

УДК 629.735.051(045)

АЛГОРИТМИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ПІДГОТОВКИ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДО ВИЛЬОТУ

М. Г. Луцький, д-р техн. наук

Національний авіаційний університет

kmmt.nau@ukr.net

Наведено алгоритми розв'язання задач оперативного планування підготовки групи літальних апаратів до вильоту на рухомих аеродромах: вибору типових раціональних і альтернативних технологічних графіків передпольотного обслуговування; прив'язки вибраних графіків до календарного часу; перевірки умови їх практичної реалізації.

Ключові слова: алгоритм, літальний апарат, оперативне планування, передпольотна підготовка.

Algorithms for solving the problems of operational planning of aircraft group preflight preparation to departure on mobile airfields: rational selection of standard (typical) rational and alternative technology schedules of preflight maintenance; binding of chosen schedules to calendar time; checking the conditions of their practical feasibility.

Keywords: algorithm, aircraft, operational planning, preflight preparation.

Вступ

Передпольотна підготовка літальних апаратів (ЛА) є складним організаційно-технологічним процесом, що потребує застосування сучасних математичних методів, комп'ютерних технологій і спеціалізованих технічних засобів управління [1–2].

Особливо гостро проблема управління підготовкою ЛА до вильоту постає у разі використання рухомих (мобільних) аеродромів, специфічні особливості яких унеможливають застосування математичного апарата, розробленого для розв'язання подібних задач у цивільній авіації.

До таких особливостей належить, передусім, обмеженість площі рухомого аеродрому і кількості місць (технічних позицій — ТП), призначених для виконання технологічних операцій; вужька спеціалізація ТП; різноманітність видів передпольотної підготовки залежно від завдання на політ; перманентні зміни кількості і розташування ЛА на рухомому аеродромі; необхідність прийняття рішень, що регламентують технологічні процеси оперативного планування підготовки ЛА до вильоту, в режимі реального часу та ін. Усе це вимагає нетрадиційних підходів до оперативного планування технологічних процесів передпольотного обслуговування ЛА на рухомих аеродромах і зумовлює актуальність цієї статті.

Постановка задачі

Технологічний процес підготовки ЛА до вильоту це — послідовність нероздільних (еле-

ментарних) технологічних операцій, кожна з яких виконується на одній з призначених для цього ТП (огляд бортового устаткування, заправка ЛА паливом і спецрідинами тощо). Тому його можна умовно представити як процес пересування кожного ЛА між ТП по маршруту, визначуваному його початковим місцем розташування, видом передпольотної підготовки і стартовою позицією, на якій ЛА повинен знаходитися безпосередньо перед вильотом [3]. При такому представленні задача оперативного планування підготовки ЛА до вильоту формулюється таким чином.

Задано:

- перелік бортових номерів ЛА, які необхідно підготувати до вильоту у льотну зміну, що розглядається;
- час вильоту і посадки кожного ЛА;
- вид підготовки ЛА, запланованих до вильоту;
- варіант спорядження ЛА;
- дані про місце розташування ЛА перед початком передпольотної підготовки;
- характеристики ТП, на яких можуть виконуватися технологічні операції при підготовці ЛА до вильоту;
- нормативна тривалість переміщення ЛА між ТП;
- нормативна тривалість виконання технологічних операцій та ін.

Необхідно визначити технологічні маршрути і графіки пересування ЛА між ТП у процесі їх передпольотної підготовки, які забезпечуватимуть виліт кожного з них у встановлений час.

Вхідні дані

Задача оперативного планування підготовки ЛА до вильоту формулюється в дискретному часі з кроком квантування, що дорівнює 1/2 хв. Для цього даний (плановий) період розбивається на необхідну кількість рівних напіввідкритих інтервалів (відрізків), перенумерованих числами натурального ряду, починаючи з 1, які відіграють роль умовних одиниць часу. Довжина кроку вибрана такою, щоб вона була кратною нормативній тривалості технологічних операцій і часовим проміжкам між ними.

