

УДК 621.396.62

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАДИОПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

В.К. ИВАНОВ¹, И.Б. ПЕТРОВ¹,
П.В. СИДОРОВ²¹Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи»,
ул. Ф. Скорины, 8/2, Минск, 220114, Беларусь²ОАО «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации»,
Партизанский пр-т, 64а, Минск, 220026, Беларусь

Поступила в редакцию 15 марта 2021

Представлены результаты исследований и структурно-параметрической оптимизации радиоприемных трактов с автоматической регулировкой чувствительности. Показано, что реализация разработанного радиоприемного тракта с комбинированной автоматической регулировкой чувствительности обеспечивает в сравнении с традиционными системами повышенную помехозащищенность и улучшенный размен чувствительность-линейность.

Ключевые слова: помехозащищенность, радиоприемный тракт, автоматическая регулировка чувствительности.

Введение. Помехозащищенность радиоприемных трактов (РПТ) является решающим фактором повышения надежности и эффективности функционирования в сложной электромагнитной обстановке (ЭМО) систем радиосвязи, радионавигации, радиолокации.

Автоматическая регулировка чувствительности (АРЧ) широко используется при решении задач обеспечения помехозащищенности РПТ в нестационарной ЭМО. При этом всегда проблемным вопросом АРЧ является эффективность размена чувствительности РПТ на линейность в процессе уровневой адаптации тракта к помеховой ситуации [1, 2]. Поэтому исследования, позволяющие оптимизировать выигрыш при адаптивном согласовании динамического диапазона (ДД) РПТ с ДД группового радиосигнала, являются актуальными.

Основная часть. В общем случае на входе РПТ действует групповой радиосигнал, представляющий аддитивную смесь помеховых компонентов, которые, поступая по линейным, нелинейным и нелинейно-параметрическим каналам [1], формируют на выходе тракта результирующее отношение сигнал-помеха:

$$(C/P)_{\text{вых}} = \frac{P_{\text{с.вых}}}{P_{\text{ш.пр.вых}} + P_{\text{ш.а.вых}} + P_{\text{п.вых}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{с.вых}}$ и $P_{\text{ш.пр.вых}}$ – соответственно мощность полезного сигнала и собственных шумов на выходе РПТ; $P_{\text{ш.а.вых}}$ – мощность шумов антенны, приведенных к выходу РПТ; $P_{\text{п.вых}}$ – интегральная мощность помех, проникающих на выход РПТ по всем учитываемым i -м внеполосным каналам приема:

Классическим способом реализации АРЧ является использование на входе главного тракта приема (ГТП) РПТ адаптивно управляемого аттенюатора (АТ) [1]. Исследуем эффективность такой АРЧ, представив РПТ функциональной моделью в виде цепочечного соединения широкополосного малощумящего усилителя (МШУ), широкополосного усилительно-преобразовательного звена (УПЗ) и фильтра основной селекции (ФОС) (рис. 1).

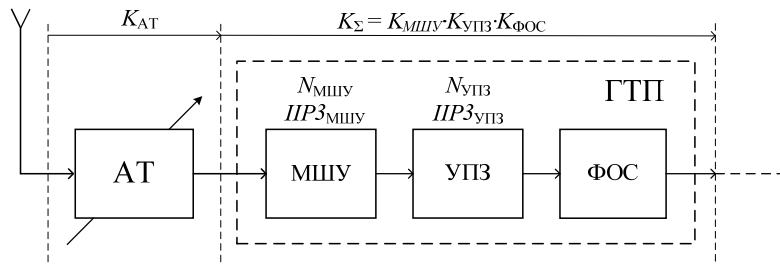


Рис. 1. Структура РПТ с простой аттенюаторной АРЧ

В табл. 1 приведены результаты расчета $\overline{ППЗ}_{РПТ}$ в соответствии с (15) для зависимостей.

Таблица 1

Результаты расчета $\overline{ППЗ}_{РПТ}$ для рассмотренных типов РПТ с АРЧ

| Тип АРЧ | $\overline{ППЗ}_{РПТ}$, мВт |
|--|------------------------------|
| Аттенюаторная АРЧ | 37,7 |
| Аттенюаторная АРЧ с нерегулируемым МШУ | 44,6 |
| АРЧ с дискретно регулируемым МШУ | 176,7 |
| Комбинированная АРЧ | 241,9 |
| АРЧ с непрерывно регулируемым МШУ | 361,9 |

Примечание: Аттенюаторная АРЧ представлена на рис. 1.

Видно, что наилучшие характеристики имеет структура АРЧ с непрерывно регулируемым МШУ. Наиболее близкое к этому результату значение параметра $\overline{ППЗ}_{РПТ}$ обеспечивает система с комбинированной АРЧ. При этом обеспечивается эффективный размен чувствительности РПТ на линейность и приемлемая сложность технической реализации РПТ с АРЧ.

Заключение. Представлены результаты структурно-параметрической оптимизации радиоприемных трактов с автоматической регулировкой чувствительности.

Проведены исследования и оптимизация характеристик разработанной структуры радиоприемного тракта с комбинированной автоматической регулировкой чувствительности.

Показано, что реализация радиоприемного тракта с комбинированной автоматической регулировкой чувствительности обеспечивает повышенную помехозащищенность тракта и улучшенный размен чувствительность-линейность в сравнении с традиционными системами.

Проведенные исследования представляют научно-техническую основу для обоснования и разработки структурных и технических решений радиоприемных трактов, функционирующих в нестационарной электромагнитной обстановке.

STRUCTURAL AND PARAMETRIC OPTIMIZATION OF RADIO RECEIVERS WITH AUTOMATIC SENSITIVITY CONTROL

V. K. IVANOV, I. B. PETROV, P. V. SIDOROV

Abstract

The results of research and structural-parametric optimization of radio receivers with automatic sensitivity control are presented. It is shown that the implementation of the developed radio receiver with combined automatic sensitivity adjustment provides, in comparison with traditional systems, increased noise immunity and improved sensitivity-linearity exchange.

Список литературы

1. Богданович, Б. М. Радиоприемные устройства с большим динамическим диапазоном / Б. М. Богданович. – М.: Радио и связь, 1984. – 176 с.
2. Малевич, И. Ю. Синтез высоколинейных радиочастотных усилительных трактов/ И. Ю. Малевич. – Минск : Бестпринт, 2009. –202 с.
3. Малевич, И. Ю. Адаптивный широкополосный малошумящий усилитель радиочастоты / И. Ю. Малевич, П. В. Заяц // Доклады БГУИР, Т.18.–№6. – 2020, –С.66–74.