючись таблицею параметрів вихідного технологічного графіку вибраного варіанту і маючи дані щодо часу заправки і завантаження вантажу необхідно скласти робочий технологічний графік підготовки літака до виконання даного рейсу [1].

Процес підготовки повітряних суден до вильоту вельми динамічний, реалізується значною кількістю виконавців в умовах безперервної зміни інформації щодо виявлених відмов і дефектів. Крім того можливе випадкове підвищення концентрації робіт на обмеженому відрізьку часу за рахунок порушення розкладу, що може викликати потребу у додатковому персоналі обладнанні, матеріалах, запчастинах. Поряд з випадковим характером необхідного об'єму робіт і динамічністю їх виконання, у процесі технічної підготовки ПС, необхідно дотримуватись строгої детермінованості у виконанні всього комплексу робіт.

Постановка задачі

Керування процесом технічної підготовки ПС до вильоту можливе лише за умов застосування сучасних обчислювальних засобів для автоматизації збору і обробки інформації і пошуку і об'єктивно можливих оперативних рішень.

Процедура побудови послідовності робіт виконавця ТО ПС на виділеному фрагменті мережевої моделі зводиться до відшукування на ізоморфному йому підграфі орієнтованих послідовностей без повторюваних дуг.

Якщо в основу вибору оптимальної моделі технічної підготовки повітряних суден до польоту покласти критерій мінімізації відхилень від регулярності з урахуванням значимості рейсів, при обмеженнях у часі допустимих затримок вильоту та з урахуванням трудових і матеріальних ресурсів, необхідних для підготовки повітряних суден, постає необхідність експертної оцінки цих параметрів. Можливість підвищення ефективності таких оцінок надає математичний апарат теорії нечітких множин. Покладене в її основу поняття нечіткої (розпливчатої) множини дозволяє математично формалізувати людські уявлення щодо реальних систем, їх цілей, критеріїв, обмежень і таке інше..

Найважливішим компонентом прийняття рішення в розпливчастих умовах є представлення розпливчастих цілей $G_i (i = \overline{1, n})$ і розпливчастих обмежень $C_j (j = \overline{1, m})$, як розпливчастих множин у просторі альтернатив X з функціями приналежності $\mu_{G_i}(x)$ і $\mu_{C_j}(x)$ - відповідно.

При цьому підході під рішенням розуміється розпливчата множина виду $D = G_1 \cap G_2 \cap \dots \cap G_n \cap C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m$, функція приналежності якої визначається співвідношенням

$$\mu_D(x) = \mu_{G_1}(x) \wedge \mu_{G_2}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{G_n}(x) \wedge \mu_{C_1}(x) \wedge \mu_{C_2}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{C_m}(x).$$

Оптимальне рішення, якщо воно існує, визначає як субнормальну підмножину $D^m \subset D$, що задана умовою

$$\mu_D(x) = \begin{cases} \max \mu_D(x) & \text{для } x \in K \\ 0 & \text{для } x \notin K \end{cases}$$

де K - множина тих точок у просторі альтернатив X , для яких функція $\mu_D(x)$ має максимальне значення.

Якщо не усі цілі й обмеження, що входять у множину D , однаково важливі, то варто ввести вагові коефіцієнти, що характеризують відносну важливість різних цілей і обмежень. Тоді для функції приналежності треба записати

$$\mu_D(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(x) \mu_{G_i}(x) + \sum_{j=1}^m \beta_j \mu_{C_j}(x),$$

де α_i і β_j м функції приналежності такі, що

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i(x) + \sum_{j=1}^m \beta_j(x) = 1.$$

Саме з урахуванням цього обмеження функції і можуть бути підібрані таким чином, щоб передавати відносну важливість цілей G_1, G_2, \dots, G_n .

У формальній постановці [2].задача оперативного керування ТО ПС відноситься до класу нелінійних частково-цілісних екстремальних задач із булевими змінними.. Алгоритмів вирішення задач даного класу на цей час не існує, а принципові труднощі, що виникають на шляху створення подібних алгоритмів, не дають підстав сподіватися на те, що вони з'являться у недалекому майбутньому. Тому задача оперативного управління ТО ПС декомпозується на дві задачі, що вирішуються послідовно:

- задача розподілу операцій між групами виконавців;
- задача призначення часу початку робіт.

