

УДК 519.816:007.001.33

Лариса Гліненко

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій**МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗУ РТС
У ВИГЛЯДІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВЕПОЛІВ**

© Гліненко Лариса, 2001

Аналізуються моделі евристичних задач у вигляді інформаційних веполів і їх застосування у задачах синтезу радіотехнічних систем.

Modeling of heuristic problems by informational vepols and its application to structure synthesis of radioengineering systems is analyzed.

Будь-яку технічну систему (ТС) можна моделювати сукупністю елементів і зв'язків між ними, необхідних і достатніх для виконання головної функції (ГФ) системи. Об'єктом ГФ переважної більшості ТС виступає певний речовинний елемент, а сама ГФ полягає в перетворенні певних параметрів цього елемента. Всі інструменти системного проектування [1] були розроблені саме для систем з речовинними об'єктами своїх функцій, які ми надалі пропонуємо називати речовинними системами. У той же час радіотехнічні системи (РТС) зараховують до інформаційних систем, об'єктом ГФ яких визнається інформація.

Фізичним носієм інформації як сукупності певних відомостей у всіх випадках виступає інформаційний сигнал електромагнітної природи, тому коректніше буде визначити об'єктом головної функції інформаційної системи саме *інформаційний сигнал*. Враховуючи прийняту у системному проектуванні термінологію та трактування термінів "речовина" та "поле" [1], сигнал є польовим елементом, тому при функціональному моделюванні інформаційних систем саме як *інформаційних* об'єктом ГФ буде виступати не *речовина*, а *поле*. Говорячи про моделювання радіосистем саме як *інформаційних*, ми маємо на увазі таке: радіосистема складається з сукупності радіопристроїв, кожний з яких має в своєму складі множину певно пов'язаних радіоелементів, які виконують певну функцію з перетворення інформаційного сигналу. Якщо предметом евристичної задачі, що виникає під час синтезу радіосистеми, є фізичне протиріччя, пов'язане з фізичними властивостями радіоелемента, яке призводить до неможливості реалізації певного потрібного зв'язку між цими елементами, то функціональне моделювання цієї задачі відбувається побудовою звичайного веполя у складі двох речовинних елементів – інструмента і виробу, і одного польового – зв'язку (дії) між ними. Такий класичний для системного проектування веполь ми домовилися називати *речовинним веполем*, а підсистема радіосистеми, до якої належить змодельована таким способом задача, буде цікавити нас саме як *речовинна система*. Якщо ж предметом евристичної задачі, що виникає під час синтезу радіосистеми, є фізичне протиріччя, пов'язане з несумісними вимогами до інформаційного сигналу, що призводить до неможливості реалізації потрібного перетворення, яке ланка функціонального перетворювача має здійснювати по відношенню саме до сигналу, функціональне моделювання цієї задачі призводить до побудови веполя у складі одного речовинного елемента – інструмента з бажаною передавальною функцією Z – і двох польових елементів – виробу у вигляді інформаційного сигналу на вході в цю ланку функціонального перетворювача і результату

взаємодії між інструментом і виробом, представленого перетвореним сигналом на виході. Співвідношення $S_{вх}/C_{вх}$ визначатиме характер реалізованого перетворення. Очевидно, що отриманий веполь є різновидом польового або енергетичного веполя, в якому $\Pi_{вх}=C_{вх}$, $\Pi_{вих}=C_{вих}$. Різновид польового веполя з виробом у вигляді інформаційного сигналу ми надалі будемо називати *інформаційним веполем*, а підсистема радіосистеми, до якої належить змодельована задача, буде цікавити нас саме як інформаційна, чи *електронна система*. Загальне визначення електронної системи у вигляді "сукупності компонентів (переважно електронних), пов'язаних між собою так, що під дією спеціальних сигналів управління вони діють як одне ціле, виконуючи задану функцію" [2]. Функціональне моделювання складних електронних систем неможливе без опису структури системи у вигляді множини пов'язаних між собою *функціональних блоків* типу "чорної скриньки", для яких при функціональному моделюванні задається винятково передавальна функція. Значення ланок такої моделі здатні набувати веполі, але дещо особливого типу, які ми назвали *інформаційними*.

