

УДК 681.5.042

В.О. Сіріченко, А.М. Науменко

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

## СИНТЕЗ ПАРАМЕТРИЧНИХ СТРУКТУРНИХ СХЕМ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ОПТИЧНИХ ДАТЧИКІВ

*Розглянуто структурне уявлення і методика проектування датчиків, що працюють на основі поляризаційних ефектів.*

**Ключові слова:** оптичні датчики, ПСС, ФТЕ, структурна схема.

### Вступ

**Постановка задачі.** Відомі на даний момент оптичні явища і ефекти, що лежать в основі побудови численних технічних пристроїв і їх елементів, дозволяють реалізувати реєстрацію усіх фізичних характеристик світлового потоку – амплітуди, інтенсивності, фази, частоти, поляризації і забезпечити керування ними. Тому виникає необхідність в синтезі параметричних структурних схем поляризаційних оптичних датчиків.

**Аналіз літератури.** В роботах [1, 2] наведено один з можливих підходів до опису структури оптичних датчиків, інваріантному до фізичної природи явищ і процесів, що використовуються – енергоінформаційний метод, а також методи і інструментальні засоби їх структурного проектування на основі параметричних структурних схем (ПСС) з наступною автоматизацією процесу.

В роботі [3, 4] запропоновано використовувати апарат матриць Джонса для опису оптичних фізико-технічних ефектів (ФТЕ) за допомогою енергоінформаційної моделі ланцюгів. Але в цій літературі не проведений синтез параметричних структурних схем поляризаційних оптичних датчиків”.

**Мета статті** При використанні ряду поляризаційних оптичних ефектів для синтезу на їх основі параметричних структурних схем необхідно враховувати особливості, що притаманні даному класу явищ:

– хвильовий характер оптичних поляризаційних явищ, що дозволяє описати вхідні і вихідні величини оптичної природи у векторній формі, а коефіцієнт перетворення – матрицею Джонсона;

– наявність поляризаційних ефектів, що залежить від двох величин, однієї – оптичної, а другої – електричної або магнітної (наприклад, ефекти Поккельса, Керра, Фарадея і т.д.). Врахуванню цих властивостей присвячена дана стаття.

### Основний матеріал

Наведені особливості повинні враховуватися у структурі бази даних з паспортами фізико-технічних ефектів (параметричних структурних схем) що відображають принцип дії датчиків, а саме:

– необхідно вказувати, чи є даний фізичний ефект “скалярним” (тобто вхідна і вихідна величини – скаляри, а коефіцієнт ефекту – постійна величина) або векторним (тобто вхідна і вихідна величини представляються у векторній формі, а коефіцієнт ефекту – матрицею Джонса);

– якщо датчик на основі даного ефекту має два входи, необхідно ввести відповідну додаткову ознаку, до того ж в цьому випадку виникає необхідність провести синтез двох гілок параметричної структурної схеми для першого і другого входів, а сама параметрична структурна схема стає розгалуженою;

– для синтезу розгалуженої ПСС, що відображає фізичний принцип дії датчиків на поляризаційних оптичних ефектах, необхідно ввести додаткові види елементарних ланок: джерело і приймач оптичного випромінювання і відповідні додаткові ознаки.

Приклади графічного зображення різних типів елементарних ланок ПСС для деяких оптичних ФТЕ наведені на рис. 1. Процес пошукового проектування датчика ділиться на декілька етапів, перший з яких – вибір фізичного принципу дії чуттєвого елемента у відповідності з конкретними умовами. Ця задача вирішується шляхом підбору ФТЕ до знаходження найбільш ефективного їх поєднання у відповідності з функцією мети. Потім для заданого фізичного принципу дії підбирається найбільш раціональні технічні рішення, які можуть відрізнитися характером зв'язків і сполучень між елементами, формою функціональних елементів, їх розташуванням у просторі, підбором матеріалів деталей.

Вибір фізичного принципу дії чуттєвого елемента являє собою процедуру підбору варіантів параметричних структурних схем таким чином, щоб при заданих вхідних і вихідних величинах вхідна величина кожного ФТЕ у схемі співпадала з вихідною величиною попереднього ефекту. Для виключення таких структурних схем, принцип дії яких не задовольняє умовам, які висуваються до приладу, що проектується, необхідно ввести обмеження.

Такими обмеженнями можуть бути: заборона на повторення ефектів і величин; обмеження довжини ланцюга послідовних з'єднань ФТЕ; виклю-

