

# ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ БЛИЖНЕПОЛЬНОЙ РАДИОТЕРМОМЕТРИИ

К.П.Гайкович, А.Н.Резник

*Научно-исследовательский радиофизический институт,  
ул. Б.Печерская, 25, Нижний Новгород, 603600  
Институт физики микроструктур РАН,  
ГСП-105, Н.Новгород, 603600*

Из результатов развитой в последнее время теории [1] следует, что квазистационарная компонента поля, существующая вблизи поверхности сплошной среды формируется в среде иначе, чем обычно измеряемое уходящее волновое поле теплового радиоизлучения. В частности, соотношение волновой и квазистационарной компонент в принимаемом излучении зависит как от расстояния приемной антенны до поверхности, так и от ее размеров. При этом эффективная толщина слоя, в котором формируется принимаемое излучение уменьшается от своего обычного значения, равного величине скин-слоя для волновой компоненты, до произвольно малого. Предлагается использовать квазистационарное поле как новый источник информации о глубинном распределении температуры на основе измерений зависимости яркостной температуры излучения от расстояния антенны до поверхности или от ее размера. Яркостная температура для заданного распределения поля по апертуре при ближнеполюсных измерениях связана с профилем температуры  $T(z)$  в полупространстве  $z \leq 0$  линейным интегральным уравнением Фредгольма 1-го рода [2]:

$$T_b(h, D) = \int_{-\infty}^0 T(z) K(h, D, z) dz, \quad (1)$$

ядро которого зависит от высоты приемной антенны над поверхностью излучающей среды  $h$  и от эффективного размера ее апертуры  $D$ . Таким образом, предлагаемая методика восстановления профиля температуры из решения (1) по данным одноволновых ближнеполюсных измерений является альтернативой решению задачи по данным многоволновых измерений в волновой зоне [3].

Для того, чтобы вклад квазистационарной компоненты в излучение, принимаемое в ближней зоне, был достаточно существенным по сравнению с волновой компонентой, необходимо применять антенны с размером апертуры, малым по сравнению с длиной волны излучения. Однако такие антенны (относящиеся к классу электрически-малых), изготовленные из обычных металлических проводящих материалов обладают низким коэффициентом полезного действия (КПД). Резкое падение КПД обусловлено возрастанием омических потерь в согласующих цепях при уменьшении электрического размера. Его снижение приводит к резкому ухудшению чувствительности

радиометрической системы к температуре исследуемой среды, поскольку измеряемая радиометром эффективная температура будет в этом случае определяться главным образом температурой материала антенны. В [4] показано, что эффективность электрически малых антенн может быть существенно повышена, если проводящие элементы излучателя и согласующего тракта изготовить из высокотемпературного сверхпроводящего (ВТСП) материала. За счет низких омических потерь в ВТСП (для ДМ диапазона волн на 3-4 порядка меньше чем у меди) КПД таких антенн может быть близок к 100% вплоть до электрических размеров 0,1-0,05 от длины волны. Таким образом, существуют основные необходимые условия для реализации предлагаемого метода как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.

На рис.1 представлены результаты численного моделирования восстановления профиля температуры в биологической среде методом Тихонова (сплошные линии - исходный профиль  $T(z)$  и соответствующая зависимость  $T_b(h)$ , крестики - "данные измерений", пунктир- восстановление).

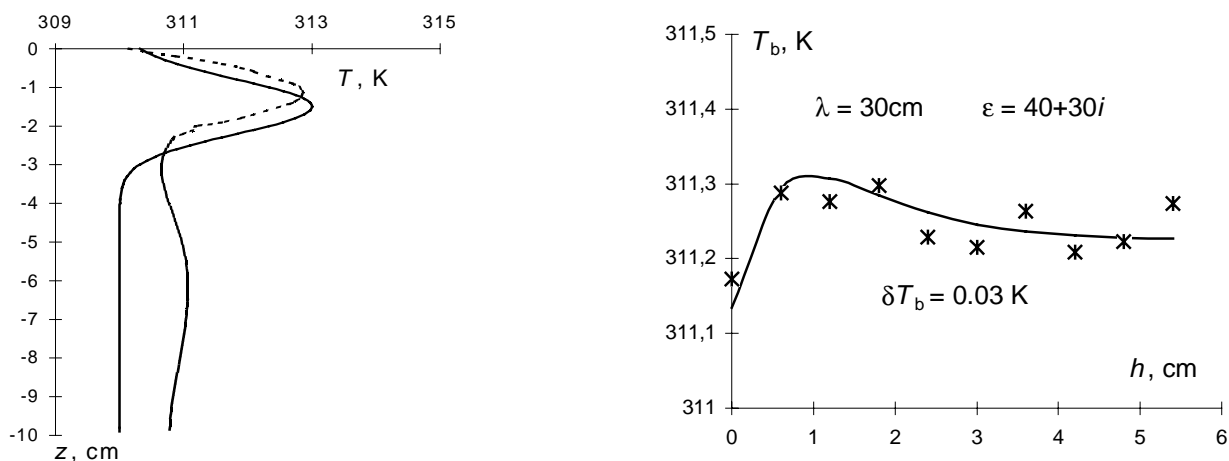


Рис.1.

Исследования выполнены по программе проекта РФФИ № 99-02-18031.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резник А.Н. Квазистационарное поле теплового излучения в теории контактной радиотермометрии. Изв вузов. Радиофизика, 1991, №5, с.512-518.
2. Gaikovich K.P., Reznik A.N. Near-field subsurface radiothermometry. 8 -th International Conf. "Microwave and Telecommunication Technology" (Crimea, Ukraine, September 14-17, 1998, Sevastopol), Sevastopol: Veber Co., Conference Proceedings, v.2, pp.629-630.
3. Гайкович К.П., Сумин М.И., Троицкий Р.В. Определение глубинного профиля температуры методом многочастотной радиотермографии в медицинских приложениях. Изв. ВУЗов. Радиофизика, 1988, т.31, № 9, с. 1104-1112.

4. Klimov A.Y., Krasilnik Z.F., Reznik A.N. et al. Miniature HTSC antenna for microwave band. *Supercond.: phys., chem., techn*, 1993, v.6, N11-12, p.2150-2159.