

*О.В. Соломенцев, д.т.н., О.В. Зуєв, к.т.н., М.Ю. Заліський, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Принципи побудови систем експлуатації телекомунікаційних та радіоелектронних систем

Розглянуто особливості експлуатації сучасних телекомунікаційних та радіоелектронних систем. Основна увага приділена використанню принципів інтелектуалізації у системах експлуатації електронного обладнання під час збирання, аналізу та використання статистичних даних у процесі прийняття рішень щодо виконання превентивних операцій.

Аналіз систем експлуатації телекомунікаційних та радіоелектронних систем.

Відомо, що основними етапами життєвого циклу телекомунікаційних та радіоелектронних систем (ТРЕС) є проєктування, виробництво та експлуатація [1]. Задачі управління життєвим циклом ТРЕС є частиною діяльності у сфері проєктування, виробництва та експлуатації ТРЕС, що безпосередньо пов'язана із забезпеченням заданих вимог до ТРЕС шляхом поетапного планування і контролю відповідності ТРЕС та їх характеристик заданим вимогам, а також підтриманням такої відповідності вимогам на стадії експлуатації шляхом своєчасного та вірного формування та виконання запобіжних та корегувальних дій.

Задачі логістичного забезпечення спрямовані на формування та підтримку ефективного функціонування елементів системи експлуатації (СЕ) ТРЕС. До таких елементів відносять:

- власне ТРЕС і його складові частини;
- засоби технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р);
- матеріально-технічне оснащення;
- будівлі;
- експлуатаційний персонал;
- ресурси;
- технічна та регулятивна документація тощо [2; 3].

Основним елементом СЕ є ТРЕС. Тому всі процеси експлуатації пов'язані безпосередньо з ними. Головний процес у СЕ – це використання ТРЕС за призначенням. Інші процеси – це технічне обслуговування, ремонт, продовження ресурсу, наземні і льотні перевірки тощо – є допоміжними та спрямовані на забезпечення ефективності реалізації основного процесу [4].

Розглядаючи структуру системи експлуатації ТРЕС, встановлено, що більшу увагу слід приділяти процесам збору та оброблення статистичних даних, у результаті чого можуть бути сформовані та реалізовані своєчасні та більш достовірні запобіжні та коригувальні дії. Використання статистичного оброблення даних є запорукою еволюції стратегій технічного обслуговування до впровадження принципів штучного інтелекту в СЕ ТРЕС.

Вирішення задач логістичного забезпечення передбачає проведення робіт за наступними напрямками:

1) на стадії проектування ТРЕС – формування вимог до елементів СЕ, проектування цих елементів і технологій їх взаємодії з метою забезпечення заданих рівнів експлуатаційно-технічних характеристик ТРЕС і ефективності СЕ; при цьому результати діяльності в області логістичного забезпечення впливають на конструкцію ТРЕС в частині її надійності та інших експлуатаційно-технічних характеристик;

2) на стадії виробництва ТРЕС – виробництво і (або) закупівля елементів ТРЕС та складових СЕ (можливий вибір частини готових елементів з існуючої інфраструктури технічної експлуатації) і контроль відповідності характеристик СЕ заданим вимогам;

3) на стадії експлуатації ТРЕС – матеріальну, технічну, методичну та інформаційну підтримку функціонування СЕ ТРЕС з використанням постійно поповнюваної бази даних щодо статистичних змін у трендах визначальних параметрів ТРЕС та характеристик СЕ, а також періодичну перевірку виконання заданих вимог до СЕ, використаних документів і даних з їх актуалізацією у разі необхідності.

Для вирішення задач проектування СЕ ТРЕС можливо застосовувати п'ять основних принципи: адаптивність, системність, агрегативність, процесність та ієрархічність.

Принцип адаптивності СЕ під час зміни зовнішніх умов у процесі використання конкретного засобу. Цей принцип є основним в умовах апріорної невизначеності початкових даних для проектування.

Адаптивність характеризує властивість СЕ вирішувати задачі, які не були враховані під час проектування та розробки. У більш простому розумінні адаптивність передбачає всеохоплюючий контроль стану складових СЕ з подальшим прийняттям рішень щодо корегувальних та запобіжних дій з метою підвищення ефективності.

Принцип системності пов'язаний з розглядом досліджуваного засобу або системи у взаємозв'язку з іншими засобами або системами, які впливають на узагальнену ефективність функціонування. Принцип системності передбачає існування та визначення таких підходів:

1) цілеобумовленості (повинна існувати мета функціонування СЕ, механізми досягнення цілей, кількісно вимірювані параметри, що визначають мету);

2) керованості (повинні існувати механізми керування у вигляді керуючих та керованих елементів);

3) модельованості (повинен існувати механізм моделювання у вигляді математичної моделі для формування корегувальних та запобіжних дій з метою підвищення ефективності);

4) полієративності (в системі присутня людина-оператор, що приймає рішення);

5) оперативності (моніторинг технічного стану складових СЕ та оброблення відповідних даних мають виконуватися у реальному мірилі часу).

