

АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗІЦІЯ ЦИФРОВИХ І АНАЛОГОВИХ СИСТЕМ

УДК 621.319.12

Б. Волочій, У. Подоляк

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра ГРР

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСФОРМАЦІЇ МОДЕЛЕЙ ЛОКАЛЬНОГО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСУ

© Волочій Б., Подоляк У., 2002

Подано основні принципи методики трансформації моделей локального радіоелектронного комплексу, орієнтованої на автоматизацію цього процесу. Первинним у цьому методі моделювання є формалізоване подання структури та алгоритму поведінки локального радіоелектронного комплексу в класі мереж Петрі. Кінцевим результатом є формування його імітаційної та марковської моделей.

The main principals of local radio-electronic complex system models transformation oriented on process automation. The base of this modelling method is formalized representation of local radio-electronic complex system structure and algorithm of behaviour in class of Petri nets are presented. Finally we come to creation of Markov model and simulation.

Стрімкий розвиток техніки у різних галузях народного господарства стимулює створення радіоелектронних комплексів, які дозволяють керувати діяльністю різноманітних об'єктів, отримувати, передавати та обробляти інформацію. Такі радіоелектронні комплекси об'єднують у собі радіотехнічні, телевізійні та інші системи.

Радіоелектронні комплекси (РЕК) займають особливе місце серед так званих складних систем, до яких у останній час все більше зростає інтерес дослідників через широкий спектр застосування та широке поширення, надзвичайне практичне значення та багатообіцяючі перспективи розвитку.

Сучасні умови і новітні тенденції науково-технічного прогресу, підвищення вимог до досконалості розробок зумовлюють актуальність проблеми автоматизації процесу проектування складних систем. Застосування ЕОМ і створення на їх основі системи автоматизованого проектування дозволяє вирішити проблему автоматизації розв'язання задач синтезу та аналізу нових об'єктів. Тому створення алгоритмічного та програмного забезпечення комплексного автоматизованого моделювання, аналізу та проектування є задачею надзвичайно актуальною.

Істотні ускладнення і розширення кола цільових задач, що вирішуються сучасними РЕК, привели до того, що існуючі методи моделювання виявилися не придатними до розв'язання задач синтезу комплексу загалом. Слід відзначити, що ці системні проблеми виникали і раніше, при створенні перших поколінь РЕК, однак вони розв'язувалися емпірично, інтуїтивно, на основі досвіду і кваліфікації розробників.

Радіоелектронні комплекси утворюють особливий клас складних технічних систем, для проектування яких слід застосувати методи загальної теорії систем і системотехніки. Постійне ускладнення цільових задач РЕК, підвищення вимог до показників якості функціонування, поява нових типів систем привели до істотного ускладнення їх структури і алгоритмів поведінки. Це, в свою чергу, посилює роль системних проблем, що виникають при розв'язанні задач аналізу і синтезу РЕК на різних стадіях їх життєвого циклу, починаючи з обґрунтування технічних та інших вимог при їх проектуванні, закінчуючи модернізацією вже існуючих РЕК.

Об'єктом досліджень у даному випадку є локальні радіоелектронні комплекси. До складу такого локального радіоелектронного комплексу входять радіотехнічні системи, системи візуального спостереження за об'єктом, а також оператор або група операторів. Алгоритмом поведінки локального РЕК називатимемо формалізоване подання логіки функціонування, тобто адаптивної послідовності використання всіх систем локального РЕК як джерел інформації при виконанні визначеної цільової функції. Загалом алгоритм поведінки складається з певної послідовності процедур, кожна з яких відповідає за конкретний результат цільової функції складових локального РЕК. В результаті виконання цільової функції певною системою змінюються певні її параметри, які впливають на роботу цілого комплексу, а саме на цільову функцію локального РЕК. Тобто реалізація алгоритму поведінки локального радіоелектронного комплексу характеризується зміною значень конкретних параметрів кожної складової комплексу. Стан же комплексу загалом визначається набором цих параметрів в кожен конкретний момент часу і змінюється дискретно в часі при зміні якогось параметру. Оскільки час перебування комплексу в кожному конкретному стані є величиною випадковою, то загалом локальний радіоелектронний комплекс з математичної точки зору уявляється дискретно-неперервним випадковим процесом зі скінченим простором станів. У зв'язку з цим як математичні моделі конкретних варіантів алгоритму поведінки локального радіоелектронного комплексу розробляються марковські моделі. Крім цього, для перевірки достовірності отриманих на основі аналітичних моделей результатів для кожного варіанта алгоритму поведінки розробляють імітаційну модель.

