

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ПОВЕДІНКИ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

Вступ. Під час розроблення нових радіоелектронних комплексів (РЕК) та визначення їх показників надійності та ефективності на етапі проектування найчастіше використовують логіко-ймовірнісні, імітаційні та марковські моделі.

Незважаючи на широке використання логіко-ймовірнісних та імітаційних моделей під час моделювання складних систем, у результаті огляду інформаційних джерел було встановлено доцільність моделювання РЕК за допомогою математичного апарата марковських процесів. У такому разі вхідними даними використовують алгоритму поведінки (АП) РЕК. Такий підхід є гнучким під час модифікації АП, оскільки розроблення кожного варіанта моделі не є окремим завданням, тому не потребує значних часових затрат і дозволяє проводити багатоваріантний аналіз складних програмно-апаратних систем та отримувати не лише стандартизовані показники (ймовірність та середній час виконання завдання), а також довірливі показники. Марковські моделі дають змогу, на відміну від логіко-ймовірнісних та імітаційних, отримати закон розподілу.

Тому актуальним є завдання розробки методики дослідження АП РЕК та автоматизованої побудови графу станів та переходів з використанням марковських моделей.

1. Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є АП РЕК. Алгоритм поведінки – формалізоване представлення логіки використання інформації радіоелектронних систем (РЕС) та функцій оператора під час виконання РЕК поставленого завдання і складається з послідовності процедур. Для дослідження АП подається у вигляді блок-схеми чи іншого опису та має характерні особливості, а саме:

- кожний операційний блок відображає виконання функції системи за певний час, який має випадкову тривалість;
- кожний порівнювальний блок відображає виконання відповідної умови, причому виконання приймається з певною ймовірністю.

Отже, порівнювальні блоки відображають ймовірності альтернативних переходів з одного стану в інший, а операційні – середній час виконання операції. Отже, АП описує усі події, які відбуваються у системі, та умови, за яких ці події відбуваються.

2. Методика побудови моделі. Методика побудови моделі АП складається з таких етапів:

- формування еквівалентного АП РЕК;
- формування вербальної моделі – докладного опису об'єкта дослідження;
 - формування структурно-автоматної моделі (САМ) – формалізованого опису структури і поведінки РЕК:
 - формування вектора станів (ВС);
 - формування множини формальних параметрів (МФП);
 - побудова дерева правил модифікації (ДПМ).
 - побудова графу станів і переходів – графічного представлення математичної моделі;
 - формування системи рівнянь Колмогорова-Чепмена – аналітичної моделі об'єкта проектування.

3. Формування показників ефективності. Методика формування показників ефективності АП передбачає проведення аналізу станів перебування РЕК за певними ознаками ВС.

Для обробки результатів моделювання необхідно експортувати дані з програмного модуля ASNA у Microsoft Office Excel. Визначивши порядкові номери перебування РЕК у певному стані, наприклад успішного виконання задачі (табл. 1), необхідно підсумувати ймовірності перебування РЕК у відповідних станах і сформувати показники ефективності.

4. Дослідження показників ефективності АП РЕК. Для дослідження одно- або багатоваріантного аналізу АП РЕК показників ефективності потрібно змінити параметри моделі, що цікавлять розробника. Змінивши у МФП потрібні константи, заново згенерувавши граф станів і переходів та експортуючи нові дані у створений шаблон Microsoft Office Excel отримуємо нові показники ефективності (табл. 2). Наприклад, так можна побудувати графіки залежності ймовірності успішного виконання задачі від пріоритету роботи РЕК (рис. 1) та інтенсивності відмов апаратних засобів (рис. 2).

Таблиця 1

**Вибір станів перебування
АП РЕК (фрагмент)**

1	: V1=1; V2=3; V3=3; V4=2; V5=1; V6=1; V7=1; V8=4; V9=4; V10=4; V11=2
14	: V1=11; V2=3; V3=3; V4=2; V5=1; V6=1; V7=1; V8=4; V9=4; V10=4; V11=2
15	: V1=25; V2=3; V3=3; V4=2; V5=1; V6=1; V7=1; V8=4; V9=4; V10=4; V11=2
82	: V1=11; V2=3; V3=3; V4=0; V5=1; V6=1; V7=0; V8=4; V9=4; V10=4; V11=2
83	: V1=25; V2=2; V3=3; V4=2; V5=1; V6=1; V7=1; V8=4; V9=4; V10=4; V11=2
84	: V1=25; V2=1; V3=3; V4=2; V5=1; V6=1; V7=1; V8=4; V9=4; V10=4; V11=2

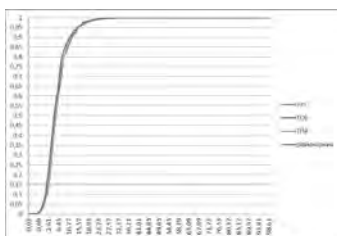


Рис. 1. Ймовірність виконання задачі від пріоритету роботи РЕК

Таблиця 2

**Визначення ймовірності виконання задачі
АП РЕК (фрагмент)**

час, с	1	15	83	виконання задачі
0,03	0,9417 65	5,18 E-10	0	5,17916 E-10
0,09	0,8352 7	1,31 E-07	1,25 E-10	1,31368 E-07
0,21	0,6570 48	7,71 E-06	1,75 E-08	7,74E-06
97,41	5,25E- 67	9,49 E-01	1,50 E-02	0,9999894 81
99,33	-8,62 E-67	9,49 E-01	1,50 E-02	0,9999895 10
100	-2,24 E-67	9,49 E-01	1,50 E-02	0,9999895 75

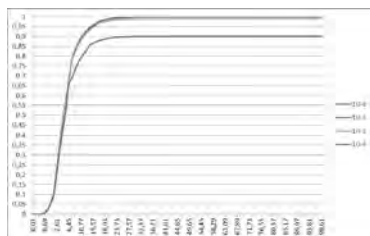


Рис. 2. Ймовірність виконання задачі від рівня надійності апаратних засобів

Висновки. Розроблена методика дає змогу будувати моделі АП РЕК та проводити багатоваріантний аналіз його показників ефективності залежно від різних наборів вхідних даних та визначати вплив зовнішніх та внутрішніх факторів. Наведена методика охоплює функціональний і надійнісний аспекти системотехнічного проектування РЕК.