

УДК 519.2:537.226;534.538

*И.С. ФЕДЯНИН, И.Ю. КУЗЬМЕНКО, С.Э. ШИПИЛОВ, В.П. ЯКУБОВ*

### РАДИОВИДЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕШЕТКИ МИКРОВОЛНОВЫХ ДОПЛЕРОВСКИХ ДАТЧИКОВ<sup>1</sup>

Приводятся результаты экспериментальных исследований проникающей и разрешающей способностей излучения микроволновых доплеровских датчиков, работающих на частоте 24 ГГц.

**Ключевые слова:** радиовидение, микроволновая томография, доплеровские датчики.

В качестве базового элемента приемо-передающей антенной решётки можно использовать микроволновые доплеровские датчики, работающие на частоте 24 ГГц. На основе данных элементов авторами ведется разработка ручного радиоволнового сканера для поиска скрытых объектов под одеждой или в ручной клади человека в местах большого скопления людей [1]. Для подтверждения применимости датчиков необходимо провести исследование проникающей и разрешающей способностей их радиоволнового излучения.

Для исследования проникающей способности радиоизлучения датчиков антенной решётки была собрана установка, состоящая из подвижной площадки и размещённого на ней приёмопередающего доплеровского датчика (рис. 1). Движение площадки обеспечивалось электроприводом.

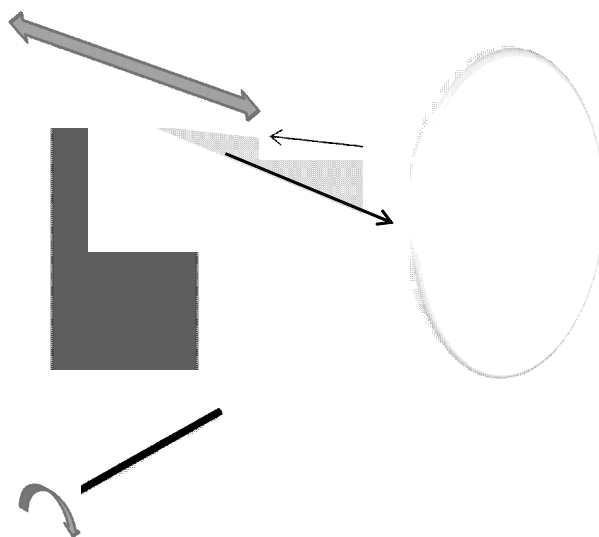


Рис. 1. Установка для измерения проникающей способности радиоизлучения датчиков

На рис. 2, *а* показаны фрагменты сигналов, полученные в результате возвратно-поступательного движения датчика. Металлическая пластина полностью отражает радиоизлучение датчика. С учетом двукратного ослабления излучения слоем материала, выражение для коэффициента прохождения излучения датчика будет иметь вид

$$W = \sqrt{\frac{\max(Z_m)}{\max(Z_{Me})}},$$

где  $\max(Z_m)$  и  $\max(Z_{Me})$  – максимальные значения амплитуды аналитического сигнала исследуемого материала и металлической пластины соответственно.

На рис. 2, *б* показаны значения коэффициентов прохождения радиоизлучения для материалов, из которых чаще всего изготавливается ручная кладь и которые встречаются на теле человека. Эти материалы обычно не обладают частотной дисперсией, т.е. их электрофизические свойства (диэлектрическая проницаемость и проводимость) в радиодиапазоне не зависят от частоты. Кроме того, эти среды обладают малой отражающей и малой поглощающей способностью.

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке ФЦП в рамках мероприятия 1.1 (ГК № 14.740.11.0076).

Таким образом, на частоте 24 ГГц коэффициент прохождения (передачи) имеет значение не менее  $W = 0,7$ . Можно сделать вывод, что в обычных условиях одежда не является серьезной преградой для выбранной частоты 24 ГГц.

