

Базжин А.С., Докторов А.Н.
 Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.В. Ромашина
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 e-mail: bazjin.alb@yandex.ru

Программное обеспечение частотного планирования формирователей сигналов цифровых вычислительных синтезаторов на образах основной частоты

В настоящее время для синтеза сигналов произвольной формы и частоты широко применяются цифровые вычислительные синтезаторы. По сравнению с аналоговыми синтезаторами на основе ФАПЧ они имеют ряд преимуществ. Во-первых, в ЦВС практически отсутствуют переходные процессы, что определяется быстродействием синтезаторов. Во-вторых, ЦВС позволяют обеспечить очень высокую разрешающую способность. В-третьих, архитектура ЦВС позволяет значительно проще выполнять их в интегральном исполнении. [1]

Спектр выходного сигнала цифроаналогового преобразователя цифровых вычислительных синтезаторов достаточно насыщен различными гармониками. В нем присутствуют колебания основной синтезируемой частоты, а также копии спектра синтезируемого сигнала, называемые образами. Они представляют собой зеркальное отражение гармоники основной частоты от гармоник тактовой частоты. В работах [2, 3] показана возможность формирования высокочастотных сигналов с использованием образов основной частоты ЦВС.

На рис 1 приведена обобщенная схема формирователя сигналов ЦВС на образах основной частоты.

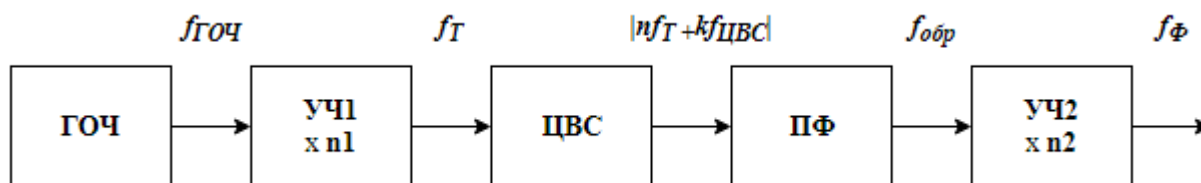


Рис. 1. Структурная схема формирователя сигналов ЦВС на образах основной частоты

На схеме ГОЧ – генератор опорной частоты $f_{ГОЧ}$. УЧ1 и УЧ2 - умножители частоты с коэффициентами n_1 и n_2 используются для формирования тактовой частоты f_T ЦВС и повышения частоты синтезируемых сигналов, соответственно, ПФ – полосовой фильтр, выделяющий требуемые спектральные компоненты из спектра выходного сигнала ЦВС.

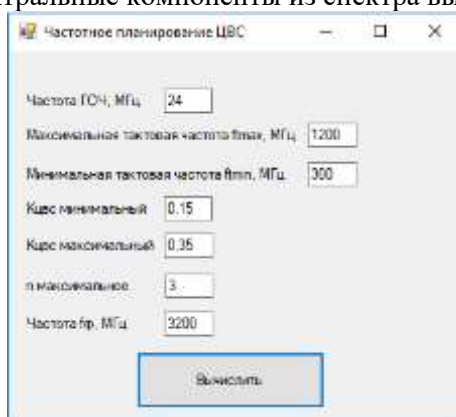


Рис. 2. Главное окно программы частотного планирования

Использование образов основной частоты для формирования высокочастотных сигналов требует сложной реализации частотного планирования. В целях автоматизации этого процесса было создано программное обеспечение на основе алгоритма частотного планирования,

описанного в работах [4, 5]. Программа написана на языке C# и для своей работы требует наличия необходимых наборов библиотек и системных компонентов, содержащихся в MS NET Framework 4.5. На рис. 2 показано главное окно программы.

В главном окне задаются исходные данные частотного плана, такие как: частота генератора опорных частот, максимальная и минимальная тактовая частота, значение коэффициента отношения основной и тактовой частоты $K_{\text{ДВС}}$, максимальное число образов основной частоты n и выходная частота формирователя $f_{\text{ф}}$. В зависимости от введенных исходных данных происходит построение таблицы частотного планирования. Пример расчета частотного плана показан в таблице 1.

