

*Р.М. Салімов, к.т.н., І.В. Морозова, к.т.н., А.О. Плуговий,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Нові технології підтримки льотної придатності повітряних суден

У статті розглядаються нові технології підтримки льотної придатності повітряних суден (ПС) на основі використання Інтернету речей (IoT). Розглядаються методологія технічного обслуговування за станом (ТОС), природна відповідність між ТОС та IoT та основні переваги проведення ТОС у середовищі IoT.

Оптимізація часу безвідмовної роботи повітряного судна (ПС) та готовності до польоту відбувається за рахунок використання технічного обслуговування (ТО) за станом (ТОС), більш відомого як профілактичне обслуговування. Цей метод відрізняється високою надійністю і низькою вартістю. Основою цього є збір і зберігання даних. Він починається із застосування таких інструментів, як обробка природної мови та статистичних даних (історія) про обслуговування, щоб визначити найважливіші компоненти літака. Інтелектуальний аналіз раніше зібраних даних датчиків використовується для встановлення найбільш надійних типів індикаторів стану, які контролюють критичні компоненти ПС. Ці порогові значення індикаторів стану можуть бути змінені з часом у міру збору додаткових даних. Після того, як схема збору даних створена, можна використовувати прогнозування для визначення ресурсу компонента, що залишився. Використання цього процесу разом із оптимізованим графіком технічного обслуговування за допомогою програми управління технічним обслуговуванням (MSG -3) допомагає оптимізувати обсяг робіт з технічного обслуговування повітряного судна. Після налаштування цієї схеми ТО можна використовувати Інтернет речей (IoT), щоб весь процес працював у єдиному середовищі.

Інтернет речей (IoT) – це підключення будь-якого пристрою до іншого об'єкта з можливістю передачі даних між собою. Ця технологія в даний час впроваджується для покращення профілактичного обслуговування повітряних суден в авіакомпаніях, щоб підвищити безпеку польотів та удосконалити процес ТО та удосконалити конструкцію компонентів.

Традиційні методи обслуговування, на основі відмови та превентивне (на основі часу), стають менш популярними через суму загальних витрат, пов'язаних з необхідністю ремонту компонентів, які або ще працездатні, або відмова була раптовою, що призводить до додаткових витрат та незапланованих простоїв.

Оптимізоване планове технічне обслуговування за допомогою програми MSG -3 дозволяє користувачу краще зрозуміти режими відмови компонента, що відстежується, однак у нього все ще є невикористаний потенціал. ТОС стало економічною альтернативою, обумовленою збільшеною доступністю комп'ютерного обладнання та електроніки.

ТОС - це процес, в якому завдання виконуються над компонентом на основі даних про необхідність, що поєднує надійність, доступність та ремонтпридатність. Ці процеси, технології та можливості підвищують готовність та ефективність обслуговування систем та компонентів ПС.

ТОС використовує підхід системної інженерії для збору даних, аналізу та підтримки процесів прийняття рішень. Аналіз та прогнози включають, крім іншого, прогнозування залишкового терміну служби компонента, визначення місця відмови, оцінку конструкції компонентів, поведінки матеріалів, трибологічних властивостей, а також проектних та виробничих рішень.

Методологія ТОС починається з різних джерел даних, включаючи статистичні (історія), поточні та дані тестування, щоб створити параметр, який слід відстежувати для конкретного компонента. Потім ці джерела даних можна формувати за допомогою таких інструментів, як нейролінгвістичне програмування та об'єднання даних, для створення та використання у прогностичній моделі. Ця модель може визначати очікувані результати, такі як залишок терміну служби, точки збою та способи покращення керування активами. Потім перетворені дані можуть бути надіслані окремим користувачам, і рішення про те, як підтримувати компонент можуть прийматися автоматично. Цей процес знижує навантаження на керівництво, операторів, обслуговуючий персонал та інженерів. Вся ця інформація також буде доступна на інформаційних панелях, щоб інформувати всіх користувачів про поточні тенденції в парку ПС авіакомпанії.

Щоб компонент або процес був підключений до IoT, йому необхідно збирати дані через датчик. Таким чином, це природна відповідність між ТОС та IoT, оскільки основою є датчик. Вибір правильного датчика (датчиків) контролю конкретного компонента має вирішальне значення можливості збору даних найвищої якості. Так само важлива, як і датчик, швидкість, з якою збираються дані. Частота збору повинна бути балансом між наявністю надто великої кількості даних, які більше не будуть корисними, і збором такої невеликої кількості, що ці важливі характеристики не можуть бути інтерпретовані. Різні датчики можуть відстежувати аспекти стану компонента, але дані від кількох датчиків також можуть бути об'єднані разом для створення нових індикаторів стану, які можуть дати абсолютно новий погляд на частину обладнання. Використовуючи такі інструменти, як розширена обробка сигналів та об'єднання даних, ПС може стати більш надійним. Корисність бортових датчиків оптимізується без вартості чи ваги нових компонентів. Також важливо періодично перевіряти показання датчиків, щоб можна було переконатися, що належні параметри, як і раніше, збираються і не змінилися з часом.

