

ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСОВ И СОГЛАСОВАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛА В ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Воргуль А. В., канд. техн. наук, доцент; Сулейман Ю. Х., аспирант
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков, Украина

В работе рассматривается часть задачи поэтапного построения цифровой системы передачи информации, использующей метеорный радиоканал. Представляется возможным использовать метеорный канал как низкоскоростной либо вспомогательный, если удастся достичь приемлемых характеристик. Использование традиционного для современных цифровых систем подхода [1] позволяет в максимальной степени использовать компьютер на всех этапах проектирования – рассмотрение алгоритма решения задачи в пакете *MatLab* или *Octava*, создание варианта алгоритма для реализации в ПЛИС, моделирование при воздействии шумов.

Исследовано формирование импульсов и согласованная фильтрация в цифровой системе передачи информации с целью улучшения характеристик системы в целом. В работе использовано математическое моделирование в среде *MatLab*. Укрупненная структурная схема приведена на рис 1.

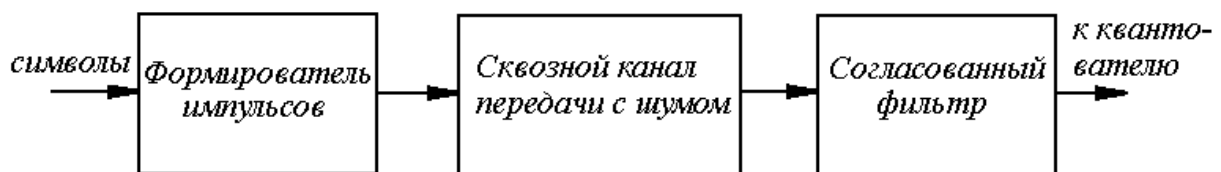


Рис. 1. Структурная схема моделируемой части цифровой системы

Моделирование проводилось в два этапа: формирование и согласованная фильтрация.

1. Формирование. При переводе цифрового сигнала в аналоговую форму в цифровом передатчике естественным образом возникает вопрос о формировании из единичного отсчета, например, значения «1» или «0» для двухуровневого сигнала, импульса напряжения, предназначенного для передачи. Особенностью моделирования в среде *MatLab* является то, что в ней нельзя создать истинный аналоговый импульс. Можно лишь увеличить частоту дискретизации, заменив один отсчет набором импульсов. Но, при реализации данного алгоритма в цифровом виде на специализированном вычислителе такой же подход можно с успехом использовать.

Выбор вида формируемого импульса, как известно, [2], производят по двум соображениям: узкой полосы частот, занимаемой спектром сигнала и минимального уровня межсимвольных искажений (МСИ). В качестве формы импульса можно выбирать оконные функции, используемые для

сниження боковых лепестков [2]. Рассмотрены импульсы: прямоугольной формы, Хэмминга, $\sin x/x$, приподнятый косинус (ПК) и квадратный корень из приподнятого косинуса (ККПК). Проблема при выполнении этих операций следующая. Простейшая форма сигнала – прямоугольная – является неудовлетворительной, поскольку спектр такого сигнала слишком широк. При этом, тенденция современности состоит в повышении скорости передачи, следовательно, в укорочении импульса по длительности, что только усугубляет проблему с шириной спектра. В некоторых случаях в промышленных образцах аппаратуры можно встретить формирование Гауссова импульса, что позволяет существенно сузить спектр. Но, к сожалению, при этом увеличивается уровень МСИ.

Для снижения МСИ импульс должен являться импульсом Найквиста [1, 2]. В качестве таких импульсов в работе исследовались импульс с формой Хэмминга, ПК и ККПК. В результате моделирования получены спектральные характеристики и глазковые диаграммы, демонстрирующие особенности различных оконных функций. Наилучшие характеристики получены для ПК импульса.

2. Согласованная фильтрация. В совокупности выбор, обусловленный набором параметров — длительностью импульса, шириной спектра сформированного сигнала и уровнем МСИ, позволяет приблизиться к оптимальной системе.

Для полной проверки полученной математической модели в рамках пакета математического моделирования был проведено моделирование в системе *MatLab* с учетом шума. Как известно [1, 2], при согласованной фильтрации результат получается оптимальным по критерию максимума соотношения сигнал/шум. После согласованной фильтрации проводится дискретизация сигнала. Это операция обратна операции, проводимой при формировании импульса.

Использование пакетов математического моделирования позволяет исследовать алгоритм обработки сигналов при различных параметрах и под влиянием шума разных моделей. С учетом согласованной фильтрации, лучшие характеристики были получены для сигнала ККПК.

Литература

1. Johnson, Jr. C. R. Software Receiver Design. Build Your Own Digital Communications. System in Five Easy Steps / Johnson, Jr. C. R., Sethares W. A., Klein A. G. — Cambridge: Cambridge University Press, 2011. — 465 p. — ISBN 978-1-107-00752-9
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Скляр Б.; пер. с англ. — [2-е изд., испр.] — М. : Издательский дом «Вильямс», 2007. — 1104 с. — ISBN 978-5-8459-0497(рус).