

УДК 629.735.083.02/.06(045)

О. С. ЯКУШЕНКО, П. О. ВЛАСЕНКО*Національний авіаційний університет, Київ, Україна*

ВИКОРИСТАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ПОКАЗНИКА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ОБГРУНТОВАНОГО ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ РЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуто алгоритм вибору оптимального ремонтного підприємства, основними характеристиками якого обрано вартість технічного обслуговування (ТО) та якість проведення ТО. За складові вартості ТО обрано витрати на саме технічне обслуговування, витрати на очікування черги, витрати на доставку повітряного судна до ремонтного підприємства та витрати на післяремонтне обслуговування. Описано показник якості проведення технічного обслуговування. Проаналізовано відмінності між звичайним та удосконаленим показниками якості проведення ТО. Визначено закон розподілу показника якості проведення ТО з використанням критерію згоди Пірсона.

Ключові слова: *технічне обслуговування, надійність, якість технічного обслуговування, вартість технічного обслуговування.*

Введення

В умовах світової та місцевої економічних криз авіакомпаніям, для того, щоб зберегти свої позиції та конкурентоспроможність на ринку авіаперевезень, необхідно приділяти увагу питанням оптимізації витрат. Однією із вагомих статей витрат авіакомпаній є витрати на технічне обслуговування. Пропонується використовувати алгоритм вибору оптимального ремонтного підприємства для управління витратами авіакомпаній на ТО.

1. Алгоритм вибору оптимального ремонтного підприємства

Основними критеріями алгоритму вибору оптимального ремонтного підприємства є якість проведення технічного обслуговування та вартість ТО (рис. 1).

Характеристиками вартості ТО пропонується обрати витрати на саме технічне обслуговування, витрати на очікування черги, витрати на доставку повітряного судна до ремонтного підприємства та витрати на післяремонтне обслуговування. Якість проведення технічного обслуговування пропонується проводити використовуючи спеціальний показник R' .

Показник якості проведення ТО R визначається шляхом порівняння показників надійності за 40-денний період експлуатації авіаційної техніки після ремонту із усередненими значеннями цих показників за попередній рік експлуатації. В залежності від того, як змінилися показники надійності ремонтного

повітряного судна за 40-денний термін після проведення ТО в порівнянні з середніми значеннями цих показників по всьому парку за попередній рік ставиться оцінка якості в інтервалі від 0 до 10. Чим вищий бал, тим краще проведено ТО. Якщо показники надійності не гірші, ніж за минулий рік експлуатації, то ставиться бал 10, якщо гірші в два рази то - 0. В якості показників надійності обрано: кількість відмов, виявлених в польоті на 100 польотних циклів (P); кількість відмов, виявлених при ТО на землі на 100 польотних циклів (T) та кількість відмов, що призвели до затримки рейсу на 100 польотних циклів (D)

$$P = \frac{100N^P}{FC}, \quad T = \frac{100N^T}{FC}, \quad D = \frac{100N^D}{FC},$$

де FC – напрацювання в польотних циклах; N^P – кількість відмов, виявлених в польоті; N^T – кількість відмов, виявлених при ТО на землі; N^D – кількість відмов, що призвели до затримки рейсу.

На основі цих показників розраховуються складові оцінки якості ТО за наступними залежностями:

