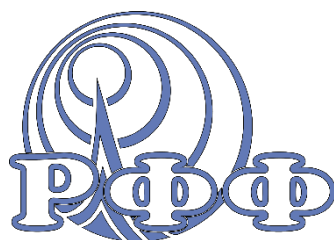




Национальный
исследовательский

**Томский
государственный
университет**



Радиофизический факультет



9-я Международная научно-практическая конференция
Актуальные проблемы радиофизики
АПР-2021

Сборник трудов конференции

при поддержке:



20-22 октября 2021 года
г. Томск

Радиоволновая томография фантома молочной железы

Васин Василий Витальевич

Шитлов Сергей Эдуардович, Еремеев Александр Иванович, Завьялова Ксения Владимировна
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
E-mail: north_vasya@mail.ru

Количество заболеваний в мире, связанные с раком молочной железы, растёт. Поэтому актуальна задача разработки методов раннего обнаружения малых по размерам раковых опухолей, при котором лечение наиболее эффективное. В работе рассматривается радиоволновой метод обнаружения раковых опухолей молочной железы. Данный метод апробирован на фантоме молочной железы. Размер и местоположение опухоли определяется по трёхмерному радиоизображению, построенному на основе метода дифракционных гипербола.

На кафедре радиофизики НИ ТГУ создан фантом молочной железы [1], состоящий из элементов, сходных по электрофизическим характеристикам с опухолью, жировой и железистой тканями, а также кожей. В фантоме находится две полости. Одна полость позволяет разместить фантом опухоли в жировой ткани, а вторая полость на границе жировой и железистой ткани. На рисунке 1 представлены этапы изготовления фантома.



(а)



(б)

Рис. 1 – Фантом молочной железы и полости для размещения цилиндров с опухолями, железистая ткань представлена в виде чёрных вставок (а), фантом заполнен веществом, имитирующим жировую ткань (б)

В качестве эталонных значений ϵ жировой ткани, кожи и железы использовались данные из статей [2, 3], в которых описывались результаты экспериментов по измерению биологических тканей человека. В таблице приведены полученные в данном исследовании значения ϵ материалов на основе смеси полиуретана и графита, и значения из статей [2, 3].

Таблица 1. Значения ϵ' частей фантома

	Компонент фантома на 4 ГГц	Биологическая ткань
Жировая ткань	4.5	5
Кожа	30	37
Железистая ткань	48	51
Опухоль	74	68

Из таблицы видно, что полученные искусственные материалы близки по своим электрофизическим характеристикам к свойствам реальных тканей. Это позволяет обеспечить проверку предложенного метода построения радиоизображения в условиях, приближенных к условиям работы с реальными пациентами.

Разработанный фантом женской груди использовался для проверки алгоритмов расчета радиоизображения. Многорукурное зондирование обеспечивалось с помощью сферического сканера. Для зондирования использовалась специальная сверхширокополосная (СШП) радарная система, состоящая из векторного рефлектометра, СШП антенны и механического сканера, обеспечивающего сканирования по полусфере (рис. 2).

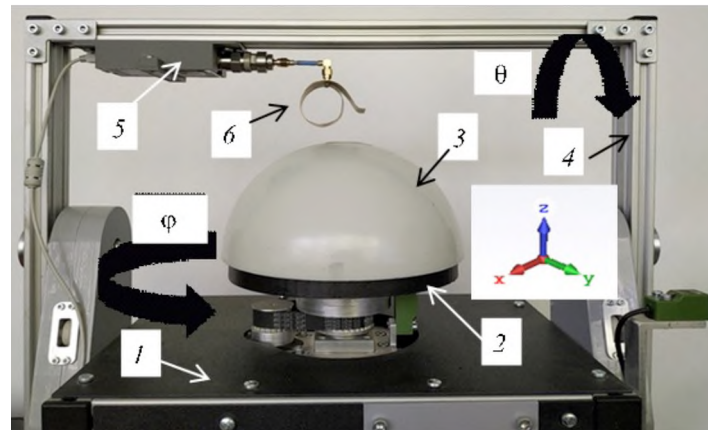


Рис. 2 – Полусферический сканер. 1 – корпус сканера; 2 – поворотная платформа; 3 – объект исследования; 4 – поворотная рамка; 5 – векторный рефлектометр SABAN-R140; 6 – антенна