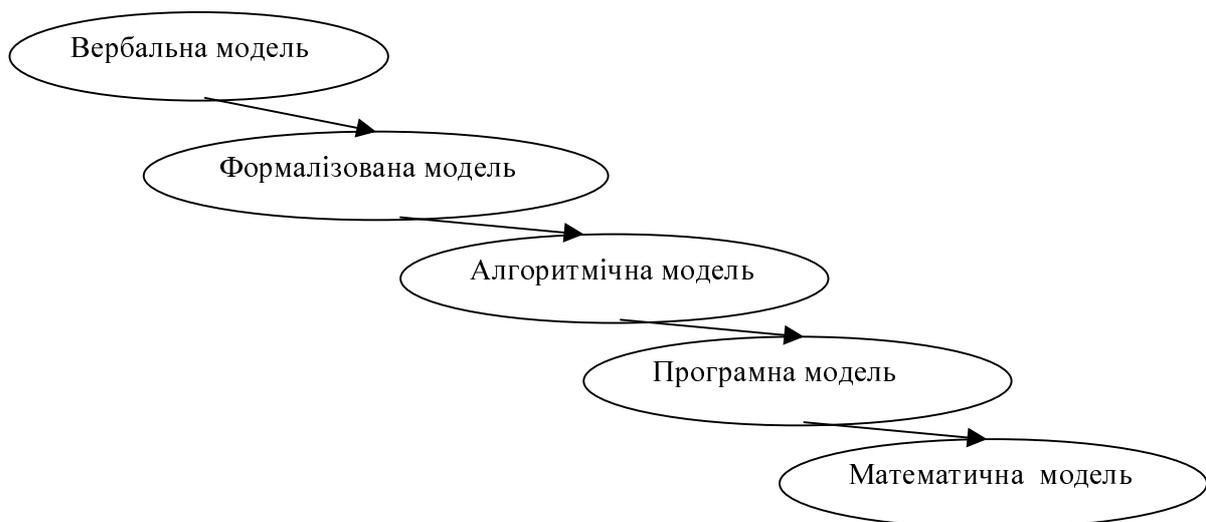


Рис. 1. Класична схема процесу моделювання

Класичні роботи з моделювання описують процес одержання математичної моделі як результат трансформації моделі з одного виду до іншого, а саме послідовний логічний перехід від вербальної до математичної моделі (рис. 1). Такий перехід здійснюється через перетворення вербальної моделі у формальну, побудову алгоритму перетворення формальної моделі у математичну, програмна реалізація такого алгоритму чи алгоритмічної моделі і, нарешті, математична модель для одержання результатів та їх аналізу.

У даній роботі пропонується підхід до автоматизованого моделювання, принцип якого базується на трансформації моделі радіоелектронного комплексу, тобто у переході від словесного опису структури та алгоритму поведінки комплексу через формалізовану модель до результатів розв'язання математичної моделі (рис. 2).