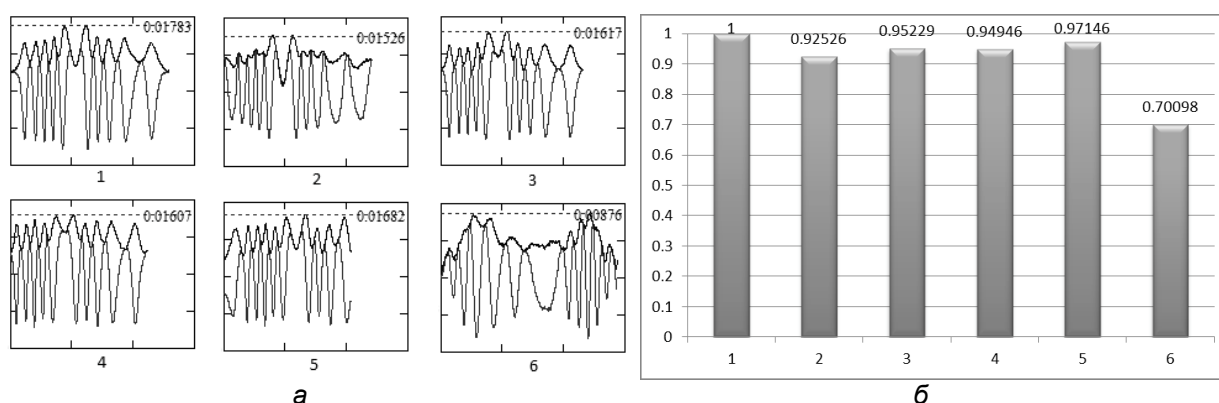


Рис. 2. Фрагменты сигналов с огибающими амплитудами аналитических сигналов (а) и коэффициент прохождения исследуемых материалов (б): 1 – свободное пространство, 2 – фанера толщиной 0,5 см, 3 – ткань из микрофибры, 4 – пенопласт толщиной 2,5 см, 5 – поролон 2 см, 6 – книга толщиной 2,7 см

С помощью высокоточного инкрементного энкодера была собрана установка для оценки разрешающей способности доплеровского датчика. Пока датчик перемещался над исследуемым объектом (линейкой), данные регистрировались АЦП. После применения алгоритма фокусировки [1] было получено его одномерное радиоизображение (рис. 3) – реакция датчиков на края металлической линейки. Из рис. 3 видно, что разрешающая способность датчиков антенной решеткой, по уровню  $-3$  дБ, составила 1 см, т.е. порядка длины волны используемого излучения.

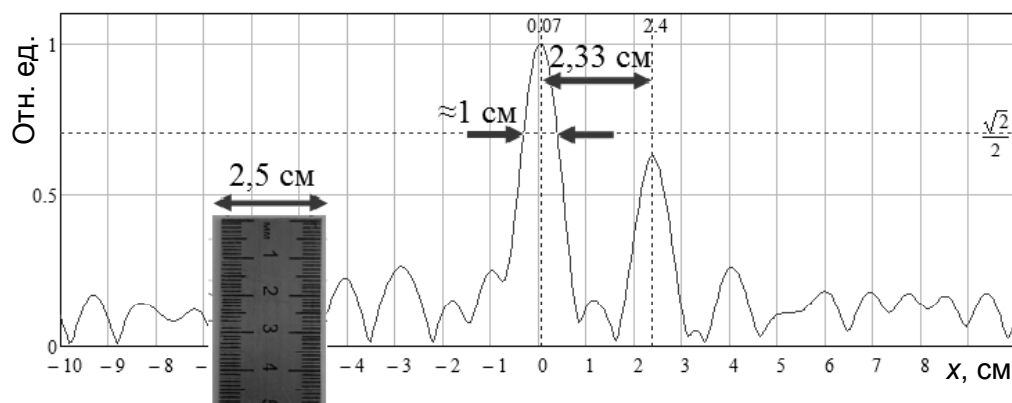


Рис. 3. Радиоизображения исследуемого объекта

Проведенное исследование показало, что влияние материалов одежды и багажа на коэффициент прохождения радиоизлучения на частоте 24 ГГц незначительно. С помощью применённого алгоритма обработки сигнала можно различать объекты с характерными размерами до 1 см. Это означает практическую применимость выбранных датчиков для поиска и визуализации объектов, скрытых под одеждой или в багаже человека.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якубов В.П., Склярчик К.Г., Пинчук Р.В. и др. // Изв. вузов. Физика. – 2008. – Т. 51. – № 10. – С. 63–79.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия  
E-mail: shipilov@webmail.tsu.ru

Поступила в редакцию 20.07.12.

Федянин Иван Сергеевич, аспирант;  
Кузьменко Иван Юрьевич, аспирант;  
Шипилов Сергей Эдуардович, к.ф.-м.н., доцент;  
Якубов Владимир Петрович, д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой.