

## **SECTION: AUTOMATION AND ROBOTICS**

DOI 10.70286/ISU-28.01.2026.020

### **ЗАСТОСУВАННЯ EXCEL ДЛЯ АПРІОРНОГО АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОНИХ ПРИСТРОЇВ**

**Курганська Анастасія**

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня

**Єгоров Андрій**

к.т.н., професор

Кафедра інформаційно вимірювальних технологій  
Харківський університет радіоелектроніки, Україна

Апріорний аналіз надійності – це прогнозування надійності виробу до його реального виготовлення, використовуючи довідкові показники складових елементів, прогнозовані умови майбутнього використання виробу. Мета цього процесу – постановка завдань для проектування конструкції пристрою.

Якщо умови майбутньої експлуатації пристрою складні, формування завдань для конструкторів стає проблемою. На етапі проектування конструкції необхідно буде використати різні методи (засоби), які будуть спроможні забезпечити необхідний рівень надійності.

У самому загальному випадку це може бути захист від можливих кліматичних і механічних факторів: стабілізація температури, амортизація, усунення впливу вологи і т.ін.. Крім того, можна повернутись до електронної схеми та зменшити електричне навантаження на радіоелементи.

Окрім вимог для показників надійності, функціональності, існують вимоги, щодо максимальної майбутньої вартості пристрою, що проектується. Велика кількість факторів, що впливають на можливості рішення дизайнерів, нелінійність характеру впливу різних факторів на надійність, пошук компромісу, щодо високого рівня надійності і обмеженого фінансування – все це спонукає дизайнерів до того, щоб під час аналізу надійності розглядати декілька сценаріїв подальшого проектування.

Застосування апріорного аналізу на етапі надійності має можливість :

- Визначити найбільш ймовірні причини відмов елементів і системи в цілому;
- Обґрунтувати вибір і заміну комплектуючих виробів, матеріалів і типів елементів;
- Оцінити ефективність можливих технологічних рішень при виготовленні продукції;
- Зменшити економічні витрати за рахунок запобігання надмірно високій надійності виробу.

Апріорний аналіз також сприяє підвищенню ефективності процесу проектування, оскільки дозволяє швидко оцінювати можливі наслідки зміни параметрів, елементів або структури системи без проведення дорогих експериментальних випробувань. Це особливо важливо для складних електронних та інформаційно-вимірювальних систем, де вартість помилки на етапі проектування є надзвичайно високою.

Одним з варіантів пошуку оптимального рішення в таких умовах є метод імітаційного моделювання за допомогою програмного середовища Microsoft Excel.

На рисунку 1 наведено приклад використання Excel для апріорного аналізу надійності невеликого випадкового радіоелектронного пристрою.

№ групи, j	Схемне позначення елементів	Кількість Елементів в групі, N <sub>j</sub> , шт.	Інтенсивність відмов одного елемента в нормальних умовах λ <sub>jn</sub> * 10 <sup>6</sup> , 1/год	Поправочні коефіцієнти α <sub>ij</sub>			Π <sup>m</sup> <sub>i=1</sub> α <sub>ij</sub>	Інтенсивність відмов одного елемента групи для реальних умов λ <sub>jp</sub> = λ <sub>jn</sub> * Π <sup>m</sup> <sub>i=1</sub> α <sub>ij</sub> , 1/год	Інтенсивність відмов групи елементів для реальних умов λ <sub>jpN</sub> = N <sub>j</sub> * λ <sub>jp</sub> , 1/год
				1α	m				
					2α	3α			
1	2	3	4	5			6	7	8
1	C1, C2	2	2.00E-08	1,35	2,00	1,05	2,835	5,67E-08	1,13E-07
2	DA1, DA2	2	4.00E-07	1,35	2,00	1,05	2,835	1,13E-06	2,27E-06
3	R1 - R5	5	1,00E-07	1,35	2,00	1,05	2,835	2,84E-07	1,42E-06
4	Плата	1	1.00E-07	1,35	2,00	1,05	2,835	2,84E-07	2,84E-07
5	Паяльні з'єднання	20	8.00E-09	1,35	2,00	1,05	2,835	2,27E-08	4,54E-07
Відпов:	95% напрацювання		11308,045	годин				Інтенсивність відмов прила:	4,54E-06
1,35	1α	Автофургоні фактори (механічний фактор, що є на автомобілях)							
2,00	2α	Кліматичний вплив (Температура від -30 до + 30; Вологість від 50-100%, Тиск							
1,05	3α	Тиск							