Таблица 1. Результат работы программы

n2	n1	n	fcvs	ft	Kcvs	fobr
2	20	3	160	480	0,3333333333333333	1600
2	21	3	88	504	0,174603174603174	1600
2	24	-3	128	576	0,2222222222222222	1600
2	25	-3	200	600	0,3333333333333333	1600
2	29	2	208	696	0,298850574712644	1600
.....						
76	1	-2	5,89473684210526	24	0,245614035087719	42,1052631578947
178	3	0	17,9775280898876	72	0,249687890137328	0
178	1	-1	6,02247191011236	24	0,250936329588015	17,9775280898876
267	2	0	11,9850187265918	48	0,249687890137328	0

Первый и второй столбцы содержат коэффициенты умножения выходных и тактовых умножителей частоты. Остальные столбцы содержат значения номера используемого образа, коэффициент передачи $K_{\text{ДВС}}$, частоты образа.

Программа частотного планирования позволяет проводить сортировку вариантов частотного плана по минимальному значению коэффициента умножения выходного умножителя частоты. Это позволяет упростить поиск оптимальных с точки зрения практической реализации комбинаций параметров частотного планирования формирователей сигналов с использованием образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов.

Литература

1. Стешенко, В. Цифровые синтезаторы прямого синтеза частот. // В. Стешенко. – Компоненты и технологии, 2002. – №7.
2. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Частотное планирование формирователей сигналов радиосистем на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2012, №4. С.10-16.
3. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Методы повышения частоты выходного сигнала формирователей на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Проектирование и технологии РЭС. – 2014. - №1 – С. 2-7.
4. Докторов, А.Н., Якименко К.А. Алгоритм частотного планирования формирователя сигналов на основе цифровых вычислительных синтезаторов в режиме образов основной частоты / А.Н. Докторов, К.А. Якименко // Научный потенциал молодежи – будущее России [Электронный ресурс]: V Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. V Всероссийской молодежной научной конференции. Муром, 22 апр. 2013 г.– Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2013.– 964 с.: ил.– 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – С. 320-321
5. Докторов, А.Н. Анализ алгоритма частотного планирования формирователей сигналов с использованием образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов / А.Н. Докторов // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2017, № 19. С. 16-22.

Божаткин И.А., Докторов. А.Н.
Научный руководитель д.т.н., профессор В.В. Ромашов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: romashovamur@mail.ru, ilya.bozhatkin@mail.ru

Математическое моделирование фазовых шумов формирователей сигналов с использованием образов основной частоты интегральных ЦВС

Цифровые вычислительные синтезаторы широко применяются для формирования радиосигналов. Основной проблемой совершенствования данных радиосистем является повышение выходной частоты ЦВС. Одним из методов решения данной проблемы является использование образов основной частоты ЦВС [1]. Структурная схема формирователя, построенного на данном принципе, приведена на рис. 1. В работах [2, 3] проведены исследования шумовых характеристик и частотного планирования формирователя сигналов использующего образы основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов.

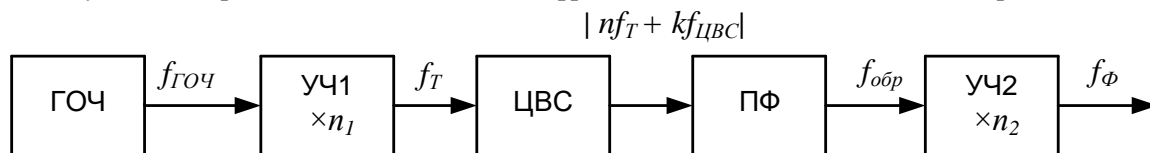


Рис. 1. Структурная схема формирователя сигналов

Частотное планирование формирователя сигналов с использованием образов основной частоты является сложной задачей. Для её решения и автоматизации проектирования формирователей сигналов радиосистем, в работе [4] был создан и исследован алгоритм частотного планирования.

