

Корреляционная обработка результатов измерений радиотеплового излучения атмосферы в условиях выпадения осадков

А.С. Круглов

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kruglov.a2010@yandex.ru

В данной работе рассмотрены результаты корреляционной обработки измерений радиотеплового излучения атмосферы в условиях выпадения осадков с помощью трехдиапазонной СВЧ радиометрической системы.

In this paper we consider the results of correlation processing of measurements of radiothermal radiation of the atmosphere under precipitation conditions using a three-band microwave radiometric system.

Современные СВЧ радиометрические системы зондирования атмосферы позволяют наряду с другими измерительными средствами оценивать метеопараметры атмосферы и строить прогнозы изменения ее состояния [1-3]. Аналитическая взаимосвязь радиояркостной температуры, как характеристики интенсивности радиотеплового излучения атмосферы, и ее физических параметров базируется на уравнении переноса излучения [1], но в реальных условиях много случайных факторов все из которых учесть невозможно, поэтому при решении обратных задач оценки метеопараметров атмосферы приходится прибегать к методам статистического анализа, например, корреляционному и регрессионному [3].

Оценка корреляции результатов измерений радиотеплового излучения атмосферы с ее метеопараметрами производилась по значениям выходных сигналов каждого из каналов радиометрической системы и данным по интенсивности осадков, измеряемой метеостанцией [4, 5].

Оценка производилась для каждого из каналов в отдельности, а также при совместном использовании каналов. Помимо этого, были произведены расчеты коэффициента корреляции в зависимости от интенсивности осадков. Расчеты производились в программе Microsoft Excel.

В таблицах 1 – 4 представлены значения коэффициентов корреляции для каждой из частот в зависимости от интенсивности дождя и при совместном использовании каналов.

Таблица 1 - Результаты корреляционной обработки данных измерений СВЧ радиометрической системы за 2017 год без градации интенсивности дождя

Дата, 2017 год	02.07	03.07	04.07	05.07	06.07	08.07	09.07	11.07	13.07	14.07
Среднее значение интенсивности дождя, мм/час	7,5	0,9	0,3	2,1	0,3	1,2	5,7	0,3	1,2	1,2
Коэффициент корреляции интенсивности дождя и величины выходного сигнала основного измерительного канала										
3.8 ГГц	0,126	0,520	0,051	0,445	0,356	0,173	0,210	0,164	0,063	0,202
11 ГГц	0,199	0,348	0,032	0,388	0,289	0,306	0,027	0,144	0,149	0,476
22 ГГц	0,194	0,279	0,029	0,344	0,268	0,253	0,018	0,158	0,093	0,344

Таблица 2 - Результаты корреляционной обработки данных измерений СВЧ радиометрической системы за 2017 год при интенсивности дождя менее 1 мм/час

Дата, 2017 год	02.07	03.07	04.07	05.07	06.07	08.07	09.07	11.07	13.07	14.07
Среднее значение интенсивности дождя, мм/час	7,5	0,9	0,3	2,1	0,3	1,2	5,7	0,3	1,2	1,2
Коэффициент корреляции интенсивности дождя и величины выходного сигнала основного измерительного канала при интенсивности менее 1 мм/час										
3.8 ГГц	0,142	-	-	0,374	-	0,007	0,015	-	0,036	-
11 ГГц	0,160	-	-	0,269	-	0,008	0,021	-	0,310	-
22 ГГц	0,067	-	-	0,350	-	0,008	0,026	-	0,181	-

Таблица 3 - Результаты корреляционной обработки данных измерений СВЧ радиометрической системы за 2017 год при интенсивности дождя более 1 мм/час

Дата, 2017 год	02.07	03.07	04.07	05.07	06.07	08.07	09.07	11.07	13.07	14.07
Среднее значение интенсивности дождя, мм/час	7,5	0,9	0,3	2,1	0,3	1,2	5,7	0,3	1,2	1,2
Коэффициент корреляции интенсивности дождя и величины выходного сигнала основного измерительного канала при интенсивности дождя более 1 мм/час										
3.8 ГГц	0,355	-	-	0,042	-	0,191	0,224	-	0,221	-
11 ГГц	0,360	-	-	0,245	-	0,313	0,408	-	0,194	-
22 ГГц	0,309	-	-	0,598	-	0,264	0,438	-	0,318	-

Таблица 4 - Результаты корреляционной обработки данных измерений СВЧ радиометрической системы за 2017 год при выполнении компенсации влияния фоновых шумов

Дата, 2017 год	02.07	03.07	04.07	05.07	06.07	08.07	09.07	11.07	13.07	14.07
Среднее значение интенсивности дождя, мм/час	7,5	0,9	0,3	2,1	0,3	1,2	5,7	0,3	1,2	1,2
Коэффициент корреляции интенсивности дождя и величины разности выходных сигналов основного дополнительного каналов										
3.8 ГГц	0,170	0,508	0,160	0,303	0,069	0,402	0,049	0,110	0,044	0,579
11 ГГц	0,396	0,065	0,128	0,224	0,209	0,141	0,477	0,001	0,206	0,402
22 ГГц	0,303	0,010	0,103	0,174	0,207	0,140	0,379	0,040	0,124	0,430

На основании приведенных исследований можно сделать вывод о том, что корреляция результатов измерений СВЧ радиометрической системы и интенсивности осадков возрастает при выполнении компенсации фоновых шумов, т.е. по разности выходных сигналов основного и дополнительного каналов, а также при интенсивности осадков более 1мм/час.

Литература

1. Степаненко, В.Д. Радиотеплолокация в метеорологии / В.Д.Степаненко, Г.Г. Щукин, Л.П. Бобылев, С.Ю. Матросов. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 283 с.
2. Ware R.A. A multichannel radiometric profiler of temperature, humidity, and cloud liquid // Radio Science. - 2003. - 38, 4, 8079.
3. Pranab Kumar Karmakar Ground-Based Microwave Radiometry and Remote Sensing.

Methods and Applications, CRC Press 2013. Print ISBN: 978-1-4665-1631-1, eBook ISBN: 978-1-4665-1632-8.

4. 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

5. 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.