Вхідними даними для задачі оперативного планування підготовки ЛА до вильоту служать такі множини і параметри:

$I^{\hat{a}}$ — множина бортових номерів ЛА, які необхідно підготувати до вильоту в певну льотну зміну;

$k_i^{\hat{a}}$ — номер напіввідкритого інтервалу часу, якому повинен належати момент зльоту i -го ЛА; $i \in I^{\hat{a}}$;

$p_i^{\hat{i}}$ і $p_i^{\hat{e}}$ — номери початкової і кінцевої позицій маршрутів пересування i -го ЛА при підготовці його до вильоту; $i \in I^{\hat{a}}$;

J_i — множина номерів раціональних маршрутів пересування i -го ЛА від початкової позиції $p_i^{\hat{i}}$ до стартової позиції $p_i^{\hat{e}}$, що відповідають необхідному виду передпольотної підготовки та варіанту спорядження ЛА; $i \in I^{\hat{a}}$;

$\pi_{ij} = (p_i^{\hat{i}}; p_{ijl}, l = \overline{1, \lambda_i}; p_i^{\hat{e}})$; $j \in J_i$ — множина раціональних маршрутів пересування i -го ЛА, де p_{ijl} — технічна позиція, на якій може бути виконана l -та за рахунком технологічна операція в j -му маршруті його передпольотної підготовки; $i \in I^{\hat{a}}$;

λ_i — кількість таких технологічних операцій; $i \in I^{\hat{a}}$;

$t_0^{\hat{i}}(p_{ijl})$ і $t_0^{\hat{e}}(p_{ijl})$ — номери напіввідкритих інтервалів часу, на яких починається і закінчується обслуговування i -го ЛА на технічній позиції номер p_{ijl} в j -му типовому (не прив'язаному до календарного часу) маршруті його пересування; $i \in I^{\hat{a}}$; $j \in J_i$; $l = \overline{1, \lambda_i}$;

h_{ij} — тривалість підготовки i -го ЛА до вильоту згідно з j -м типовим маршрутом його пересування (виражена у кількості напіввідкритих інтервалів часу); $i \in I^{\hat{a}}$; $j \in J_i$;

$\{[p, i(p)]; p \in P^V\}$ — множина пар $[p, i(p)]$, де $i(p)$ — бортовий номер ЛА, який займає p -у позицію перед початком розв'язання цієї задачі; P^V — множина ТП, на яких розміщуються заплановані до вильоту ЛА на початку льотної зміни:

$$P^V = \{p_i^{\hat{i}}; i \in I^{\hat{a}}\};$$

$\beta(i, j)$ — коефіцієнт переваги (пріоритету) j -го типового маршруту пересування i -го ЛА, значення якого обернено пропорційно до кількості переходів між ТП; $i \in I^{\hat{a}}$; $j \in J_i$;

$\psi_p(k)$ — функції зайнятості технічних позицій $p \in P^{\hat{a}}$, які входять у технологічні маршрути пересування ЛА при підготовці до вильоту, де

$$P^{\hat{a}} = \bigcup_{i \in I^{\hat{a}}} \bigcup_{j \in J_i} P_{ij};$$

P_{ij} — множина ТП, на яких виконуються технологічні операції з підготовки i -го ЛА до вильоту згідно з j -м технологічним маршрутом:

$$P_{ij} = \{p_{ijl}; l = \overline{1, \lambda_i}\}.$$

Призначення і сенс функцій $\psi_p(k)$, $p \in P^{\hat{a}}$ полягає в такому. Якщо $\psi_p(k) = 0$, це означає, що на k -му інтервалі часу p -та технічна позиція вільна. Рівність $\psi_p(k) = 1$ свідчить про те, що на k -му інтервалі часу p -та технічна позиція зайнята одним з ЛА.

Якщо ж $\psi_p(k) = i$, на k -му інтервалі часу на p -й технічній позиції виконуються роботи з підготовки до вильоту i -го ЛА (передбачається, що серед ЛА немає таких, бортові номери яких дорівнюють 0 або 1).

Перед початком розв'язання задачі формується послідовність $L^{\hat{a}} = (i_{\mu}; \mu = \overline{1, m^{\hat{a}}})$ бортових номерів ЛА, які необхідно підготувати до вильоту в дану льотну зміну, така що

$$k_{i_{\mu}}^{\hat{a}} < k_{i_{\mu+1}}^{\hat{a}}; \mu = \overline{1, m^{\hat{a}} - 1}; i_{\mu} \in I^{\hat{a}},$$

де $m^{\hat{a}}$ — кількість таких ЛА:

$$m^{\hat{a}} = |I^{\hat{a}}|.$$

Кожен елемент i_{μ} входить у цю послідовність стільки разів, скільки польотів заплановано для i_{μ} -го ЛА, і займає позиції, які відповідають моментам часу його вильотів.