– складова оцінки якості ТО, що пов'язана з відмовами у польоті

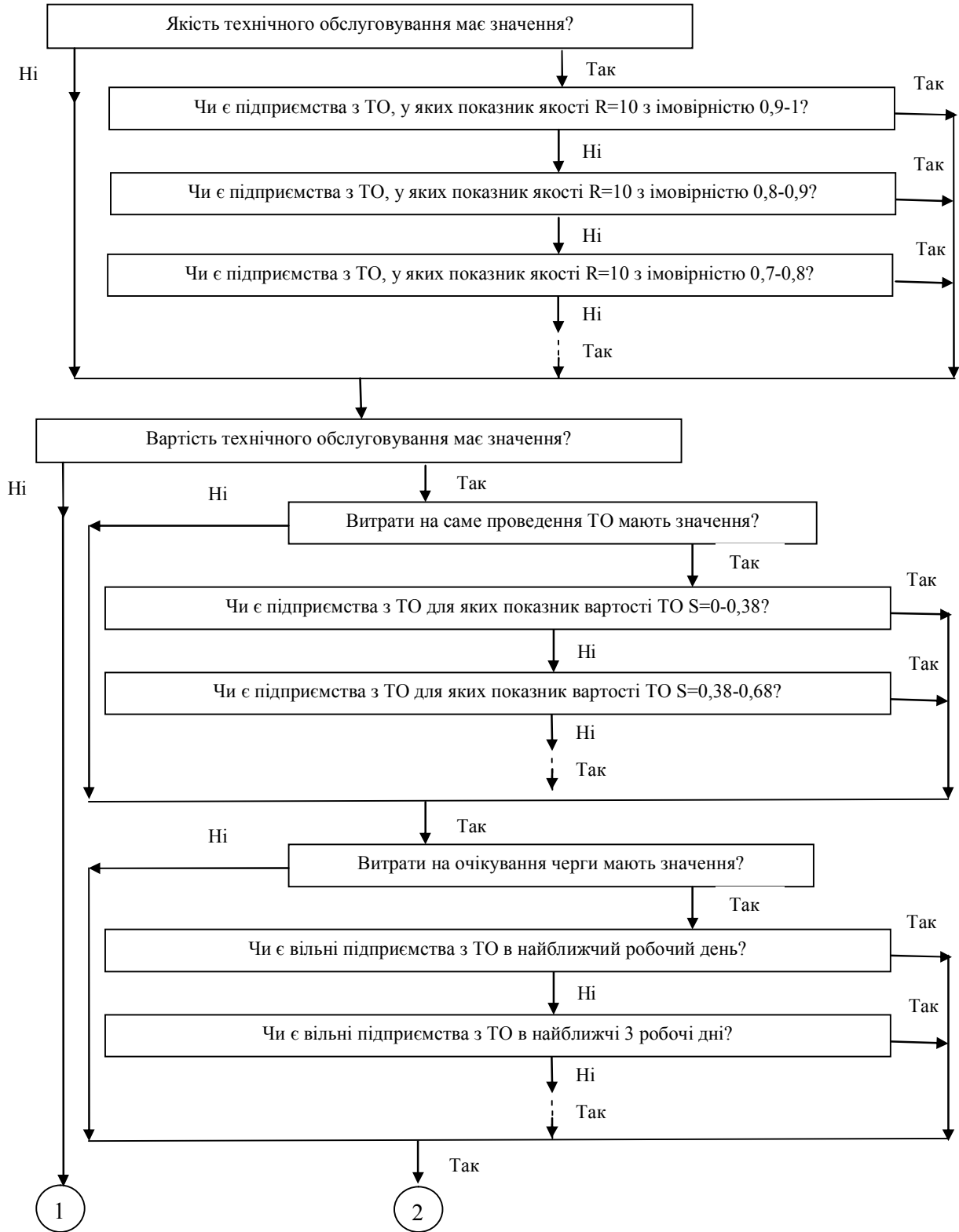
$$Sp = \begin{cases} 5, & \text{если } P_a \leq P_f, \\ 4,5(1 - (P_a - P_f) / P_f), & \text{если } P_f < P_a \leq 2P_f, \\ 0, & \text{если } P_a > 2P_f, \end{cases}$$

– складова оцінки якості ТО, що пов'язана з видами, виявленими на землі

$$S_T = \begin{cases} 2,5, & \text{если } T_a \leq T_f, \\ 2(1 - (T_a - T_f) / T_f), & \text{если } T_f < T_a \leq 2T_f, \\ 0, & \text{если } T_a > 2T_f, \end{cases}$$

