

Особенности работы и калибровки радиометрических супергетеродинных приемников с многочастотной накачкой

Р.В. Первушин¹, Д.А. Денисенков²

¹Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская д.23. E-mail: prv@pochta.ru

²Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского
197082, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13. E-mail: vka@mil.ru.

Рассмотрены вопросы калибровки радиометрических супергетеродинных приемников с многочастотной накачкой. Показано, что при выборе принципов калибровки измерительных систем с апертурными антеннами и работающими со сверхширокополосными сигналами необходимо на этапе изготовления осуществлять контроль сквозной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) системы. Приводятся результаты численного моделирования влияния приема сверхширокополосного сигнала измерительной системы, построенной по супергетеродинной схеме с многочастотной накачкой. Даются рекомендации по выбору методов калибровки измерительной радиометрической системы.

Ошибки измерений, проводимых при дистанционном исследовании природных сред, возникают по многим причинам. К ним, в том числе, можно отнести и ошибки калибровки измерительной аппаратуры, обусловленные изменениями параметров аппаратуры и параметров окружающей среды как в процессе измерений, так и в процессе калибровки. Поддержание заданных характеристик чаще всего осуществляется путем термостатирования аппаратуры и применения специальных реперных сигналов, которые вводятся в сигнальные тракты. Однако эти методы не позволяют контролировать параметры антенных систем. Одним из способов калибровки рассматриваемых измерительных систем, включая и антенну, заключается в использовании естественных и/или искусственных источников радиоизлучения.

Естественные источники обладают рядом недостатков – перемещение по времени и в пространстве, угловые размеры, превышающие телесный угол главного лепестка ДН антенны, наличие фоновых излучений, сравнимых с уровнем излучения калибровочного источника и т.д. В качестве искусственных источников, достаточно часто, применяются измерительные генераторы гармонических сигналов, что не позволяет в полной мере проконтролировать пространственно-избирательные свойства антенны, принимающей широкополосные и, тем более сверхширокополосные сигналы.

Особенности формирования ДН апертурных антенн при приеме указанных сигналов рассмотрены в большом количестве публикаций, но в них не учитываются особенности построения приемной аппаратуры. В пассивной радиолокации достаточно часто применяются приемники, построенные по супергетеродинной схеме, в которых прием осуществляется как по основному, так и по зеркальному каналам [1].

Выбирая многочастотную «накачку» гетеродина радиометра, можно получить улучшение параметров последнего, так как при этом прием сигнала будет осуществляться по соответствующему количеству «прямым» и «зеркальным каналам», что эквивалентно увеличению суммарной полосы пропускания по тракту ВЧ по сравнению с одноканальным, одночастотным приёмником

На практике СВЧ тракт измерительного комплекса может вносить частотные искажения в основной и зеркальный каналы, изменяя их полосы пропускания неравномерно. При увеличении числа прямых и зеркальных каналов эти искажения могут быть ещё более существенными. Анализ результатов моделирования показывает, что изменения, вызванные переходом на многочастотные режимы работы гетеродина в

супергетеродинном радиометрическом приемнике, происходят как в главном лепестке ДН, так и в ее боковых лепестках.

Таким образом, при выборе принципов калибровки измерительных систем с апертурными антеннами и работающими со сверхширокополосными сигналами необходимо на этапе изготовления осуществлять контроль сквозной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) системы. На этапе эксплуатации выбирать калибровочный сигнал, спектр которого согласован с АЧХ измерительной системы или гарантированно его превышает, и осуществлять регулярный контроль этой характеристики и спектра калибровочного сигнала.

В докладе приводятся результаты численного моделирования влияния приема сверхширокополосного сигнала измерительной системы, построенной по супергетеродинной схеме с многочастотной накачкой. Даются рекомендации по выбору методов калибровки измерительной радиометрической системы с использованием как естественных, так и искусственных (технических) источников.

Литература

1. Первушин Р.В., Булкин В.В. Режимы работ радиометрических супергетеродинных приемников с многочастотной накачкой // Естественные и технические науки, № 10 (124), 2018. - С.144-147.