Статистичні дані (історія) корисні при спробі встановити та скоригувати процедури, які відбуваються, коли компонент потребує ремонту. Це дозволяє інженеру змінювати граничні значення індикаторів стану, які колись ґрунтувалися виключно на теоретичних роботах, а тепер можуть бути підкріплені надійними польовими даними. Це робить прогнози, на яких вони засновані, більш точними і гарантує, що компонент, що видаляється, дійсно несправний. Історичні дані включають не лише дані системи моніторингу

стану ПС. Він також може використовувати стандарти, правила, посібники та статистичні дані для обліку людського фактора при ТО. Це створює надійний прогноз, що базується на минулому досвіді персоналу. Аналіз цих даних також допоможе визначити часті види відмов і встановити методи їх усунення або запобігання. Періодична перевірка також допоможе підтвердити, що для точного виявлення несправностей збираються дані відповідного типу та обсягу.

У використанні прогностичної системи має вирішальне значення для забезпечення того, щоб процедури технічного обслуговування виконувались через правильні та обґрунтовані проміжки часу. Неправильні інтервали технічного обслуговування можуть призвести до відмови компонента навіть після обслуговування ПС. Щоб переконатися, що цей крок виконано повністю, рішення має бути засноване на моделях, а також на показаннях датчиків, що надходять з ПС. Після того, як ці правила та стандарти встановлені для визначення несправності компонента, використовується статистичний алгоритм для оцінки того, коли настане час безпечного видалення. Щоб завершити це, необхідно встановити кілька критеріїв, щоб краще зрозуміти тип використовуваного прогностичного інструменту:

1. Чи було визначено тип несправності?
2. Як довго несправність активна?
3. Яка серйозність несправності?

Обґрунтування того, який статистичний алгоритм використовується залежить від цих критеріїв. Метою визначення терміну служби компонента є виведення надійного часового інтервалу та мінімізація кількості помилкових спрацьовувань, що є ключовою частиною прийняття рішень для персоналу.



Мал. 1. Етапи створення ефективної програми технічного обслуговування за станом повітряного судна.

Після завершення аналізу результати мають бути представлені користувачам. Кожен користувач матиме різні потреби і може включати керівний персонал, інженерів, обслуговуючий персонал та операторів. Для

задоволення потреб різних користувачів відображувана інформація може бути адаптована відповідно до цих вимог. Дані також можуть відобразитись у різних формах, включаючи інформаційні панелі та звіти. Після того, як користувачі будуть представлені результати аналізу, йому потрібно буде використати цю інформацію для виконання дії, запропонованої керівництвом. Ці дії можуть включати рекомендації з технічного обслуговування, створення звітів та створення робочих завдань. Ці дії повинні бути підкріплені надійними даними та аналізом, щоб керівництво могло бути впевненим у своїх рішеннях. Це гарантує, що не буде проведено непотрібний ремонт, і фахівець із супроводу точно знає, що потрібно відремонтувати та як виконати дію.

Основна перевага проведення ТОС в середовищі IoT полягає в тому, що вся обробка, зберігання та розрахунки виконуються в одному місці. Це створює перевагу при спробі виконати завдання у галузі, в якій існує стільки ж правил, скільки й у цивільній авіації. Використовуючи IoT, процес ТО ПС може виконуватися більш ефективно і з мінімізацією витрат.

Список літератури

1. V.O. Maksymov, O.I. Yurchenko, R.M. Salimov. The simulation model for the formation of the aircraft brake repair flow during flight operations // Proceedings of the Fourteenth International Conference of Science and Technology “AVIA-2019”, April, 23-25, 2019, Kyiv – K.: НАУ, 2019. – С. 17.21-17.25.

2. V.O. Maksymov, O.I. Yurchenko. Utilization of the aircraft flight data for assessment of the aviation wheel brakes energy strength /Maksymov V. O., Yurchenko O.I. // Problems of friction and wear. – 2019. – № 2(83). – pp. 85-92. DOI: 10.18372/0370-2197.2(83).13696

3. Salimov R. M., Maksymov V. O., Smirnov Y. I., Surovtsev O. Y., Yurchenko O. I. Methodology of aircraft components continuing airworthiness control models development / R. M. Salimov, V. O. Maksymov, Y. I. Smirnov, O. Y. Surovtsev, O. I. Yurchenko // Technological systems. – 2019. – № 4(89). – pp. 82-86. DOI: dx.doi.org/10.29010/89.12; ISSN 2074-0603

4. Salimov R. M., Maksymov V. O., Surovtsev O. Y., Yurchenko O. I. Management of aircraft continuing airworthiness processes on the basis of incomplete information / R. M. Salimov, V. O. Maksymov, O. Y. Surovtsev, O. I. Yurchenko // Technological systems. – 2019. – № 3(88). – pp. 43-46. dx.doi.org/10.29010/88.6

5. “Component Testing for the Smart Predictive System.” AHS 69th Annual Forum, Phoenix, AZ, 2013.

6. Goodman, Nicholas., 2011, “Application of data mining algorithms for the improvement and synthesis of diagnostic metrics for rotating machinery”. PhD dissertation, University of South Carolina, Bayoumi, Abdel, Goodman, Nicholas, Shah, Ronak, Eisner, Lester, Grant, Lemeulle, and Keller, Jonathan.