

транзисторы токовых зеркал 1 и 2 ( $Q_3, Q_4, Q_1, Q_2$ ), образующих НИС, находятся в открытом состоянии, делится пополам в обеих ветвях НИС.

Входной ток фотодиода  $I_{\text{вх}}$  поступает во входные цепи отражателей тока 1 и 2 и усиливается. Так как отражатель тока 1 наряду с усилением сигнала выполняет функцию положительной обратной связи по току, а отражатель тока 2 выполняет аналогичные функции, то усиление по “петле” обратной связи становится значительным. Ток в петле быстро нарастает и ограничителем его роста остается генератор постоянного тока на транзисторах  $Q_5, Q_6$ . Таким образом можно усиливать малый входной сигнал  $I_{\text{вх}}$  фотодиода вплоть до  $I_{\text{вх}} = 1$  пА, при этом выходной ток будет определяться значением тока  $I_0$  источника тока, а выходное напряжение будет равно падению напряжению на структуре НИС.

#### Список использованных источников

1. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004. - 328 с.
2. Ф. Бенинг Отрицательные сопротивления в электронных схемах. М.: Советское радио, 1975. - 288 с.

## ЛИНЕАРИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АЦП МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ХУКА-ДЖИВСА

В.А. Зеленский

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Волоконно-оптические информационно-измерительные системы последовательного типа характеризуются нелинейностью выходного сигнала [1,2]. Для линеаризации выходного сигнала и последующего преобразования его в цифровой код предлагается использовать функциональный АЦП, каждый уровень компарации которого устанавливается собственным резистивным делителем, параметры которого оптимизированы с помощью метода Хука-Дживса [3].

В этом случае технически не сложно обеспечить наибольший допуск между квантовыми уровнями  $\Delta q$  для уже имеющейся характеристики. Однако для получения численного значения максимально возможной величины  $\Delta q$  необходимо предварительно произвести линеаризацию квантовой характеристики. При этом квантовая характеристика максимально приближается к линейной по критерию Колмогорова, а наименьшее расстояние между квантовыми уровнями  $q_j$  и  $q_{j+1}$  получается максимально возможным.

Рассмотрим применение численного метода Хука-Дживса для линеаризации характеристики информационного сигнала. На рис.1 изображен алгоритм, реализующий данный метод.

Особенностью применения данного метода является отсутствие строгого критерия, позволяющего сделать заключение о правильности результата. Данное утверждение можно применить также к численным методам в целом. Например, для нахождения экстремума непрерывной вместе со своими частными производными функции многих переменных, достаточно исследовать ее Гессиан. В случае применения численных методов не исключено попадание в точки локального минимума (максимума). Рассмотрим, как можно избежать этого, применив модифицированный метод Хука-Дживса для решения поставленной задачи [4,5].

Для количества разрядов выходного кода  $n = 2$  без учета погрешностей можно записать систему уравнений для значений уровней компарации  $k_1, k_2$ :

$$\begin{cases} k_1 = r_1; \\ k_2 = r_2; \\ k_1 \cdot k_2 = r_3, \end{cases}$$

полагая, что  $r_0 = 1$ . Значения  $k_i$ , при которых максимальная из разностей

$$\Delta = \max \{|r_1 - k_1|, |r_2 - k_2|, |r_3 - k_1 \cdot k_2|\}$$

будет минимальной, является решением оптимизационной задачи для  $n = 2$  по критерию Колмогорова.

Сходимость метода, т.е. получение правильного результата, зависит от двух факторов:

- 1) выбора базисных координат (исходных значений переменных  $k_i$ );
- 2) выбора шага, приращения координат (переменных  $k_i$ ).

Вначале определяется множество нехудших базисных координат, для которых  $\Delta$  является максимальной.

Из множества нехудших базисных координат выбираем первую группу и исследуем, как меняется  $\Delta$  при различном шаге приращения координат  $h$ . Задавая изменения шага  $h$ , получаем различные значения  $\Delta$ , из которых выбираем максимальное.

