

УДК 621.383

## ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ НЕЧЕТКОЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Р. А. Пышкин, д. т. н. В. В. Данилов

Донецкий национальный университет  
Украина, г. Донецк  
romanos\_bin@mail.ru

*Предложены результаты исследования возможности использования нечеткой логики, в частности оптоэлектронного процессора нечеткого ввода-вывода, в процессе защиты больших массивов информации в масштабе времени, близком к реальному.*

*Ключевые слова: нечеткие, оптоэлектронный, процессор, защита информации*

Информация, независимо от того, является ли она собственностью государства или отдельных физических лиц, составляет ценность [1]. Следовательно, любой информационный ресурс нуждается в защите. Особенно это актуально в информационно-коммуникационных системах, где, как правило, циркулируют большие и сверхбольшие объемы данных, представляющие государственную и коммерческую тайны.

Традиционная реализация нечетких алгоритмов обработки на основе микропроцессорных средств [2] подразумевает последовательную загрузку данных при синтезе управляющих решений (выполнение операций с функциями принадлежности нечетких множеств, логический вывод и т. д.). При достаточно большом количестве входных и выходных параметров, большой размерности шкал нечетких множеств и большом количестве нечетких правил в базе знаний системы управления это приводит к практической невозможности формирования управляющих решений в режиме реального времени. В то же время, применение оптических информационных технологий [3] позволяет распараллелить процедуры обработки в нечетком алгоритме управления за счет использования в качестве носителя информации пространственно-распределенного оптического (светового) потока, а также существенно уменьшить время параллельной обработки за счет практически мгновенного выполнения математических операций оптическим процессором.

В работе исследована возможность применения нечетко-логических устройств в сфере защиты информации, в частности оптоэлектронного процессора нечеткого вывода (ОЭНП), ориентированного на обработку данных в близком к реальному масштабе времени, за счет использования электронно-оптических компонентов. Особенностью использованной структуры ОЭНП является то, что в нем содержится  $m-1$  селекторов минимального сигнала, введены  $m \times n$  оптоэлектронных блоков фаззификации,  $m$  оптоэлектронных блоков активизации, оптоэлектронный блок дефаззификации [4].

Исследовались структуры дефаззификаторов. Первая, [5], содержала источник когерентного излучения (лазер), оптический транспарант, оптические  $Y$ -разветвители, селектор минимального сигнала, оптический разветвитель, оптически связанные волноводы, фотоприемник. Вторая, [6], включала две последовательно расположенные системы преобразования Фурье и пространственный операционный фильтр, образующие оптический неопределенный интегратор. Исследования показали, что общим недостатком таких решений является высокая сложность и невозможность выполнения в режиме реального времени этапов нечеткого логического вывода.

Задачей исследования являлось создание оптоэлектронного дефаззификатора, позволяющего повысить вычислительную производительность до  $10^5$ — $10^6$  операций в секунду при одновременной возможности выполнения операции дефаззификации — операции вычисления четкого значения выходной лингвистической переменной (или номера на заранее определенной шкале выходной лингвистической переменной) после процедуры агрегирования всех термов этой лингвистической переменной в результате нечеткологического вывода.

Агрегирование — это процесс определения степени истинности условия в каждом  $i$ -м правиле нечеткой системы.

Сущность исследования состоит в том, что в оптоэлектронный дефаззификатор, содержащий источник когерентного излучения (лазер), оптический  $n$ -выходной разветвитель, оптический транспарант, выход источника излучения подключен ко входу оптического  $n$ -выходного разветвителя. Каждый выход оптического  $n$ -выходного разветвителя подключен к соответствующему входу оптического транспаранта, введены  $n$  оптических  $Y$ -разветвителей, второй оптический транспарант, два оптических интегратора с функцией определенного интегрирования, фотоэлемент, фоторезистор. Выход источника когерентного излучения подключен ко входу оптического  $n$ -выходного разветвителя, каждый выход которого подключен к соответствующему входу первого оптического транспаранта. Выходы первого оптического транспаранта подключены к соответствующим входам  $n$  оптических  $Y$ -разветвителей, первые выходы которых подключены к соответствующим входам второго оптического транспаранта, а вторые выходы подключены к соответствующим входам второго оптического интегратора. Выходы второго оптического транспаранта подключены к соответствующим входам первого оптического интегратора, выход которого подключен ко входу фотоэлемента. Выход второго оптического интегратора подключен ко входу фоторезистора, фотоэлемент и фоторезистор соединены последовательно, выводы фоторезистора являются выходом устройства.

Оптоэлектронный дефаззификатор обеспечивает нечеткологический вывод по методу центра тяжести, описываемому формулой

$$Y_{OUT} = \frac{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} Y \cdot \mu_{\Sigma}(Y) dy}{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} \mu_{\Sigma}(Y) dy}, \quad (1)$$

где  $Y_{OUT}$  — искомое четкое значение выходной лингвистической переменной (центр площади, ограниченной функцией принадлежности);  $\mu_{\Sigma}(y)$  — результирующая после процедуры агрегирования функция принадлежности выходной лингвистической переменной  $y$ ;  $\text{Max}$  — верхняя граница — крайняя правая точка интервала носителя нечеткого множества выходной лингвистической переменной  $y$ ;  $\text{Min}$  — нижняя граница — крайняя левая точка интервала носителя нечеткого множества выходной лингвистической переменной  $y$ .

Недостатками устройства стали высокая сложность и невозможность выполнения в режиме реального времени этапов нечеткого логического вывода.

Однако система, построенная на базе ОЭНП [4], может обеспечить обработку необходимой информации по заданной базе правил, практически не изменяя вид сигнала из оптического в электрический, обеспечивая вычислительную производительность порядка  $10^5$ — $10^6$  операций в секунду. Использование данного процессора в сфере защиты информации позволит удовлетворить требованиям современности, что обеспечивается благодаря массовому внедрению оптических систем связи и обработки информации в оптическом диапазоне.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Гайворонский М. В., Новиков О. М. Безопасность информационно-коммуникационных систем. — Винница: Издательская группа ВНУ, 2009.
2. Мелихов А. Н. Боронец В. Д. Проектирование микропроцессорных средств обработки нечеткой информации. — Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1990.
3. Акаев А. А., Майоров С. А. Оптические методы обработки информации. — Москва: Высшая школа, 1988.
4. Патент № RU244643C1, Россия. Оптоэлектронный нечеткий процессор / Аллес М. А., Соколов С.В., Ковалев С. М. — 2011.
5. Патент №2009124196, Россия. Оптоэлектронный дефаззификатор / Курейчик В. М. — 2010.
6. Патент №2009112100, Россия. Оптоэлектронный дефаззификатор / Курейчик В. М. — 2010.

R. A. Pyshkin, V. V. Danilov

#### **Optoelectronic fuzzy logic devices and data protection.**

The article suggests that the possibility of using fuzzy logic, in particular optoelectronic fuzzy processor I/O, for protection of large amounts of information at near real-time rates.

Keywords: *fuzzy, optoelectronic, processor, data protection.*