

Некоторые результаты экспериментальных исследований пассивного канала, встроенного в метеорологический радиолокатор МРЛ-5

Д. В. Дроздов, Ю. В. Рыбаков, Г. Г. Щукин

Государственное учреждение «Главная геофизическая обсерватория» им. А. И. Воейкова, 194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7, тел./факс +7(812)247-86-81. E-mail: ggschukin@mail.ru

В данной работе анализируются некоторые результаты экспериментальных исследований пассивного канала, встроенного в метеорологический радиолокатор МРЛ-5, полученные в 2009 г. Представлены экспериментальные данные по измерениям шумовых характеристик пассивного канала и исследованию его помехозащищённости.

This paper analyzes some experimental results, achieved in 2009, of passive microwave radiometric channel, integrated with weather radar, investigation. Experimental results of passive channel noise parameters measurement and noise immunity investigation are presented.

В предыдущей работе [1] докладывался возможный вариант встраивания пассивного канала в метеорологический радиолокатор МРЛ-5. В настоящем сообщении приведены экспериментальные результаты, полученные в ходе исследований в 2009 г.

1 Исследование шумовых характеристик пассивного канала

Проверка шумовых характеристик макета СВЧ-радиометра [2] проводилась по стандартной методике калибровки с использованием жидкого азота.

На первом этапе вместо облучателя антенны на вход радиометра подключалась согласованная нагрузка, последовательно находящаяся при комнатной температуре и температуре жидкого азота. Термодинамическая температура нагрузки контролировалась термпарой К-типа и записывалась параллельно с выходным сигналом радиометра.

На рис. 1 приведён график эксперимента, на котором показан выходной сигнал радиометра с согласованной нагрузкой на входе, которая последовательно охлаждалась от комнатной температуры до азотной, выдерживалась в азоте некоторое время и затем медленно прогревалась вновь до комнатной температуры, и соответствующая запись сигнала термпары. В середине «холодного» участка записи вход радиометра электронным способом переключался на приём излучения искусственного холодного источника (на эффекте «colfet»), что позволило прокалибровать данный источник в температурных единицах. В конце записи калибратор вновь включался. Определённая таким способом шумовая температура излучения калибратора составила 48 К.

Величина СКО, рассчитанная по пологим участкам характеристики, составила 0,11 К; 0,55 К и 0,22 К для измерения волноводной нагрузки при комнатной температуре, при температуре 77,4 К и для излучения калибратора.

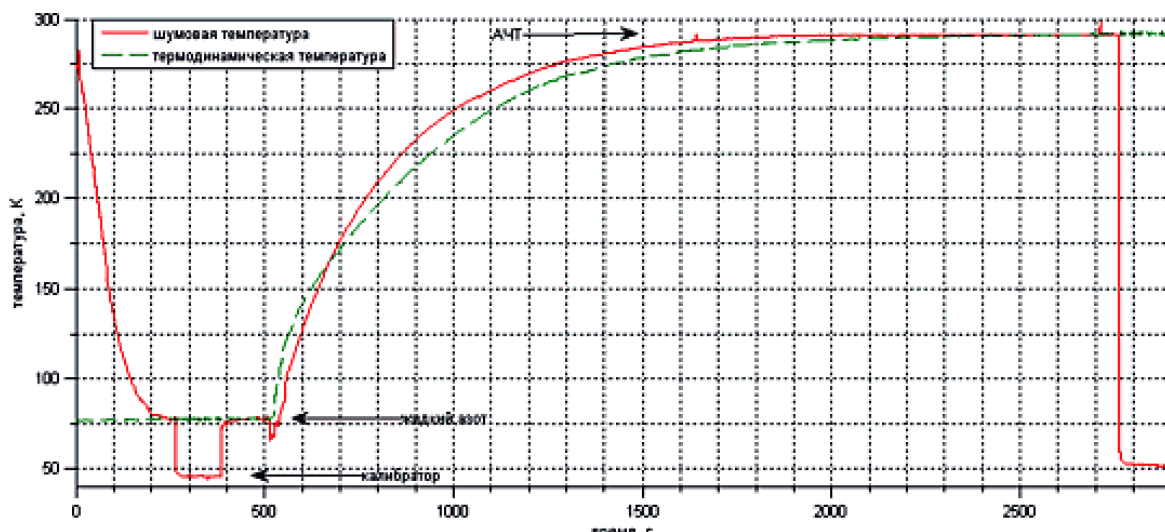


Рис. 1. Калибровка СВЧ радиометра пассивного канала по жидкому азоту

2 Исследование помехозащищённости

Электромагнитная совместимость чувствительного СВЧ-радиометра и мощного передатчика локатора, работающих в близких диапазонах неоднократно обсуждалась ранее [3]. Успешное решение этой проблемы является основным условием для реализации объединённого активно-пассивного комплекса.