Інформаційний веполь буде складатися з виробу (сигналу) та інструмента – функціонального блока, який перетворює виріб (вхідний сигнал $C_{вх}$), у вихідний сигнал $C_{вих} = \Phi(C_{вх})$. Обидва сигнальних елементи веполя не обов'язково мають електромагнітну природу, хоча для радіосистем це переважно саме електромагнітні сигнали (за винятком сенсорів). Графічне представлення речовинного і інформаційного веполя має вигляд, зображений на рис. 1.



Рис. 1. Речовинний (а) та інформаційний (б) веполі

При такому трактуванні інформаційного веполя очевидно, що *вимірювальні веполі*, запропоновані в [1] для моделювання задач на знаходження способу або пристрою для визначення кількісних характеристик чи просто наявності певних станів системи чи її елементів, будуть різновидом інформаційних веполів [3] з "прихованим" $C_{вх}$, який є енергетичною характеристикою досліджуваного стану, непридатною для виявлення, розпізнання чи кількісної оцінки. Оскільки надалі з $C_{вх}$ почасти не працюють, заміючи його на інший сигнал, здатний прямо чи опосередковано характеризувати це явище чи стан, то цей сигнал переважно не відбивають в межах вепольної моделі, що і призводить до відмінності зображення деяких типів вимірювальних веполів від рис. 1, б.

Найрозповсюдженіший в радіоелектроніці різновид інформаційного веполя – схемний, з інструментом у вигляді радіотехнічної схеми. Робота з такими веполями має певну специфіку, породжену природою інструмента.

Довільну радіотехнічну схему завжди можна представити у вигляді системи радіотехнічних елементів та підсистем, кожна з яких задовольняє умови елементарності для певного рівня декомпозиції. Сама ж радіотехнічна схема розглядається у вепольному аналі як інтегральний елемент веполя, його інструмент. Тому *перехід на мікрорівень* для інструмента – радіотехнічної схеми – означає перехід на рівень елементів схеми, *додатком* для схеми буде виступати радіоелемент, який вводиться у склад схеми без порушення умови елементарності, а одною з модифікацій схеми може бути схема під дією керуючого сигналу,

який надійшов на один з її входів. Додатками ж виробу будуть додаткові вхідні сигнали, що накладаються на основний, наприклад, несучі сигналу; модифікаціями виробу можуть бути, наприклад, модульовані сигнали тощо.

Для всіх інформаційних веполів будуть справедливими загальні правила вепольних перетворень з врахуванням специфіки польової природи веполів, яка у випадку радіотехнічних веполів набуває додаткової специфіки:

- оскільки у схемних веполях дія інструмента (схеми) на виріб (вхідний сигнал) завжди описується жорсткою математичною залежністю $z(C_{ex})$, функціональний аналіз проблемних ситуацій, вибір і розв'язання проектної задачі може проводитися з використанням математичного апарата функціонального аналізу;

- ідеальність змодельованої інформаційним веполем системи буде збільшуватися при переході від схемного до функціонального веполя, оскільки останній структурно простіший. Це означає, що згортання схемних веполів реалізується шляхом їх переходу до функціональних;

- у інформаційних веполях досить часто найпростішим і найідеальнішим способом розв'язання задачі є безпосередня модифікація виробу внаслідок його польової природи.

З врахуванням вищенаведеного формулювання і розв'язання евристичної задачі, змодельованої у вигляді інформаційного веполя, буде складатися з таких кроків:

- визначення проблемної функції, її типу (або можливих типів, залежно від прийнятих нами вихідних умов) і її об'єкта у вигляді сигналу;

- заміна реальної інформаційної підсистеми, які реалізують проблемну функцію, еквівалентним ідеальним або реальним багатополіусником (синтез схеми);

- визначення елементного складу такого багатополіусника і впливу цих елементів на проблемну функцію за допомогою знаходження часних похідних параметрів елементів за показниками якості проблемної функції та інших функцій, суттєвих для нашої системи (аналіз чутливості);

- визначення набору проблемних задач (набору елементарних функціональних ланок схеми, кожна з яких можна змодельовати у вигляді інформаційного веполя), розв'язання яких усуває проблемний характер функції, і формулювання цих задач по відношенню до елементів схеми;

- дискретний вибір і розв'язання задачі за правилами вепольного аналізу;
- якщо розв'язок не знайдено, повернення до попереднього кроку і вибір нової задачі для розв'язання. У випадку незнаходження розв'язку жодної з сформульованих проблемних задач – повернення до першого кроку і формулювання іншої проблемної функції, переважно на вищому системному рівні.

