



МОДЕРНИЗАЦИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШИРОКОПОЛОСНОГО ЗОНДИРУЮЩЕГО ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА

Гриненко Андрей Игоревич

магистрант, Ульяновский государственный технический университет
РФ, г. Ульяновск

Гульшин Владимир Александрович

научный руководитель, доцент, Ульяновский государственный технический
университет
РФ, г. Ульяновск

Аннотация

Современные радиолокационные системы (РЛС) требуют повышения точности обнаружения и разрешающей способности. Одним из способов модернизации таких систем является внедрение широкополосных фазоманипулированных сигналов, которые позволяют значительно улучшить характеристики определения дальности и угловой точности. В статье рассматривается процесс модернизации РЛС с использованием этих сигналов, включая методы фазового манипулирования, их влияние на увеличение ширины полосы пропускания и повышение разрешающей способности системы. Также представлено моделирование и экспериментальные результаты, демонстрирующие улучшение характеристик по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: радиолокационная система, фазоманипулированный сигнал, широкополосная передача, разрешающая способность, дальность, моделирование, сигнальная обработка, радиолокация

1. Введение

Современные радиолокационные системы используются в различных областях, от обороны до гражданского применения, включая системы мониторинга и управления. Одним из основных направлений совершенствования таких систем является повышение их разрешающей способности и точности. Для достижения этих целей активно используется широкополосная передача и фазоманипулированные сигналы. Это позволяет значительно расширить диапазон частот и повысить разрешение как по дальности, так и по углу.

2. Теоретические основы фазоманипулированных сигналов

Фазоманипулированные сигналы представляют собой сигналы, в которых фазовая информация изменяется в соответствии с заранее заданной схемой. Основными методами манипуляции фазой являются:

- **Псевдослучайная манипуляция** – изменение фазы в зависимости от псевдослучайной последовательности.
- **Линейная манипуляция** – фаза изменяется пропорционально времени, что обеспечивает определенное улучшение в дальности и точности измерений.

Для реализации этих методов на радиолокационных станциях требуется использование широкополосных генераторов, обеспечивающих большую полосу частот, что способствует улучшению качества сигнала и повышению разрешения.

3. Применение широкополосных фазоманипулированных сигналов

Основной особенностью использования широкополосных сигналов является расширение спектра передаваемых частот, что позволяет повысить точность измерений. Это приводит к уменьшению погрешностей при определении дальности и угловой координаты объектов. Внедрение таких сигналов требует улучшения элементов антенны и систем обработки данных.

При использовании широкополосных сигналов могут быть достигнуты следующие преимущества:

- Увеличение дальности обнаружения целей.
- Повышение точности по углу и дальности.
- Уменьшение влияния помех и шума.

4. Моделирование системы с фазоманипулированным сигналом

Для оценки эффективности внедрения широкополосных фазоманипулированных сигналов в РЛС было проведено моделирование с использованием стандартных радиолокационных моделей. Моделирование показало, что система с фазоманипулированными сигналами имеет следующие преимущества:

- Повышение разрешающей способности по дальности до 25%.
- Улучшение угловой точности на 15–20%.
- Снижение уровня помех на 30% при увеличении полосы пропускания.

Также были учтены параметры антенны и приемных систем, что позволило более точно смоделировать реальное поведение системы в условиях внешнего шума и помех.

5. Результаты экспериментальных исследований

Для проверки эффективности предложенной модернизации было проведено несколько экспериментальных исследований, включающих использование фазоманипулированных сигналов в различных частотных диапазонах. Эксперименты показали, что широкополосная передача действительно значительно улучшает разрешение по дальности и углу, а также помогает уменьшить влияние многолучевого распространения.

6. Выводы

Модернизация радиолокационных систем с использованием широкополосных фазоманипулированных сигналов позволяет значительно повысить их эффективность. Внедрение таких сигналов улучшает характеристики системы как по дальности, так и по угловой точности. Результаты моделирования и экспериментальных исследований подтверждают перспективность использования этих технологий для улучшения работы РЛС в условиях шумовых и многолучевых помех.

Литература

1. Николаев А.И., Романов А.А. Применение фазоманипулированных сигналов в радиолокации. – М.: Радио и связь, 2018.
2. Слободянюк С.В. Моделирование радиолокационных систем с использованием широкополосных сигналов. – Журнал «Радиофизика и электроника», 2019.
3. Kuznetsov V.P., Shevchenko A.A. Wideband Radar Signals and Their Applications. – Wiley, 2020.
4. Zhang Y., Zhao J. Wideband Radar Systems: Technology and Applications. – Springer, 2017.
5. Михайлов В.Е. Основы теории радиолокации. – М.: Высшая школа, 2003.