На первом этапе исследований было зафиксировано присутствие значительной помехи от включения передатчика при расположении радиометра пассивного канала под антенной. Далее радиометр (рис. 2) устанавливали вплотную к штатному облучателю и выполняли угломерные разрезы атмосферы в ручном режиме при включённом и выключенном передатчике. Эти измерения с различными типами фильтров проводились как для безоблачной, так и для облачной атмосферы.



Рис. 2. Макет СВЧ радиометра пассивного канала на облучателе МРЛ-5

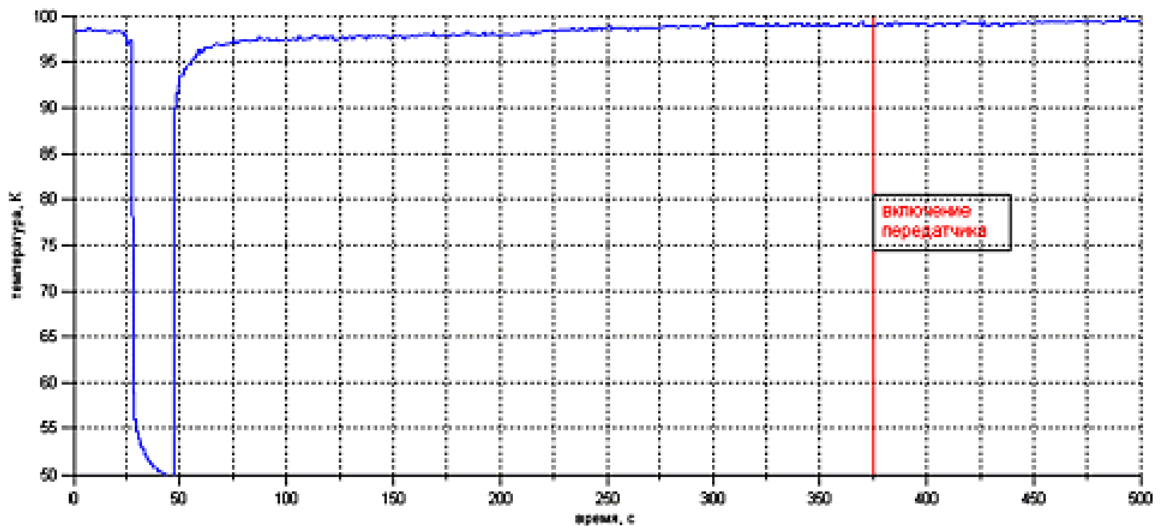


Рис. 3. Запись сигнала радиометра в момент включения передатчика МРЛ-5

Получить информацию о водозапасае облаков можно сравнивая угломестные размеры для безоблачной атмосферы с разным содержанием паров воды и облачной атмосферы.

На рис. 4 приведены типичные разрезы для безоблачной и облачной атмосферы. Следует отметить, что для всех углов места наблюдаются значительные вариации выходного сигнала, связанные с изменением влажностного содержания облаков.