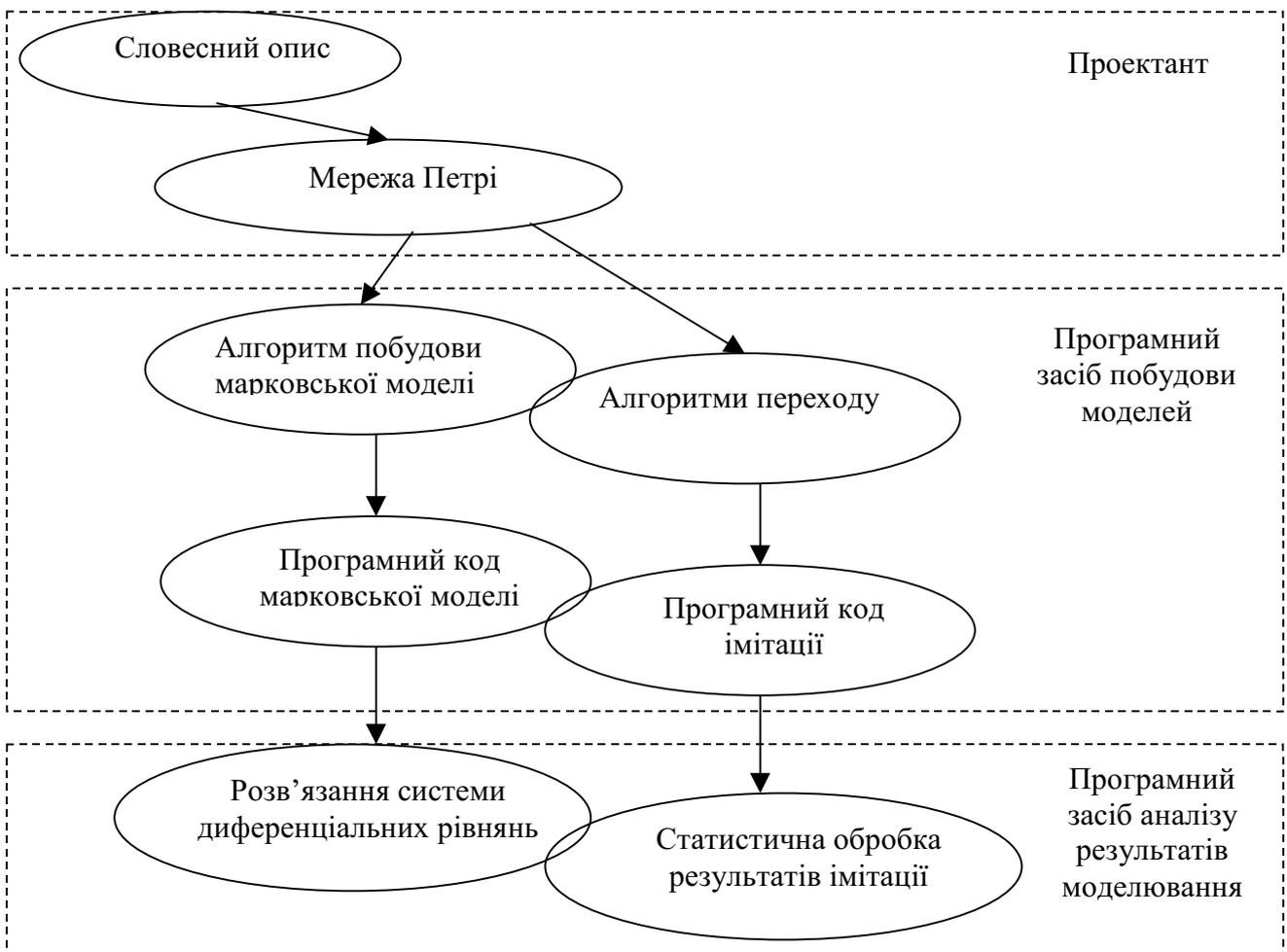


Рис. 2. Схема трансформації моделі

У ролі формалізованої моделі у наведеній методиці використовуються автоматні мережі Петрі. Для перетворення словесного опису структури і алгоритму поведінки локального радіоелектронного комплексу у формалізовану модель, тобто для побудови мережі Петрі, розроблена спеціальна мова формалізованого опису [1, 2]. Для опису станів компонент структури об'єкта моделювання та процесів, що проходять у системі, використовується вектор стану. Фактично вектором стану є набір компонент, кожна з яких відповідає чи за стан елемента структури, чи за стан певного процесу в кожен момент часу. Всі сталі параметри системи задаються і описуються у множині формальних параметрів, яка фактично є набором різнотипних констант.

