

- периодическая передача от таймера ведущего поста на ПСВ значений времени системы синхронизированного $T_{CC}=T_C+T_{\text{синх}}$;
- вычисление в ПСВ $\Delta_C=T_{CC}-t_f$, где t_f - момент изменения временной поправки между T_C и T_{CC} ;
- выдача ПСВ значений $T_C = t_f + \Delta_C + \Delta_{\text{пл}}$, где t_f - момент времени по таймеру ПСВ, когда ПСВ выдает время в ответ на запрос о выдаче времени.

Так как в ПСВ до проведения синхронизации было установлено поясное время, то $T_{\text{синх}}$ определяется в поясное время и, таким образом весь комплекс работает в едином поясное время с точностью до погрешностей его установки и расхождением таймеров процессоров в процессе работы. Эти расхождения периодически учитываются корректировкой поправок Δ_C и $\Delta_{\text{пл}}$. Кроме корректировки поправок работоспособность системы обеспечивается высокой относительной стабильностью частоты на позициях.

Точность синхронизации определяется одновременностью выработки ИС на постах, точностью сброса таймеров в ноль на постах, и точностью выработки СЛ и при современном уровне техники может составлять десятки наносекунд.

УДК 621.396

К.К. ХРАМОВ

СНИЖЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ПОМЕХ УСИЛИТЕЛЕЙ РАДИОСИГНАЛОВ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ С ПОМОЩЬЮ КВАДРАТУРНОГО АВТОКОМПЕНСАТОРА ФАЗОВЫХ ИСКАЖЕНИЙ

*Муромский институт Владимирского государственного университета
602264, Владимирская обл., Муром, ул. Орловская, 23
E-mail: rt@mivlgu.ru*

Аддитивные помехи являются одним из видов нежелательных колебаний. Их возникновение вблизи несущего колебания ω_0 приводит к биениям с разностной частотой $\Delta\omega$

$$u(t) = \sin(\omega_0 t) + \sin[(\omega_0 + \Delta\omega)t] = 2 \sin \frac{(2\omega_0 + \Delta\omega)t}{2} \sin \frac{\Delta\omega t}{2},$$

которые при усилении радиосигналов с угловой модуляцией вызывают фазовые искажения с индексом модуляции, пропорциональным амплитуде мешающего воздействия. Спектральная картина значительно ухудшится, если усилитель имеет нелинейную характеристику или работает в режиме большого сигнала.

Среди методов борьбы с помехами, в т.ч. и аддитивными, можно отме-

титель метод фильтрации, основанный на использовании линейных резонансных колебательных систем, методы нелинейной фильтрации, системы ФАПЧ и т.д. Однако указанные методы имеют недостатки, связанные с невозможностью различать природу возникающих в результате преобразования сигнала искажений [1]. С другой стороны, как показали исследования, одними из эффективных методов избирательной борьбы с искажениями являются компенсационные методы [1, 2].

Для снижения влияния аддитивных помех, возникающих при усилении радиосигналов с угловой модуляцией, предлагается квадратурный автокомпенсатор (АК) фазовых искажений с регулировкой по отклонению (рис.1) [3]. В его состав входят высокочастотные перемножители сигналов ПС1 и ПС2, фазовращатель ФВ на $(-\pi/2)$, сумматор С, фазовый детектор с косинусной характеристикой КФД и фазовый детектор с синусной характеристикой СФД. Через У обозначен усилитель радиосигналов, в котором возникают помехи.

Проанализируем работу приведенной схемы при следующих допущениях. На входе АК действует немодулированное несущее колебание с постоянной амплитудой U_1 и частотой ω_0 . КФД и СФД содержат идентичные фильтры нижних частот первого порядка с частотами среза $f_{\text{ФНЧ1}} = f_{\text{ФНЧ2}} = f_{\text{ФНЧ}}$. Кроме того, положим коэффициент усиления У равным 1.

