

математичні моделі і комп'ютерно-орієнтовані методи визначення повної інформативності багатоаспектних первинних даних, розроблено способи представлення первинної інформації, в області зображень, у вигляді сукупності векторів та наведені шляхи організації, на їх базі, єдиного інформаційного середовища багатоаспектної первинної інформації з властивостями повної інформативності. Приводяться диференційні математичні моделі для проведення спектрального аналізу окремих гармонічних складових багатоаспектної первинної інформації, представленої в вигляді єдиного інформаційного середовища з властивостями повної інформативності. Запропоновано диференційні моделі визначення, з високою точністю, спектральної щільності аномальних та аварійних режимів, що відкриває можливість аналізувати динаміку системних змін функціонування електромереж, прогнозувати запас надійності, а також формувати нові знання про природу функціонування розподілених систем електропостачання.

*Мирошник М.А., д-р техн. наук, проф. (УкрГУЖТ),  
Зайченко О.Б., к.т.н., доц. (ХНУРЕ, г. Харків),  
Егана Мовсум кызы Алиева, канд. техн. наук, доц.  
(Азербайджанский государственный  
университет нефти и промышленности, г. Баку)*

### МАТРИЧНЫЙ МЕТОД УЧЕТА ПЕРЕОТРАЖЕНИЙ В МОДЕЛИ СВЧ БЛОКА ДАТЧИКОВ МНОГОЗОНДОВОГО МИКРОВОЛНОВОГО МУЛЬТИМЕТРА

Многозондовый микроволновый мультиметр предназначен для измерения параметров сигналов – падающей, отраженной, проходящей мощности, и трактов СВЧ – модуля и фазы комплексного коэффициента отражения нагрузки. Принцип его действия основан на воспроизведении картины стоячей волны в тракте. Мультиметр состоит из СВЧ блока и блока обработки, где СВЧ блок представляет собой совокупность датчиков. Датчики установлены в тракте на расстоянии кратном длине волны. Они переотражают распространяющийся в тракте сигнал и этот переотраженный сигнал является источником дополнительного сигнала, который добавляется к сигналу датчика. Упрощенная модель без учета переотражений приводит к погрешности измерений.

Целью исследования является уточнение и усовершенствование математической модели СВЧ блока многозондового микроволнового мультиметра. За основу принята математическая модель СВЧ блока мультиметра в виде ориентированных графов. Предметом исследования является коэффициент передачи сигнала от генератора к датчику СВЧ блока с учетом переотражений.

Проведенный обзор литературы показывает, что

использование представления СВЧ устройств ориентированными графами, несмотря на то, что используется давно как в отечественных, так и зарубежных источниках, до сих пор имеет ресурсы повышения точности и является хорошей альтернативой использованию электродинамики СВЧ при подобном анализе.

Как известно описание СВЧ блока многозондового микроволнового мультиметра ориентированным графом предполагает, что датчики соединены каскадно и каждый датчик представлен шестиполусником, при этом коэффициенты передачи на ориентированном графе (или веса ветвей) соответствуют элементам матрицы рассеяния данного шестиполусника. При представлении датчика в виде шестиполусника есть три порта: первый – это вход из СВЧ тракта на датчик, второй – выход с датчика в тракт СВЧ, третий – низкочастотный выход, на котором снимается сигнал с датчика в виде напряжения и используется в дальнейшем для расчета искомых параметров мощности и комплексного коэффициента отражения в этих косвенных измерениях. В ориентированном графе СВЧ блока многозондового микроволнового мультиметра присутствует на первом месте генератор и на последнем месте нагрузка, а между генератором и нагрузкой каскадно расположены участки ориентированного графа, соответствующие датчикам. Они чередуются с участками, соответствующими отрезкам тракта СВЧ. В дальнейших расчетах полагают известным сигнал генератора и коэффициенты передачи ветвей.

По классификации существует три метода редукции ориентированных графов: алгебраический, топологический и матричный. Метод некасающихся контуров относится к алгебраическим методам редукции графа, его достоинством является большая готовность к прикладному использованию, и легкая алгоритмизация, основанная на наличии повторяющихся действий. Правило некасающихся контуров возникло в 50х годах 20 века как средство, облегчающее решение системы уравнений, когда вычислительные средства были не на должном уровне. Причем правило некасающихся контуров становится очень громоздким, если надо проанализировать блок с большим количеством датчиков, так как оно подразумевает ряд субъективных моментов связанных с пренебрежением некоторыми членами высших порядков малости. Это обусловило поиск альтернативных способов расчета коэффициента передачи СВЧ блока. При современном широком применении прикладных математических пакетов, например, MathCad, решение системы алгебраических уравнений через вычисление обратной матрицы не представляет проблемы и занимает гораздо меньше время по сравнению с вычислениями по правилу некасающихся контуров (Мезона).