– складова оцінки якості ТО, що пов'язана з видами, які привели до затримки рейсу

$$S_D = \begin{cases} 2,5, & \text{если } D_a \leq D_f, \\ 2(1 - (D_a - D_f) / D_f), & \text{если } D_f < D_a \leq 2D_f, \\ 0, & \text{если } D_a > 2D_f, \end{cases}$$



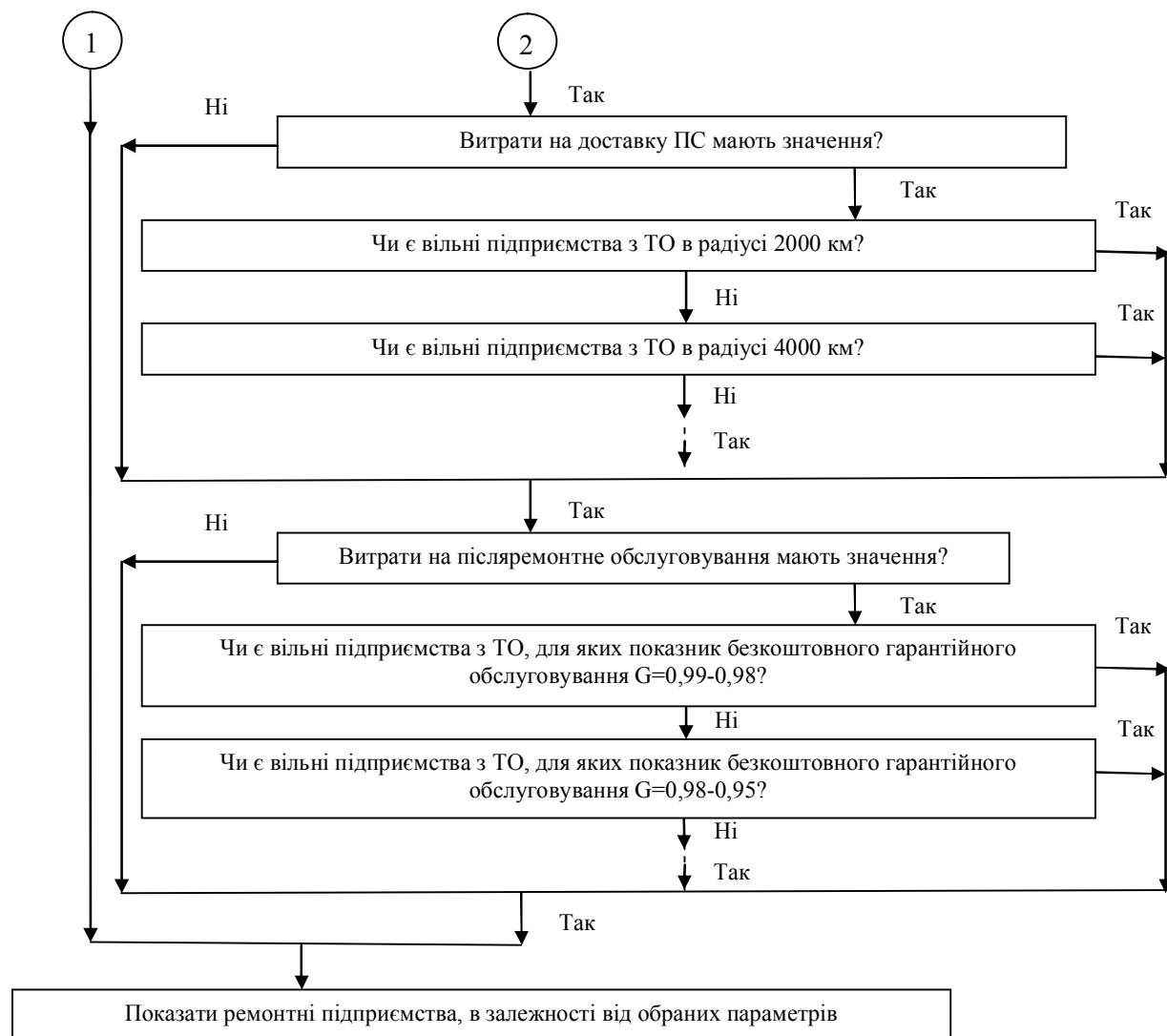


Рис. 1. Алгоритм вибору оптимальних підприємств з проведення технічного обслуговування

