

ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РАДИОЛОКАТОРА ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лопатченко А.С.

Савенко С.А. – д-р техн. наук

В настоящее время становятся востребованными системы подповерхностного зондирования, обладающие высокой разрешающей способностью. В связи с ограниченностью возможной ширины спектра зондирующего сигнала, актуальным является применение алгоритмов получения сверхразрешения.

Техническая реализация частотного метода измерения дальности для целей подповерхностного зондирования является наиболее простой, т.к. необходимо исследовать малые дальности (до единиц метров). Структура радиолокатора реализующего данный метод представлена на рисунке 1. На выходе смесителя в данной структуре присутствуют частоты биений пропорциональные расстоянию до неоднородностей исследуемой среды. Оцифрованная реализация сигнала совпадающая по времени с периодом развертки пилы представлена на рисунке 2.

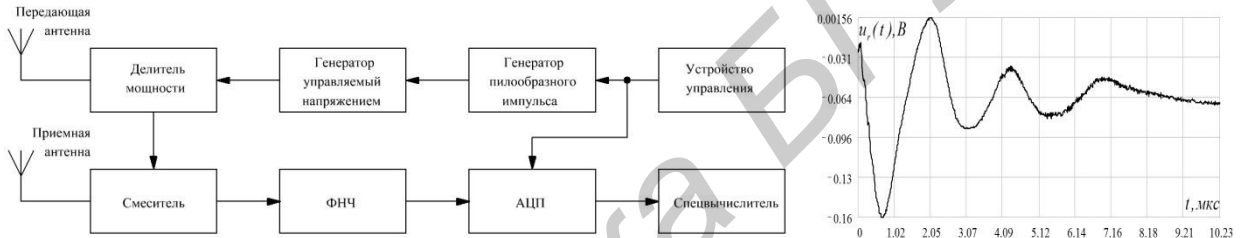


Рис. 1 – Структура частотного радиолокатора

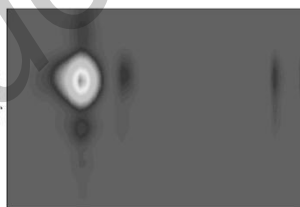
Рис. 2 – Частоты биений

Для выделения полезной информации необходимо произвести спектральный анализ оцифрованного сигнала, для чего обычно используют преобразование Фурье, однако в таком случае разрешающая способность системы ограничена шириной спектра зондирующего сигнала. Повысить разрешающую способность можно путем использования адаптивного алгоритма на основе метода максимального правдоподобия (ММП):

$$\mathbf{P} = \left[\mathbf{S}_0 \langle n \rangle^T \mathbf{Q} \overline{\mathbf{S}_0 \langle n \rangle} \right]^{-1}, \quad n = \overline{0, N_f - 1},$$

где $\mathbf{Q} = \mathbf{R}$ – прямая ковариационная матрица, полученная для разносных частот при Фурье-преобразовании; $\mathbf{Q} = \mathbf{R}^{-1}$ – обратная ковариационная матрица, полученная для разносных частот при ММП; N_f – число элементов сформированного глубинного портрета; \mathbf{S}_0 – матрица опорных частот.

На рисунках 3 и 4 показан выигрыш от применения данного алгоритма на примере глубинных портретов:



Положение на местности

Рис. 3 – Результат преобразования Фурье



Положение на местности

Рис. 4 – Результат ММП

Таким образом, был разработан и реализован адаптивный алгоритм получения сверхразрешения. Рассматриваемая система за счет применения данного алгоритма показывает повышение разрешающей способности до 5 раз в зависимости от отношения сигнал/шум.

Список использованных источников:

Гринкевич, А.В. Повышение эффективности подповерхностного радиолокатора на основе нетрадиционных методов спектрального анализа / А.В. Гринкевич, С.А. Савенко // Наука и военная безопасность. – 2006. – №4. – С. 38 – 41.