

Тышкевич Е.М.

*Научный руководитель: д.т.н. доцент, преподаватель ФРЭС Федосеева Е.В.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
tyshkevichliza@gmail.com*

### Численный анализ радиояркой температуры атмосферы с удаленной областью дождя

Своевременное обнаружение условий возникновения опасных атмосферных явлений, например, ливневых дождей, является важной задачей систем дистанционного зондирования. Поэтому необходимо получать оперативные данные измерений, для оценки формирования таких пространственных зон в атмосфере.

Проблема достоверной оценки результатов СВЧ радиометрического зондирования атмосферы состоит в необходимости выделения вариаций выходного сигнала, обусловленных приемом радиотеплового излучения от зон формирования опасных атмосферных явлений [1-2]. Для решения этой проблемы необходимо проанализировать возможные изменения в выходном сигнале СВЧ радиометрической системы, позволяющие оценить наличие таких зон в области зондирования.

Были выполнены расчеты радиояркой температуры в трех частотных диапазонах с центральными длинами волн 1,35 см, 3,2 см и 7,5 см для двух случаев удаленных зон с интенсивностью 1 мм/час и 100 мм/час при разных удалениях зоны дождя от места базирования трехдиапазонной СВЧ радиометрической системы, для известных опубликованных данных по коэффициентам поглощения атмосферы без осадков и области дождя [1].

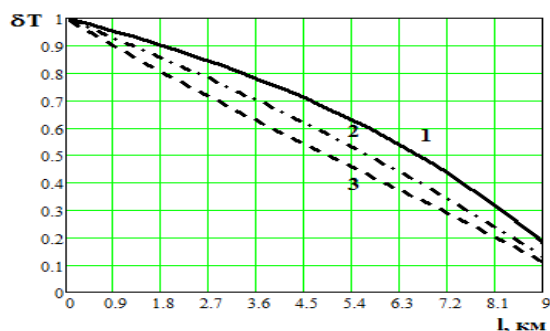
Наличие сложной зависимости радиояркой температуры атмосферы с удаленной областью дождя от его интенсивности и расстояния до области дождя в трех частотных диапазонах позволяет сделать вывод о возможности своевременного выявления приближения области дождя с оперативным отслеживанием его интенсивности по данным многочастных микроволновых радиометрических измерений.

Анализируя полученные результаты расчетов можно сказать, что наличие зависимости от частоты прироста радиояркой температуры, обусловленного наличием в области зондирования удаленной зоны дождя. Было выполнено моделирование вклада радиотеплового излучения зоны дождя в общую величину радиояркой температуры по формуле

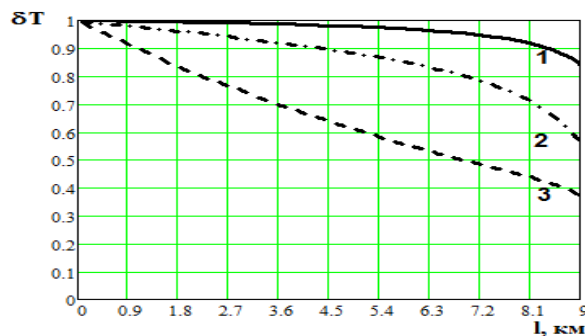
$$\delta T = \frac{\Delta T_{\text{дождя}}}{T_{\text{ярк}}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{ярк}}$  - радиояркая температура атмосферы с удаленной областью дождя;  $T_{\text{дождя}}$  - термодинамические температуры областей дождя;

Результаты моделирования вклада зоны дождя в радиояркую температуру атмосферы приведены на рисунке 1.



а)



б)

Рисунок 1 – Зависимость составляющей радиояркой температуры атмосферы, обусловленной радиотепловым излучением удаленной зоны дождя, от расстояния до этой

зоны дождя с интенсивностью 1 мм/час (а) и 100 мм/час (б) на длине волны 1,35 см (1), 3,2 см (2), 7,5см (3)

Согласно полученным данным рисунка 1 прирост радиояркой температуры атмосферы с удаленной зоной дождя уменьшается с увеличением расстояния до указанной области, но скорость этого изменения зависит от интенсивности осадков и длины волны. Следовательно скорость уменьшения вклада радиояркой температуры самая высокая для длины волны 7.5см, вследствие чего относительное влияние наличия удаленной зоны дождя в области зондирования на результаты моделирования должно быть самым сильным по сравнению с остальными рассмотренными длинами волн (1,35 см и 3,2 см).

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00378, <https://rscf.ru/project/21-19-00378/>»

### Литература

1. Радиотеплолокация в метеорологии / В.Д. Степаненко, Г.Г.Щукин, Л.П. Бобылев, С.Ю. Матросов. – Л.: Гидрометеиздат, 1987 – 283 с.
2. R. Ware, D. Cimini, P. Herzegh, F. Marzano, J. Vivekanandan, E. Westwater GROUND-BASED MICROWAVE RADIOMETER MEASUREMENTS DURING PRECIPITATION Presented at the 8th Specialst Meeting on Microwave Radiometry, 24-27 Feb 2004, Rome, Italy
3. Федосеева Е.В., Щукин Г.Г., Ростокин И.Н., Ростокина Е.А. Компенсация помех в работе СВЧ радиометрических систем // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2014. – №1(13). – С. 50 – 62
4. Ростокин И.Н., Федосеева Е.В. Вопросы построения многочастотной СВЧ радиометрической системы дистанционного зондирования облачной атмосферы с компенсацией фонового излучения // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2015. – №1(17). – С. 5 – 12.