

асинхронного RS-тригера. Методи, закладені в цю теорію, дозволяють розробнику за критеріями кількості станів або за кількістю перебудов підмножин станів без особливих зусиль спроекувати структуру і функціональну схему пам'яті. Розглянуті методи синтезу БФСП і БРСП за їх символічним описом, що дозволяє формалізувати їх проектування з урахуванням обмежень логічних елементів за кількістю вузлів та навантажувальної здатності.

#### Список використаних джерел

1. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов. - М.: Физматгиз, 1962. - 476 с.
2. Справочник по цифровой вычислительной технике: (процессоры и память) / Б.Н. Малиновский, Е.И. Брюхович, Е.Л. Денисенко и др. / Под ред. Б.Н. Малиновского. - К.: «Техніка», 1979. - 366 с.
3. Мараховский Л.Ф. Многоуровневые устройства автоматной памяти. I ч. - Киев: УСИМ. - № 1.- 1998.- С. 66-72.

*Бойнік А. Б., д.т.н., професор,  
Прогонний О. М., к.т.н., доцент,  
Каменев О. Ю., к.т.н., доцент,  
Лапко А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

#### ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ З ВІДКРИТИМ КОДОМ

Ключовим етапом дослідження працездатності, надійності та безпечності функціонування мікропроцесорних систем є тестування програмного забезпечення. Виконання таких процедур здійснюється, здебільшого, із використанням засобів імітаційного моделювання [1, 2].

Імітаційне моделювання є одним з основних засобів дослідження надійності та функційної безпечності мікропроцесорних систем керування на транспорті, в енергетиці і промисловості. Проте порівняльний аналіз способів моделювання систем з відкритим і закритим кодом програмного забезпечення вказує на суттєві відмінності як в процедурі відтворення станів модельованих пристроїв, так і в архітектурі й конфігурації імітаційних моделей. Перш за все це стосується можливості примусового моделювання стану внутрішніх змінних для систем з відкритим кодом, у той час як системи із закритим кодом дозволяють імітувати виключно вхідні й вихідні змінні. Отже, імітаційні моделі для систем з відкритим програмним кодом надають значно більш широкі можливості по дослідженню надійності і безпечності, оскільки дозволяють відтворювати не тільки зовнішнє оточення об'єктів випробувань, але й зміни їх внутрішнього стану. Звідси випливає висновок про

пріоритетність використання відкритого коду програмного забезпечення для систем керування відповідальними технологічними процесами в усіх сферах виробництва.

#### Список використаних джерел

1. Каменев, О.Ю. Ізоморфізм класів толерантності на різних рівнях ієрархічних систем керування / О.Ю. Каменев, А.О. Лапко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». - 2016. - Вип. 1(29). - С.8-17.
2. Мойсеєнко, В.І. Моделювання логічної підсистеми маршрутизації залізничної станції на основі функціональної ознаки [Текст] / В.І. Мойсеєнко, О.Ю. Каменев, В.В. Гаєвський, К.В. Кравченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2016. - №6. - С.3-11.

*Каменев О. Ю., к.т.н., доцент,  
Щеблякіна О. В., асистент (УкрДУЗТ)*

#### ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУР СИНТЕЗУ ВИПРОБУВАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Системний розвиток методології автоматизованого синтезу моделей для випробувань мікропроцесорних систем залізничної автоматики почався з 2014 року, коли були розроблені графоаналітичні методи геометричного моделювання розподілених технологічних об'єктів. У цей час сформовано метод прямих сум, що базується на діагональному поєднанні параметрично-топологічних матриць із розподілом властивостей модельованих об'єктів по комірках матриць. Подальші дослідження встановили певні недоліки і обмеження відповідного методу, які полягають, перш за все у складності представлення вихідних об'єктів та неможливості відтворення динамічної поведінки об'єктів керування та контролю. Вдосконалений метод передбачає перехід до іншого типу параметрично-топологічних матриць суміжного типу із використанням функціональних моделей динамічних об'єктів. Розвиток відповідної технології дозволить підвищити ефективність формування випробувальних моделей мікропроцесорних систем залізничної автоматики в частині їх універсальності та незалежності від розробників програмного забезпечення [1, 2].

#### Список використаних джерел

1. Kameniev, O. Improvement of technologies for the development of modern rail automation systems [Text] // O. Kameniev, A. Lapko, E. Shchablykina // Machines.

Technologies. Materials: International Scientific Journal. – 2017. – Vol. 11, Iss. 11. – P. 541 – 544.