З урахуванням введених позначень задача оперативного планування підготовки ЛА до

вильоту формулюється таким чином: необхідно для кожного ЛА вибрати один з раціональних типових маршрутів (графіків) пересування і прив'язати його до реального часу, виходячи з того, що процес передпольотного обслуговування і пересування до стартової позиції кожного i -го ЛА повинен завершитися в інтервалі часу з номером $(k_i^{\hat{a}} - 1)$; $i \in I^{\hat{a}}$.

Вибір технологічних графіків пересування ЛА

В основі алгоритму розв'язання задачі оперативного планування підготовки ЛА до вильоту лежать такі положення:

– процедура вибору технологічних графіків передпольотного обслуговування реалізується для ЛА в порядку зростання часу їх вильоту;

– при виборі технологічного графіка підготовки до вильоту кожного ЛА перевага віддається тому графіку, маршрут якого передбачає мінімальну кількість переходів між ТП.

Алгоритм розв'язання задачі оперативного планування підготовки ЛА до вильоту передбачає виконання в циклі за параметром $\mu = 1, m^{\hat{a}}$ таких дій.

1. Формування робочого масиву номерів типових раціональних маршрутів пересування i_{μ} -го ЛА:

$$J^* = J_{i_{\mu}}.$$

2. Вибір з робочого масиву J^* номера типового раціонального маршруту j^* , що має найвищий коефіцієнт переваги:

$$\beta_{i_{\mu}, j^*} = \max\{\beta(i_{\mu}, j); j \in J^*\}.$$

3. Прив'язка вибраного графіка пересування i_{μ} -го ЛА до календарного часу, виходячи з вимоги, щоб процес його підготовки до вильоту закінчувався на $k_{i_{\mu}}^{\hat{a}} - 1$ -му інтервалі (алгоритм прив'язки типового графіка пересування ЛА до календарного часу наведено нижче).

4. Перевірка умови практичної реалізації вибраного (і прив'язаного до календарного часу) графіка пересування i_{μ} -го ЛА.

Графік пересування ЛА при підготовці його до вильоту вважатимемо таким, що може бути реалізований, якщо всі ТП, які входять у маршрут, знаходяться у вільному (незайнятому) стані упродовж відрізків часу, протягом яких на них передбачається виконання технологічних операцій з підготовки даного ЛА до вильоту.

Формальна умова реалізації j -го маршруту пересування i -го ЛА виражається такою формулою:

$$\forall l = \overline{1, \lambda_i} \left[\forall k = \overline{t^i(p_{ijl}), t^i(p_{ijl})} \right];$$

$$[\Psi_{p_{ijl}}(k) = 0] \vee [\Psi_{p_{ijl}}(k) = 1] \ \& \ [i = i(p_{ijl})];$$

$$i \in I^{\hat{a}}; \quad j \in J_i.$$

Алгоритм перевірки умови реалізації технологічного графіка пересування ЛА викладено нижче.

5. Якщо вибраний графік пересування i_{μ} -го ЛА виявляється таким, що може бути реалізований, цей графік закріплюється за даним ЛА, після чого коригуються графіки зайнятості ТП і здійснюється перехід до розгляду наступного $i_{\mu+1}$ -го ЛА.

Інакше (якщо вибраний графік пересування i_{μ} -го ЛА виявляється таким, що не може бути реалізований унаслідок зайнятості тієї або іншої ТП) номер розглянутого графіка j^* виключається зі складу робочого масиву J^* , після чого для i_{μ} -го ЛА вибирається наступний маршрут (графік).

6. Якщо виявляється, що інших технологічних маршрутів вже немає ($J^* = \emptyset$), то з множини $J_{i_{\mu}}$ вибирається один з альтернативних маршрутів j^* , реалізація якого вимагає найменшої кількості перестановок інших ЛА, які займають ТП, що входять у цей маршрут. При цьому перевага віддається маршруту, позиції якого зайняті ЛА, виліт яких у дану льотну зміну не планується.

Маршрути, позиції яких зайняті ЛА, за якими вже закріплені графіки пересування, не розглядаються. Алгоритм вибору альтернативного технологічного графіка пересування ЛА викладено нижче.

7. Після цього для перемішуваних ЛА з числа запланованих до польотів ($i \in I^{\hat{a}}$) фіксуються нові початкові позиції p_i^i . Далі здійснюється коригування графіків зайнятості ТП.

