

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ТА ВИЗНАЧЕНЬ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ АВІОНІКИ

Григор'єва О.В., Кожевникова В.Г.
e-mail: valeriia.kozhevnykova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПЕЕА
м. Харків, Україна

The work deals with the basic concepts and definitions related to the reliability of avionics systems. The key reliability properties, such as fault tolerance, durability, maintainability and safety, are described. The classification of products based on their ability to restore performance, as well as the types of connections of elements in systems are considered. The causes and types of failures, including sudden and gradual, are analyzed. The main factors affecting the reliability of avionics systems are presented.

Надійність є однією з ключових характеристик будь-якого технічного виробу, що визначає його здатність функціонувати безвідмовно у встановлених умовах експлуатації. В сучасних технологічних системах, особливо в електроніці, машинобудуванні та авіаційній техніці, надійність відіграє вирішальну роль у забезпеченні ефективності та безпеки роботи пристроїв. Дослідження основних параметрів надійності, таких як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість, дозволяє розробляти більш надійні та стійкі системи.

Надійністю називають сукупність властивостей виробу, які визначають його здатність виконувати задані функції, зберігати працездатність у встановлених умовах експлуатації, відновлювати її після відмови в певних умовах ремонту та технічного обслуговування, а також підтримувати працездатність у процесі зберігання та транспортування. Надійність є одним із ключових параметрів якості виробу та визначає його експлуатаційну ефективність.

Рівень надійності закладається ще на етапі проектування та залежить від багатьох факторів: конструктивних рішень, використовуваних матеріалів, технології виробництва, умов експлуатації та якості обслуговування.

Залежно від характеру зміни параметрів, відмови поділяються на:

– раптові – виникають раптово, у результаті різкого порушення працездатності (наприклад, пробій р-п переходу, перегрів резистора, механічне руйнування елемента). Такі відмови визначають рівень безвідмовності виробу;

– поступові – розвиваються поступово, внаслідок зносу або старіння матеріалів (наприклад, втрата ємності електролітичним конденсатором, деградація напівпровідникових елементів). Такі відмови визначають рівень довговічності виробу.

Таким чином, надійність є комплексною характеристикою, яка визначає ефективність та довговічність виробів. Закладання високої надійності ще на етапі проектування дозволяє знизити експлуатаційні витрати, підвищити безпеку та ефективність використання техніки в системах авіоники.

На рисунку 1 можна побачити, що раптова відмова (верхня крива) характеризується різкою стрибкоподібною зміною параметру, внаслідок чого значення виходить за межі допустимого рівня (δ_2). До моменту відмови параметр може мати незначні коливання, однак, виріб продовжує працювати у встановлених межах. У певний момент відбувається різке зниження працездатності, що призводить до негайного виходу виробу з ладу. Такий тип відмов характерний для електронних компонентів (наприклад, пробій діелектрика конденсатора, вихід з ладу р-п переходу), механічних систем (раптовий злам деталі), енергетичних систем (перегорання запобіжника) тощо. Раптові відмови визначають рівень безвідмовності виробу, тобто його здатність працювати безперервно певний час без аварійних ситуацій.



Рисунок 1 – Графік раптової та поступової відмов виробу

Поступова відмова (нижня крива) розвивається повільно, внаслідок чого параметр виробу поступово змінюється і досягає граничного значення (δ_1). Це може бути викликано процесами старіння, корозії, механічного зношування або деградації матеріалів. У момент, коли значення параметра опускається нижче допустимого рівня, фіксується відмова виробу. Такий тип виходу з ладу характерний для акумуляторів (зменшення ємності), ламп (втрата яскравості), двигунів (зменшення потужності), електролітичних конденсаторів (втрата ємності) тощо. Поступові відмови визначають рівень довговічності виробу, оскільки вони пов'язані з його зносом і зниженням функціональності протягом тривалого часу.

З точки зору надійності, розглядають два основних типи з'єднань елементів у системах: послідовне та паралельне.

Послідовне з'єднання елементів означає, що вихід одного елемента є входом для наступного, і всі елементи працюють як єдина ланка. У разі відмови будь-якого окремого елемента система повністю виходить з ладу (рисунок 2).

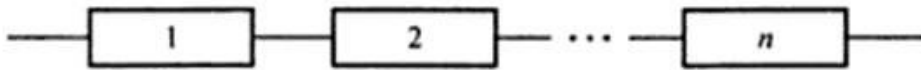


Рисунок 2 – Послідовне з'єднання елементів в системі

Паралельне з'єднання означає, що всі елементи підключені до одних і тих самих джерел сигналу чи енергії, і система залишається працездатною, поки хоча б один з них функціонує (рисунок 3).

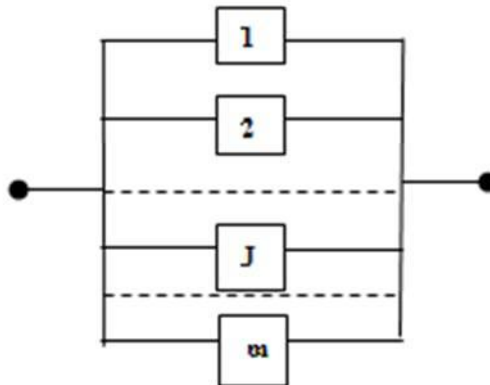


Рисунок 3 – Паралельне з'єднання елементів в системі

Тому, можна зауважити, що послідовне з'єднання підходить для простих пристроїв, де немає критичних вимог до надійності, а паралельне з'єднання використовується в критичних системах, де важливо забезпечити безперебійну роботу.

З метою практичної реалізації аналізу показників надійності виробів авіоніки, розроблено алгоритм та програма «NADAV». Програма дозволяє не тільки оцінити показники надійності апаратури, що проектується, а й порівняти їх з показниками отриманими на основі експлуатації.

Програма може бути корисною в учбовому процесі та науковій роботі кафедри ПЕЕА.

Список використаних джерел:

1. Васілевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2010. 129 с.
2. Тюндер І. С. Електронні пристрої та системи (електронне видання). – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2016. – 24 с.
3. Studfile.net. Основи надійності електронних пристроїв. URL: <https://studfile.net/preview/5199824/> (дата звернення: 23.02.2025).