2. Moiseenko, V. Interactive approaches to the organization off staff interaction with automated control systems / V. Moiseenko, O. Kameniev, V. Gaievskiy // V International Scientific Technical Conference «Engineering. Technologies. Education. Security'2017»: Proceedings [Text]. Vol. 2. Technics and Technologies. Information Technologies, Natural and Mathematical Sciences. 31.05.2017 – 03.06.2017, Veliko Tarnovo. – Sofia, Bulgaria: Scientific technical union of mechanical engineering “Industry-4.0”, 2017. – P. 221-224.

*Каменев О. Ю., к.т.н., доцент,*

*Ланко А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

### **РОЗВИТОК НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ ОСНОВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНФІГУРУВАННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

Однією з ключових складових розроблення сучасних засобів залізничної автоматики є проектування та конфігурування відповідних програмно-апаратних засобів, що здійснюється із застосуванням сучасних прикладних пакетів – систем САЕ та САПР. При цьому вирішуються такі основні задачі, як: розроблення проектно-технічної та кошторисної документації; конфігурація апаратно-технічних засобів і програмного забезпечення систем керування [1].

Передові сучасні системи САЕ і САПР мають вбудовані утиліти та інтегровані середовища розроблення, що дозволяють використовувати довільні математичні методи та моделі з метою автоматизованого проектування та конфігурування програмно-апаратних засобів. Це можуть бути як типові математичні методи та моделі, так авторські – розроблені з прикладною науково-практичною метою. Використання останніх дозволяє раціоналізувати процеси розроблення програмно-апаратних засобів залізничної та іншої автоматики в частині поєднання етапів проектування та програмування для різних об'єктів впровадження.

Основні методи автоматизованого проектування та конфігурування програмно апаратних засобів поділяються на такі основні групи, як: геометричні; аналітичні; структурні; комбіновані. Перші використовують геометричні, переважно – графічні моделі для відтворення розподілених об'єктів проектування. Другі можуть використовувати як самостійні математичні методи опису об'єктів проектування, так і являти собою аналітичну інтерпретацію геометричних методів. Структурні

методи та підходи використовують типові формати файлів конфігурації, в яких за певними правилами здійснюється опис локальних складових, їх зв'язків та властивостей у складі комплексного об'єкту проектування.

За результатами дослідження найвищий ефект досягається у разі використання комбінованого підходу, а саме – застосування графоаналітичних методів. Вони отримали первісний розвиток на етапі синтезу імітаційних та комбінованих моделей для випробувань систем залізничної автоматики, а в подальшому встановлена їх можливість у застосуванні з метою конфігурації програмного забезпечення та проектування архітектури апаратних засобів.

На базі розробленого ще в 2014 р. графоаналітичного методу, базованого на використанні параметрично-топологічних матриць інцидентності та діагонального методу прямих сум, в цьому році сумісною групою науковців і практиків УкрДУЗТ та ряду науково-виробничих підприємств м. Харкова, розроблено метод графо-функціонального моделювання. В його основу закладено використання функціональних вершин, що відтворюють як функціонально-динамічні, так і статичні властивості складових об'єктів проектування та конфігурування. На відміну від графоаналітичного моделювання, базованого на параметрично-топологічних матрицях інцидентності, запропонований дозволяє формувати не тільки конфігурацію типових об'єктів, але й задавати нові типи об'єктів, їх властивості та функції. Таких можливостей вдалося досягти завдяки, по-перше, використанню відкритого програмного забезпечення і, по-друге, специфіці аналітичного завдання функціональних графів [2].

Аналітичний підхід дозволяє в діагональній формі задавати функціональні властивості об'єктів проектування та конфігурування, шляхом розмежування по коміркам матриць зв'язків між їх складовими. На відміну від попереднього підходу, в даному випадку застосовуються більш наочні та прості в машинному обробленні параметрично-топологічні матриці суміжності [3].

Широке різноманіття можливостей щодо завдання субординаційних властивостей об'єктів проектування та конфігурування – в аспекті додатної або від'ємної логіки – дозволяє використовувати розроблений метод у широкому колі САЕ і САПР систем. Найбільш перспективною САЕ системою, з якою був інтегрований розроблений метод, є пакет EPlan. Його застосування дозволяє при такому підході об'єднати в один етап процеси як проектування, так і програмування автоматизованих систем керування як на транспорті, так і в інших сферах виробництва.