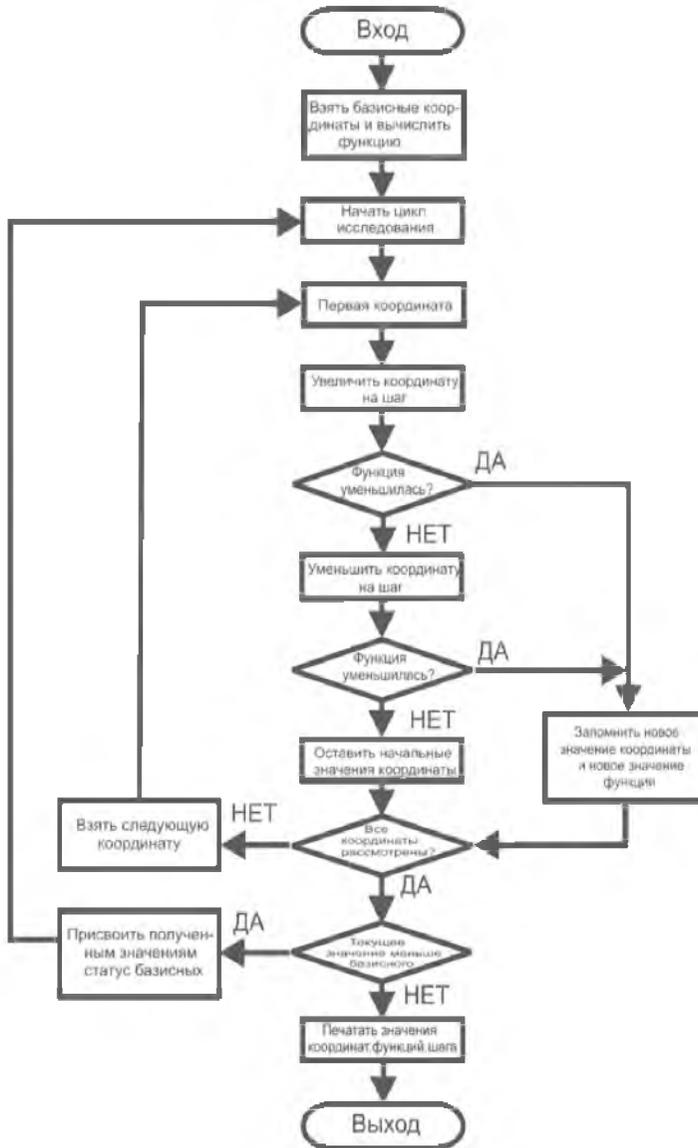


Рис.1. Алгоритм метода Хука-Дживса

Данная процедура называется первой ступенью варьирования шага  $h$ . Далее, присвоив координатам  $k_i$ , для которых  $\Delta$  - минимальная, статус базисных, вновь воспользуемся методом Хука-Дживса. Уменьшая шаг приращения координат, определим минимальную разность  $\Delta$  для каждой ступени варьирования шага. Этот этап продолжается до тех пор, пока величина шага  $h$  не станет равной номинальной. После этого переходим ко второй группе нехудших базисных координат и по описанному выше алгоритму находим минимальную разность  $\Delta$  для этой группы. Таким образом исследуются все группы нехудших базисных координат. Сравнивая  $\Delta$  различных групп, находим группу с минимальным  $\Delta$ . Соответствующие этой группе значения координат  $k_i$  и будут искомыми. Данную процедуру можно рассматривать как модификацию метода Хука-Дживса. Алгоритм модифицированного метода Хука-Дживса приведен на рис.2.

Таблица 1. Оптимальные уровни компарации в схеме функционального АЦП

Число разрядов	Оптимальные весовые коэффициенты	Значения квантовых уровней	Допуск квантовых уровней
2	0,63 0,46	1 0,63 0,46 0,29	0,17
3	0,81 0,68 0,49	1 0,81 0,68 0,55 0,49 0,40	0,06
4	0,904 0,816 0,685 0,463	1 0,904 0,816 0,738 0,685 0,619 0,559 0,505 0,463 0,419 0,378 0,342 0,317 0,234	0,025

Программа, реализующая модифицированный метод Хука-Дживса была написана на языке QBASIK. Полученные результаты для  $n = 2, 3$  и 4 приведены в табл.1.

Из анализа табл.1 видно, что допуск на разброс значений квантовых уровней функционального АЦП составляет 0,17, 0,06, и 0,025 части нормированной к единице шкалы преобразователя для числа разрядов  $n = 2, 3$  и 4, соответственно.

Аналогично определяются оптимальные уровни для любого значения числа разрядов и, тем самым, линеаризуется характеристика функционального АЦП. Практическое применение функционального АЦП ограничивается числом разрядов не более 7 – 8. При большей разрядности трудно обеспечить необходимое отношение сигнала к шуму



Рис.2. Алгоритм модифицированного метода Хука-Дживса

### Список использованных источников

1. Гречишников В.М., Зеленский В.А. Волоконно-оптическая информационно-измерительная система. Патент РФ № 2029324.Бюл. № 5 от 20.02.1995 г.
2. Зеленский В.А., Гречишников В.М. Бинарные волоконно-оптические преобразователи в системах управления и контроля.- Самара, Самарский научный центр РАН, 2006.
3. Р.Хук, Т.А.Дживс. Прямой поиск решения для числовых и статических проблем, - М.:Мир,1961.
4. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс.- М.: Радио и связь, 1988.
5. Янг Л. Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления.- М.: Мир, 1974.

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЗМОВ

Д. Б. Жмуров, Е. С. Денисова

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Исследование движения механических объектов является одним из важных элементов научных исследований, например в сборочных автоматах и универсальных промышленных роботах, аппаратах автоматизированной диагностики ходовой части транспортных средств, в испытаниях стендов газотурбинных двигателей и т.п.

Во время функционирования, исследуемый объект может совершать сложные механические перемещения и деформации, источниками которых могут являться различные причины и явления как внутреннего, так и внешнего по отношению к объекту характера.

Определение величин указанных изменений даёт важную информацию о вызывающих их возмущающих факторах, актуально для дальнейшего совершенствования промышленных объектов.

В некоторых работах предложен системный подход к моделированию измерительных систем, использующих однотипные датчики линейных расстояний.

Определение компонентов перемещений и деформаций объекта достигается за счёт алгоритмической обработки результатов измерений.

На практике существует ряд измерительных задач, определения деформаций и перемещений объекта. Под перемещением объекта будем по-