Аналіз ефективності застосування апарата вепольного аналізу до задач з інформаційними системами показав, що для довільної задачі, яку можна змодельовати у вигляді інформаційного веполя, ефективний перехід до моделі у вигляді схемного веполя. Загальне правило моделювання таких задач можна сформулювати так: якщо необхідно синтезувати або перетворити довільний інформаційний веполь з заданою передавальною функцією інструмента, а фізична реалізація інструмента невідома або видається неможливою внаслідок висунутих до неї суперечливих вимог, доцільно представити цей інструмент (або ту його частину, до якої безпосередньо висуваються суперечливі вимоги) у вигляді еквівалентного багатополіусника і сформулювати висунуті до нього суперечливі вимоги в системі вхідних і вихідних параметрів передачі. Результатом такої заміни буде формулювання

низки задач з суперечливими вимогами до елементів багатополюсника, тобто роздрібнення одної евристичної задачі (одного оперативного простору) на низку підзадач (сукупність реальних і фіктивних оперативних зон), частина з яких може посідати нижчий ступінь складності і бути легшою під час розв'язання.

Наприклад, відомий пристрій під назвою спрямованого відгалужувача, застосовуваний для спрямованого відгалуження потужності НВЧ сигналу, в якому використовується бічний зв'язок мікросмужкових ліній (МСЛ). Топологія такого відгалужувача показана на рис. 2, причому довжина $l=0,25\lambda$, де λ – робоча довжина хвилі. Сигнал крізь плече 1 надходить у плече 2 і крізь розподілений зв'язок – у плече 3, плече 4 навантажене на узгоджене навантаження. Частка потужності, що відгалужується у плече 3, залежатиме від ємності проміжку d : чим вона більша, тим сильніший зв'язок і тим більша відгалужувана частка потужності. Збільшення частки відгалужуваної потужності вимагає зменшення значення проміжку, що, починаючи з певного значення коефіцієнта відгалуження, натикається на технологічні труднощі ($d \geq 60$ мкм). Коефіцієнт відгалуження порядку 3 дБ реалізувати при такій конструкції взагалі не вдається.

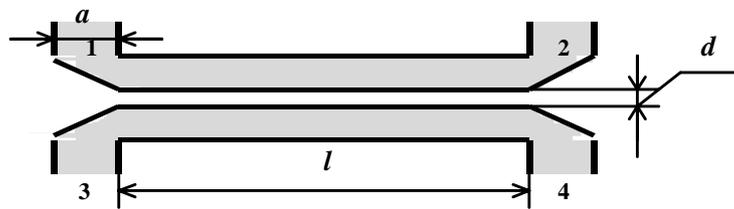


Рис. 2. Топологія спрямованого відгалужувача

У цій задачі інструментом і водночас проблемним елементом є проміжок. На еквівалентній схемі він буде відбиватися у вигляді розподіленої ємності, тобто двополюсника з єдиним параметром – ємністю (або ємнісним опором). Чим менший зазор, тим більше ємність між провідниками 1 – 2 і 3 – 4, і навпаки. Модель задачі у вигляді фізичного протиріччя в межах системи параметрів багатополюсника очевидна: ємність мусить бути великою, щоб забезпечити необхідний зв'язок, і маленькою, щоб її можна було реалізувати; лишилося знайти метод забезпечення подвійності властивості “ємність”. Що ж до вихідної вепольної моделі, то вона може бути: а) неповним веполем (якщо поставити задачу на знаходження способу відгалуження великої частки потужності зазором з малою ємністю; б) неефективним веполем (якщо поставити задачу на збільшення існуючого зв'язку при використанні великого зазору з малою ємністю).

З наведених правила і прикладу очевидно, що у задачах з інформаційними вепольми незалежно від типу застосовуваної моделі задачі (фізичне протиріччя чи веполь) завжди доводиться проводити функціональний аналіз і вибір оперативної зони в межах еквівалентного багатополюсника. У випадку речовинних веполів цього, як правило, непотрібно, бо вепольне моделювання використовується переважно при очевидній оперативній зоні.

1. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. – Кишинев, 1989. 2. Электронные системы. Теория и применение / Под ред. Г. Зангера. – М., 1980. 3. Гліненко Л.К., Смердов А.А., Вибойцик О.М. Моделювання евристичних задач проектування. – Львів, 1997.