

Раздел II. Методы обработки информации

УДК 621.373.826

А.В. Горбунов, К.Е. Румянцев

МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЗУ НА ОСНОВЕ ВОС

Динамические запоминающие устройства (ДЗУ) предназначены для формирования временной последовательности копий импульсного радиосигнала [1-3].

К числу основных характеристик динамических запоминающих устройств (ДЗУ) на основе волоконно-оптических структур (ВОС) относятся: количество формируемых копий $M+1$ и период их следования $\tau_{\text{зад}}$, общее время задержки $M\tau_{\text{зад}}$, неидентичность копий, рабочий диапазон частот, коэффициент передачи, коэффициент шума, отношение сигнал-шум, а также общая длина используемого волоконного световода (ВС).

Многие из перечисленных выше характеристик ДЗУ взаимосвязаны. Так, коэффициент передачи m -й копии зависит от коэффициента передачи нулевой копии и неидентичности (разнице мощностей радиосигнала на выходе ДЗУ) первых m копий. Отношение сигнал-шум и коэффициент шума зависят как от собственных шумов каскадов, так и от уровня потерь в устройстве, определяющего коэффициент передачи [1]. Таким образом, достаточно полную характеристику недостатков и преимуществ ДЗУ различных типов можно получить с использованием параметров, определяемых только процессом формирования копий (типом применяемой ВОС).

В разработанной методике сравнительного анализа ДЗУ на ВОС различных типов к числу таких параметров отнесены:

- количество формируемых устройством копий M_ϵ , удовлетворяющих заданным требованиям ϵ на ослабление оптического излучения в ВОС;
- количество формируемых устройством копий M_δ , удовлетворяющих заданным требованиям δ на идентичность тиражирования входного сигнала.

Коэффициент $\epsilon=J_M/J_c$ характеризует потери в ВОС и показывает, насколько уменьшилась интенсивность оптического излучения M -й копии сигнала J_M на выходе ВОС по сравнению с интенсивностью оптического излучения сигнала J_c на ее входе.

Коэффициент $\delta=J_M/J_0$ определяет неидентичность формируемых копий и показывает, насколько уменьшилась интенсивность оптического излучения M -й копии сигнала J_M по сравнению с нулевой копией сигнала J_0 .

Суть разработанной методики заключается в следующем. Если задать некоторые значения коэффициентов ϵ и δ , то рассчитанные для определенного периода следования копий $\tau_{\text{зад}}$ количества формируемых устройством копий M_ϵ и M_δ , удовлетворяющие заданным требованиям, и можно использовать для характеристики свойств ДЗУ. Устройства с большим значением M_ϵ обладают меньшими потерями оптического излучения в ВОС и, следовательно, могут обеспечить большее число формируемых копий при заданном ограничении на ослабление сигнала или отношение сигнал-шум. Устройства с большим значением M_δ обладают более высокой идентичностью копий и, следовательно, могут обеспечить большее число формируемых копий при заданном ограничении на неидентичность копий.

Разработанная методика сравнительного анализа ДЗУ на основе ВОС различных типов позволяет избавиться от рассмотрения параметров узлов, встречающихся во всех ДЗУ на основе ВОС: СВЧ-усилителей и волоконно-оптических усилителей (ВОУ), лазерных диодов и передающих оптических модулей (ПОМ), фотодетекторов и фотоприемных модулей (ФПМ), различного рода разъемов и коннекторов.

Количественные результаты проведенного на основе разработанной методики сравнительного анализа ДЗУ с ВОС различных типов получены с помощью математического моделирования с применением ЭВМ. Анализ проведен для ДЗУ на основе группы параллельно соединенных ВС, многоотводных волоконно-оптических линий задержки (ВОЛЗ), рециркуляционных ДЗУ с одним и двумя направленными волоконно-оптическими ответвителями (НВО), на основе разветвляющегося соединения НВО и на основе бинарной ВОС [2-4].