Рисунок 1 – Excel таблиця для апріорного аналізу надійності радіоелектронного

Припускаючи експоненційний закон розподілу напрацювання до відмови, вимоги до надійності пристрою задано у вигляді гама-відсоткового напрацювання до відмови  $t_\gamma$ ,  $\gamma = 95\%$ . Під час проведення аналізу основними розрахунковими параметрами є інтенсивності відмов радіоелементів  $\alpha_j$  і поправочні коефіцієнти  $\lambda_i$ , які характеризують зменшення надійності при важких умовах експлуатації виробу.

Результатами розрахунку (імітаційного моделювання) є сумарна інтенсивність відмов приладу

$$\lambda_{\Sigma \text{РЕП}} = \sum_{j=1}^n \lambda_{jp} = \sum_{j=1}^n N_j \cdot \lambda_{jn} \cdot \prod_{i=1}^m \alpha_{ij}$$

і 95-ти відсотковий наробіток на відмову

$$t_{95\%} = -\frac{1}{\lambda_{\Sigma \text{РЕП}}} \ln\left(\frac{95}{100}\right).$$

На рисунку відображено вплив (відображення) надійності групи резисторів на сумарну надійність пристрою в цілому.

Excel є зручним інструментом для розглянутої задачі. Завдяки табличним обчисленням, вбудованим математичним функціям, можливості роботи з

великою кількістю даних та засобами візуалізації. За допомогою формул та логічних операцій можна створювати RBD (діаграми баз даних) при моделюванні надійності продукції; ймовірності безвідмовної роботи від часу, гістограм розподілу та діаграм Парето, дозволяє наочно оцінювати вплив параметрів окремих елементів на загальну надійність системи та полегшує прийняття проектних рішень.

Висновки. Застосування Excel для виконання апріорного аналізу надійності на етапі проектування дозволяє інженерам ефективно й швидко оцінювати і аналізувати працездатність майбутніх технічних систем. Завдяки широкому набору математичних функцій, інструментів моделювання, зручності обробки даних та можливостям автоматизації, Excel забезпечує високий рівень точності та наочності аналізу. Таким чином, використання Excel сприяє підвищенню якості проектних рішень, зменшенню ризику відмов та оптимізації витрат та створення технічних виробів. Це робить інструмент важливою складовою сучасної інженерної практики у сфері забезпечення надійності.

#### **Список використаних джерел**

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. – Київ : Держстандарт України, 1994.
2. ДСТУ ІЕС 61078:2010. Аналіз технік надійності. Метод блок-схем надійності. – Київ : Держспоживстандарт України, 2010.
3. ДСТУ ІЕС 60600-3-1:2017. Керування надійністю. Частина 3-1. Застосування – Аналіз надійності. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017.

**DOI 10.70286/ISU-28.01.2026.004**

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ МОБІЛЬНОГО РОБОТА З АДАПТИВНИМ РЕГУЛЯТОРОМ**

**Осовцев Андрій Володимирович**

аспірант

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського", Україна

У сучасних умовах спостерігається стійке зростання кількості завдань, виконання яких є неможливим або недоцільним за безпосередньої участі людини. Це обумовлено як складними та небезпечними умовами зовнішнього середовища, так і загальносвітовими тенденціями до автоматизації процесів у різних галузях. Одним із найбільш ефективних засобів розв'язання таких завдань є мобільні роботи, здатні функціонувати в агресивних або небезпечних умовах, непридатних для перебування людини, а також у випадках, коли критичними є