

Решение задач по исключению паразитных каналов связи и смешивания сигналов РТС на входе приемника НИП при испытаниях на СК РН типа «СОЮЗ»

Д.С. Клюев¹, А.А. Кузьменко¹, А.С. Мальцев²,
Д.В. Мишин¹, С.Б. Филиппов²

¹ Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
443010, Российская Федерация, г. Самара
ул. Л. Толстого, 23

² АО «РКЦ «Прогресс»
443009, Российская Федерация, г. Самара
ул. Земеца, 18

В работе представлены методы решения задач по исключению паразитных каналов связи и смешивания сигналов радиотехнических систем на входе приемника наземных измерительных пунктов при испытаниях на СК РН типа «СОЮЗ» на космодромах ГКЦ и «Восточный». Приведены конструкции и электрические характеристики антенных насадок метрового и дециметрового диапазона частот, применяемых для подавления паразитных каналов связи. Представлена схема работы с активным ретранслятором с преобразованием частоты.

Ключевые слова: антенная насадка, ретранслятор с преобразованием частоты, мобильная башня обслуживания.

Закономерности распространения радиоволн в значительной мере определяют качественные показатели и устойчивость работы наземных радиолиний. Одной из важных задач при испытаниях радиотехнических систем (РТС) является построение надежных каналов связи, обеспечивающих устойчивый прием информации с борта изделия на наземные станции [1].

Мобильная башня обслуживания (МБО) является отличительной особенностью стартовых комплексов (СК) современных космодромов, таких как Гвианский космический центр и космодром «Восточный». Благодаря ей обеспечивается доступ рабочего персонала к ракете на различных уровнях и защита ракеты-носителя от неблагоприятных условий окружающей среды во время испытаний и подготовки к пуску.

Для обеспечения приема телеметрической информации РН наземными измерительными пунктами (НИП) при проведении испытаний на СК при нахождении РН внутри МБО необходимо использование ретрансляционного антенно-фидерного устройства (РАФУ). Однако при этом классическая схема ретрансляции сигнала (рис. 2), состоящая в общем виде из внутренней антенны-ретранслятора, находящейся в непосредственной близости от бортовых антенн РН,

наружной антенны-ретранслятора, устанавливаемого на крыше МБО и фидерной сети, соединяющей антенны-ретрансляторы, в данных условиях не применима. Многократные переотражения сигнала бортовых антенн РН, возбуждают вч-токи на внутренних металлических поверхностях МБО, а имеющиеся щели, в независимости от поляризации возбуждающих токов, формируют паразитные каналы связи посредством образовавшихся щелевых антенн, уровень сигнала которых, как это подтверждено экспериментальным путем, может быть сопоставим с энергетическим уровнем РАФУ. Поэтому НИП будет принимать сигналы телеметрической системы как от РАФУ РН, так и непосредственно от бортовых антенн РН, взаимодействие которых при разных амплитудно-фазовых соотношениях может привести к ослаблению (или увеличению) сигнала на НИП, что приводит к сбоям в приеме информации [4].

Для устранения этого явления необходимо существенно уменьшить паразитный сигнал от бортовых антенн, что достигается применением антенных насадок (рис. 3), устанавливаемых непосредственно на бортовые антенны РН.

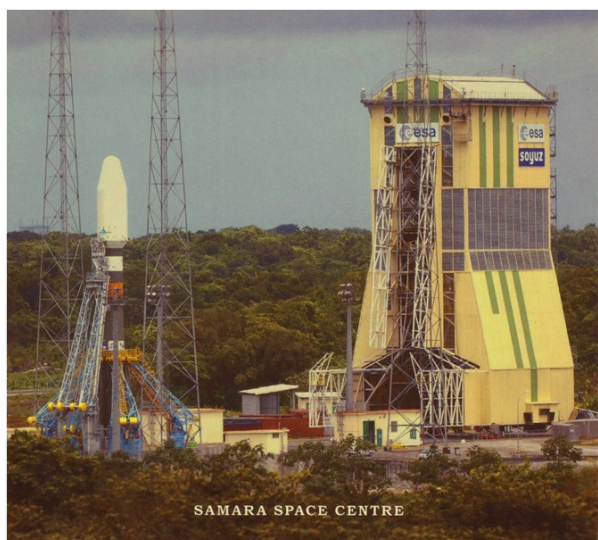
Антенные насадки (АН) применяются в качестве эквивалента свободного пространства