В табл. 1 для всех рассмотренных устройств представлены результаты расчетов допустимого количества копий M_ϵ , удовлетворяющих условию $\epsilon = J_M/J_c = 10^{-4}$.

Таблица 1

Допустимое количество копий M_ϵ для удовлетворения условия $\epsilon = J_M/J_c = 10^{-4}$

Тип ДЗУ	Значения $K_{\text{ВОЛЗ}}$		
	0,900	0,950	0,998
ДЗУ на основе группы параллельно соединенных ВС	12	18	44
ДЗУ на основе многоотводной ВОЛЗ	34	53	129
ДЗУ рециркуляционного типа с одним НВО	13	17	23
ДЗУ рециркуляционного типа с двумя НВО	6	8	11
ДЗУ на основе разветвляющегося соединения НВО	41	80	728
ДЗУ на основе бинарной ВОС	41	70	632

В табл. 1 под величиной $K_{\text{ВОЛЗ}}$ подразумевается коэффициент передачи ВОЛЗ, обеспечивающий задержку оптического излучения на период следования копий $\tau_{\text{зад}}$. В коэффициенте $K_{\text{ВОЛЗ}}$ учтены потери в ВС на затухание, а также потери за счет конструктивного изгиба волокна при его наматывании на барабан. При погонном затухании оптического излучения в ВС 0,2 дБ/км и диаметре барабана 250 мм коэффициент передачи $K_{\text{ВОЛЗ}}$ составит 0,998 при $\tau_{\text{зад}} = 100$ нс; 0,95 – при $\tau_{\text{зад}} = 3$ мс; 0,9 – при $\tau_{\text{зад}} = 7$ мс.

Из таблицы видно, что наибольшее количество копий при заданном ограничении на ослабление интенсивности оптического излучения на выходе ВОС (параметр ϵ) имеют ДЗУ на основе разветвляющегося соединения НВО и ДЗУ с бинарной ВОС.

В табл. 2 для этих двух типов устройств приведены результаты расчетов M_ϵ при $K_{\text{ВОЛЗ}} = 0,998$ и различных значениях параметра ϵ . Из таблицы видно, что практически при любых значениях ϵ наибольшее значение M_ϵ (наименьшие потери в ВОС при формировании копий) обеспечивает ДЗУ на основе бинарной ВОС.

Малые значения M_ϵ для устройств других типов объясняются тем, что в ДЗУ на основе многоотводной ВОЛЗ и в ДЗУ рециркуляционных типов для формирования каждой последующей копии оптический сигнал должен пройти не только через дополнительный участок ВС, но и через дополнительный отвод или НВО (с их потерями на соединения и рассеивание оптического излучения), а в ДЗУ на основе группы параллельно соединенных ВС велики потери на ввод оптического излучения.

Таблица 2

Результаты расчетов количества копий M_ϵ для различных значений ϵ

Тип ДЗУ	Значения ϵ						
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
ДЗУ на основе разветвляющегося соединения НВО	2	26	242	728	1026	1392	2186
ДЗУ на основе бинарной ВОС	3	31	255	632	1390	2147	3298

В табл. 3 для всех рассмотренных типов ДЗУ на ВОС представлены результаты расчетов количества копий M_δ , удовлетворяющих условию $J_M/J_0=\delta$ при $\delta=0,5$ и различных значениях $K_{\text{ВОЛЗ}}$.

Таблица 3

Количество копий M_δ , удовлетворяющих условию $J_M/J_0=0,5$

Тип ДЗУ	Значения $K_{\text{ВОЛЗ}}$		
	0,900	0,950	0,998
ДЗУ на основе группы параллельно соединенных ВС	6	13	346
ДЗУ на основе многоотводной ВОЛЗ	4	8	19
ДЗУ рециркуляционного типа с одним НВО	1	1	1
ДЗУ рециркуляционного типа с двумя НВО	2	2	3
ДЗУ на основе разветвляющегося соединения НВО	6	13	346
ДЗУ на основе бинарной ВОС	6	13	346

