

Материал, в научно-популярной форме иллюстрирующий основные результаты проекта №19-07-00259 «Исследование методов восстановления радиоголограмм в различных приложениях технологии радиовидения», полученные в 2020 году

Радиовидение — метод интроскопии, позволяющий с помощью радиоволн визуально изучать внутреннее строение объектов, непрозрачных в оптическом диапазоне волн и наблюдать объекты, находящиеся в оптически непрозрачной среде. Результатом исследования с использованием технологии радиовидения является видимое изображение объекта, скрытого за непрозрачной в оптическом диапазоне преградой (либо изображение внутренней структуры объекта). Данное изображение строится путем восстановления рассеянного объектом электромагнитного поля (называемого радиоголограммой), зарегистрированного с помощью некоторой радиосистемы. Для решения этой обратной задачи существует целый ряд методов, но в большинстве случаев каждый исследователь (коллектив исследователей) использует для решения конкретной задачи только один метод, выбранный либо по совету коллег, либо по результатам анализа литературы.

На прошлом (первом) этапе выполнения проекта были выбраны и программно реализованы следующие методы: метод обратного распространения (МОП), метод обратных проекций (МОП), метод Гаусса–Ньютона (МГН). На данном этапе проекта был дополнительно разработан нейросетевой (НС) метод восстановления радиоголограмм, который на данных математического моделирования продемонстрировал способность получать радиоизображений с лучшим разрешением, чем первые три метода.

На рис. 1 и 2 приведены результаты сравнения нейросетевого метода с МОП для различных объектов, радиоголограммы которых были получены методом математического моделирования.

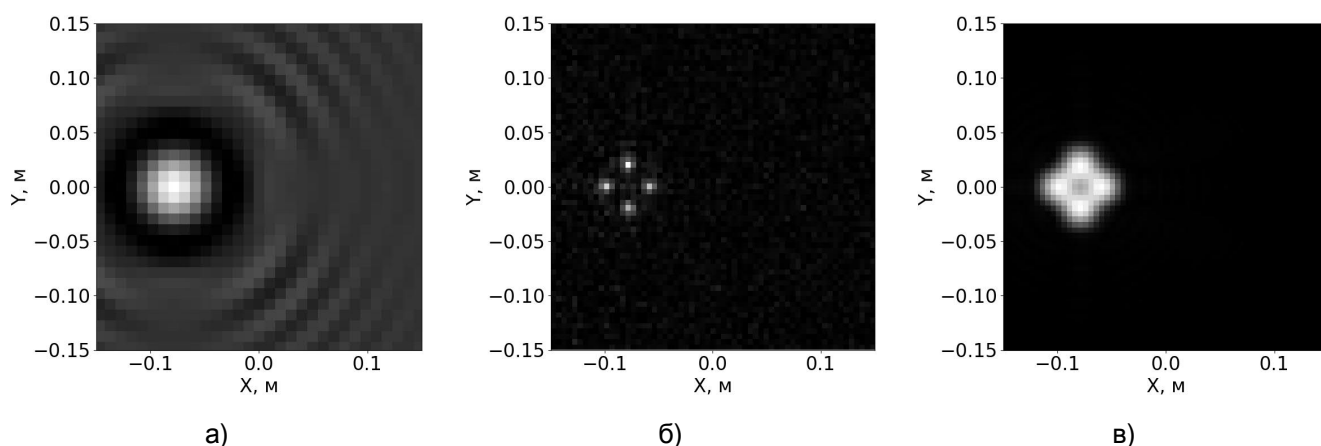


Рис. 1. Результаты тестирования на одиночных рассеивателях: а) радиоголограмма; б) результат НС; в) результат МОП

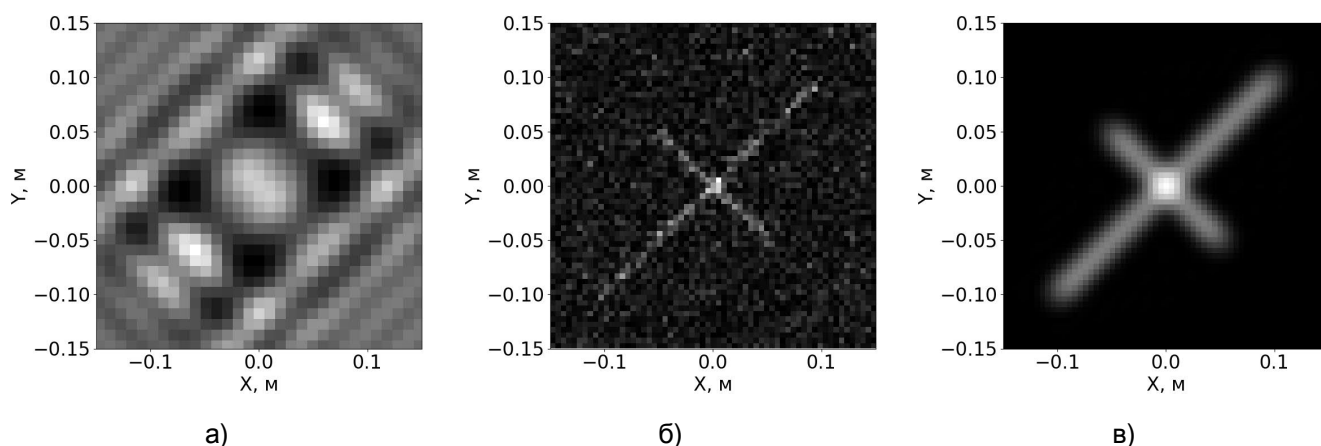
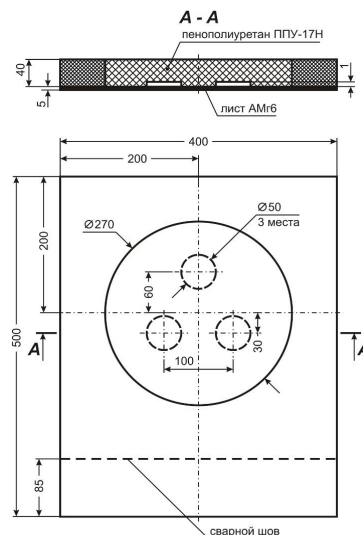


