

Введение

Качество и эффективность функционирования различных радиотехнических систем (РТС) в значительной степени определяется видом используемых сигналов и их качественными характеристиками. В современных радиолокационных и радионавигационных системах, а также системах передачи информации наибольшее распространение получили сложные дискретные сигналы, позволяющие устранить противоречие между требованиями одновременного разрешения по дальности и скорости, повысить помехоустойчивость, а также энергетическую и структурную скрытность систем. Основной задачей при этом является разработка процедур синтеза сигналов, обладающих требуемыми свойствами. Весомый вклад в этой области внесли как отечественные ученые – Варакин Л.Е., Вакман Д.Е., Ширман Я.Д., Седлецкий Р.М., Смирнов Н.И., Гантмахер В.Е. и др. [1-14], так и зарубежные – Вудворт Ф.М., Кук Ч., Бернфельд М., Френкс Л.Е., Диксон Р.К. и др. [15-19].

Известные процедуры синтеза сложных дискретных сигналов используют, как правило, один, реже два показателя качества, позволяющие получить заданные корреляционные, либо спектральные характеристики, но не гарантирующие обеспечение других не менее важных требований. В зависимости от области применения требуется синтезировать сигналы с различным уровнем значимости показателей качества. Наиболее широкое распространение в современных РТС получили фазоманипулированные (ФМн) и частотно-манипулированные (ЧМн) сигналы. Так, в системах передачи данных наиболее остро стоит вопрос синтеза систем сложных ФМн и ЧМн сигналов с минимальной вероятностью ошибки приема символа и хорошими корреляционными свойствами. Данное обстоятельство показывает необходимость синтеза системы сложных дискретных сигналов в целом, с учетом их влияния друг на друга. В радиолокационных системах основное требование, предъявляемое к сигналам, связано с обеспечением заданной разрешающей способности, неоднозначности и точности оценки дальности и скорости объекта. При этом разработка процедур построения систем сложных ФМн и ЧМн сигналов наталкивается на значительные трудности, связанные с многочисленными требованиями, предъявляемыми непосредственно к процедурам синтеза и характе-

ристикам формируемых сигналов. Так, используемые процедуры должны иметь минимальные вычислительные затраты, объем требуемой памяти и обеспечивать высокую эффективность синтеза сигналов.

В связи с этим, задачу синтеза сложных ФМн и ЧМн сигналов следует рассматривать как многокритериальную и применять для ее решения соответствующие математические методы.

Наряду с синтезом сложных дискретных сигналов эффективной должна быть и обработка сигналов на приемной стороне. Это возможно за счет использования весовых фильтров, коэффициенты которых выбираются из условий минимума уровня боковых лепестков (УБЛ) сигнала на выходе фильтра при минимальных потерях на обработку и временных затратах.

Практическая реализация устройств формирования и обработки сложных дискретных сигналов должна осуществляться на основе высокопроизводительных микропроцессоров (МПр), выбор которых также должен рассматриваться как многокритериальная задача.

Таким образом, вызывает интерес задача разработки эффективных по многим показателям качества процедур многокритериального синтеза систем сложных ФМн и ЧМн сигналов с целью повышения качества функционирования РТС.

В связи с этим, цель данной работы включает:

– разработку процедур многокритериального синтеза кодовых последовательностей для систем ФМн и ЧМн сигналов с заданными свойствами;

– разработку методики синтеза модулирующей функции элементарного импульса ФМн сигналов;

– регуляризацию решений задачи синтеза формы элементарного импульса ФМн сигналов, устойчивого к амплитудным искажениям;

– регуляризацию решений задачи синтеза формы фазового импульса ЧМн с непрерывной фазой (ЧМнНФ) сигналов, обладающих высокой частотной и энергетической эффективностью.

В работе использовались методы статистической радиотехники и математической статистики, вариационного и матричного исчисления, решения некорректно поставленных задач и вычислительной математики. Данные теоретические методы сочетались с экспе-

риментальными исследованиями на основе имитационного моделирования.

В рамках данной работы получены следующие новые научные результаты.

1. Разработаны процедуры многокритериального синтеза кодовых последовательностей для систем ФМн и ЧМн сигналов, обладающих заданными корреляционными и спектральными свойствами при требуемой помехоустойчивости.

2. Синтезированы модулирующие функции элементарного импульса ФМн сигналов, позволяющие снизить удельные затраты энергии и полосы частот, а также энергетические потери.

3. Осуществлена регуляризация решений задачи синтеза формы элементарного импульса ФМн сигналов, устойчивого к амплитудным искажениям.

4. Произведена регуляризация решений задачи синтеза фазового импульса ЧМнНФ сигналов, обладающих высокой частотной и энергетической эффективностью.

5. Синтезированы кодовые последовательности для систем MC-CDMA, обеспечивающие низкие значения пик-фактора и УБЛ периодической автокорреляционной функции (ПАКФ).

Представленные в работе процедуры многокритериального синтеза систем ФМн и ЧМн сигналов, обладающих заданными структурными свойствами, а также устройств обработки могут быть использованы в помехоустойчивых, адаптивных системах радиолокации, радионавигации и передачи информации. Реализация результатов исследований позволит повысить технические характеристики устройств формирования и обработки сигналов, что обеспечит улучшение показателей качества РТС.