Після призначення графіків пересування усім ЛА ($\mu = m^{\hat{a}}$), запланованим до польотів у дану льотну зміну, обчислювальний процес завершується.

Прив'язка типових графіків пересування ЛА до календарного часу

Результатом прив'язки типового графіка пересування i -го ЛА до календарного часу є визначення множини $\{[t^i(p_{ijl}), t^e(p_{ijl})]; l = \overline{1, \lambda_i}\}$ номерів напіввідкритих інтервалів, на яких повинно починатися і закінчуватися його перед-

польотне обслуговування на кожній ТП j -го технологічного маршруту, виходячи з вимоги завершення підготовки до вильоту цього ЛА на інтервалі $(k_i^{\hat{a}} - 1)$.

Шукані параметри визначаються за такими формулами:

$$t^i(p_{ijl}) = t_0^i(p_{ijl}) + k_i^{\hat{a}} - 1 - h_{ij};$$

$$t^e(p_{ijl}) = t_0^e(p_{ijl}) + (k_i^{\hat{a}} - 1) - h_{ij};$$

$$l = \overline{1, \lambda_i}.$$

Процедура прив'язки вибраних типових графіків передпольотної підготовки виконується для кожного i -го ЛА $\mu = \overline{1, m^{\hat{a}}}$ і j^* -го маршруту

$$j^* \in J^* \text{ у циклі за параметром } l = \overline{1, \lambda_{i_{\mu}}^*}.$$

Перевірка умови реалізації графіків пересування ЛА

У результаті виконання цієї процедури необхідно:

– встановити факт можливості (чи неможливості) практичної реалізації j -го графіка пересування i -го ЛА для його підготовки до вильоту;

– при встановленні факту неможливості реалізації j -го графіка визначити підмножини бортових номерів ЛА, які займають позиції, що входять у цей графік, і тим самим перешкоджають його виконанню.

Алгоритм перевірки умови реалізації графіків пересування ЛА передбачає послідовне виконання таких дій :

1. Організація робочих масивів $I_{ij}^{\text{çàì.â}}$ і $I_{ij}^{\text{í.âçàì.â}}$.

Перший з них призначений (у разі встановлення факту неможливості реалізації j -го графіка) для накопичення бортових номерів ЛА, які займають ту або іншу позицію даного технологічного графіка і, до того ж, заплановані до вильоту у льотну зміну, що розглядається.

Другий масив призначений (у разі встановлення факту неможливості реалізації j -го графіка) для накопичення бортових номерів ЛА, які займають ту або іншу позицію цього графіка, але не заплановані до вильоту в дану льотну зміну.

2. Далі в циклі за параметром $l = \overline{1, \lambda_i}$ виконуються такі дії.

2.1. Організовується внутрішній цикл за параметром $k = t^i(p_{ijl}), t^i(p_{ijl})$, в якому послідовно перевіряється умова:

$$\psi_{p_{ijl}}(k) = 0.$$

Дотримання цієї рівності свідчить про те, що позиція p_{ijl} на k -му інтервалі часу є вільною. У цьому випадку здійснюється перехід до розгляду наступного $(k + 1)$ -го інтервалу часу.

2.2. У разі недотримання цієї рівності перевіряється умова:

$$\psi_{p_{ijl}}(k) = 1.$$

Необхідність такої перевірки зумовлена таким.

У разі призначення якому-небудь i' -му ЛА конкретного j' -го графіка його пересування функціям зайнятості $\psi_{p_{ijl}}(k)$ технічних позицій, через які повинен пройти даний ЛА, для відповідних значень параметра k привласнюватимуться значення, рівні бортовому номеру ЛА: $\psi_{p_{ijl}}(k) = i'$. Призначені раніше графіки не підлягають ніяким змінам, інакше алгоритм може стати таким, що розходиться. При цьому рівність $\psi_{p_{ijl}}(k) = 1$ свідчить про те, що позиція p_{ijl} зайнята якимсь іншим (не i -м) ЛА, якому графік пересування ще не призначений.

Отже, цей (i^* -й) ЛА можна перемістити на яку-небудь іншу позицію з метою забезпечення умов для реалізації j -го графіка i -го ЛА.

2.3. Якщо умова $\psi_{p_{ijl}}(k) = 1$ не виконується, то обчислювальна процедура завершується, оскільки j -й графік пересування i -го ЛА не може бути реалізований.