де нижні індекси a , f позначають відповідно значення параметрів, розрахованих для 40-денного періоду експлуатації літака та для попереднього року експлуатації всього парку.

Сумарний показник якості ТО визначається як сума складових оцінок якості

$$R = S_P + S_T + S_D.$$

2. Удосконалений показник оцінки якості технічного обслуговування

Пропонується в алгоритмі вибору оптимальних підприємств з проведення технічного обслуговування замість вищеописаного показника використовувати удосконалений показник оцінки якості технічного обслуговування R' , який визначається шляхом порівняння показників надійності за 40-денний період експлуатації авіаційної техніки після ремонту із

усередненими значеннями цих показників для терміну експлуатації повітряних суден з напрацюванням, близьким до відремонтованих.

Для аналізу доцільності використання нового показника R' в порівнянні з попереднім R використовувалися дані проведення С-чеків парку повітряних суден Авіакомпанії. Аналіз показників оцінки якості ТО проводився для одного підприємства з ТО, що проводить С-чеки для повітряних суден типу Boeing Classic (737-300/400/500).

Для кожного повітряного судна після проведення С-чеку розраховувався показник надійності $K100$ за 40 днів експлуатації після ремонту та усереднений показник $K100$ для ПС типу Boeing Classic (737-300/400/500) парку Авіакомпанії, для яких напрацювання в годинах відрізнялося не більше, як на 1000 годин відносно значення відремонтованого ПС по закінченню його С-чеку. Показник надійності $K100$ розраховувався для відмов, виявлених в

польоті, відмов, виявлених при ТО та відмов, що призвели до затримки рейсу. Загальний показник надійності знаходиться як сума вищеприказаних складових

$$K100_{\Sigma} = \frac{K100_{PIREP}}{K100_{PIREP1000hours}} + \frac{K100_{MAREP}}{K100_{MAREP1000hours}} + \frac{K100_{DELAYS}}{K100_{DELAYS1000hours}},$$

де $K100_{PIREP}$ - кількість відмов, виявлених в польоті за 40 днів експлуатації після ремонту на 100 польотних циклів; $K100_{PIREP1000hours}$ - кількість відмов, виявлених в польоті для всього парку ПС Boeing Classic (737-300/400/500) Авіакомпанії з напрацюванням в межах 1000 годин відносно значення напрацювання повітряного судна, з виконанням С-чеком; $K100_{MAREP}$ - кількість відмов, виявлених на землі за 40 днів експлуатації після ремонту на 100 польотних циклів; $K100_{MAREP1000hours}$ - кількість відмов, виявлених на землі для всього парку ПС Boeing Classic (737-300/400/500) Авіакомпанії з напрацюванням в межах 1000 годин відносно значення напрацювання повітряного судна, з виконанням С-чеком; $K100_{DELAYS}$ - кількість відмов, що призвели до затримки рейсів за 40 днів експлуатації після ремонту на 100 польотних циклів;

$K100_{DELAYS1000hours}$ - кількість відмов, що призвели до затримки рейсів для всього парку ПС Boeing Classic (737-300/400/500) Авіакомпанії з напрацюванням в межах 1000 годин відносно значення напрацювання повітряного судна, з виконанням С-чеком.

Оскільки відмови – випадкові події, то проводився аналіз для визначення закону розподілу, якому підпорядковується загальний показник надійності $K100$. Перш за все побудовано гістограму для візуального визначення можливих законів розподілу.

