

## **«Оптимізація режимів та управління процесами технічного обслуговування повітряних суден в системі збереження льотної придатності авіаційної техніки»**

### ***Основні наукові результати***

На основі проведеного наукового дослідження встановлено, що сучасні моделі, які використовуються для оптимізації процесів ТО, дозволяють досліджувати системи невеликої складності без урахування усіх факторів, які впливають на надійність виробів АТ в реальних умовах експлуатації ПС. Виявлено, що на даний час відсутні методи оцінки збалансованості експлуатаційних властивостей виробів АТ, які дозволяють реалізувати на практиці оптимальні стратегії й режими ТО.

Розроблено новий методологічний підхід до формування режимів ТО (періодичності та обсягу робіт) АТ на основі інтервального аналізу, який дозволяє проводити їх багатофакторну оптимізацію при вихідній невизначеності інформації. Даний метод може бути використаний для вирішення теоретичних проблем з оптимізації складних систем за умов впливу багатофакторності і невизначеності вхідних параметрів.

Результати досліджень передбачається використовувати при розробці програм ТО нових виробів АТ та при коригуванні програм технічного обслуговування під час експлуатації ПС. В залежності від стадії життєвого циклу виробів використовується різна інформаційна забезпеченість програм технічного обслуговування, що потребує розв'язання задач в умовах неповної і невизначеної інформації, які вирішуються за допомогою розробленої методології.

Запропонований метод «предписуючих рішень» застосовується для забезпечення збалансованих характеристик і властивостей виробів АТ по сукупності визначальних ознак, що сприяє найбільш ефективній їх реалізації в умовах експлуатації. Принциповою цінністю даного методу є можливість задання множини характеристик елементів складних систем, що дозволяє вирішувати задачі оптимізації та збалансованості експлуатаційних властивостей виробів АТ.

Це стало основою для розробки і використання нової інформаційної технології при моніторингу технічної експлуатації повітряних суден України, за якої приймаються оптимальні рішення щодо оцінки технічного стану повітряних суден та авіадвигунів й можливості подальшої їх експлуатації.

Створена й постійно поповнюється інформацією база даних щодо відмов та несправностей агрегатів і систем повітряних суден. Вона використовується для аналізу динаміки змінювання технічного стану авіаційної техніки й дозволяє вести облік стану повітряних суден та проводити аналіз якості робіт експлуатантами України з технічного обслуговування авіаційної техніки.

Формалізація процедур забезпечення якості робіт авіаційних спеціалістів при ТО АТ та принципи, які покладені в основу формалізації, дають можливість проводити порівняне управління якістю трудових процесів.

Розроблена структура властивостей технологічних процесів ТО дозволяє визначити якість функціонування ергатичних систем.

Достовірність отриманих результатів забезпечується великим обсягом досліджених матеріалів, аналітичними розрахунками та експериментальними дослідженнями і результатами, які отримані з використанням сучасних методик та програмного забезпечення.

Зроблені висновки узгоджуються з сучасними уявленнями про заходи забезпечення льотної придатності АТ та новітніми методами діагностування технічного стану виробів.

На основі нової методології забезпечення процесів технічної експлуатації та формування програм технічного обслуговування в системі збереження льотної придатності ПС та АД, вирішуються задачі опису властивостей і характеристик для забезпечення їх збалансованості.

Розроблена ресурсозберігаюча технологія формування регламентів технічного обслуговування повітряних суден, яка дає можливість оптимізувати режими та керувати процесами технічного обслуговування й дозволяє забезпечити збереження льотної придатності повітряних суден за мінімальних витрат.

Вирішення поставлених задач здійснюється на основі методу інтервального аналізу з ви-

користанням множини ефективних рішень, або оптимальних рішень за Парето.

Моніторинг технічної експлуатації ПС та запропонована методика опрацювання експлуатаційної інформації з надійності АТ дозволяють визначити системи АТ, які надають можливість здійснювати контроль якості технічного обслуговування кожного експлуатанта, проводити аналіз динаміки показників надійності старіючого парку ПС та розробляти рекомендації щодо удосконалення технологічних процесів ТО. Розроблена основа формалізації процедур забезпечення якості робіт авіаційних спеціалістів при ТО АТ.

Розроблений і впроваджений виріб у вигляді автоматизованої системи розрахунку надійності парку повітряних суден України, яка використовується для проведення аналізу надійності усіх типів повітряних суден, що зареєстровані в Державіаслужбі України.

Розроблено блок-схеми автоматизованої системи для реалізації запропонованої методології та керування процесами технічної експлуатації АТ.

### ***Практична цінність***

Результатами проведених досліджень є побудова та оптимізація моделей ТО виробів АТ, які беруть до уваги стан технічного забезпечення процесів ТО, оснащення організацій з ТО, змінювання характеристик об'єктів в процесі експлуатації, а також розробка рекомендацій по збереженню льотної придатності ПС та АД і попередженню відмов виробів АТ в польоті, інцидентів та авіаційних подій.

