

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАДИОТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРЫ С БОРТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Пашинов Е.В., Стерлядкин В.В., Кузьмин А.В., Шарков Е. А.

Введение



- Водяной пар является основным источником скрытого тепла при зарождении и интенсификации атмосферных катастроф, например, тропических циклонов. При этом особенности высотного профиля водяного пара играют основную роль. [Шарков и др., 2012].
- Очевидно, что оперативный глобальный мониторинг распределения водяного пара может быть осуществлён только с помощью дистанционного зондирования с борта космических аппаратов.
- Инструменты, позволяющие получать профиль влажности атмосферы различными методами: MHS, AMSU-B, SAPHIR(183ГГц, разрешение ~2 км); AIRS (ИК 0,41-15,4 µm, разрешение 1-1,5 км); ROSA (GPS радиозатменный, разрешение 0,5 км)

Цели и задачи работы



- Разработать метод определения профилей влажности атмосферы при помощи пассивных микроволновых спутниковых измерений.
- •Дать рекомендации по выбору характеристик спутниковой радиометрической аппаратуры.



Моделирование излучательных свойств Системы океан-атмосфера (прямая задача) $Ta_{F} = [1 - R_{F}(\theta)] \times Ts \times \exp(-\tau_{F0} \times sec\theta) + Tab_{F} + R_{F}(\theta) \times Tab_{F} \times \exp(-\tau_{F0} \times sec\theta),$ rac $T_{nvF} = \int_{0}^{\infty} T(h) \times \gamma_{F}(h) \times sec\theta \times \exp[-\int_{h}^{\infty} \alpha_{F}(h') \times sec\theta dh'] dh$ - восходящее излучение атмосферы;

Тяв_F =
$$\int_0^{\infty} T(h) \times \gamma_F(h) \times \sec\theta \times \exp\left[-\int_h^0 \alpha_F(h') \times \sec\theta dh'\right] dh$$
.

нисходящее излучение атмосферы;

 $\alpha_F(h) = \gamma_{F \text{ эти}}(h) + \alpha_{F \text{ обя}}(h) \times f(h)$ - погонное ослабление атмосферы;

 $\gamma_F(h) = \gamma_{F_{\text{атм}}}(h) + \gamma_{F_{06\pi}}(h) \times f(h)$ - погонное поглощение атмосферы;

Поскольку рассеяние в микроволновом дианазоне мало, было принято $\alpha_F(h) = \gamma_F(h)$





Вклады трех составляющих в общий сигнал для модели тропической атмосферы для вертикально поляризованного излучения при угле падения 45°. Температура воздуха у поверхности – 300 К, влажность – 19,0 г/м3, давление – 1013 мб, интегральная влажность – 41,4 кг/м2 . 1-подстилающая поверхность, 2 – восходящее излучение, 3- вклад нисходящего излучения атмосферы, 4-результирующая яркостная температура.





Моделирование излучательных свойств системы океан-атмосфера вблизи липии

IKU



Чувствительность радиометрических измерений к профилю влажности



Весовые функции радиометрического сигнала на частотах: 1 – 22,235 ГГц, 2- 20ГГц

IKI

Чувствительность дифференциальных радиометрических сигналов



 $\Delta T_{g}(v_{1},v_{2}) = T_{g}(v_{2}) - T_{g}(v_{1}); \qquad \qquad W(v_{1},v_{2},h) = \frac{\partial^{2}[\Delta T_{g}(v_{1},v_{2})]}{\partial n \times \partial h}$



Оптимальные частотные каналы





Моделирование решения обратной задачи



IKN



Заключение



Прямыми расчетами показано, что радиометрические измерения в окрестности линии 183 ГГц имеют низкую чувствительность к изменению влажности в нижнем слое тропосферы (0-3км), где данные о водяном паре являются наиболее важными. Предложен новый дифференциальный метод измерения влажности в нижних слоях тропосферы на основе измерений в окрестности линии 22 ГГц. Преимущества дифференциальных измерений вблизи 22 ГГц перед аналогичными измерениями в близи 183 ГГц подтверждаются результатами компьютерного моделирования. Проведенный анализ возможностей предложенного метода является первым шагом на пути практического внедрения метода в практику. Существуют еще проблемы оптимизации метода по используемым частотам, по высотному делению на слои, планируется оптимизировать устойчивость решения к погрешностям априорным данных, используемых при решении обратной задачи Достоинством дифференциальных измерений является высокая избирательность к нижним слоям тропосферы и уменьшение влияния подстилающей поверхности, осадков и облаков на точность решения задачи.