

Восстановление двумерного распределения радиояркости методом Тихонова по измерениям с известной формой диаграммы направленности

Гайкович К.П., Жилин А.В.

*Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ),
Нижний Новгород*

Актуальной проблемой измерений теплового излучения в радиоастрономии и в задачах дистанционного зондирования естественных сред является определение истинного распределения яркостной температуры по измеренному распределению антенной температуры, которое представляет собой двумерную свертку истинного распределения радиояркости с диаграммой направленности антенной системы. При этом происходит заглаживание (замывание) реальной картины теплового излучения. Если известна форма диаграммы направленности (обычно имеется возможность измерить ее с довольно высокой точностью), то можно сформулировать обратную задачу восстановления радиояркости по данным измерений за порогом дифракционного предела разрешения.

Эта задача сводится к решению некорректного интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода типа двумерной свертки, которое, как известно, является некорректным, то есть неустойчивым к сколь угодно малым погрешностям измерений. Для решения этого уравнения необходимо привлекать дополнительную (априорную) информацию о точном решении. Специфика этой информации и определяет различные методы регуляризации. Известны подходы к решению сформулированной задачи, основанные на статистических свойствах точного решения (оптимальная фильтрация по Винеру), на сглаживании, на выборе сетки дискретизации, во многих работах рассматривалась более простая одномерная задача. В данной работе рассматриваются возможности применения метода обобщенной невязки Тихонова [1], где используется весьма общая информация о квадратичной суммируемости искомой функции и ее производной. Связь между антенной и яркостной температурами в общем виде представляется в виде двумерной свертки

$$T_a(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} K(x-s, y-t) T_j(s, t) ds dt \quad (1)$$

где ядро $K(w, W)$ - диаграмма направленности антенны, $T_a(x, y)$ - антенная температура, $T_j(s, t)$ - яркостная температура (искомое распределение). Точность восстановления в некорректных задачах определяется из результатов численного моделирования.

Разработанный метод позволил восстановить исходные распределения. Представлены результаты как при реализуемом уровне ошибок, так и сходимости к точному решению при стремлении ошибки к нулю.

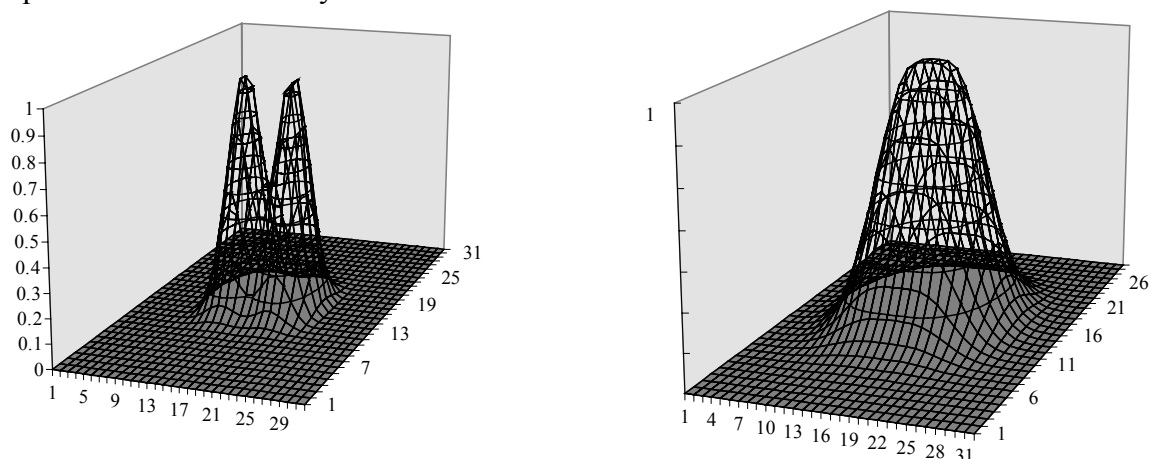


Рис. 1. Исходное (моделируемое) распределение яркостной температуры (слева) и соответствующее распределение антенной температуры (справа).

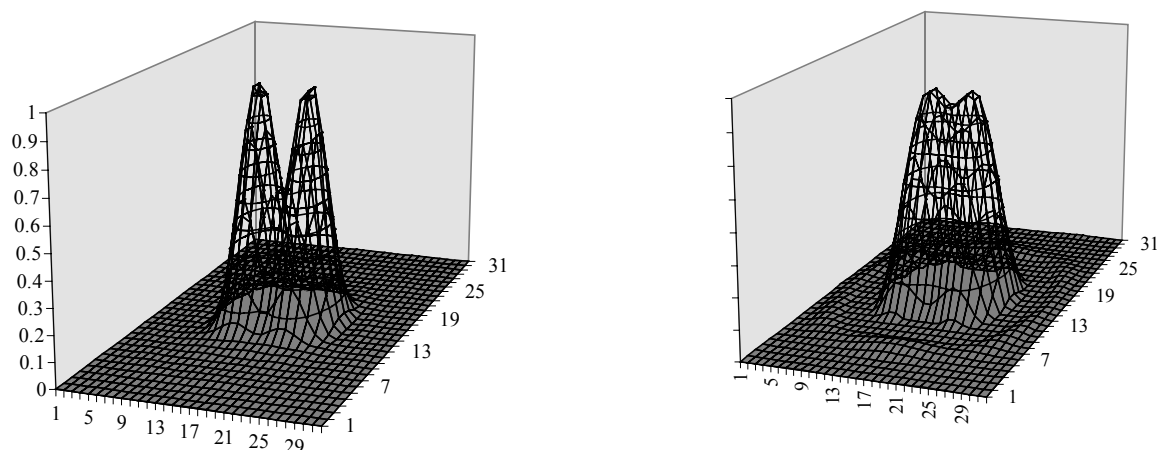


Рис.2. Восстановленное распределение яркостной температуры при точности измерений 0,01 % (слева) и при точности измерений 0,1 % (справа).

Метод применяется для восстановления двумерного распределения радиояркостности по данным вертолетных радиометрических измерений [2] восходящего теплового излучения.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки России, грант N 95-0-8.1-71.

Литература

1. Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация. М: Наука, 1983, 200 с.

2. Гайкович К.П., Снопик Л.М., Троицкий А.В. Вертолетные радиометрические измерения тонкого озерного льда и нефтяной пленки на озерах и грунте. 1995, Изв.вузов. Радиофизика, **38**, 1105-1117.