

Чиж М. А.

ФН 4-81

Бакалаврская работа по теме: *«Исследование системы стабилизации частоты передатчика радиологического лоатора как элемента автоматизированной экспериментальной радиологической установки»*

В работе рассмотрены принципы радиологической локации, разобран принцип действия радиологического лоатора и методы реконструкции изображения. Регистрация искусственной голограммы состоит в экспериментальном измерении функции апертуры, то есть записи значения амплитуды и фазы рассеянной предметом волны в каждой точки плоскости, называемой плоскостью апертуры. Из функции апертуры с помощью преобразований Фурье мы можем найти функцию формы предмета. Применение пошагового изменения частоты зондирующего сигнала в заданной полосе позволяет получить небольшую глубину резкости и делает возможным выделение деталей объекта на получаемом изображении.

Оценка требуемой полосы частот для высокостабильного широкополосного передатчика со ступенчатым переключением частоты проводится, исходя из допущения, что разность фаз сигналов от первого и второго объектов должна равняться $\frac{\pi}{2}$. При полосе 5 ГГц, расстоянии до объекта 1 м число частот должно быть 32.

Общее число измерений $2,56 \cdot 10^6$, проведение такого эксперимента требует автоматизации по управлению и измерению, автоматизация произведена на базе микропроцессора Atmega 128.

В нашем эксперименте к микропроцессору Atmega 128 подключаются следующие периферийные устройства: сканер, синтезатор, устройство для считывания сигнала — АЦП, управление ими производится по интерфейсу SPI. Движение сканера над поверхностью среды, в которой находится предмет, происходит в цикле, по координатам x_i, y_i , с шагом, задаваемым программой управления. В каждой точке сканирование проводится на полосе частот, изменение частоты производится программой управления, после прохождения всей полосы программа управления посылает команду сканеру передвинуться в следующую точку области сканирования. В каждой точки области сканирования и на каждой частоте АЦП преобразует входящий сигнал в цифровой код,

происходит запись файла данных, который дальше передаётся во внешнюю ЭВМ для обработки и реконструкции изображения.

Высокостабильный широкополосный передатчик со ступенчатым переключением частоты может быть создан на основе синтезатора с фазовой стабилизацией частоты. В качестве синтезатора выбрана микросхема ADF4113 фирмы Analog Devices.

В состав передатчика входят кварцевый генератор, синтезатор, усилитель, фильтр низкой частоты и генератор, управляемый напряжением (ГУН). В качестве ГУН выбран HMC732LC4B фирмы Hittite, его выходная мощность: 1 дБ, рабочий диапазон частот: 6 - 12 ГГц, диапазон перестройки по напряжению V_{tune} : 0 – 23 В.

Стабилизация частоты происходит по цепи отрицательной обратной связи. Выходная частота ГУН сравнивается в синтезаторе со стабильной частотой кварцевого генератора, их отношение с учётом коэффициентов должно равняться единице. Если выходная частота ГУН превышает необходимую, синтезатор посылает сигнал, уменьшающий управляющее напряжение V_{tune} , и наоборот. Таким образом, получена схема автоподстройки частоты, рис. 1.

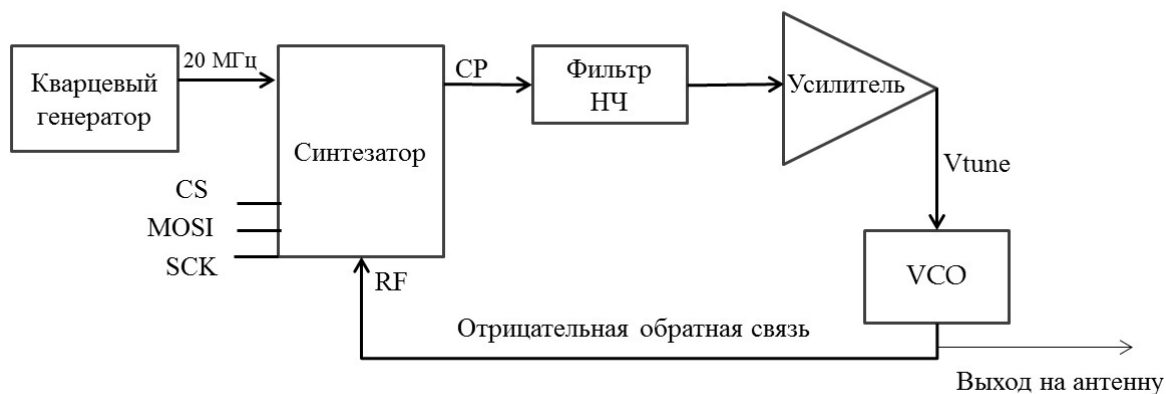


Рис. 1 Функциональная схема передатчика

Была написана программа управления системой фазовой автоподстройки частоты, для отладки была использована полоса частот от 3,5 до 4 ГГц, выходная частота измерялась спектроанализатором фирмы Rohde&Schwarz 1164.4391.30, имеющим диапазон частот от 9 кГц до 30 ГГц.

