

ОПТИМИЗАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ВЫХОДНОГО СИГНАЛА РАДИОПЕРЕДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

Тимофеев В.В., Пронин С.П., Зрюмов Е.А.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Проблема охраны окружающей среды – одна из важнейших проблем современности, стоящих перед человечеством. Одним из факторов антропогенного воздействия на окружающую среду является электромагнитное загрязнение. Интенсивность его влияния стремительно возрастает в связи с бурным развитием промышленности, энергетики, транспорта и связи.

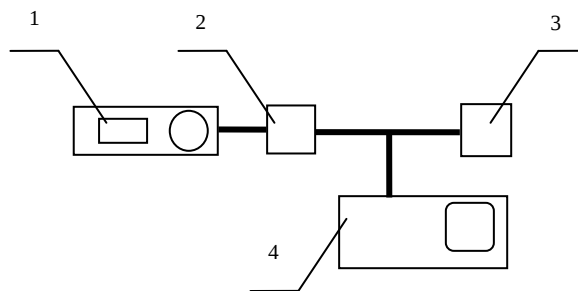
В частности, побочные излучения радиопередающей аппаратуры (РПА) ведут к снижению пропускной способности частотного ресурса, нанося прямой экономический ущерб. Таким образом, снижая внеполосные излучения РПА, мы сможем уменьшить электромагнитное загрязнение атмосферы. Ужесточение экологических и экономических требований к современной технике связи предопределяет разработку новых методик контроля её технических параметров с целью поддержания их в пределах требований нормативной документации.

Использование современных видов узкополосной модуляции выходного сигнала РПА, широко применяемых в различных отраслях связи, ставит на передний план необходимость формирования новых требований к процессу осуществления контроля качества согласования антенно-фидерных устройств (АФУ) с РПА. Их выполнение позволит в полной мере реализовывать технические возможности современных РПА и создаст условия рационального использования частотного ресурса.

Целью данного экспериментального исследования является определение степени влияния качества согласования АФУ с РПА на спектральный состав выходного сигнала, излучаемого РПА, в том числе на внеполосные излучения и их расположение по спектру, относительно полосы основного сигнала. Оценка степени существенности этого влияния представляется значимой для формирования вывода о практической целесообразности учёта этого влияния на работу АФУ в процессе штатной эксплуатации РПА широкого назначения. Диапазон изменения входных параметров АФУ, при типичных внешних воздействиях на антенну, определён, исходя из

результатов ранее проведённых исследований [1].

Экспериментальная установка, созданная ранее для проведения экспериментальных исследований параметров согласования АФУ с РПА, включает в свой состав, кроме других приборов, анализатор спектра на базе спектроскопа трансивера Icom IC-7000, поскольку исследование спектрального состава выходного сигнала РПА входило в план экспериментов [2].



1 – радиопередающий аппарат, 2 – устройство контроля качества согласования АФУ с РПА, 3 – нагрузка радиопередающего аппарата, 4 – анализатор спектра,
Рисунок 1 – Структурная схема экспериментальной установки для исследования спектрального состава выходного сигнала РПА.

На рисунке 1 изображена структурная схема экспериментальной установки для исследования спектрального состава выходного сигнала РПА. Экспериментальная установка, состоит из следующих структурных компонентов: РПА имеющего одноканальный выходной каскад, работающий в классе С, модулируемый узкополосной частотной модуляцией с шириной полосы 3 кГц, оснащенный фильтром низкой частоты пятого порядка, с частотой среза 30 МГц; коаксиальной линией, связывающей РПА с нагрузкой, являющейся первичной обмоткой широкополосного токового трансформатора устройства контроля качества согласования АФУ с РПА. Нагрузкой фидера, поочередно, являлись измерительный эквивалент антенны сопротивлением 50 Ом и безиндуктивные резисторы различного

ОПТИМИЗАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ВЫХОДНОГО СИГНАЛА РАДИОПЕРЕДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

сопротивления, имитирующие различные варианты активной составляющей входного сопротивления R_n реальной антенны. Контроль спектра и оценка параметров внеполосных излучений проводились по показаниям спектроскопа трансивера Icom IC-7000. Следует отметить, что разрешение используемого спектроскопа, как по ширине полосы, так и по уровню контролируемого сигнала, являются вполне достаточными для решения поставленных задач. В целях предотвращения случайного возникновения реактивной составляющей в используемых эквивалентах нагрузки, количественная оценка степени рас-согласования при постановке экспериментов производилась по анализатору антенн MFJ - 259. В процессе исследования определялась ширина полосы, занимаемой выходным сигналом, излучаемым РПА, а также отслеживались наличие и параметры внеполосных излучений в случае их возникновения, при изменении качества согласования в установленных предыдущими экспериментами границах.