а)



б)



в)

Рис. 1. Мобильная башня обслуживания: а), б) космодром «Восточный»; в) Гвианский космический центр

для экранирования излучения антенн систем телеметрических измерений (или любой другой РТС) и отвода части излучаемой мощности на наземную приемную регистрирующую станцию (НПРС) или через ретрансляционное антенно-фидерное устройство (РАФУ) для качественного контроля функционирования системы совместно с АФУ [2].

Антенные насадки характеризуются тремя основными электрическими параметрами: КСВ АФУ, с установленными АН, затухание мощности в насадке, радиогерметичность. Радиогерметичность обеспечивает конструкция АН – сварной металлический корпус, покрытый с внутренней стороны радиопоглощающим материалом. Наличие настроечных элементов позволяет изменять КСВ бортового АФУ с установленными АН, и величину затухания мощности в АН, т. е. обеспечить согласованный режим работы с бортовым АФУ РН.

При такой схеме ретрансляции (рис. 4), где вместо пассивной внутренней приемной антенны используется радиогерметичная антенная насадка, уровень сигнала, излучаемый ретрансляционным антенным устройством, будет выше на 25–30 дБ уровня паразитных каналов связи, что значительно повышает качество приема информации на НИП космодромов «Гвианский космический центр» и «Восточный».

После отвода МБО передача сигнала на НИП осуществляется через штатные бортовые антенны РТС РН, при этом с учетом диаграммы направленности (ДН) и коэффициента усиления этих антенн, порядка 11 дБ, происходит отражение основного излучения от земной поверхности, и НИП получает, с одной стороны, прямой сигнал малой мощности, с другой стороны, мощные отраженные сигналы (рис. 5). Так же окружение стартовой площадки (молниеотводы, осветительные вышки, МБО) создает благоприятные условия для отражения от металлических или сетчатых поверхностях. Сочетание этих излучаемых сигналов дает приемлемый уровень мощности входного сигнала на НИП, но с неприемлемым для приемных устройств качеством этого сигнала [3].

Поскольку расчетным путем оценить степень влияния паразитных каналов на организованный канал чрезвычайно сложно, была разработана программа экспериментальных исследований с использованием рупорной антенны с коэффициентом усиления 12 дБ. При ориентации

Таблица

Характеристика АН	АН дециметрового диапазона	АН метрового диапазона
КСВ бортовой антенны, с установленной АН	1,27	1,21
КСВ антенной насадки, устанавливаемой на бортовую антенну	1,54	2,31
Ослабление уровня мощности в АН	-3,50 дБ	-0,5 дБ
Радиогерметичность АН	-27,51 дБ	-63,20 дБ