Рис. 2. Результаты тестирования на линейных объектах: а) радиоголограмма; б) результат НС; в) результат МОП

Три разработанных на прошлом этапе метода (нейросетевого метод в сравнении не участвовал) сравнивались на различных экспериментальных данных, в том числе на образцах теплозащитных покрытий. Один из образцов имел размеры 400 на 500 мм и представлял собой слой пено-

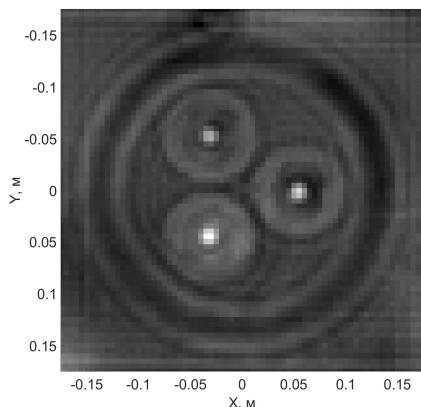
полиуретана ППУ-17Н толщиной 40 мм, наклеенный на лист алюминиево-магниевого сплава АМг6 толщиной 5 мм. На внутренней стороне слоя ППУ-17Н имелись три полости $\varnothing 50$ мм и высотой 1 мм (рис. 3).



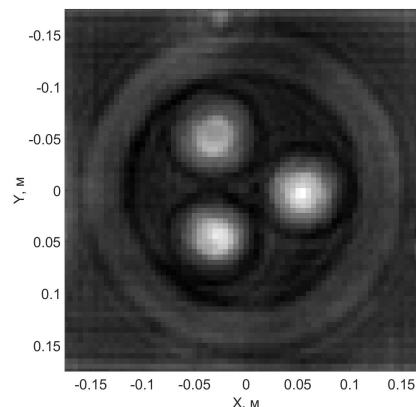
а)

б)

Рис. 3. Образец: а) фотография; б) чертёж



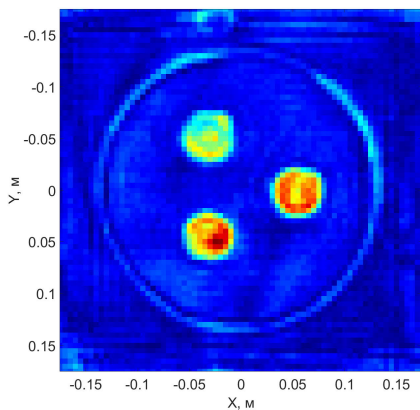
а)



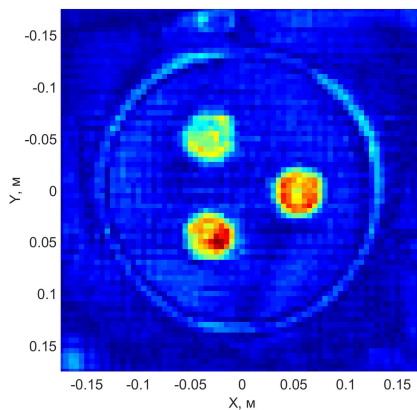
б)

Рис. 4. Зарегистрированная на частоте 26.2 ГГц радиоголограмма: а) синфазная компонента; б) квадратурная компонента

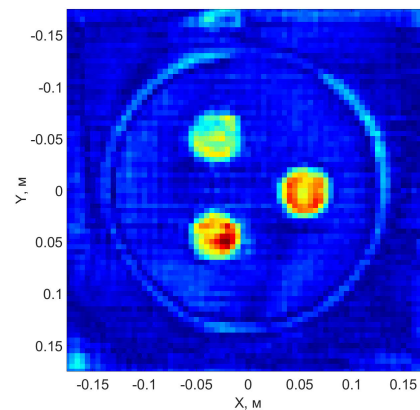
Результаты восстановления радиоголограммы тремя методами приведены на рис. 5. Вместе с полученными радиоизображениями в подрисуночной подписи указано значение меры качества радиоизображения Q (которая тем меньше, чем выше качество радиоизображения) для каждого метода. Все методы показали близкие результаты.



а)



б)



в)

Рис. 5. Результаты восстановления радиоголограммы разными методами: а) МОР, $Q = 660$; б) МОР, $Q = 628$; в) МГН, $Q = 653$