

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С КОРРЕКТИРУЮЩИМ КОДИРОВАНИЕМ

Н.Ж. Есболов, Д.Л. Киселев, Г.И. Леонович
Самарский университет, г. Самара

С развитием высоких технологий в радиоэлектронике и других науках возникает необходимость применения более надежных, точных и экономичных радиотехнических систем передачи информации. Область распространения именно цифровых систем передачи информации (ЦСПИ) с каждым днем все увеличивается, они применяются и в бытовой технике (телевизоры, видеокамеры, видеомагнитофоны и др.), в телевидении (кабельное и спутниковое телевидение), в области вычислительной техники и, безусловно, в области связи.

При проектировании и эксплуатации цифровых систем связи необходимо знать не только основы построения этих систем, их принципы работы и основные характеристики, но и решать задачи оптимального проектирования, которые включают в себя такие вопросы как:

- 1) назначение наиболее важных показателей качества проектируемой ЦСПИ,
- 2) выбор комплексного критерия эффективности,
- 3) методы оптимального проектирования и примеры конкретного расчета ЦСПИ,
- 4) разработка имитационной модели цифровой СПИ и расчет основных показателей,
- 5) экспериментальное исследование основных показателей цифровых СПИ.

Анализ проведенных исследований [1] показывает, что эффективность проектируемой ЦСПИ необходимо проводить на основе основного – главного показателя: результирующей погрешности на выходе системы. В настоящем докладе рассмотрены два основных фактора, более всего влияющие на результирующую погрешность, или точность воспроизведения цифрового сообщения на выходе системы:

- 1) способ первичного цифрового преобразования (кодowo-импульсная КИМ, дифференциальная импульсно-кодовая модуляция (ДИКМ) или их модификации),
- 2) метод манипуляции (амплитудная АМн, частотная ЧМн или фазовая ФМн).

Задача проектирования цифровых СПИ (да и любой другой системы) является многокритериальной, что делает задачу оптимизации сложной и неоднозначной.

Классификация показателей сводит задачу оптимизации к следующей

математической формулировке:

найти $\mathbf{X}_0 = (x_1 \dots x_n)_0$, обеспечивающий

$$\min (\max) W = F(x_1 \dots x_n) \quad (1)$$

при заданных ограничениях на внутренние параметры $V(x_1 \dots x_n) \leq 0$ для $i=1 \dots I$.

В выражении (1) под \mathbf{X} понимаются параметры ЦСПИ, интересующие разработчика. На основе рассмотренной математической записи задачи оптимального проектирования составлена методика оптимального проектирования, представляющая собой порядок решения задачи оптимизации, начиная от словесной формулировки, переходя к математической и заканчивая решением итоговой задачи векторного или скалярного синтеза, т.е. требуется найти $\mathbf{X}_0 = (x_1 \dots x_n)$, обеспечивающий

$$\max (\min) W(\mathbf{X}) = W(x_1 \dots x_n) \quad (2)$$

при $V_i(x_1 \dots x_n) \leq 0, \quad i = 1, I$.

Число ограничений I и J в задачах (1) и (2) не связано с числом внутренних « n » и внешних « m » параметров. Эти ограничения определяют область допустимых систем, из которых по экстремуму критерия эффективности W необходимо выбрать одну оптимальную ЦСПИ.

В докладе рассматривается модель приема цифровых сигналов, и на этой основе - структура оптимального приемника. Исследуются факторы, более всего влияющие на точность воспроизведения цифрового сообщения.

На рисунке 1 приведено решение задачи выбора оптимального числа разрядов КИМ (или ДИКМ) при оцифровке.

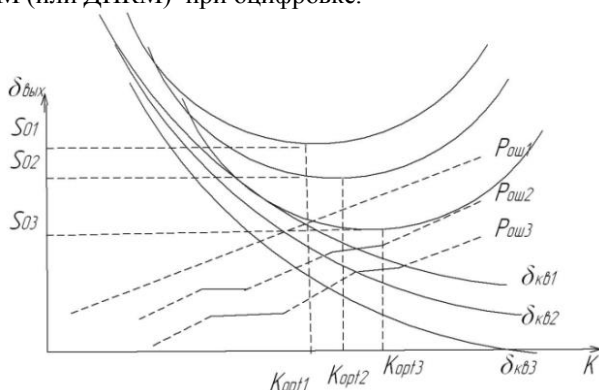


Рисунок 1— Зависимость составляющих результирующей погрешности от числа информационных и контрольных разрядов КИМ: $\delta_{кб} = 2^{-n}$ и $n \cdot P_{ош} = 0,5n \cdot \exp(-I^2/2)$

Суммарное значение результирующей погрешности $\delta_{вых}$ определяется как среднеарифметическое значение погрешности оцифровки $\delta_{АЦП}$ и

вероятности ошибочного воспроизведения символов двоичного кода КИМ $P_{\text{ош}}$. Суммарная зависимость имеет минимум, который и определяет оптимальное число информационных разрядов n_{opt} : для безизбыточного кода ($k = 0$). Оптимальное значение равно $n_{\text{opt}}^{(0)}$, которое определяется вычислением результирующей погрешности для ближайших к оптимальному (слева и справа) целых значений “ n ”. При использовании корректирующего кода вероятность ошибки снижается и зависимость $P_{\text{ош}}(n = m+k)$ на графиках рисунка 1 понижается [2]. Соответственно изменяется оптимальное число разрядов АЦП: $n_{\text{opt}}^{(3)}$ и $n_{\text{opt}}^{(5)}$.

Следующим шагом при поиске наилучших параметров ЦСПИ является расчет интересующих заказчика характеристик. В частности одновременно с графическим нахождением разрядности АЦП проводятся расчеты таких системных параметров как полоса частот, занимаемая результирующим сигналом при АМн, ЧМн и ФМн, а также энергетические характеристики (мощность излучения, чувствительность приемника и т.п.).

В заключение доклада рассмотрена практическая реализация цифровой системы передачи информации, с помощью которой экспериментально определяются зависимости вероятность ошибочного приема символа от отношения сигнала к шуму для различных методов ВЧ-манипуляции [3].

Список использованных источников

1. Глазунов, В.А. Оптимизация радиосистем [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов / В.А. Глазунов. - Самара: СГАУ, 1997.- 56 с.
2. Пенин, П. И. Системы передачи цифровой информации [Текст]: учеб. пособие для ВУЗов / П. И. Пенин. - М.: Сов. радио, 1976.- 368 с.
3. Глазунов, В. А. Оценка достоверности передачи информации в цифровых системах связи [Текст]: метод. указания к лаб. работе / В.А.Глазунов, Самара: СГАУ, 2012. – 36 с.

УДК 53.08

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИНЗ ВОДЫ ПОД ДОРОЖНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Т.Ж. Илиясов, С.А. Маркелов
Самарский университет, г. Самара

Теоретические исследования физических процессов различной природы тесно связаны с построением адекватных моделей рассматриваемых явлений. При этом возникает проблема выбора методов решения сформулированных задач математической физики. В случае, когда функциональные связи определяющих параметров можно описать на основе простейших зависимостей, появляется возможность построения