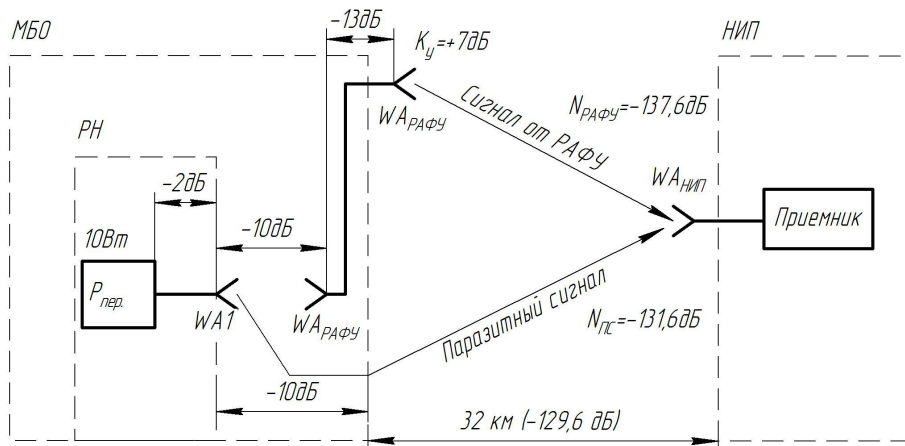


Рис. 2. Классическая схема ретрансляции сигнала

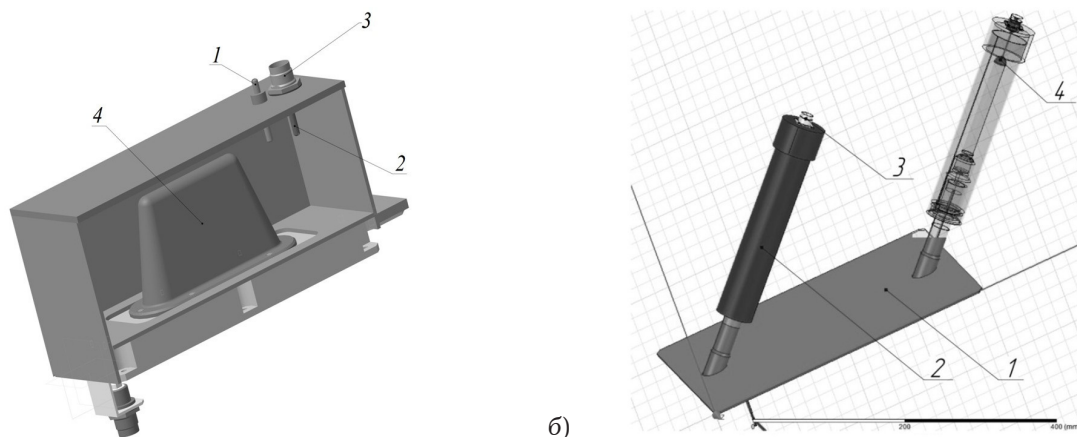


Рис. 3. а) антенная насадка дециметрового диапазона частот: 1 – настроечный элемент; 2 – элемент связи АН; 3 – ВЧ-соединитель АН; 4 – бортовая антенна РН; б) антенная насадка метрового диапазона частот: 1 – бортовая антенна РН; 2 – антенная насадка; 3 – ВЧ-соединитель антенной насадки; 4 – элемент связи антенной насадки