Согласно предлагаемой методике от описания ориентированным графом производится переход к матричному описанию. Так для двух датчиков с учетом переотражений между ними за основу принимается ориентированный граф, в ориентированном графе насчитывается десять узлов и в системе уравнений, которая строится на базе данного ориентированного графа, будет десять уравнений. Каждое уравнение представляет собой сигнал в текущем узле, который равняется сумме значений сигналов ближайших узлов, при условии, что они имеют связь с данным узлом и направление передачи между узлами к текущему узлу. Коэффициентами при сигналах от входящих узлов выступают веса ветвей. Затем при переходе к матричной записи приняты такие обозначения: матрица размером  $10 \times 10$  для двух датчиков строится из весовых коэффициентов ветвей, которые принимают ненулевые значения, если между данными узлами на ориентированном графе есть связь, а кроме того в матрице в явном виде присутствуют коэффициенты переотражений, значения которых взяты из ориентированного графа, столбец независимых переменных представляет собой значения сигналов в узлах, а в столбце свободных членов единственное ненулевое значение соответствует входному сигналу генератора. Решение системы уравнений позволяет найти значения сигналов во всех узлах, из которых для дальнейших расчетов полезны только те значения сигналов в узлах, которые соответствуют датчикам. Далее на основе известных алгоритмов вычисляются значения мощности и комплексного коэффициента отражения.

Преимущества данного подхода состоят в том, что можно учесть не одинаковые параметры разных датчиков, значительно увеличивать количество датчиков в модели, сократить при этом громоздкость и время вычислений.

В перспективе предложенная модель может быть использована при оптимизации количества датчиков в многозондовом микроволновом мультиметре на этапе его проектирования.

*Мірошник М.А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ),  
Салфетникова Ю.М. (НТУ «ХПІ»)*

УДК 681.3

### **МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

На сьогоднішній день завдання оптимальної експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури стає більш актуальною. Відсутність необхідної інформації щодо параметрів зносу конструкцій обумовлює

директивне призначення часу проведення ремонтних заходів, що призводить до передчасного ремонту одних конструкцій і підвищеному рівню ризиків виникнення аварійних ситуацій при експлуатації інших. В результаті цього відбувається значне збільшення експлуатаційних витрат. Економічна ефективність процесу експлуатації може бути досягнута за допомогою прогнозування зміни надійності конструкцій і правильного планування часу проведення ремонтних робіт. Таким чином, актуальною є розробка інтелектуальних діагностичних систем моніторингу.

Одним з рішень цієї проблеми є інтелектуалізація управління і інформаційного забезпечення - застосування інтелектуальних діагностичних систем (ІДС). Основними підходами до моніторингу об'єктів є: візуальне спостереження; супутниковий моніторинг; SCADA системи та бездротові сенсорні мережі WSN. Основними перешкодами на шляху створення ІДС моніторингу є: відсутність бази даних (БД) щодо об'єктів та спеціалізованого програмного і апаратного забезпечення.

Сучасні системи моніторингу повинні забезпечувати: здійснення інтелектуального аналізу даних; виявлення факту розвитку деструктивних процесів; оперативність і достовірність отриманої інформації; автоматичний режим вироблення попереджувальних сигналів; можливість своєчасного прийняття управлінських рішень. Проектовані системи повинні мати: оперативність реакції; можливість роботи в реальному часі; універсальність; адаптивність, надійність і живучість; інтелектуальність; здатність до навчання. Цими характеристиками володіють сучасні сенсорні мережі об'єднані в к-агентну систему, в якій кожен окремий сенсор являє собою окремого агента, зі своєю локальною БД.

Завдання моніторингу є слабо формалізованими. Для їх вирішення можливо використовувати к-агентні ІДС, що складаються з окремих інтелектуальних діагностичних агентів. Ці системи, аналізуючи дані від агентів, приймають рішення щодо локального положення об'єктів в режимі реального часу. Для ефективного функціонування транспортних систем необхідно наявність БД. Для цього необхідно попереднє проведення достатньої кількості вимірювань з метою отримання математичної моделі стану об'єкта. Наявність відповідної БД дозволяє системі вирішувати завдання знаходження об'єкта в умовах відсутності інформації.

Система, утворена декількома взаємодіючими агентами, володіє реактивністю, цілеспрямованістю, безперервністю функціонування, комунікативністю, здатністю до навчання і використовується для вирішення завдань, які неможливо вирішити за допомогою одного агента. Особливістю агентів в