Расчёт радиоизображения, представленного на рисунке 3, проводился методом дифракционных гиперболических волн [4]. Для расчета применялся новый алгоритм [5], позволяющий получать 3D радиоизображение в два раза быстрее, по сравнению со стандартным подходом при незначительной потере качества.

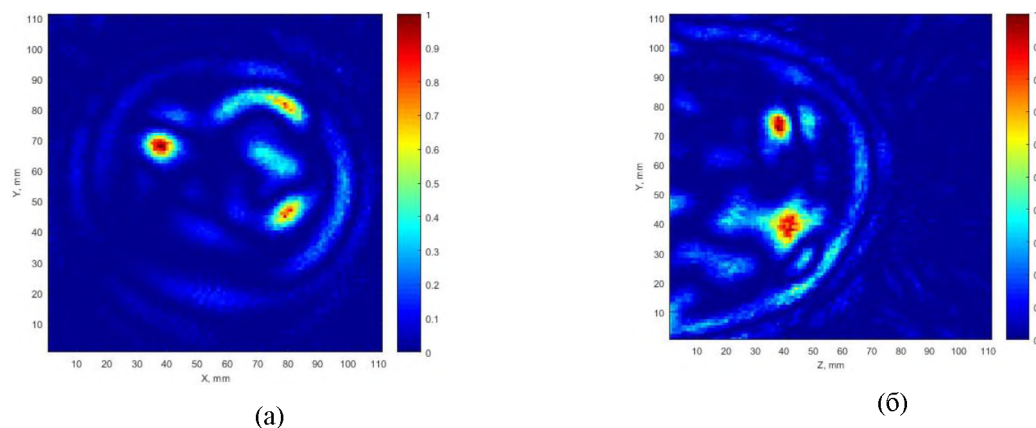


Рис. 3 – Радиоизображения неоднородностей в коронарной плоскости (а) и сагиттальной плоскости (б)

Список публикаций:

- [1] Shipilov S., Ereemeev A., Yakubov V., Fedyanin I., Satarov R., Zavyalova K., Shipilova S., Balzovsky E. Use of multi-angle ultra-wide band microwave sounding for high resolution breast imaging. *Medical Physics*. 2020. T. 47. № 10. С. 5147-5157.
- [2] Lazebnik M, Popovic D, McCartney L, et al. A large-scale study of the ultrawideband microwave dielectric properties of normal, benign and malignant breast tissues obtained from cancer surgeries. *Phys Med Biol*. 2007; 52: 6093–6115.
- [3] Lazebnik M, McCartney L, Popovic D, et al. A large-scale study of the ultrawideband microwave dielectric properties of normal breast tissue obtained from reduction surgeries. *Phys Med Biol*. 2007; 52:2637–2656.
- [4] Еремеев А.И., Васильева М.А., Шипилов С.Э., Васин Василий. Обнаружение неоднородностей в биологических тканях с помощью радиоволновой томографии // *SibTest – 2019. Сборник тезисов докладов V Международной конференции по инновациям в неразрушающем контроле*, 26-28 июня 2019 г. Томск: Изд-во ТПУ, 2019. С. 97.
- [5] В. В. Васин, И. С. Федянин, А. И. Еремеев. Ускорение расчета радиоизображения на основе метода дифракционных гиперболических волн // *Труды семнадцатой Всероссийской конференции студенческих научно-исследовательских инкубаторов*, г. Томск, 11–15 мая 2020 г. Томск, 2020. С. 25-28.