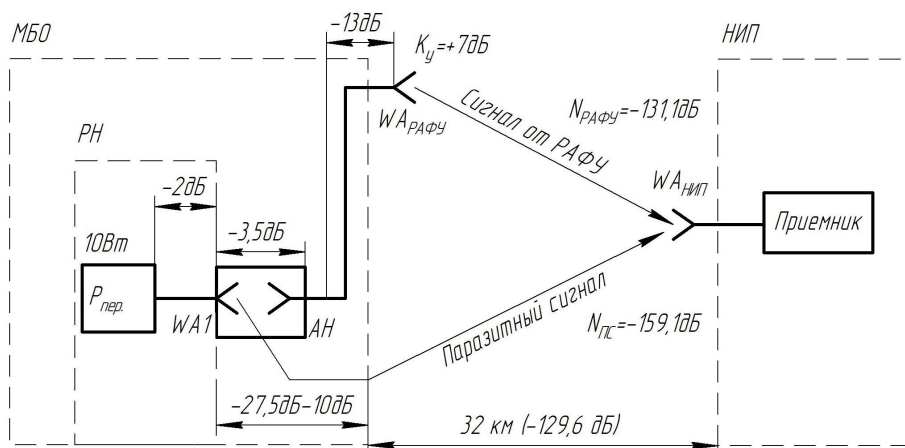


Рис. 4. Схема ретрансляции сигнала с использованием антенной насадки

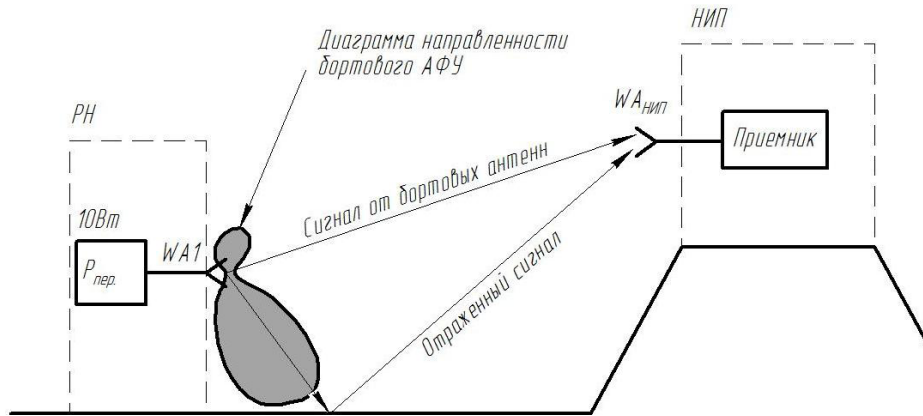


Рис. 5. Прием НИП отраженного сигнала

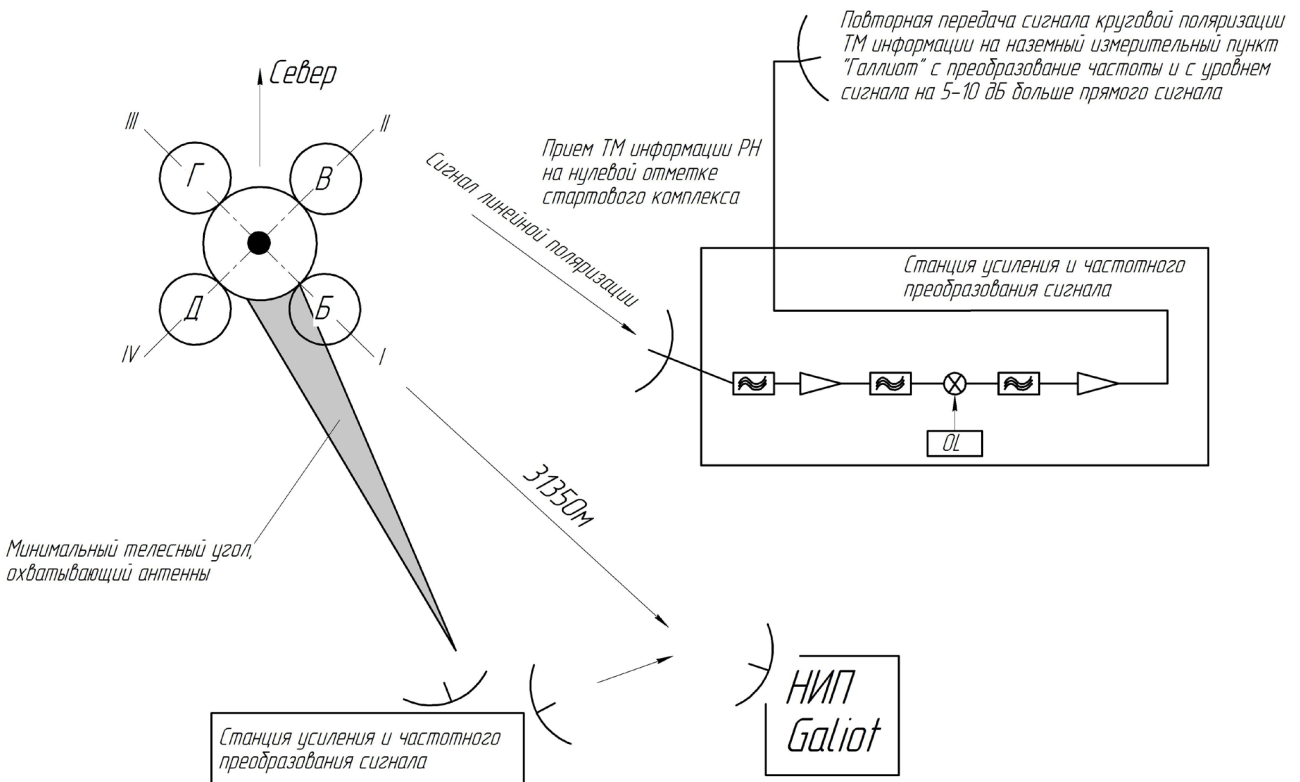


Рис. 6. Активный ретранслятор с преобразованием несущей частоты

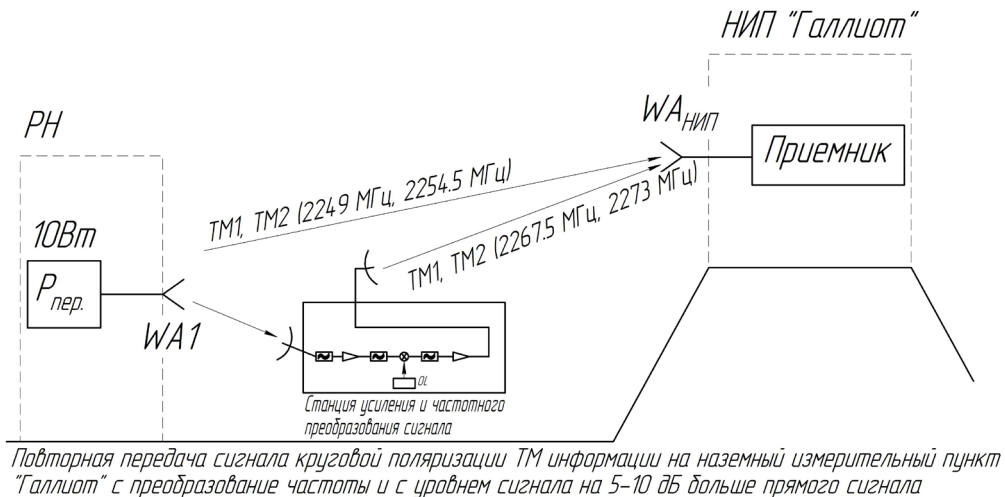


Рис. 7. Активный ретранслятор с преобразованием несущей частоты

рупорной антенны в сторону НИП отсутствует смешивание сигналов в приемных устройствах. Направляя рупор в сторону земли в вертикальной плоскости, была получена аномалия. После экспериментальных исследований был сделан вывод, что для устранения этого явления необходимо применение активного ретранслятора с преобразованием несущей частоты (рис. 6, 7).

Эффективность предложенных мер с использованием ретрансляционного антенно-фидерного устройства с радиогерметичной антенной насадкой и активного ретранслятора с преобразованием частоты была подтверждена при испытаниях РТС во время пусков с космодромов в «ГКЦ» и «Восточный» при этом был обеспечен высококачественный прием информации на НИП. Таким образом, проведенные экспериментальные и технические исследования позволили

решить проблемы передачи сигналов антенных устройств РТС РН среднего класса типа «Союз».

Список литературы

1. Неганов В.А. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 2005. С. 538–557.