После проведения отладки устройство со своим адресом было включено в состав экспериментальной установки.

На частоте 15 ГГц с полосой 1 ГГц и разрешением по дальности 15 см был проведён эксперимент по получению изображения ножниц, скрытых за слоем ткани, рис. 2.

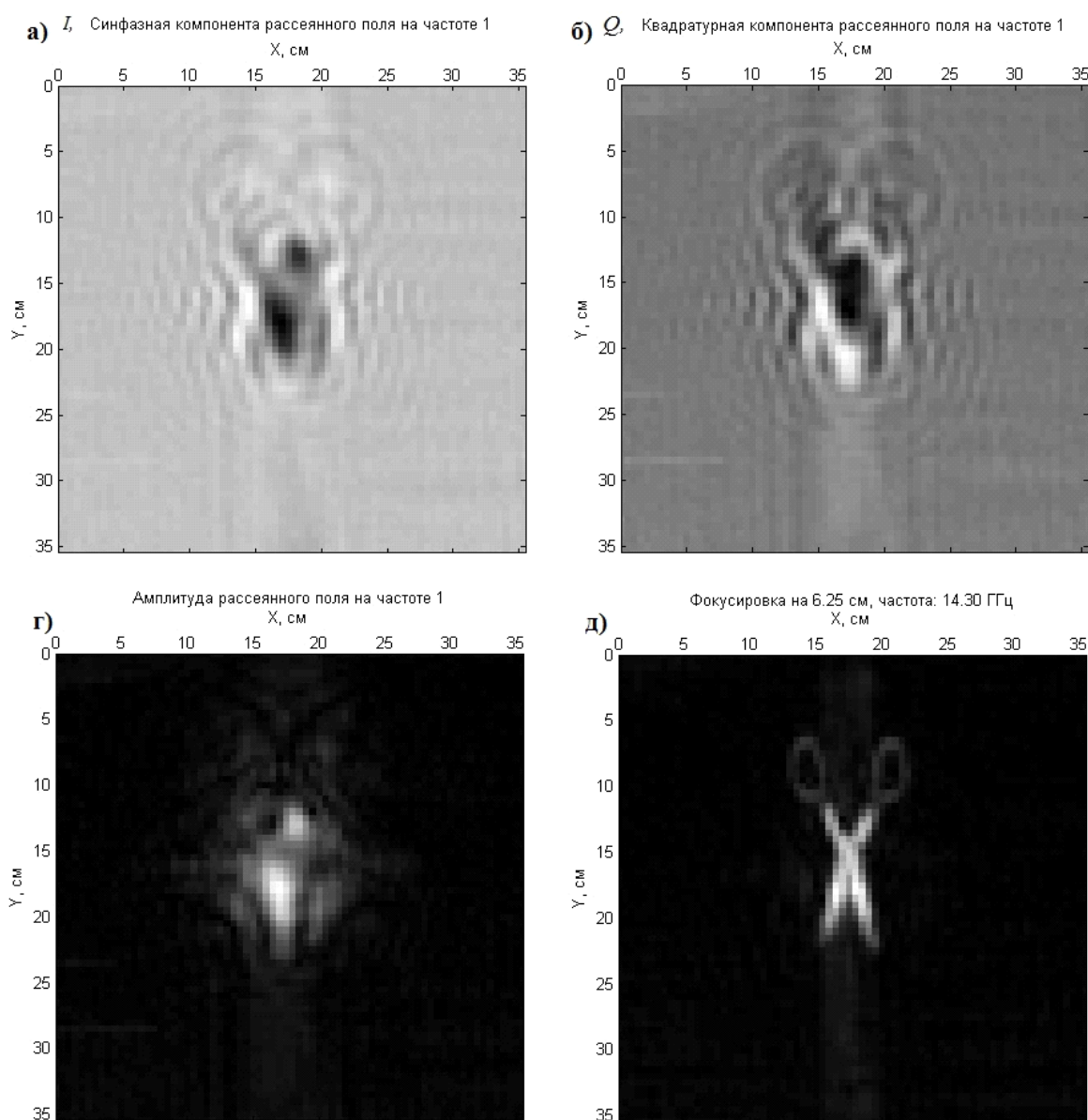


Рис. 2 Полученные изображения: а) I — синфазная компонента б) Q — квадратурная компонента в) амплитуда г) сфокусированное изображение

Далее для сравнения изображений, полученных одночастотным и многочастотным методами, был проведён эксперимент по получению изображения пистолета, расположенного на теле человека.

На изображении, полученном одночастотным методом, рис. 3, видны и близкие и дальние детали объекта, так как глубина резкости велика. Мы видим как пистолет, так и черты лица человека, мы не можем выделить чёткое изображение пистолета.

