



Рисунок 2 – Схема широкополосной активной антенны

В устройстве применены составные высокочастотные п-р-п транзисторы с граничной частотой около 1 ГГц. Питания антенны от источника тока 70 мА. Максимальное усиление по току составило более 80 дБ, с помощью делителя в цепи отрицательной обратной связи на резисторах R6, R7, R8 усиление по току активной антенны ограничено до 21 дБ. Полоса пропускания по уровню  $\pm 3$  дБ составила от 25 кГц до 30 МГц. Выше верхней границы диапазона АЧХ антенны быстро затухает со скоростью 40 дБ/дек.

Список использованных источников

1. U.S. Patent # 5.296.866 «Active Antenna», NASA GSC-13449, 1994.

УДК 621.376.6

## ОБ УМЕНЬШЕНИИ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ НА РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ РАДИОСВЯЗИ

М.Н. Осипов, В.П. Петухов, В.П. Цветов

«Самарский национальный исследовательский университет имени  
академика С.П. Королёва», г. Самара

**Ключевые слова:** ортогональные многочастотные сигналы, квадратурная амплитудная модуляция, неустойчивые системы линейных уравнений, пропускная способность канала связи.

Одним из показателей эффективности систем связи является коэффициент использования пропускной способности канала связи, называемый также информационной эффективностью, и равный отношению скорости передачи данных к его пропускной способности.

Системы связи на базе ортогональных многочастотных сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией (ОМЧС КАМ) испытывают

потребность в повышении информационной эффективности каналов при сравнительно больших отношениях сигнал/шум.

В работах [1-2] рассматривается вариант повышения информационной эффективности ОМЧС КАМ радиоканала за счет ускоренного распознавания кодового значения по измерениям сигнала на некотором подинтервале интервала длительности ОМЧС. Однако при этом возникает некорректная задача решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) в поле комплексных чисел

$$Az = s, \quad (1)$$

с погрешностью в правой части  $s$ .

Каждое уравнение системы (1) соответствует измерениям сигнала на временном отсчете, а общее их количество определяется частотой дискретизации. Потенциально число временных отсчетов может существенно превышать число переменных, которые требуют своего определения, и получаемая таким образом избыточность данных может быть использована для уменьшения влияния помех.

Будем считать, что матрица  $A$  имеет размерность  $M \times N$ , где  $M \geq N$  и является матрицей полного ранга. При наличии помех СЛАУ (1) заменяется СЛАУ

$$Az' = s', \quad (2)$$

где  $s' = s + \delta s$  – измерения зашумленного сигнала.

Для уменьшения нормы  $\|\delta s\|$  в случае аддитивных шумов может оказаться полезным применение к (2) операторов фильтрации с матрицами  $F$  размерности  $N \times M$

$$FAz' = Fs + F\delta s. \quad (3)$$

В частности  $F$  может реализовывать цифровой фильтр низких частот с частотой среза  $f_{cp}$  выше рабочей полосы ОМЧС.

Для шума с нулевым средним в качестве  $F$  разумно использовать сглаживающий усредняющий фильтр.

Очевидные требования, которым в данном случае должны удовлетворять проектируемые фильтры, описываются неравенствами:

$$\|F\delta s\| < \|\delta s\|, \quad (4)$$

$$\det(FA) \neq 0, \quad (5)$$

$$\mu(FA) \leq \mu(A^*A), \quad (6)$$

где  $A^*$  – матрица, эрмитово сопряженная к матрице  $A$ ,  $\det(\cdot)$  – детерминант матрицы,  $\mu(\cdot)$  – число обусловленности матрицы.

#### Список использованных источников

1. Цветов В.П., Леонович Г.И., Новиков С.Я., Осипов М.Н., Клепнев Д.Э., Савинов Е.А. Об одной модели динамического управления потоком данных в радиоканале. / Труды Международной научно-технической конференции, Том 1, «Перспективные информационные технологии» (ПИТ 2015) / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – С. 299–302.

2. Цветов В. П. Об одной задаче декодирования символов по неполным данным в радиоканале // Сборник научных трудов III Международной конференции и молодежной школы ИТНТ-2017. Самара: Издательство Новая техника, 2017. – С. 954-957.

Осипов Михаил Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности информационных систем. E-mail: [osipov7@yandex.ru](mailto:osipov7@yandex.ru).

Петухов Виктор Геннадьевич, старший преподаватель кафедры безопасности информационных систем. E-mail: [petukhov\\_v\\_63@mail.ru](mailto:petukhov_v_63@mail.ru).

Цветов Виктор Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры безопасности информационных систем. E-mail: [tsf-su@mail.ru](mailto:tsf-su@mail.ru).