Результати досліджень можуть бути впроваджені при формуванні програм ТО в умовах неповної і невизначеної експлуатаційної інформації. Розроблено блок-схему автоматизованої системи для реалізації запропонованої методології та керування процесами технічної експлуатації АТ.

Удосконалення методики опрацювання експлуатаційної інформації з надійності АТ при моніторингу технічної експлуатації ПС та аналіз інцидентів повітряних суден з технічних причин дозволяють визначити системи АТ, які надають можливість здійснювати контроль якості технічного обслуговування кожного експлуатанта, проводити аналіз динаміки показників надійності старіючого парку ПС та розробляти рекомендації щодо удосконалення технологічних процесів ТО.

Основа формалізації процедур забезпечення якості робіт авіаційних спеціалістів при ТО АТ та принципи, які покладені в основу, дозволяють проводити порівняне управління якістю трудових процесів.

Метод аналізу надійності складних систем АТ на основі результатів експлуатації ПС впроваджено в усіх авіакомпаніях України.

Отримані результати НДР пропонується для впровадження в конструкторські бюро ПС для вдосконалення виробів АТ і збалансованості їх експлуатаційних властивостей та експлуатантів АТ для здійснення вибору оптимальних режимів умов експлуатації.

Методика опрацювання експлуатаційної інформації впроваджена в Державній авіаційній службі України («Державіаслужба»), у експлуатантів ПС та організаціях з ТО України.

Впроваджено елементи системи керування якістю в авіакомпаніях «АЕРОСТАР», «ІСД-АВІА», «ХОРС» й отримано 4 акта впровадження.

### **Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах**

1. Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки: навч. посіб. / С.О. Дмитрієв, В.І. Бурлаков, Р.М. Салімов, Ю.П. Пучков, О.В. Попов. – К.: НАУ, 2011. – 184 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-944 від 02.02.2011 р).

2. Сохранение летной годности воздушных судов и авиадвигателей: учебн. пособ. / С. А. Дмитриев, А. С. Тугаринов, А. В. Попов и др. – К.: НАУ, 2011. – 148 с.

3. Розроблена та впроваджена Методика формування оптимальних режимів ТО та управління процесами ТО в експлуатаційних підрозділах на основі новітніх інформаційних технологій.

4. Бурлаков В.І., Пучков Ю.П., Попов Д.В. Корегування періодичності регламентних робіт ТО ПС з урахуванням людського чинника. // Вісник НАУ.–К.:–2009. – № 1(38). –С. 20-23.

5. Попов Д.В. Метод формування регламентів технічного обслуговування повітряних

суден // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи. – Херсон. – №1(23). – 2009. – №1. – С. 105-110.

6. Пучков Ю.П., Молодцов Н.Ф., Попов Д.В. Оцінка безпеки польотів повітряних суден з використанням імовірнісних критеріїв. Науково-технічний журнал «Авіаційно-космічна техніка і технологія» №1/(58). Харків «ХАІ». – 2009. с.67-71.

7. Попов Д.В. Оптимізація режимів технічного обслуговування авіаційної техніки // VI Международная НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ конференция «Прогрессивные технологии жизненного цикла авиационных двигателей и энергетических установок»: Збірник наукових праць ВАК. – Запоріжжя.: ЗНТУ, 2009.

8. Попов Д.В. Управління технічним станом виробів авіаційної техніки // Матеріали міжнародної наукової конференції ISDMCI'2009, 18-22 травня, Херсон: ХНТУ, 2009. – С. 553 – 554.

9. Кучер А.Г., Дмитриев С.А., Попов А.В., Якушенко А.С. Многокритериальное диагностирование проточной части авиационного газотурбинного двигателя // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Х.: – 2009. – № 8/65. – С.153-158.

10. Попов Д.В. Формування програм технічного обслуговування виробів авіаційної техніки//IX Міжнародна наукова конференція студентів та молодих учених „ПОЛІТ- 2009”. – К.:2009.–С.10.

11. Burlakov V.I., Popov O.V., Popov D.V. Situation control of complex object in condition with fuzzy source information // Materials of the fourth world congress “Aviation in the XXI-st century”. – К: NAU, 2010. – Volume 1. – P.11.19-11.22.

12. Попов Д.В. Методика визначення періодичності ТО на етапі проектування нових виробів АТ// IX Міжнародної наукової конференції студентів та молодих учених „ПОЛІТ- 2010”. – К.: 2010. – С. 7.

13. Бурлаков В.І., Попов О.В., Попов Д.В. Методологічні основи формування логістичної підтримки процесів технічної експлуатації авіаційної техніки // Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-11». Т.2. – К.: НАУ, 2011. – С. 15.5-15.8.

14. Потороча О.М., Попов О.В. Нейромережева класифікація станів турбокомпресору // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів (Політ. Сучасні проблеми науки) „ПОЛІТ - 2011”. Т.2. – К.: 2011. – С. 258.

15. Попов А.В., Попов Д.В. Управление техническим обслуживанием сложного объекта эксплуатации в условиях нечеткой исходной информации // Матеріали міжнародної наукової конференції ISDMCI'2011, 16-20 травня, Т. 1. – Херсон: ХНТУ, 2011. – С. 102-103.