

Рис. 1

УДК 621.391.82

Е.А.Семенов (5 курс, каф. РФ),

Ю.В.Рыбаков, к.ф.-м.н, доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
СОЗДАНИЯ «ХОЛОДНОГО»
ШУМОВОГО ИСТОЧНИКА НА
ОСНОВЕ COLFET-ЭФФЕКТА
НА БАЗЕ СЕРИЙНЫХ СВЧ-
КОМПОНЕНТОВ

Вопросы калибровки СВЧ-радиометров остается достаточно серьезной проблемой, несмотря на многолетнее использование таких устройств в системах дистанционного

зондирования подстилающей поверхности и атмосферы и радиоастрономии.

В предположении, что выходной сигнал радиометра является линейной функцией мощности принимаемого сигнала, для калибровки необходимо иметь источник сигнала с различным значениями радиояростной температуры. Для систем дистанционного зондирования атмосферы в качестве этих значений обычно выбирается $T_{ярк1} = T_0 (\approx 290 \text{ К})$ и $T_{ярк2} = T_{min}$ (ближайшее к 0 К)

Обычно за $T_{ярк2}$ берется температура согласованной нагрузки или (реже) «черного тела», находящегося в кипящем жидком азоте ($T = 77,4 \text{ К}$). Создание этой точки калибровки приводит к необходимости разработки достаточно сложного устройства, цена которого соизмерима со стоимостью самого радиометра. Поэтому возможность создания «искусственного» холодного эталона продолжает оставаться весьма актуальной задачей.

В одной из первых работ по этой тематике [1] было показано, что шумы входной цепи усилителя на полевом арсенид-галиевом (FET) транзисторе могут быть значительно уменьшены, путем введения дополнительной индуктивности истока L_s . Соответствующий холодный источник шумов получил наименование «COLFET». Такой источник позволил получить $T_{ярк2} = 50-65 \text{ К}$ и его можно использовать в качестве «холодной» точки для калибровки и как «холодную» нагрузку в модуляционном радиометре Dicke.

Но в то время использование ограничивалось возможной реализацией усилителей на FET в дециметровом диапазоне частот. В последние 10 лет диапазон усилителей на НЕМТ и МНЕМТ транзисторах достиг 20÷30 ГГц и стало возможным создание соответствующих эталонов и в высокочастотных диапазонах.

В 2007 году в НИЦ ДЗА и на кафедре радиофизики СПбГПУ были начаты работы по исследованию и созданию холодных эталонов. В связи с ограниченными технологическими возможностями, на начальном этапе было решено исследовать шумы входных цепей СВЧ-радиометров, построенных на основе серийных конверторов спутникового телевидения диапазон $f = 10,7-11,7 \text{ ГГц}$.

Основной целью исследования шумов конверторов являлось:

- 1) проверка существования COLFET-эффекта у стандартных серийных конверторов.

2) проверка возможности создания не только холодного эталона закрытого (волноводного) тракта, но и широко-угольного апертурного эталона, пригодного для калибровки всего радиометрического тракта, включая антенну.

На рис. 1 представлена схема эксперимента. Излучающая поверхность широкоугольного апертурного эталона была составлена из 8 серийных конверторов с рупорными антеннами, используемыми для приема спутникового телевизионного сигнала. Все конверторы запитывались от источника постоянного напряжения 12,6В. При этом первый каскад усилителей данных конверторов выполнен на НЕМТ транзисторе и излучает через рупор некоторый шумовой сигнал. Этот сигнал фиксировался с помощью аналогичного конвертора, являющегося частью СВЧ-радиометра. Все измерения проводились в диапазоне $f = 10.7-11.7$ ГГц. В качестве сигналов сравнения использовалось излучение «черного тела», находящегося перед апертурой приемного рупора и шумовой сигнал излучения атмосферы под углом 45° . По нашим оценкам, эти крайние уровни соответствуют яркостным температурам 300 К и 50 К. По этим значениям проводилась калибровка шкалы цифрового индикатора радиометра (≈ 3 деления/К).

На рис. 2 показаны полученные значения радиояркостных температур при различных расстояниях между апертурами передающих и приемных антенн и при сдвиге приемной антенны перпендикулярно оси.

Таким образом, проведенные эксперименты подтвердили наличие COLFET-эффекта у стандартных конверторов диапазона 10,7—11,7 ГГц и возможность на их основе низкотемпературного источника шума (как апертурного, так и волноводного источника закрытого тракта).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Robert H. Frather, David R. Williams. IEEE Transactions on microwave theory and techniques, vol. 50 №2, February 2001.

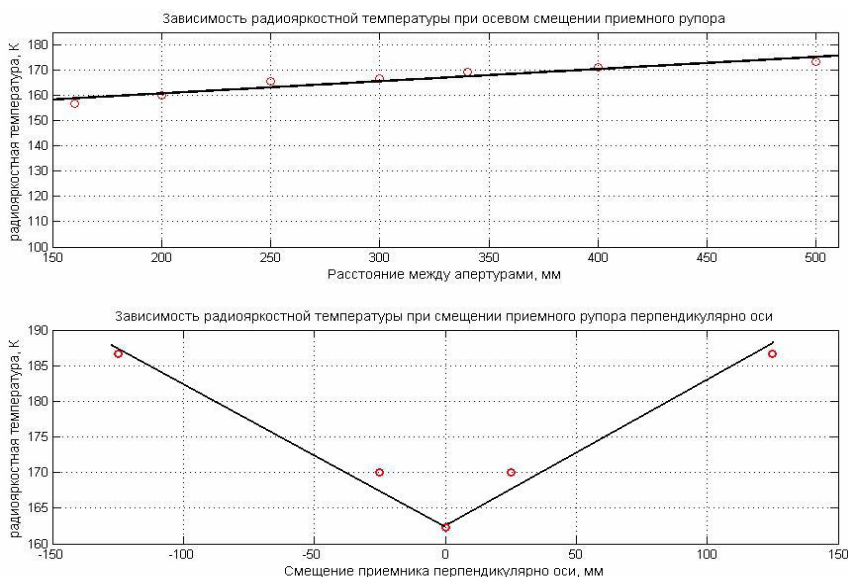


Рис. 2