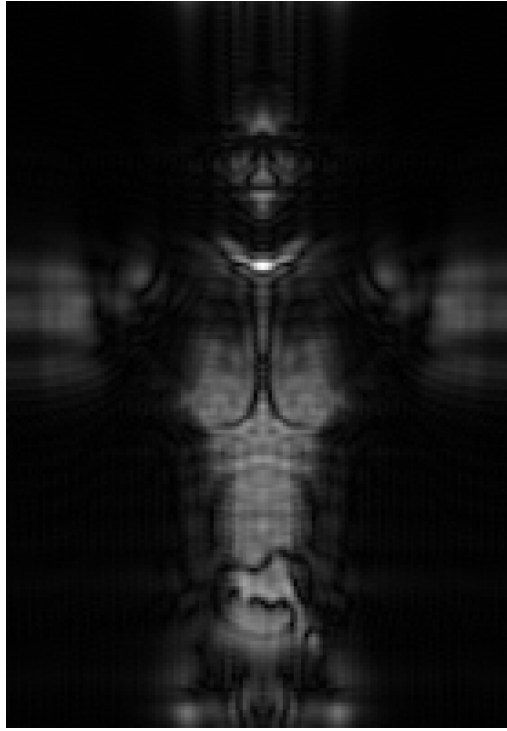
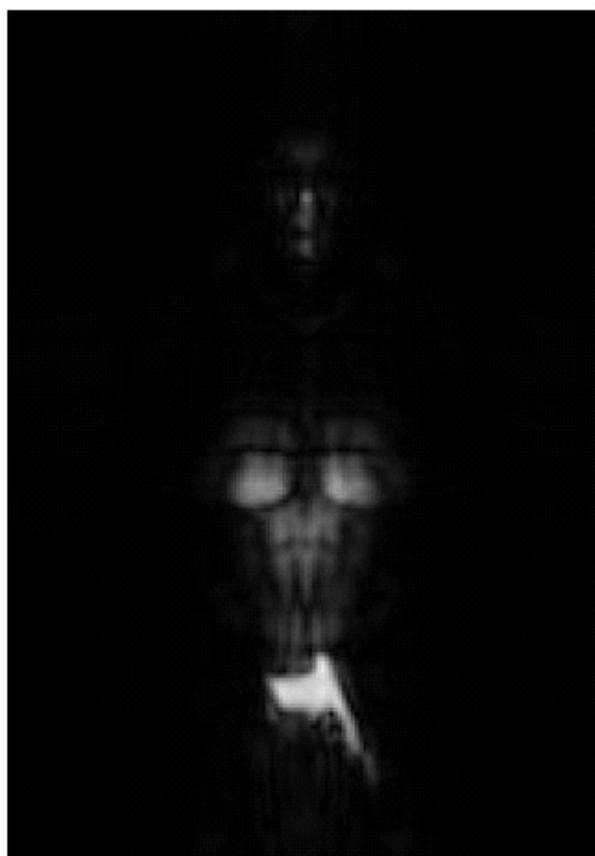
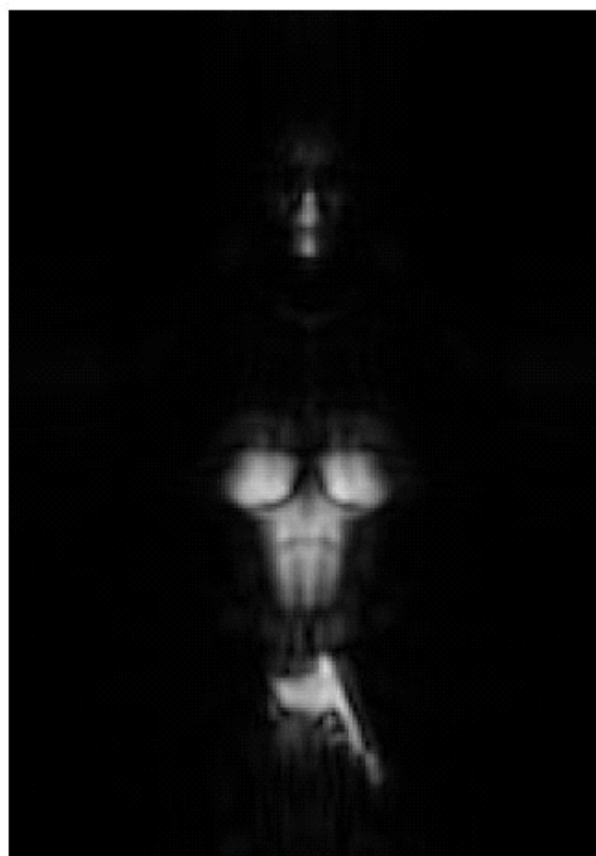


Рис. 3 Результат восстановления одночастотной (14.7 ГГц) голограммы

На изображениях, полученных с использованием полосы частот от 15 до 20 ГГц, рис. 4 а), б), контуры пистолета хорошо различимы, так как глубина резкости мала. На рис. 4 а) восстановление изображения проводилось при расстоянии до объекта $z = 70$ см, на рис. 4 б) — при $z = 70,4$ см.



а) 70 см



б) 70,4 см

Рис. 4 Результат восстановления многочастотной (10–15 ГГц) голограммы
для разных глубин