

**Пассивное радиовидение в миллиметровом диапазоне**  
**Павлов Роман Александрович, Котов Александр Викторович**  
*студент, студент*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. физический факультет,  
Москва, Россия*

*E-mail: jawa@land.ru*

**Введение**

Пассивное радиовидение в миллиметровом диапазоне становится исключительно популярным из-за открывшихся возможностей для создания компактных бортовых средств всепогодного видения для слепой посадки летательных аппаратов, аппаратуры обзора прибрежных акваторий, видения объектов, скрытых непрозрачным для оптических излучений камуфляжем. Миллиметровые волны (ММВ) наиболее приемлемы для применений в радиовидении. Они являются самыми короткими из радиоволн, свободно пропускаемых атмосферой, обеспечивая вместе с тем максимальное разрешение среди устройств всепогодного радиовидения. В отличие от видимых и инфракрасных излучений миллиметровые волны легко проникают сквозь гидрометеоры и аэрозоли – дымку, туман, снег, дождь, пылевые облака, дымовые завесы и т.п. В сравнении с активными (радарными) устройствами, радиометрические системы являются намного более экономичными, скрытными (недоступными для обнаружения) в пассивном режиме, без излучения и портативными. Пассивное радиовидение – это методика измерения собственного электромагнитного излучения физических объектов.

Однако имеется два принципиальных недостатка ММВ видео устройств: малое по сравнению с оптическими системами пространственное разрешение и невысокое быстродействие. Второй недостаток преодолевается с применением решеток сенсоров, позволяющих ускорять процесс сканирования, что особенно актуально при съёмке тепловых сцен в реальном масштабе времени. Для улучшения же пространственного разрешения, напротив, необходимо преодолеть принципиальный предел – рэлеевский порог разрешения. Поскольку возможности увеличения диаметра приемных антенн радиооптических систем всегда весьма ограничены, повышение разрешения может быть достигнуто только математической обработкой полученных радиоизображений, т.е. с использованием режима сверхрэлеевского разрешения, называемого сверхразрешением.

Наиболее понятным прототипом системы радиовидения является человеческий глаз, подобно которому устройство радиовидения должно иметь радиооптическую линзу (или параболическое зеркало) в качестве аналога хрусталику и решетку сенсоров (аналог сетчатки), расположенную в фокальной плоскости. При этом наиболее близкие к оптическим возможностям глаза разрешение и угол зрения получаются в случае излучающей в миллиметровом диапазоне тепловой сцены, которая регистрируется системой радиовидения с 1-м апертурой антенны и решеткой с 10-ю тысячами радиометрических каналов при постоянной времени радиометров порядка 0.1с. В настоящее время макеты такого рода систем уже созданы: в ближайшем будущем они появятся на борту аэрокосмических аппаратов [1-3] и в составе наземных установок всепогодного (включая ночное) видения, обнаружения несанкционированно спрятанных под одеждой предметов, например, оружия в аэропортах [4-6].

В работе рассматриваются вопросы уменьшения времени сканирования, повышения разрешающей способности, в том числе методами сверхразрешения, совершенствования процесса получения и обработки информации. Описывается установка системы радиовидения миллиметрового диапазона, на которой в настоящий момент проводятся измерения, приводятся экспериментально полученные данные.

## Литература

1. R. M. Smith, B. M. Sundstrom, B. W. Belcher, "ROSCAM: a 95-GHz radiometric one-second camera," *Proc.SPIE*, Vol. 3378, pp. 2-13, 1998.
2. L. Yujiri, H. H. Agravante, S. Fornaca, B. I. Hauss, R. L. Johnson, R. T. Kuroda, B. H. Quon, A. W. Rowe, T. K. Samec, M. Shoucri, K. E. Yokoyama, "Passive millimeter-wave video camera," *Proc.SPIE*, Vol.3378, pp.14-19, 1998.
3. R. N. Anderton, R. Appleby, J. R. Borrill, D. G. Gleed, S. Price, N. A. Salmon, G. N. Sinclair, "Real-time passive millimeter-wave imaging," *Proc.SPIE*, Vol.3378, pp.27-33, 1998.
4. N. C. Currie, F. J. Demma, D. D. Ferris, Jr., B. R. Kwasowsky, R. W. McMillan, and M. C. Wicks, "Infrared and Millimeter-Wave Sensors for Military Special Operations and Law Enforcement Applications," *International Journal of Infrared & Millimeter Waves*, Vol. 17, No. 7, pp.1117-1138, July 1996.
5. J. C. Wiltse, "History of millimeter and submillimeter waves," *IEEE Trans.*, Vol. MMT-32, pp.1118-1127, 1984.
6. M. C. McKinley, D. D. Eden, "Oversampled passive millimeter-wave images with application to superresolution," *Proc.SPIE*, Vol.3378, pp.102-113, 1998.
7. Yu. A. Pirogov, V. V. Gladun, I. V. Shlemin, S. P. Chzhen, D. A. Tischenko, A. L. Timanovskiy, A. V. Lebedev. "Super-resolution and coherent phenomena in multi-sensor systems of millimeter-wave radio imaging". *Proc. SPIE*, v.5077, 2003 (in printing).
8. Yu. A. Pirogov, V.V. Gladun, S.F.Chzhen , D.A. Tischenko, A.L. Timanovskiy. "Radio Thermal Images of Natural Objects in 8-mm and 3-mm Ranges". *Proc.SPIE*, Vol.3703, 2002 (in printing).