Наибольшее количество копий M_δ при $\delta = 0,5$ (наилучшую идентичность формируемых копий) обеспечивают ДЗУ на основе группы параллельно соединенных ВС, ДЗУ на основе разветвляющегося соединения НВО и ДЗУ с бинарной ВОС (на выходе ВОС при $K_{\text{ВОЛЗ}}=0,998$ по сравнению с нулевой копией интенсивность оптического излучения уменьшается в два раза для 346-й копии). Равенство значений M_δ для трех различных типов ДЗУ обусловлено тем, что в них неидентичность формируемых копий зависит только от длины ВС, участвующего в формировании копии с заданным номером.

Низкие значения M_δ для ДЗУ остальных типов также объясняются тем, что для формирования каждой последующей копии оптический сигнал проходит через дополнительный отвод (для ДЗУ на основе многоотводной ВОЛЗ) или НВО (для ДЗУ других типов).

Таким образом, проведенный с помощью разработанной методики сравнительный анализ показал, что наибольшее количество формируемых копий при заданном ограничении на ослабление оптического излучения в ВОС и ограничении на неидентичность копий обеспечивает ДЗУ на основе бинарной ВОС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбунов А.В., Румянцев К.Е. Критерии качества динамических запоминающих устройств // Системный подход в науках о природе, человеке и технике: Материалы международной научн. конф. – Таганрог, 2004. – С.17-20.

2. Горбунов А.В. Сравнительный анализ идентичности формируемых копий в динамических запоминающих устройствах различного типа // Радиоэлектронные средства: теория, разработка и сервис: Сб. научн. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. – Шахты: ЮРГУЭС, 2002. – С.59-68.
3. Румянцев К.Е., Горбунов А.В. Динамические запоминающие устройства на основе бинарных волоконно-оптических структур // Радиотехника. 2002. №12. С.73-80.
4. Патент 2210121 RU, С1, МПК 7, G 11 С 11/401, 11/42, G 02 В 6/00. Румянцев К.Е., Горбунов А.В. Динамическое запоминающее устройство радиосигналов с бинарной волоконно-оптической структурой. – 2002116859/09; Заявл. 24.12.2001; Опубл. 10.08.2003, Бюл. №22. – 44 с.: ил.

УДК 621.391.26

А.В. Кукуяшный

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЧМ - СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Рассмотрим возможность формирования ЛЧМ - сигналов с использованием волоконно-оптических структур. Для решения поставленной задачи используем известный алгоритм синтеза согласованного фильтра для ЛЧМ - сигнала, который определим следующим выражением:

$$S_{\text{вых}}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{\text{ЛЧМ}}(\tau) \sum_{n=1}^{\sqrt{T_c \Delta f}} \Pi \left(\frac{t - \tau - \frac{nT_c}{2\sqrt{T_c \Delta f}}}{T_c / \sqrt{T_c \Delta f}} \right) \cos(\omega_n(t - \tau) + \varphi_n) d\tau, \quad (1)$$

где

$$\Pi \left(\frac{t - \tau - \frac{nT_c}{2\sqrt{T_c \Delta f}}}{T_c / \sqrt{T_c \Delta f}} \right) - \text{функция стробирования с шириной окна } T_c / \sqrt{T_c \Delta f} \text{ и цен-}$$

тром $\frac{nT_c}{2\sqrt{T_c \Delta f}}$;

T_c - длительность сигнала $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$;

Δf - полоса частот сигнала $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$;

ω_n - частоты заполнения радиоимпульсов.

Сигнал $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$ представляется в виде последовательности следующих друг за другом радиоимпульсов, несущие частоты которых выбраны в соответствии с выражением

$$f_n = f_0 - \frac{\Delta f}{2} + (2n-1) \frac{\Delta f}{2N},$$

где

f_0 - центральная частота сигнала $S_{\text{ЛЧМ}}(t)$;

$N = \sqrt{T_c \Delta f}$ - количество импульсов в последовательности.