**Волочій Богдан Юрійович. Підвищення ефективності аналізу структур та алгоритмів функціональної і надійнісної поведінки радіоелектронних комплексів : Дис... д-ра наук: 05.12.17 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Волочій Б.Ю. Підвищення ефективності аналізу структур та алгоритмів функціональної і надійнісної поведінки радіоелектронних комплексів**. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи. – Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, 2008.  В дисертаційній роботі здійснено подальший розвиток методології аналітичного моделювання поведінки локальних радіоелектронних комплексів (РЕК) у вигляді дискретно-неперервних стохастичних систем (ДНСС) та методів розробки надійнісних моделей сіткових і ієрархічних структур інформаційних мереж регіональних РЕК для ефективного розв’язання задач аналізу, евристичного синтезу та оптимізації структур і алгоритмів функціональної та надійнісної поведінки на етапі системотехнічного проектування.  Серйозним обмеженням при використанні теорії марковських процесів для створення моделей структури та поведінки таких складних об’єктів проектування, як РЕК, залишається проблема розробки моделі у вигляді графа станів і переходів. Використання логіко-імовірнісних методів для надійнісного аналізу сіткових та ієрархічних структур інформаційних мереж РЕК обмежує проблема формування функції працездатності. Вказані проблеми суттєво знижують можливості ефективного використання цих методів аналізу, а відтак евристичного синтезу та оптимізації, при розв’язанні задач системотехнічного проектування РЕК. Для вирішення першої проблеми запропоновано: формалізовані методи побудови моделей структури і поведінки об’єктів проектування у вигляді графа станів і переходів на основі базових подій або на основі блок-схеми алгоритму поведінки для їх аналізу як ДНСС марковського типу; метод трансформації моделі об’єкту проектування у вигляді графа станів і переходів для його аналізу як ДНСС немарковського типу; формалізований метод представлення структури і поведінки об’єкту проектування у вигляді логіко-імовірнісної моделі. Вирішення другої проблеми забезпечено розвитком методів аналізу структурної живучості інформаційних мереж регіональних РЕК з сітковою структурою та з несиметричною ієрархічною структурою складного підпорядкування і на їх основі створено методи надійнісного синтезу та надійнісної оптимізації структур. | |
| |  | | --- | | У результаті проведених теоретичних досліджень та практичного їх впровадження у дисертаційній роботі розв’язано важливу науково-прикладну проблему підвищення ефективності аналізу структур та алгоритмів функціональної і надійнісної поведінки РЕК на підставі подальшого розвитку методології аналітичного моделювання ДНСС та методів розробки надійнісних моделей сіткових і ієрархічних структур ІМ регіональних РЕК, які дозволяють розширити можливості засобів автоматизації системотехнічного проектування. Отримані в дисертації результати у сукупності складають суттєвий внесок у подальший розвиток теорії системотехнічного проектування складних інформаційних радіоелектронних систем. Основні наукові результати роботи полягають у наступному:   1. Проведений аналіз проблем СП РЕК показав можливість підвищення ефективності методів аналізу їх структур та алгоритмів функціональної і надійнісної поведінки РЕК шляхом удосконалення методології аналітичного моделювання ДНСС на основі марковських процесів та розвитку методів надійнісного аналізу сіткових та ієрархічних структур. 2. Для ОП, математичним представленням структури і поведінки яких є ДНСС, запропоновано концепцію удосконалення методології аналітичного моделювання, орієнтовану на автоматизацію процесу побудови та аналізу моделі, в основу якої покладено марковський випадковий процес. Удосконалена методологія аналітичного моделювання ДНСС дає можливість проектанту здійснювати розробку марковських моделей ОП *на основі базових подій*алгоритму поведінки або на основі *блок-схеми алгоритму поведінки*, при цьому дозволяє поєднувати функціональну та надійнісну поведінку в одній моделі ОП і тим самим враховувати вплив ненадійності апаратних засобів на його функціональні показники. В рамках цієї методології запропоновано формалізований метод безпомилкового формування функціональної, надійнісної або комплексної марковської моделі поведінки ОП у вигляді графа станів і переходів та метод побудови логіко-імовірнісних моделей з використанням вперше запропонованого формалізованого представлення ОП у вигляді САМ.   В порівнянні з відомою методологією аналітичного моделювання ДНСС, удосконалена методологія дозволяє суттєво скоротити час на розробку моделей та зробити процес їх побудови контролепридатним і безпомилковим. З використанням удосконаленої методології розроблено марковську і логіко-імовірнісну моделі прицільного РЕК і проведено аналіз варіантів його побудови.   1. Розширено можливості запропонованої удосконаленої методології аналітичного моделювання структур та алгоритмів поведінки РЕК, як ДНСС немарковського типу, для розв’язання задач аналізу. В основу покладено метод трансформації моделей у вигляді графа станів і переходів для зведення їх до марковської моделі на підставі використання запропонованого методу еквівалентної інтенсивності потоку. Показано, що запропонований метод дозволяє формувати адекватні моделі ДНСС немарковського типу, але, на відміну від відомого методу стадій, без суттєвого збільшення розмірності простору станів, що дуже важливо для ОП, кількість станів в яких є великою (від кількох десятків до кількох тисяч). 