Поміж можливих законів розподілу для детального аналізу обрано нормальний закон та закон Вейбула. Критерій визначення закону розподілу обирався згідно алгоритму вибору статистичного критерію (рис. 2). Оскільки для визначення якості ТО обрано загальний показник надійності, що є відносною величиною та перевірявся збіг всіх показників, а не лише середнього, то в якості критерію для визначення закону розподілу обрано критерій згоди Пірсона.

Для вибору закону розподілу на основі критерію згоди Пірсона написано програму в середовищі MatLab. Результати розрахунків показали, що удосконалений показник якості проведення

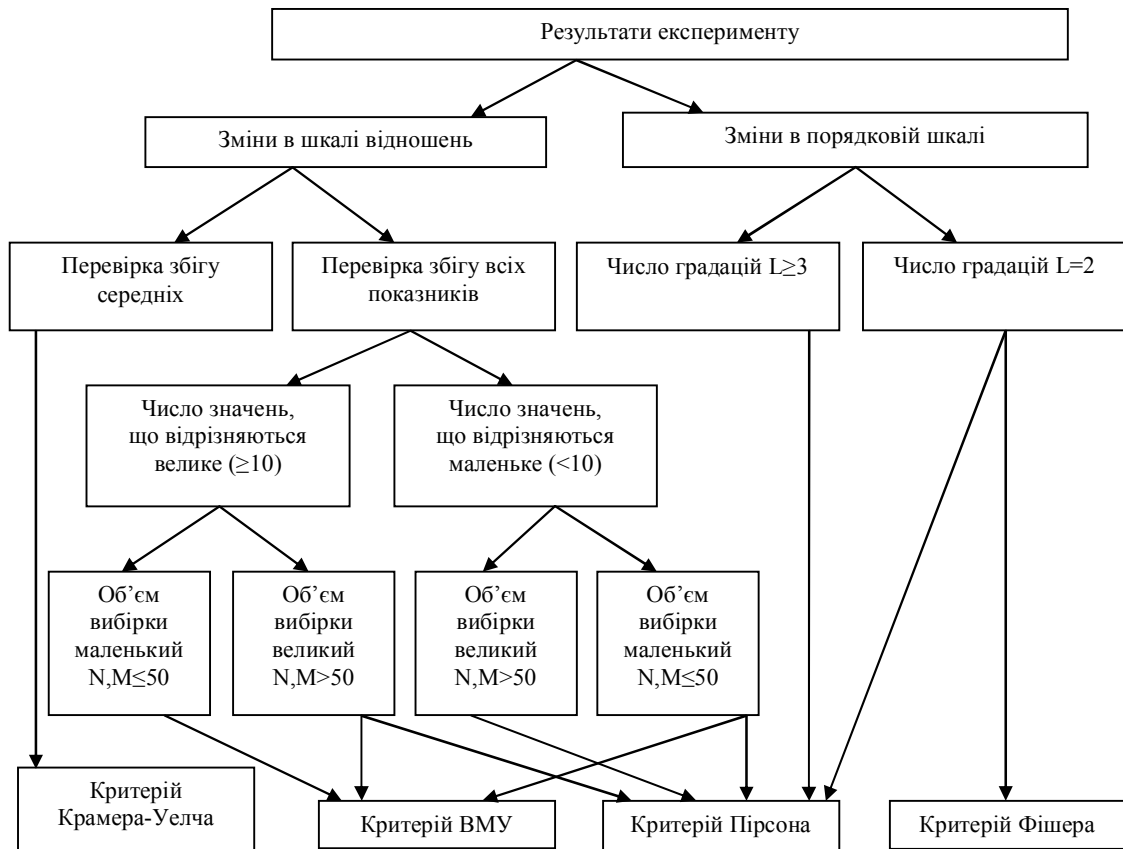


Рис. 2. Алгоритм вибору статистичного критерію

технічного обслуговування R' розподілений за нормальним законом. Отже, область допустимих значень параметра можна поділити на відрізки з границями $0,5\sigma$; 1σ ; $1,5\sigma$; 2σ ; $2,5\sigma$ та 3σ , що відповідає значенням 0,38; 0,68; 0,87; 0,95; 0,98 та 0,99 відповідно до таблиці значень функції Лапласа.