Принцип агрегативності спрямований на уніфіковане представлення елементів СЕ та його процесів у певному стандартизованому вигляді. Наприклад, процеси мають опис входу у вигляді матриці вхідних сигналів, перелік станів процесів та граф їх зміни, матрицю переходів із окремих станів та матрицю вихідних станів тощо.

Принцип процесності передбачає, що всі процеси в СЕ повинні протікати в контрольованих та керованих умовах, а для їх опису необхідно визначити входи, виходи, ресурси та керуючі впливи.

Принцип ієрархічності передбачає розгляд СЕ на різних рівнях деталізації у вигляді наперед визначених рівнів.

Основою для вирішення задач логістичного забезпечення ТРЕС є використання процедур оброблення експлуатаційних даних. Такий підхід відповідає Національній транспортній стратегії України на період до 2030 р., схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р., відповідно до якої одним із основним завдань є «удосконалення системи збору, аналізу та використання статистичних даних».

Загалом, на цей час для цивільної авіації України характерна наявність певної частки застарілого обладнання у складі ТРЕС для радіотехнічного забезпечення польотів. Можливі обмеження функціональних можливостей та погіршення експлуатаційних характеристик, скорочення фінансових ресурсів, підвищують ризик відмов з виникненням небажаних наслідків і збитків. Зазначені обставини обмежують можливості підтримки високих індексів надійності обладнання та призводять до додаткового збільшення експлуатаційних витрат. Зазначена проблема є характерною для більшості галузей. Напрямок до виходу із даної ситуації поряд з технічним переозброєнням і модернізацією ТРЕС бачиться в створення ефективної системи оцінки технічного стану (ТС) ТРЕС і прийняття рішень по експлуатації обладнання. Ефективність системи оцінки ТС обладнання передбачає:

- перехід від періодичного контролю (діагностування) до on-line контролю (діагностування в режимі моніторингу);
- використання багаторічної статистики вимірювань діагностичних параметрів обладнання;
- застосування адаптивних моделей і алгоритмів, в основу яких покладені інтелектуальні методи збору, візуалізації і обробки діагностичної інформації;
- застосування адаптивних стратегій ТО і Р, на підставі багатоальтернативних рішень щодо ТС ТРЕС.

Перехід від періодичного контролю обладнання до діагностування в режимі моніторингу передбачає застосування певних принципів, за якими може бути здійснено вибір конфігурації, елементної бази, вартості системи діагностичного моніторингу, виходячи з призначення та індивідуальних експлуатаційних характеристик обладнання. Також треба підготувати нормативну базу зазначеного переходу в частині найбільш відповідального обладнання.

Відомо, що багаторічна статистика, як дані характеру подій (планові і раптові відключення, проведення заходів по ТО і Р устаткування), так і дані

діагностичної спрямованості (результати вимірювань на працюючому обладнанні), містять певний корисний обсяг інформації. Аналіз зазначеної статистики дозволяє вирішувати комплекс завдань від оцінки поточного стану обладнання, до прогнозування надійності обладнання в цілому з виділенням і ранжуванням негативних факторів, усунення яких призведе до її підвищення на заданому інтервалі експлуатації.

Основні складності роботи в застосуванні адекватних методів обробки статистичних рядів і побудови спеціальних моделей для прийняття рішень з управління експлуатаційною надійністю конкретних типів обладнання ТРЕС.

Таким чином, актуальними є дослідження в області створення базових компонентів нових концепцій адаптивного оцінювання експлуатаційного стану обладнання.

До подальших наукових досліджень і розробок належать розробка інтелектуальних методів багатоальтернативної класифікації станів обладнання, алгоритмів прийняття рішень, заснованих на інтегрованій інформації про результати моніторингу параметрів обладнання, що характеризують як технічний стан, так і режими його роботи, моделей оцінки надійності, оптимізації технічного обслуговування та ремонтів обладнання. Ці обставини спонукають до розвитку систем підтримки планування заходів по ТО і Р обладнання і розробки адаптивних моделей і алгоритмів на основі методів штучного інтелекту.

Висновки.

У роботі розглянуті особливості експлуатації сучасних телекомунікаційних та радіоелектронних систем. Встановлено, що на сучасному рівні розвитку науки та техніки у системах експлуатації все більше уваги приділяється використанню адаптивних технологій на базі штучного інтелекту в процесі збирання, аналізу та використання статистичних даних щодо визначальних параметрів та показників надійності обладнання.

Результати дослідження можуть бути використані під час проектування та вдосконалення систем експлуатації телекомунікаційних та радіоелектронних систем.

Список літератури

1. Новиков В.С. Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования: Учебник для вузов. – Москва: Транспорт, 1987. – 260 с.
2. Dhillon B.S. Reliability, quality, and safety for engineers. – Boca Raton: CRC PRESS, 2005. – 216 p.
3. Nakagawa T. Maintenance theory of reliability. – London: Springer-Verlag, 2005. – 270 p.
4. Rausand M. System reliability theory: models, statistical methods and applications. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 2004. – 458 p.