2. З використанням удосконаленої методології аналітичного моделювання ДНСС розроблено нові моделі відмовостійких систем з комбінованим структурним резервуванням, в яких враховано засоби контролю, діагностики, перемикання, відновлення (стратегії технічного обслуговування та ремонту) та поведінку системи після виявлення порушення працездатності, а саме:   моделі відмовостійких систем з мажоритарною структурою та ковзним резервуванням її модулів;  моделі відмовостійких систем з загальним заміщувальним резервуванням радіоелектронної підсистеми, побудованої з однотипних модулів та ковзним їх резервуванням;  моделі джерел безперебійного електроживлення з одним і двома акумуляторами.  Запропоновані моделі підвищують ефективність аналізу таких відмовостійких систем, оскільки замінюються існуючі моделі їх спрощеного представлення моделями максимальної повноти, які забезпечують вирішення задач параметричного синтезу (через багатоваріантний аналіз).   1. З використанням удосконаленої методології аналітичного моделювання ДНСС розроблено нові моделі функціональної поведінки інформаційних мереж РЕК, а саме:   модель адаптивної процедури вибору пакетів на обслуговування із сукупності буферних запам’ятовувальних пристроїв в бортових телеметричних комплексах з ієрархічною структурою;  модель цифрової системи комутації ЄС-11 при використанні протоколу LAPD.  Запропоновані моделі дозволяють з мінімальними затратами часу вирішувати задачі параметричного синтезу (через багатоваріантний аналіз) процедур функціональної поведінки.   1. Дістали подальший розвиток методи розв’язання задач надійнісного проектування сіткових та ієрархічних структур інформаційних мереж регіональних РЕК, зокрема:    1. Для розв’язання задач аналізу структурної живучості інформаційних мереж з сітковою структурою запропоновано формалізовані методи побудови ЛІМ сіткових структур на основі методу ЛІТМ та методу РВКЕ з маскуванням станів. Запропоновано спосіб перетворення фрагмента структури типу “багатопроменева зірка” в “багатокутник”, чим забезпечено використання методу згортки для аналізу сіткових структур. Проведено порівняння ефективності і показана перевага методу ЛІТМ при розв’язанні задач надійнісного аналізу сіткових структур над кореляційним методом і методом РВКЕ з маскуванням станів, яка виражається у виграші швидкості обчислень більше ніж в 10 разів при однаковій точності представлення результатів.    2. Запропоновано новий метод введення структурної надлишковості, який у поєднанні з запропонованим методом надійнісного аналізу дозволяє вирішувати задачу надійнісного синтезу в проектуванні сіткової топологічної структури інформаційної мережі РЕК з заданим рівнем структурної живучості.    3. Для інформаційних мереж з несиметричною ієрархічною структурою складного підпорядкування запропоновано новий метод структурного аналізу на основі ЛІТМ, який дозволив автоматизувати процес аналізу.    4. Отримав подальший розвиток метод надійнісної оптимізації складу структури бортового телеметричного комплексу, який дозволяє вирішувати задачу вибору оптимального, за критерієм мінімуму сумарних зважених затрат (маса і об’єм систем комплексу та їх потужність споживання), кількісного складу комплексу з можливістю реалізації його систем у відмовостійких конфігураціях з комбінованим структурним резервуванням.    5. Практична цінність розробленого математичного забезпечення в тому, що на його базі розроблено проблемно-орієнтовані програмні модулі ASNA, АПВП, АЦСК, які автоматизують процес розробки і аналізу аналітичних моделей структури і поведінки РЕК, завдяки чому забезпечується розв’язок задач багатоваріантного аналізу за час, який вкладається в часові рамки етапу системотехнічного проектування. А паралельне розв’язання задач системного аналізу на етапі СП РЕК відомими технологіями імітаційного моделювання (наприклад, MATLAB) та запропонованою методологією аналітичного моделювання ДНСС забезпечує перевірку достовірності результатів.   Практична цінність результатів дисертаційної роботи підтверджена відповідними актами від Московського науково-дослідного радіотехнічного інституту, Московського авіаційного інституту, Львівського науково-дослідного радіотехнічного інституту, Науково-виробничого центру “Автоматизовані мікропроцесорні системи”, Тернопільського конструкторського бюро радіозв’язку “Стріла”, Хмельницького Національного університету, Тернопільського Національного економічного університету, Інституту підприємництва та перспективних технологій при Національному університеті “Львівська політехніка”, Львівського державного інституту новітніх технологій та управління, Національного університету „Львівська політехніка”.  Таким чином, в дисертаційній роботі досягнута поставлена мета роботи, яка полягала в розвитку методології аналітичного моделювання локальних РЕК у вигляді ДНСС та методів розробки надійнісних моделей сіткових і ієрархічних структур ІМ регіональних РЕК для ефективного розв’язання задач аналізу та синтезу структур і алгоритмів функціональної та надійнісної поведінки на етапі системотехнічного проектування.  Вирішення цієї важливої і актуальної науково-прикладної проблеми має суттєве значення для подальшого розвитку методів автоматизації системотехнічного проектування та комп’ютерного моделювання радіотехнічних і телевізійних систем. | |