Задачу призначення виконавців для виконання послідовностей робіт пропонується вирішувати в два етапи. Діаграма послідовностей вирішення задачі наведена на Рис. 1.

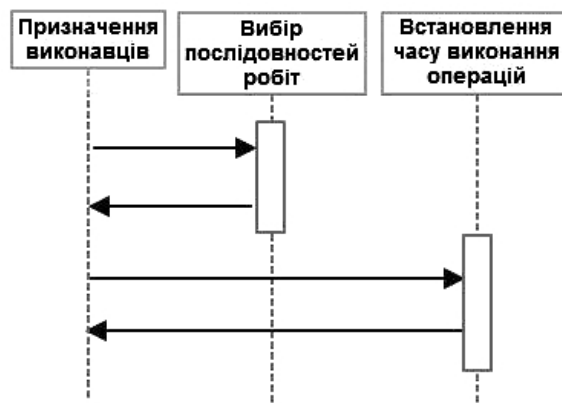


Рис. 1. Діаграма послідовності вирішення задачі ТО ПС

У свою чергу модель призначення часу початку операцій можна формалізу-

вати наступним чином.

Час початку виконання операцій визначається як функція шуканих змінних:

$$t_j = t_{l_j}^H + \sum_{j^* \in J^*(j)} (\tau_{j^*} + y_{j^*}) + y_j, j \in J^*,$$

де t_j - час початку виконання j -ої операції;

t_l^H - час початку виконання операцій l -им виконавцем;

l_j - виконавець який буде виконувати j -у операцію;

$J^*(j)$ - множина операцій у послідовності робіт l -го виконавця, що передують j -ї операції.

Цільова функція $f(y)$ задачі призначення часу початку виконання операцій є спрощеним вираженням функції $f_3(x, y)$ і може бути представлена у виді:

$$f(y) = \sum_{j \in J^*} (t_j - t_j^{норм}) \rightarrow \min$$

Очевидно, що ключові параметри цих задач (як то час виконання робіт) в дійсності не можуть бути наперед точно відомими. Проте, уявлення експертів щодо їх значення можуть бути очевидними і відповідно формалізованими.

Опис параметрів

Адекватною могла бути модель, що базується на експертних оцінках впливу ключових факторів, що визначають стан обслуговування ПС, але тільки у випадку формалізації самих умов вирішення задачі, таких як її цілі і обмеження.

Процедура прийняття рішень у розпливчастих умовах при формуванні значень критерію й обмежуючих умов задачі включає наступні етапи:

– формування терм множин назв лінгвістичних значень, що описують характеристики задачі керування технічною підготовкою ВС до вильоту;

– оцінку функції приналежності чисельних значень лінгвістичних змінних;

– прийняття рішень при формуванні оцінки параметрів за допомогою методів теорії розпливчастих множин.

Набір лінгвістичних змінних, необхідний для опису параметрів задачі керу-

вання технічною підготовкою ПС до вильоту, може бути представлений у такий спосіб:

X_1 – значимість i -го рейсу;

X_2 – момент планованої технічної готовності i -го ПС до вильоту;

X_3 – припустима затримка i -го рейсу ПС;

X_4 – припустимі вкладення ресурсів у ТО i -го рейсу ПС.

Відповідно до визначення лінгвістичної змінної, а також з вимогами до параметрів задачі керування технічною підготовки ПС до вильоту формується термножин $T(X_i)$ назв лінгвістичних значень для кожної лінгвістичної змінної X_i .

Вибір експертом лінгвістичних значень з терм-множин здійснюється відповідно до його представлень про розпливчасту мету і розпливчає обмеження для відповідної змінної. Якщо на думку експерта термножина не містить необхідних тверджень, то породжуються нові назви лінгвістичних значень.

Набір лінгвістичних змінних і термножин може бути представлено таким чином:

Лінгвістична змінна X_1

– значимість i -го рейсу.