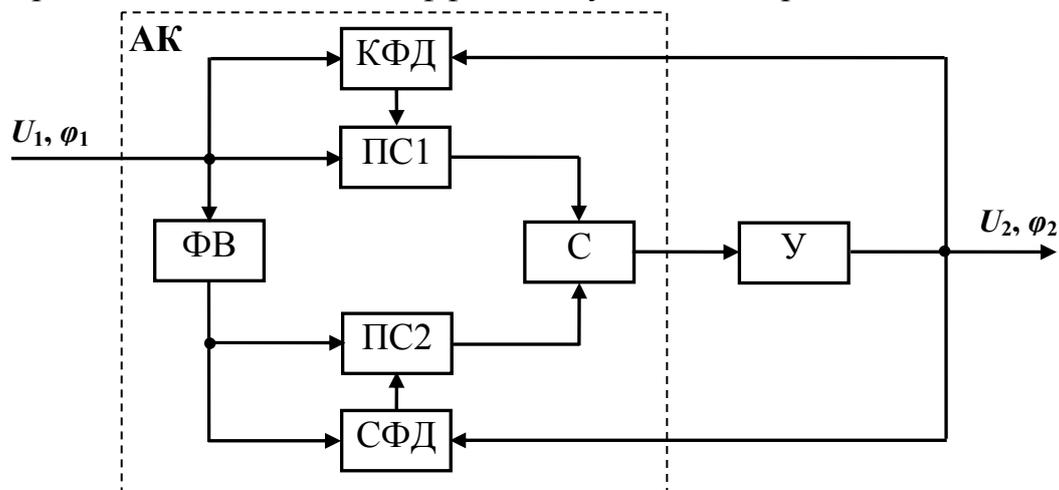


Рис.1. Квадратурный автокомпенсатор фазовых искажений с регулировкой по отклонению

Пусть на радиосигнал в усилителе действует детерминированная аддитивная помеха, изменяющаяся по гармоническому закону

$$\varphi_n(t) = U_n \cos(\omega_n t)$$

с частотой ω_n , отстоящей от несущего колебания на величину $\Delta\omega$. При амплитуде помехи -20 дБ относительно уровня полезного радиосигнала без компенсации спектральная диаграмма будет иметь следующий вид (рис.2).

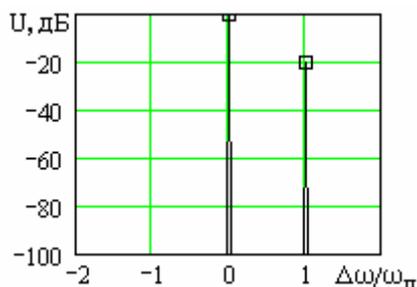


Рис.2. Спектральная характеристика выходного сигнала без компенсации

Для анализа влияния квадратурного автокомпенсатора с регулировкой по отклонению на уровень нежелательных колебаний проведем его математическое моделирование и оценим компенсационные свойства в окрестностях ω_0 . На рис. 3 приведены спектральные характеристики на выходе усилителя при различных коэффициентах усиления k цепи СФД для случая, когда помеха находится внутри полосы пропускания фильтров КФД и СФД. Другой случай, когда частота помехи превышает частоту среза ФНЧ, показан на рис. 4.

Анализ полученных зависимостей показал, что использование квадратурного автокомпенсатора при возникновении аддитивных помех приводит к снижению уровня последних на -6 дБ, появлению симметричной гармоники с частотой $(\omega_0 - \Delta\omega)$ и высших гармоник (вследствие нелинейности АК) с уровнем не более -70 дБ относительно несущего колебания. При этом происходит компенсация возникающих фазовых искажений, степень подавления которых A , выраженная в децибелах, показана на рис. 5 для различных k . Кривая 1 соответствует случаю, приведенному на рис.3, кривая 2 – случаю рис. 4. Из рисунка видно, что степень подавления фазовых искажений увеличивается при возрастании k и при условии $\omega_{\pi} \leq \omega_{\text{ФНЧ}}$.