2.4. Інакше встановлюється належність i^* -го ЛА, що займає позицію p_{ijl} , множині ЛА, запланованих до вильоту, або множині інших ЛА:

$$i^*(p_{ijl}) \in I^{\hat{a}}.$$

2.5. За дотримання цієї умови номер ЛА $i^*(p_{ijl})$ заноситься до складу множини $I_{ij}^{\text{çàì.â}}$, після чого, якщо $k < t^e(p_{ijl})$, внутрішній цикл повторюється для $(k + 1)$. Повторення циклу для наступних значень параметра k пояснюється тим, що при різних значеннях цього параметра позицію p_{ijl} можуть займати різні ЛА.

2.6. Якщо $i^*(p_{ijl}) \notin I^{\hat{a}}$, то номер ЛА $i^*(p_{ijl})$ заноситься до складу множини $I_{ij}^{\text{í.âçàì.â}}$, після чого, якщо $k < t^e(p_{ijl})$, внутрішній цикл повторюється для $(k + 1)$.

3. Якщо виявляється, що даний j -й графік пересування i -го ЛА може бути реалізований, то фіксується його номер:

$$j^* = j,$$

після чого коригуються функції зайнятості ТП, що входять у цей технологічний маршрут:

$$\left[\forall k = \overline{t^i(p_{ijl}), t^{\hat{e}}(p_{ijl})} \right] \left[\psi_{p_{ijl}}(k) = i \right].$$

На цьому обчислювальний процес завершується.

Інакше обчислювальний процес завершується після виконання описаних процедур для всіх значень $l = \overline{1, \lambda_i}$ і $k = \overline{t^i(p_{ijl}), t^{\hat{e}}(p_{ijl})}$.

Результат перевірки умови практичної реалізації графіків пересування ЛА наводиться у вигляді номера j^* графіка пересування i -го ЛА або підмножин $J_{ij}^{\text{çàì.â}}$ і $J_{ij}^{\text{îçàì.â}}$, якщо для реалізації j -го графіка пересування i -го ЛА вимагається переміщення інших ЛА.

Вибір альтернативних технологічних графіків пересування ЛА

Ця процедура виконується у тому випадку, якщо всі технологічні графіки $j \in J_i$ пересування i -го ЛА виявилися такими, що не можуть бути реалізованими.

При цьому розглядаються тільки ті графіки, реалізація яких не потребує перестановки ЛА, яким раніше вже призначені маршрути пересування.

Алгоритм вибору альтернативних технологічних графіків пересування ЛА передбачає послідовне виконання таких дій:

1. Формування множини номерів технологічних графіків пересування i -го ЛА, реалізація яких вимагає перестановки тільки тих ЛА, які не заплановані до польотів у льотну зміну, що розглядається:

$$J_i^{\text{îçàì.â}} = j \in J_i : I_{ij}^{\text{îçàì.â}} \neq \emptyset \ \& \ I_{ij}^{\text{çàì.â}} = \emptyset.$$

2. Встановлення факту існування таких маршрутів:

$$J_i^{\text{îçàì.â}} \neq \emptyset.$$

3. Якщо такі маршрути існують, то для i -го ЛА вибирається такий маршрут $j^* \in J_i^{\text{îçàì.â}}$, реалізація якого вимагає найменшу кількість перестановок інших ЛА:

$$m_{ij^*}^{\text{îçàì.â}} = \min m_{ij}^{\text{îçàì.â}} ; j \in J_i^{\text{îçàì.â}},$$

де $m_{ij}^{\text{îçàì.â}}$ — кількість інших ЛА, які займають ТП в j -му маршруті пересування i -го ЛА і не заплановані до вильоту у льотну зміну, що розглядається:

$$m_{ij}^{\text{îçàì.â}} = \left| I_{ij}^{\text{îçàì.â}} \right|.$$

На цьому обчислювальний процес завершується.