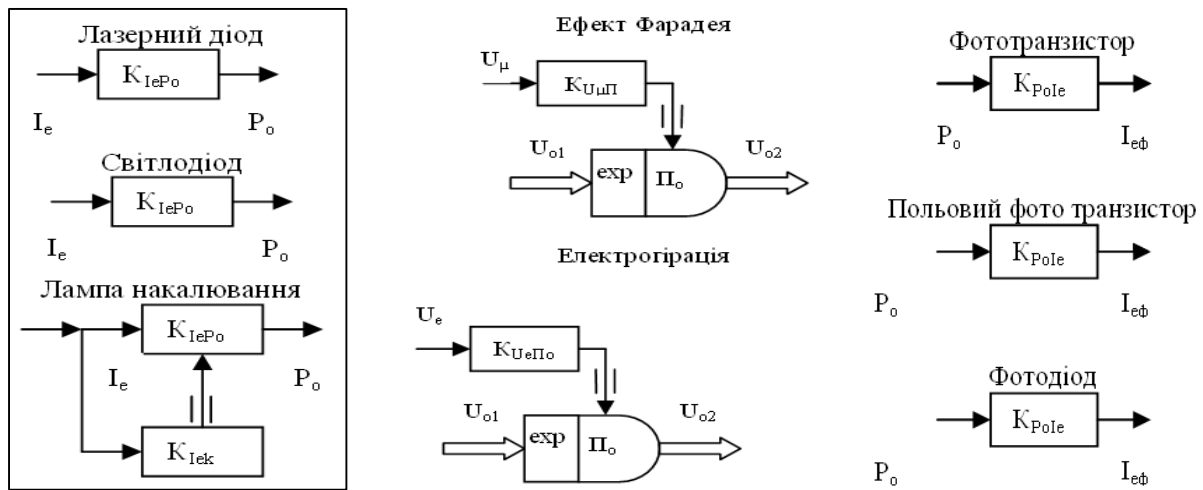


Рис. 1. Приклади графічного зображення різних типів елементарних ланок ПСС

чення ланцюга визначень фізичної природи і відповідно тих ФТЕ, які пов'язують цей ланцюг з іншими ланцюгами; виключення з пошуку частини ефектів, у яких або вхідна і вихідна величини, або одна з них співпадає з заданим користувачем критерієм пошуку; виключення варіантів за ознакою розбіжності діапазону зміни вихідної величини попереднього ФТЕ з діапазоном зміни вхідної величини наступного ефекту. У результаті синтезу виходять можливі варіанти використання фізичних принципів дії, кожному з яких зіставляється сукупність експлуатаційних характеристик (чутливість, діапазон, надійність, маса і т.д.), які розраховуються за значенням відповідних характеристик елементарних ланок, що реалізують ФТЕ, або параметрів. З безлічі рішень обираються один або деяка кількість альтернативних варіантів фізичного принципу дії, при реалізації

яких експлуатаційні характеристики будуть задовольняти заданим умовам.

Потім складається ПСС з заданим входом і виходом. Як було відмічено, особливістю перерахованих вище поляризаційних ефектів є наявність двох вхідних величин. Одна з них – завжди величина оптичної природи, а друга – будь-якої іншої фізичної природи: електрична (ефекти Керра або Погкельса), механічна (фотопружність), магнітна (ефект Фарадея). На рис. 2 показано ПСС оптичного чуттєвого елемента. Якщо при синтезі параметричної структурної схеми датчика, що послідовно перетворює вхідну величину однієї фізичної природи в вихідну величину іншої природи, зустрічається один з перерахованих вище поляризаційних ФТЕ, то виникає необхідність проведення зворотного синтезу по оптичному входу до джерела випромінювання.

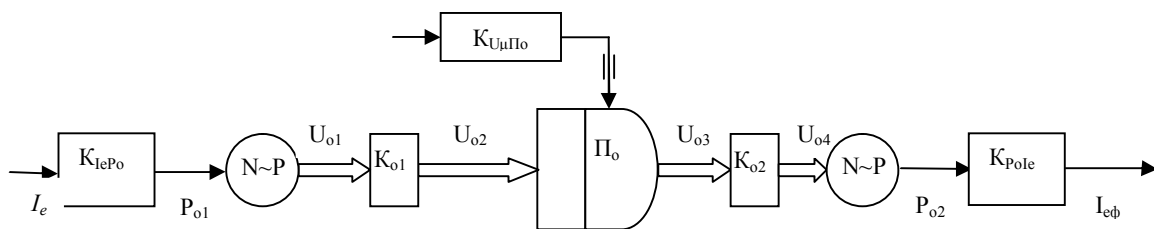


Рис. 2. Приклад параметричної структурної схеми

## Висновки

1. Запропонована модифікація алгоритму синтезу параметричних структурних схем дозволяє реалізувати можливість синтезу розгалуженої структурної схеми.

2. Виконана модифікація алгоритму розрахунку коефіцієнта перетворення для параметричної структурної схеми, що містить фрагмент з декількох оптичних ланок.

## Список літератури

1. Зарипов М.Ф. Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем

управления / М.Ф. Зарипов, И.Ю. Петрова // Датчики и системы. – 1999. – № 5. – С. 10-17.

2. Петрова И.Ю. База данных для автоматизированного поискового конструирования / И.Ю. Петрова, О.В. Щербинина. – М.: Наука, 1988. – 224 с.

3. Петрова И.Ю. Энергоинформационная модель оптических поляризационных явлений / И.Ю. Петрова, А.А. Киселев // Датчики и системы. – 2005. – № 6. – С. 26.

4. Шерклифф У. Поляризованный свет / У. Шерклифф. – М.: Мир, 1965. – 188 с.

Надійшла до редколегії 7.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

**СИНТЕЗ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ  
ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ**

В.О. Сириченко, А.Н. Науменко

*Рассмотрено структурное представление и методика проектирования датчиков, работающих на основе поляриза-  
ционных оптических эффектов.*

**Ключевые слова:** оптические датчики, ПСС, ФТЕ, структурная схема.

**PARAMETRIC SYNTHESIS OF STRUCTURAL SCHEMES  
OF POLARIZATION OPTICAL SENSORS**

V.O. Sirichenko, A.N. Naumenko

*Considered structural representation and method of design the sensors, that works on the basis polarization the optical effect.*

**Keyword:** optical sensors, PSS, FTE, structural scheme.