Для оценки шумовых свойств данного формирователя сигналов, используем соотношение для спектральной плотности мощности (СПМ) фазовых флуктуаций выходного сигнала, которое можно записать в виде

$$S_{\text{фор}}(F) = (S_{\text{ФАПЧ}}(F)(n + K_{\text{ЦВС}})^2 + S_{\text{ЦВСобр}}(F)) \cdot n_2^2 + S_{\text{УЧ}}(F), \quad (1)$$

где:

$S_{\text{ФАПЧ}}(F)$ - СПМ фазовых шумов ФАПЧ, $S_{\text{ЦВСобр}}(F)$ - СПМ собственных фазовых шумов ЦВС на образах основной частоты [5], $S_{\text{УЧ}}(F)$ - СПМ фазовых шумов выходного умножителя частоты, $K_{\text{ЦВС}}^2 = (f_{\text{ЦВС}} / f_{\text{T}})^2$ - коэффициент передачи фазовых шумов ЦВС, n_2 - коэффициент умножения выходного умножителя, F - частота отстройки, $f_{\text{ЦВС}}$ - основная выходная частота ЦВС, f_{T} - тактовая частота.

В работе [6] исследовалась передискретизация выходного сигнала ЦВС и её применение для увеличения амплитуды гармоник образов, и соответственно отношения сигнал/шум. Передискретизация снижает уровень фазовых шумов формирователя сигналов, при использовании образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов.

Результаты математического моделирования СПМ фазовых шумов формирователя сигналов с использованием образов основной частоты ЦВС и передискретизацией приведены на рис. 2. Для моделирования использовались следующие исходные данные: ЦВС AD9910, частота ГОЧ - $f_{\text{ГОЧ}} = 24$ МГц, тактовая частота $f_{\text{T}} = 600$ и 744 МГц, соответственно коэффициент умножения тактового умножителя n_1 был равен 25 и 31.

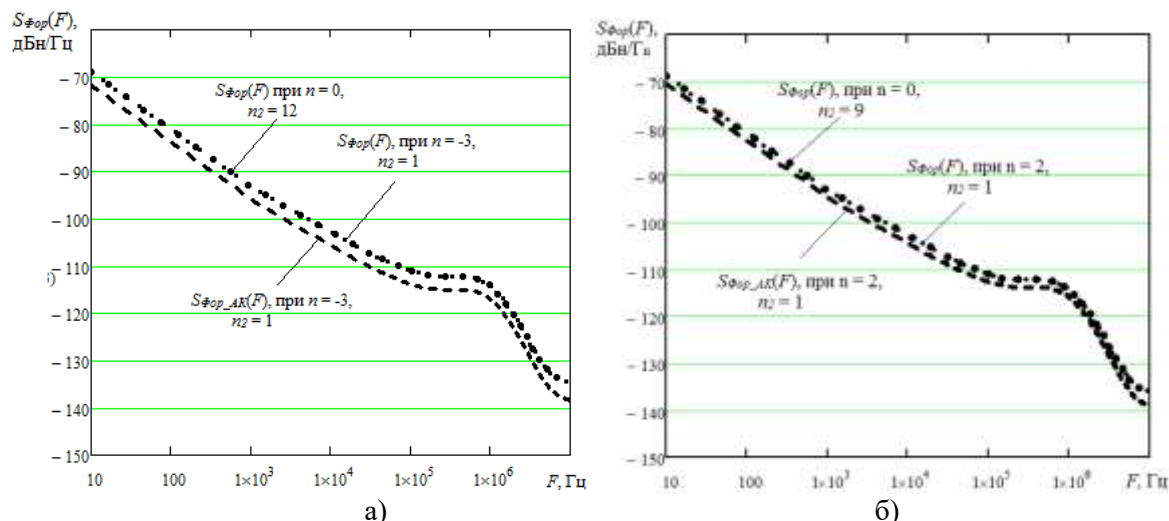


Рис. 2 Теоретический расчет СПМ фазовых шумов преобразователя
а) на -3 образе при $n_1=25$; б) на 2 образе при $n_1=31$

В ходе проведенного исследования было установлено, что использование образов позволяет при одной и той же выходной частоте формирователя сигналов снижать коэффициент умножения выходного умножителя, без ухудшения шумовых свойств формирователя сигналов. Например, на рисунке 2а, показано уменьшение коэффициента n_2 от 12 до 1, на рисунке 2б – от 9 до 1. Это говорит о снижении числа каскадов выходного умножителя. При этом, использование передискретизации дополнительно позволяет снизить уровень фазовых шумов формирователя сигналов на 4 дБ/Гц для всех частот отстройки зависимости спектральной плотности мощности фазовых шумов.