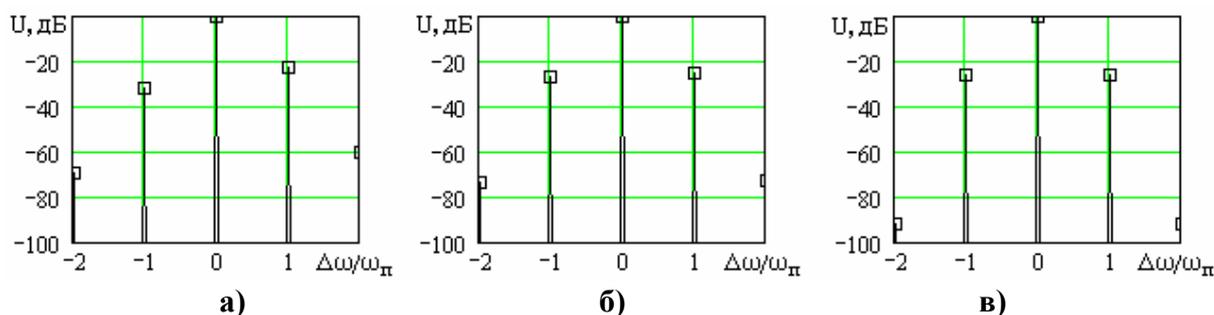


Рис.3. Спектральная характеристика выходного сигнала с автокомпенсацией для $\omega_{\pi}/\omega_{\text{ФНЧ}}=0.1$ при $k=1$ (а), $k=10$ (б), $k=100$ (в)

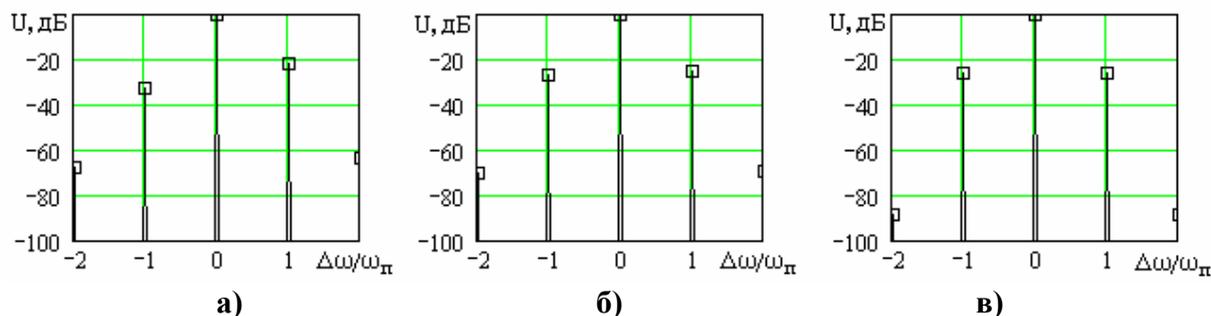


Рис.4. Спектральная характеристика выходного сигнала с автокомпенсацией для $\omega_{п}/\omega_{ФНЧ}=2$ при $k=1$ (а), $k=10$ (б), $k=100$ (в)

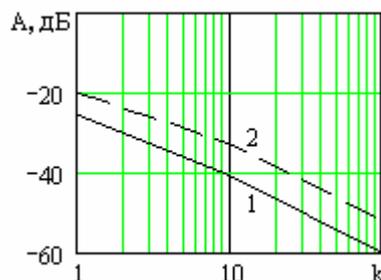


Рис.5. Степень подавления автокомпенсатором фазовых искажений при изменении k

Таким образом, квадратурный автокомпенсатор с регулировкой по отклонению, приведенный на рис.1, эффективно снижает фазовые искажения, возникающие при воздействии на усиливаемый радиосигнал с угловой модуляцией аддитивных помех, в т.ч. и находящихся за пределами полосы пропускания фильтров цепи обратной связи.

Литература

1. Автоматические компенсаторы амплитудно-фазовых искажений / П.А. Попов, Д.А. Жайворонок, В.В. Ромашов и др.; Под ред. П.А. Попова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. высш. Школы МВД России, 1998. – 200 с.
2. Квадратурные формирователи радиосигналов: Монография / Попов П.А., Шерстюков С.А., Жайворонок Д.А., Ромашов В.В., Акиншин С.А.; Под ред. Попова П.А.– Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2001.– 176с.: ил.
3. Ромашов В.В., Храмов К.К., Шульпин О.В. Анализ динамических режимов работы квадратурных автокомпенсаторов фазовых искажений. // Методы и устройства передачи и обработки информации: Межвузовский сборник научных трудов / Под редакцией В.В.Ромашова, В.В.Булкина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – с.173-177.