Висновки

Розроблено метод та алгоритм оптимального вибору ремонтного підприємства. Метод враховує наступні фактори: якість ТО і вартість ТО.

Обґрунтовано використання удосконаленого показника якості проведення технічного обслуговування в алгоритмі вибору оптимального ремонтного підприємства.

Використання наведеного в статті алгоритму допомагає авіакомпаніям вибирати найбільш оптимальні ремонтні підприємства як з точки зору співвідношення ціна-якість, так і з точки зору мінімізації витрат, забезпечення необхідного рівня надійності, льотної придатності ПС та безпеки польотів.

Література

1. *Technical procedures manual. Reliability control program. Timely Reaction on Unscheduled System Troubles. 30 Reliability Control Program Document [Text]. – 1997. – 47 p.*
2. *Руководство по производству. Кн. 10. Управление техническим обслуживанием ВС (МОЕ) [Текст] : утверждено приказом Авиакомпании от 05.09.2007 № 572 ; Введено в действие с 19.09.2007. – К., 2007. – 127 с.*
3. *Кучер, О. Г. Управління надійністю парку повітряних суден авіакомпанії [Текст] / О. Г. Кучер, П. О. Власенко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 4(61). – С. 88-94.*
4. *Летная годность воздушных судов [Текст] / Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации. – ICAO, 2010. – 230 с.*
5. *Final report on the safety oversight audit of the civil aviation system of the European Aviation Safety Agency [Text]. – EASA, 2008. – 44 с.*
6. *Doc 9921 Годовой доклад совета [Текст]. – ИКАО, 2009. – 218 с.*

Надійшла до редакції 12.05.2014, розглянута на редколегії 16.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри технології аеропортів О. А. Тамаргазін, Національний авіаційний університет, Київ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАННОГО ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕМОУНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. С. Якушенко, П. А. Власенко

Рассмотрен алгоритм выбора оптимального ремонтного предприятия, основными характеристиками которого выбраны стоимость технического обслуживания (ТО) и качество проведения ТО. Цена ТО рассчитана на основании затрат на ТО, затрат на ожидание очереди, затрат на доставку воздушного судна к ремонтному предприятию и затрат на послеремонтное обслуживание. Описан показатель качества проведения ТО. Проанализированы отличия между обычным и улучшенным показателями качества проведения ТО. Определен закон распределения показателя качества проведения ТО с использованием критерия согласия Пирсона.

Ключевые слова: техническое обслуживание, надежность, качество технического обслуживания, стоимость технического обслуживания.

USING OF IMPROVED MAINTANANCE QUALITY RATE FOR CHOOSING THE MOST OPTIMAL MANTANANCE COMPANIES

O. S. Yakushenko, P. A. Vlasenko

The algorithm for choosing the most optimal Maintenance Company is considered. Maintenance Cost and Quality are chosen as main characteristics for the analysis. Maintenance Cost consists of the Cost of Waiting Lines, the Costs of Aircraft Shipping to Maintenance Station, the Cost of After-maintenance Service. The Maintenance Quality rate is described. Differences between common and improved Maintenance Quality Rate are analyzed. Ranges of permissible values of these parameters are justified. The distribution law for the Maintenance Quality Rate was defined using Pearson goodness of fit.

Key words: maintenance, reliability, maintenance quality, maintenance cost.

Якушенко Олександр Сергійович - канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент кафедри авіаційних двигунів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: yuysss@mail.ru.

Власенко Павліна Олександрівна – канд. техн. наук, асистент кафедри авіаційних двигунів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: pavlino4ka@yandex.ru.