Контрольный замер полосы выходного сигнала РПА на измерительном эквиваленте антенны сопротивлением $R_n=50$ Ом и коэффициенте стоячей волны ($K_{СВ}=1$) показал, что реальная полоса сигнала составляет 5,1 кГц. Это значение и явилось базовым при проведении дальнейших экспериментов. Выходной сигнал при этом имел правильную форму, без выбросов и искажений, а уровень гармоник не превышал – 50 дБ. Далее была произведена поочерёдная замена эквивалента антенны безиндуктивными резисторами сопротивлением от 25 до 150 Ом и проконтролирован спектр выходного сигнала РПА.

В ходе экспериментов установлено, что при ухудшении качества согласования АФУ с РПА до величины $K_{СВ}=2$ ($R_n=25$ Ом), возникает расширение полосы выходного сигнала РПА до 11,5 кГц, уровень третьей гармоники возрос до – 20 дБ. При $K_{СВ}=1,5$ ($R_n=33$ Ом) полоса выходного сигнала составила 7,5 кГц, уровень третьей гармоники составил – 40 дБ. При $K_{СВ}=1,5$ ($R_n=75$ Ом) полоса выходного сигнала составила также 7,5 кГц, уровень третьей гармоники – 40 дБ. При дальнейшем увеличении $K_{СВ}$ до 2 ($R_n=100$ Ом) полоса выходного сигнала составила 8,5 кГц, при $K_{СВ}=3$ ($R_n=150$ Ом) полоса выходного сигнала составила 8,5 кГц, уровень третьей гармоники в двух последних случаях не изменился и составил – 40 дБ. Очевидно, что для данного типа выходного каскада повышенное зна-

чение R_n , при том же значении $K_{СВ}$, является более предпочтительным, чем пониженное.

В ходе экспериментального исследования выявлена устойчивая тенденция к расширению полосы основного излучаемого сигнала по мере увеличения $K_{СВ}$ в фидерной линии, соединяющей РПА с АФУ. Кроме этого при возрастании $K_{СВ}$, происходит возникновение и существенное увеличение внеполосных излучений, увеличивается общее количество поражённых точек на диапазоне.

Анализируя полученные результаты, следует сделать вывод о том, что с целью наиболее рационального использования частотного ресурса, доведения полосы реального сигнала до параметров, предусмотренных нормативной документацией и минимизации внеполосных излучений, необходим постоянный контроль качества согласования АФУ с РПА. Помимо этого необходимо поддержание $K_{СВ}$ в фидере на возможно более низком уровне, максимально приближенном к единице, так как стандартное допустимое значение $K_{СВ}$ в пределах двух, не обеспечивает в полной мере соблюдение требований стандартов на параметры радиочастотного излучения при использовании современных видов модуляции. Т.е. необходимо формирование новых требований к процессу осуществления контроля качества согласования АФУ с РПА, позволяющие в полной мере реализовывать возможности современных узкополосных типов модуляции выходного сигнала РПА. Формирование этих требований и поиск путей их реализации является на сегодняшний день актуальной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеев В.В. Влияние типичных внешних воздействий на качество согласования антенно-фидерного устройства с радиопередающим аппаратом. // Научная сессия ТУСУР-2008: Материалы докладов Всероссийской Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Ч. 1. – Томск: В-Спектр, 2008. – с. 128-130.
2. Тимофеев В.В., Пронин С.П., Зрюмов Е.А. Экспериментальная установка для исследования качества согласования антенно-фидерного устройства с радиопередающим аппаратом. Измерение, контроль, информатизация: Материалы девятой международной научно-технической конференции./ Под. Ред. Л.И. Сучковой – Барнаул: АлтГТУ, 2008. – с. 227-229.