2. Патент на изобретение № 2574286, РФ. Антенная насадка / В.А. Неганов [и др.], МПК Н 01 Q 1/00/ заявл. 12.11.2013.
3. Капитонов В.А., Неганов В.А., Филиппов С.Б. Проблемы ретрансляции сигналов антенных устройств ракеты-носителя «Союз-2» и блока выведения «Волга» при наземных испытаниях радиотехнических систем на стартовом комплексе космодрома «Восточный» // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2016. Т. 19. № 3. С. 101–105.
4. Barbier J. Anomalie de transmission de la tñlimesure sous portique // CNES. 2011. P. 9–10.

The solution of problems on exclusion of parasitic communication channels and mixing of RTS signals at the input of the receiver of the NPC during tests on the SC LV of the SOYUZ type

*D.S. Klyuev, A.A. Kuzmenko, A.S. Malcev,
D.V. Mishin, S.B. Philippov*

In work methods of solution of tasks of the exception of parasitic communication channels and mixing of signals of RTS are presented on the NIP receiver entrance at tests on the starting complex «Souz» rocket at the spaceports the Guiana space center and «East». Designs and electric characteristics of the antenna nozzles of meter and decimeter frequency band applied to suppression of parasitic communication channels are given. The scheme of work with the active frequency translating repeater is provided.

Keywords: antenna nozzle, frequency translating repeater, mobile tower of service.