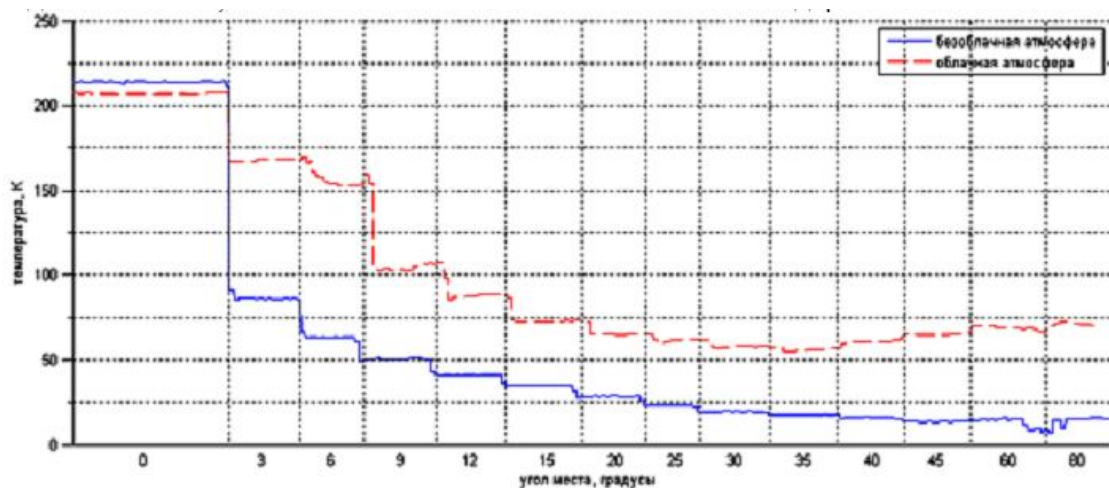


Рис. 4. Угломестный разрез облачной атмосферы в сравнении с безоблачной

3 Дистанционная калибровка

Установка радиометра пассивного в фокусе 4,5 метровой антенны и работа с одновременно включённым мощным передатчиком делает невозможным калибровку радиометра непосредственно оператором с помощью «чёрного тела» перекрывающего апертуру облучателя. Для обеспечения дистанционного режима калибровки использовалась возможность работы конвертера на двух поляризациях, переключающихся выбором напряжения питания (+13 В, +18 В) и делителя поляризаций, на одном из входов которого помещался источник низкотемпературного сигнала (калибратор), позволяющий в ходе работы как контролировать работоспособность пассивного канала, так и получить известный отсчётный уровень. На рис. 5 приведена запись с включением калибратора в начале и в конце сеанса измерений. В настоящее время исследуется схема, позволяющая получить два уровня

калибрующего сигнала T_0 и ΔT .

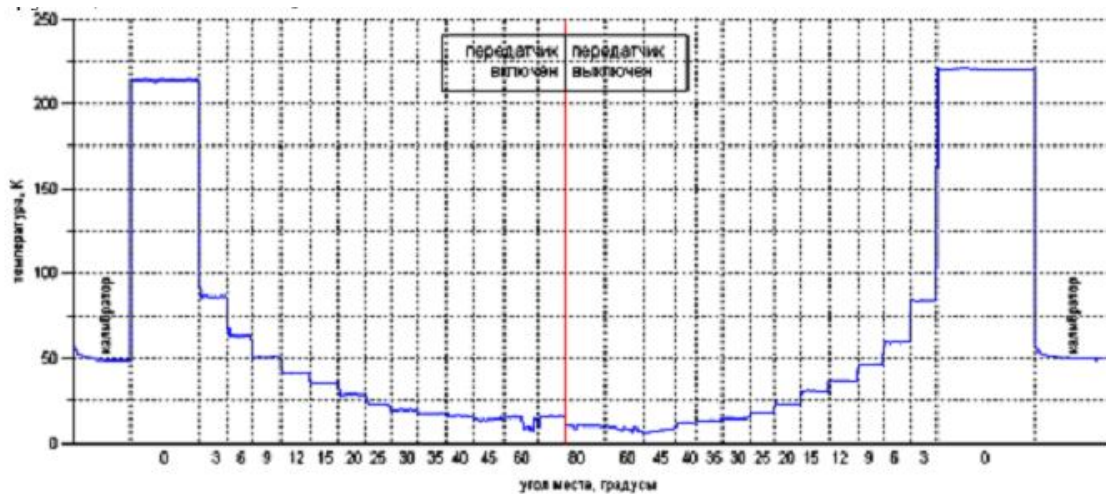


Рис. 5. Угломестный разрез атмосферы в активно-пассивном и пассивном режимах со включением калибратора в начале и в конце записи

Литература

1. Д. В. Дроздов, Ю. В. Рыбаков, Г. Г. Щукин. «СВЧ радиометрический канал пассивно-активной радиолокационной станции на базе МРЛ-5, ДМРЛ». IV Всероссийская научная школа и конференция «Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред» 30.06-3.07.2009 г., Муром.
2. Н. А. Есепкина, Д. В. Корольков, Ю. Н. Парийский. «Радиотелескопы и радиометры» под ред. Д. В. Королькова. М.: Наука, 1973. 416 с.
3. В. В. Фалин. «Радиометрические системы СВЧ». М.: Луч, 1993. 440 с.