4. Якщо $J_i^{\text{îçàì.â}} = \emptyset$, то формується множина номерів графіків пересування i -го ЛА, реалізація яких потребує перестановки інших ЛА, частина з яких запланована до польотів у дану льотну зміну, а інша частина — не запланована:

$$J_i^{\text{çàì.â.î}} = j \in J_i : (I_{ij}^{\text{îçàì.â}} \neq \emptyset) \ \& \ (I_{ij}^{\text{çàì.â}} \neq \emptyset).$$

5. Встановлення факту існування таких маршрутів:

$$J_i^{\text{çàì.â.î}} \neq \emptyset.$$

6. Якщо такі маршрути існують, то для i -го ЛА вибирається такий маршрут $j^* \in J_i^{\text{çàì.â.î}}$, реалізація якого вимагає найменшу кількість перестановок інших ЛА, але в першу чергу тих, які заплановані до польотів:

$$\begin{aligned} & \lambda_i \cdot m_{ij^*}^{\text{çàì.â}} + m_{ij^*}^{\text{îçàì.â}} = \\ & = \min (\lambda_i \cdot m_{ij}^{\text{çàì.â}} + m_{ij}^{\text{îçàì.â}}); j \in J_i^{\text{çàì.â.î}}, \end{aligned}$$

де $m_{ij}^{\text{çàì.â}}$ — кількість інших ЛА, які займають ТП в j -му маршруті пересування i -го ЛА і заплановані до вильоту у льотну зміну, що розглядається:

$$m_{ij}^{\text{çàì.â}} = \left| I_{ij}^{\text{çàì.â}} \right|.$$

У наведеній формулі параметр λ_i відіграє роль вагового коефіцієнта, що відбиває важливість мінімізації кількості переміщень саме тих ЛА, які заплановані до польотів у дану льотну зміну.

На цьому обчислювальний процес завершується.

7. Якщо $J_i^{\text{çàì.â.î}} = \emptyset$, то формується множина номерів графіків пересування i -го ЛА, реалізація яких вимагає перестановки інших ЛА, запланованих до польотів у льотну зміну, що розглядається:

$$J_i^{\text{çàì.â}} = j \in J_i : (I_{ij}^{\text{îçàì.â}} = \emptyset) \ \& \ (I_{ij}^{\text{çàì.â}} \neq \emptyset).$$

8. У цьому випадку для i -го ЛА вибирається такий маршрут $j^* \in J_i^{\text{çàì.â}}$, реалізація якого вимагає найменшу кількість перестановок інших ЛА:

$$m_{ij^*}^{\text{çàì.â}} = \min m_{ij}^{\text{çàì.â}} ; j \in J_i^{\text{çàì.â}}.$$

Фіксацією такого j^* -го маршруту і коригуванням функцій зайнятості ТП, що входять до нього, закінчується обчислювальний процес вибору альтернативних технологічних графіків пересування ЛА.

Результати розв'язання задачі оперативного планування підготовки ЛА до вильоту наводяться у вигляді:

– множини $\{\pi_{ij^*}; i \in I^{\hat{a}}\}$ описів маршрутів пересування ЛА, запланованих до вильоту;

– множини

$$\left[t^i(p_{ij^*l}), t^{\hat{e}}(p_{ij^*l}) \right]; i \in I^{\hat{a}}; l = \overline{1, \lambda_i}$$

пар, що визначають час початку і вирішення обслуговування ЛА на кожній ТП;

– множини $\{\psi_p(k); p \in P^{\hat{a}}\}$ степеневих функцій, що відбивають графіки зайнятості ТП протягом даної льотної зміни.

Висновки

Оперативне планування технологічних процесів підготовки ЛА до вильоту у загальному випадку передбачає послідовну реалізацію алгоритмів вибору типових технологічних графіків передпольотного обслуговування ЛА; прив'язки вибраних графіків до календарного часу; перевірки умови їх практичної реалізації; вибору альтернативних технологічних графіків підготовки ЛА у разі, коли виконання спочатку вибраних

графіків виявляється таким, що не можуть бути реалізованими внаслідок зайнятості необхідних ТП. Критерієм вибору технологічних графіків передпольотного обслуговування служить кількість переміщень ЛА між технічними позиціями, призначеними для виконання необхідних технологічних операцій.

Використання такого критерію підвищує оперативність технологічних процесів і сприяє скороченню загального часу підготовки заданої множини ЛА до групового польоту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации.* — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rubio.narod.ru/Avia/Doc/9.htm>.
2. *Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники.* Регламент технического обслуживания самолета (вертолета): ОСТ 54 30054-88. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 64 с.
3. *Литвиненко О. С.* Алгоритми побудови технологічних графіків технічного обслуговування літальних апаратів на рухомих аеродромах / О. С. Литвиненко, А. С. Шевченко, Т. О. Слухай // Наукоємні технології. — 2010. — №3–4 (7–8). — С. 27–32.

Стаття надійшла до редакції 18.02.13.