

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

МЕЖДУВЕДОМСТВЕННЫЙ
ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ АН СССР
ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОБЛЕМЕ
«РАСПРОСТРАНЕНИЕ
РАДИОВОЛН»

РАДИОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Труды VII Всесоюзного совещания

Суздаль, 21—24 октября 1986 г.

Под редакцией
д-ра физ.-мат. наук Г. Г. ЩУКИНА,
канд. физ.-мат. наук С. Б. ГАШИНОЙ



ЛЕНИНГРАД
ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1989

УДК 551.501.8:621.396.96

В сборнике представлены доклады VII Всесоюзного совещания по радиометеорологии, которое состоялось в Суздале 21—24 октября 1986 г.

Освещены основные результаты исследований метеорологического применения радиолокации и радиолокационных комплексов в научной и оперативной работе. Показаны возможности использования радиофизических методов в исследованиях облаков и в работах по активным воздействиям. Рассматриваются метеорологические аспекты распространения радиоволн и рассеяние их гидрометеорами. Обсуждаются лазерные, акустические и радиоакустические методы измерения параметров атмосферы.

The publication presents the papers of the VII AH-Union Conference on Radiometeorology which was held in Suzdal on 21 to 24 October 1986.

The Conference covered the basic results of studies in the field of meteorological application of radiolocation and radar systems in research and operational practice, showed the possibilities of using radiophysical methods in studies of clouds and weather modification, examined meteorological aspects of the propagation of radio waves and their scattering by hydrometeors, discussed laser, acoustic and radioacoustic techniques for measuring atmospheric parameters.

1805040400-161
P—————22-89(1)

069(02)-89

ISBN 5—286—00344—3

© Главная геофизическая обсерватория
им. А. И. Воейкова (ГГО), 1989

ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СВЧ-РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

К. П. Гайкович, М. И. Сумин

Развитие методов пассивного СВЧ-зондирования пограничного слоя атмосферы, в котором наблюдается большая изменчивость и резкие градиенты метеопараметров, особенно актуально для решения задач, связанных с прогнозом распространения радиоволн. Высотные профили температуры и влажности восстанавливаются по результатам наземных измерений яркостных температур соответственно в линии кислорода 5 мм и в линиях водяного пара 1,64 и 13,5 мм. Хорошо известно, что для решения этой некорректной задачи необходимо привлекать достаточную априорную информацию, которая определяется конкретной физической спецификой задачи.

Постановка и решение обратных задач для пограничного слоя существенно отличается от аналогичных задач для всех слоев атмосферы. Значения частоты для измерений следует выбирать уже не на склонах линий поглощения, а вблизи резонансных значений, причем линия 1,35 см в рассматриваемом случае практически неинформативна. Диапазон возможных яркостных температур значительно сужается и составляет не более нескольких градусов. В данном случае неприменимы статистические методы решения, поскольку трудно выделить представительный ансамбль из-за большой изменчивости пограничного слоя.

Методической основой для решения задач дистанционного зондирования пограничного слоя может быть подход к решению некорректных задач, развитый школой А. Н. Тихонова [3]. Этот подход связан с использованием априорной информации о таких свойствах точного решения, как монотонность, ограниченность, выпуклость, гладкость и т. п. Конкурентоспособность такого подхода

по сравнению со статистическими методами была показана нами, например, в работе [1]. Первые результаты, показавшие возможность восстановления особенностей профиля температуры в пограничном слое по результатам измерения яркостных температур в резонансе 5 мм, представлены в работе [2]. Для решения обратной задачи применяется разработанный алгоритм, основанный на методе регуляризации в форме обобщенного принципа невязки [3] с использованием априорной информации о гладкости и ограни-

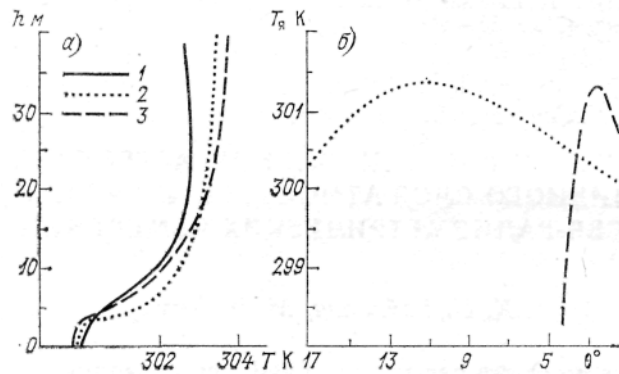


Рис. 1. Результаты восстановления профиля температуры $T(h)$ по данным измерения яркостной температуры $T_{Я}$ (а) и зависимости $T_{Я}$ от угла места θ (б), соответствующие профилю (1).

1 — исходный профиль; 2 — частота измерения 58,5 ГГц; 3 — частота 183 ГГц; моделируемая погрешность измерений при восстановлении составляла $\delta T_{Я} = 0,2$ К.

ченности снизу (или сверху) точного решения. Выполнено численное моделирование восстановления профилей по расчетным значениям яркостных температур, при этом учитывалась случайная погрешность с различным уровнем дисперсии. Моделирование позволило установить информативные спектральные и угловые диапазоны измерений для частотной и угломестной схем зондирования, требования к точности измерений. Лучшие результаты получены для угломестной схемы измерений на частоте 58,5 ГГц в интервале углов $1 \dots 5^\circ$. На рис. 1 представлен пример восстановления профиля температуры с инверсией, максимум которой находится на высоте 15 м.

Выполнено исследование возможностей восстановления профилей влажности по результатам измерений в линии 1,64 мм. Установлено, что даже при максимально возможном перепаде температур в зондируемом слое вариации профиля влажности при фиксированном приземном значении приводят к изменениям яркостных температур, не превышающим 0,1 К. С учетом того обстоятельства, что вклад неопределенности, с которой известен профиль температуры, в погрешность интерпретации измерений вряд

ли может быть менее 0,1 К, можно сделать вывод, что пассивное СВЧ-зондирование влажности в слое 0—100 м неперспективно.

Вместе с тем, слабое влияние стратификации влажности на яркостные температуры в резонансе 183 ГГц открывает возможность использования этой линии для восстановления профиля температуры. Исследования показали, что эта линия имеет даже преимущества по сравнению с линией 5 мм, поскольку более сильное поглощение расширяет информативный диапазон углов измерений и увеличивает разрешающую способность на малых высотах. Отметим, что при угломестном зондировании на частоте 183 ГГц легче обеспечить высокую разрешающую способность по углу места по сравнению с измерениями на 60 ГГц. На рис. 1 представлены также результаты восстановления того же профиля температуры по измерениям на частоте 183 ГГц (угломестная схема) вместе с соответствующей зависимостью яркостной температуры от угла места.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко Н. А., Гайкович К. П., Сумин М. И. Метод определения профилей температуры атмосферы по наблюдениям астрономической рефракции звезд.—ДАН СССР, 1986, т. 290, № 6.

2. Гайкович К. П., Сумин М. И. О пассивном зондировании пограничного слоя атмосферы в миллиметровом диапазоне.— В кн.: II Всесоюзная школа-симпозиум по распространению миллиметровых и субмиллиметровых волн в атмосфере. Фрунзе: Илим, 1986.

3. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач.— М.: Наука, 1979.