– значимість i -го рейсу повинна бути значно більше $u \in U_1, A_{11}(u)$;

– значимість i -го рейсу повинна бути значно менше $u \in U_1, A_{12}(u)$;

– значимість i -го рейсу повинна знаходитися в околиці $u \in U_1, A_{13}(u)$.

– значимість i -го рейсу повинна знаходитися приблизно в інтервалі $u \in U_1, A_{11}(u)$.

Лінгвістична змінна X_2

– момент планованої технічної готовності i -го ПС до вильоту.

– момент планованої технічної готовності i -го ПС до вильоту повинен бути значно більше

$u \in U_2, A_{21}(u)$;

– момент планованої технічної готовності i -го ПС до вильоту повинен бути значно менше

$u \in U_2, A_{22}(u)$;

– момент планованої технічної готовності i -го ПС до вильоту повинний знаходитися в околиці $u \in U_2, A_{23}(u)$.

– момент планованої технічної готовності i -го ПС до вильоту повинен знаходитися приблизно в інтервалі $u \in U_2, C_{21}(u, u')$.

Нечіткі обмеження лінгвістичної змінної можуть бути представлені розпливчастими множинами з відповідними функціями приналежності.

Тут під рішенням розуміється розпливчата множина, функція приналежності якої визначається співвідношенням

$$\mu_D(x) = \sum_{j=1}^n \alpha_{A_{ij}} \mu_{A_{ij}}(u) + \sum_{k=1}^m \beta_{C_{ik}} \mu_{C_{ik}}(u),$$

де $\alpha_{A_{ij}}$ і $\beta_{C_{ik}}$ - коефіцієнти узгодження думок експертів.

Результуючі рішення, що відбивають узагальнену думку групи експертів щодо нечітко визначених параметрів задачі, виражаються опуклою комбінацією всіх цілей і обмежень, прийняті експертами для кожної лінгвістичної змінної.

Висновки

Викладений метод прийняття рішень при формуванні параметрів в умовах нечіткої вихідної інформації дозволяє побудувати модель керування технічною підготовкою повітряних суден до вильоту досить адекватну реальності. Однак, постає питання трудомісткості процесу обробки результатів експертизи при формуванні результуючих рішень, яке потребує відповідного вирішення.

Слід констатувати, що ефективних методів оптимального вирішення задачі оперативного управління процесом технічної підготовки до вильоту повітряних суден на цей час не існує. Відомі наближені методи, що застосовуються, як правило, для вирішення окремих видів загальної задачі теорії розпису, що у даному випадку не можна вважати прийнятним, оскільки вони базуються на безсистемному використанні евристичних елементів, як на етапі формалізації, так і в процесі

вирішення окремих задач і відображають лише їх специфіку. Намагання розповсюдити ці методи на загальну постановку задачі приводять до того, що алгоритми пошуку рішень втрачають властивість повноти і отож не можуть гарантування відшукування рішення задачі в усіх випадках, навіть коли воно об'єктивно існує [2].

Підготовка повітряного судна до вильоту являє собою складний комплекс взаємопов'язаних робіт, необхідність автоматизації якого зумовлена вимогами чіткої координації діяльності виробничих служб, підвищенням складності авіаційної техніки і технологічних процесів, обмеженістю матеріальних і трудових ресурсів, намаганням підвищити ефективність їх використання.

Для підтримки необхідного рівня безпеки в процесі підготовки повітряних суден до вильоту треба забезпечити надійне функціонування автоматизованої системи передпольотного обслуговування ПС на всіх етапах підготовки.

Забезпечення оперативного технічного обслуговування повітряних суден в сучасних умовах неможливо без урахування значного впливу фактору випадковості разом із вимогою щодо якості виконуваних робіт.

Наведений підхід до формалізації загальної задачі оперативного технічного обслуговування повітряних суден здатен забезпечити оптимальне вирішення цієї задачі в умовах експлуатації автоматизованої системи керування об'єктами аеропорту і його технологічними процесами.

Список літератури

1. *Далецкий С.В.* Проектирование систем технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 364 с.
2. *Литвиненко А.Е.* Метод направленного перебора в системах управления и диагностирования. – К.: 2007. – 328 с.

Статтю подано до редакції 28.03.2014