Для опису характеристик процесів, що можуть відбуватися у системі, задаються дискриптори елементарних процесів (параметри функції розподілу).

Елементами самої ж мережі Петрі є ланцюжки “умова-перехід”, в яких задається умова здійснення події, завершення деякого процесу або умова миттєвої зміни стану системи, оскільки наслідки однієї і тієї ж події можуть бути різними залежно від стану системи на момент її завершення. Перехід – це відповідна зміна характеристик, параметрів системи, модифікація вектора стану. Зв'язки між ланцюжками у мережі Петрі задаються матрицею інцидентності, елементи якої можуть набувати двох значень: 1 – якщо результат модифікації вектора стану у попереднього ланцюжка впливає на умову наступного; 0 – якщо результат модифікації у попереднього ланцюжка не впливає на умову наступного.

На основі даного подання у рамках методики розроблено алгоритми автоматизованої побудови аналітичної (марковської) та імітаційної моделей. Алгоритм побудови марковської моделі дозволяє будувати марковську модель системи у вигляді повного простору станів та матриці інтенсивностей переходів. Алгоритм імітації функціонування об'єкта моделювання реалізується методом статистичних випробувань, Монте-Карло, з подальшою статистичною обробкою результатів. Дані алгоритми (алгоритмічні моделі) реалізовано у вигляді програмного коду (програмної моделі), результатом роботи якої є конкретні дані, параметри математичної моделі об'єкта моделювання, що є результатом процесу моделювання. Програмний засіб аналізу (рис. 2) результатів забезпечує розв'язання системи диференціальних рівнянь у випадку аналітичної (марковської) моделі та забезпечує статистичну обробку результатів імітаційного моделювання, а також обчислення певних параметрів моделі.

У даному випадку проєктант радіоелектронних комплексів працює лише на етапі перетворення вербальної моделі у формалізовану (рис. 2), у вигляді мережі Петрі, яка будується згідно з правилами формалізованої мови. На цьому етапі він оперує відомими йому поняттями, характеристиками об'єкта моделювання – локального радіоелектронного комплексу, не вдаючись у деталі та тонкощі програмування. Програмний засіб, система автоматизованого моделювання та аналізу локальних радіоелектронних комплексів дозволяє побудувати математичну модель об'єкта та проаналізувати результати моделювання.

Отже, запропонований підхід до побудови інтегрованого програмного засобу автоматизованого моделювання значно спрощує та прискорює роботу інженера-проєктанта локальних радіоелектронних комплексів. Водночас підвищується ефективність розв'язання задач багатоваріантного аналізу, оцінки комплексу у функціональному та надійнішому аспектах на етапі проєктування. Передбачена можливість реалізації на базі інтегрованого програмного засобу набору бібліотек типових моделей систем, об'єктів різного рівня дозволить значно спростити та прискорити процес синтезу нових об'єктів [2].

1. Беляєв В.П., Волочій Б.Ю., Якубенко У.В. Особливості структурної організації алгоритмічних моделей стохастичних систем для аналітичної та статистичної імітації. // Мат. міжн. наук.-техн. конф. "Сучасні проблеми засобів телекомунікації, комп'ютерної інженерії та підготовки спеціалістів", ДУ "Львівська політехніка", Львів. 1998. С. 42. Подоляк У. Автоматизація моделювання дискретно-неперервних стохастичних систем на основі представлення в класі узагальнених мереж Петрі. // Вісн. Державного Університету "Львівська політехніка". 2000. № 387. С. 381.