Таким образом показана возможность повышение выходной частоты цифрового вычислительного синтезатора и улучшение характеристик формирователя сигналов с помощью применения образов основной синтезируемой частоты ЦВС.

Литература

1. Romashov, V.V. The use of images of DDS fundamental frequency for high-frequency signals formation / V.V. Romashov, K.K. Khramov, A.N. Doktorov // 24th International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, CriMiCo. - 2014. - Pp. 310-311. Category number CFP14788-CDR; Code 109221. (DOI: 10.1109/CRMICO.2014.6959408).
2. Ромашов, В.В. Методы повышения частоты выходного сигнала формирователей на основе цифровых вычислительных синтезаторов / В.В. Ромашов, Л.В. Ромашова, К.К. Храмов, А.Н. Докторов // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. VI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Муром, 14 февр. 2014 г. – Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2014. – С.299-301.
3. Ромашов, В.В. Частотное планирование формирователей сигналов радиосистем на основе цифровых вычислительных синтезаторов / В.В. Ромашов, К.К. Храмов, А.Н. Докторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2012. - №4 – С.10-16.
4. Докторов, А.Н. Анализ алгоритма частотного планирования формирователей сигналов с использованием образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов / А.Н. Докторов // Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы 12-ой международной научно-технической конференции / Владим. гос. университет; редкол.: А.Г. Самойлов (и др). – Владимир: ВлГУ. 2017. – С.43-45.
5. Ромашов, В.В. Модель спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов на образах основной частоты / В.В. Ромашов, Л.В. Ромашова, К.К. Храмов, А.Н. Докторов // Радиопромышленность. – 2012. - №2. – С.38 – 48.
6. Докторов, А.Н. Исследование влияния передискретизации выходного сигнала цифрового вычислительного синтезатора на уровень дискретных составляющих / А.Н.

Докторов, Д.А. Хазов // Методы и устройства передачи и обработки информации, 2016, № 17.
С. 4-11.

Бугров Д.В.

Научный руководитель: С.В. Мышляков

*Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Владимирской области «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»
602256, Владимирская обл., г. Муром, ул. Комсомольская, 55.*

Тел/факс (49234) 3-36-40

E-mail: mtrp@narod.ru ; http://www.mtrp.narod.ru

Разработка и изготовление, анализ работоспособности температурного датчика

Температурный датчик, предназначен для измерения температуры почвы, пара, различных физических тел и для проведения лабораторных работ по определению микроклимата производственных помещений.

Все виды термодатчиков можно встретить в повседневной жизни. Датчиками оборудуют лифты многоэтажных домов, чтобы не перегреть двигатель лифта в случае возникновения нагрузки. Используют в автомобилях для контроля рабочей температуры мотора и недопущения его закипания. В домашних холодильниках датчик работает в паре с блоком управления, который дает команду включать и выключать агрегат холодильника в зависимости от температуры, фиксируемой датчиком.

Актуальность изготовления температурного датчика заключается в том, что при выполнении данного проекта позволяет глубже изучить, углубить теоретические знания и получить практические навыки по специальности «Техническое обслуживание и ремонт РЭТ».

Целью работы является разработка и изготовление температурного датчика для более глубокого изучения теоретических знаний, и получения практических навыков по специальности 11.02.02 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники».

Исходя из цели выполнения данной работы, вытекают следующие задачи:

- проанализировать различные схемы температурных датчиков и выбрать наиболее простую для изготовления;
- разработать и изготовить устройство;
- показать экономическую целесообразность.

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха (от -55°C до +125°C);
- относительная влажность воздуха (55±10) %;
- атмосферное давление (100±4) кПа [(750±30) мм рт. ст.];
- твердая поверхность для точного измерения;
- не подвергать лабораторный стенд продолжительному воздействию вибраций, избегать встряски, ударов, падений.

В качестве элементной базы, разрабатываемого температурного датчика, был выбран цифровой измеритель температуры DS18B20, с разрешением преобразования 9 - 12 разрядов и функцией тревожного сигнала контроля за температурой. Параметры контроля могут быть заданы пользователем и сохранены в энергонезависимой памяти датчика. Так же был выбран микроконтроллер AT89C2051, который позволяет запоминать настройки, выбранные пользователем.

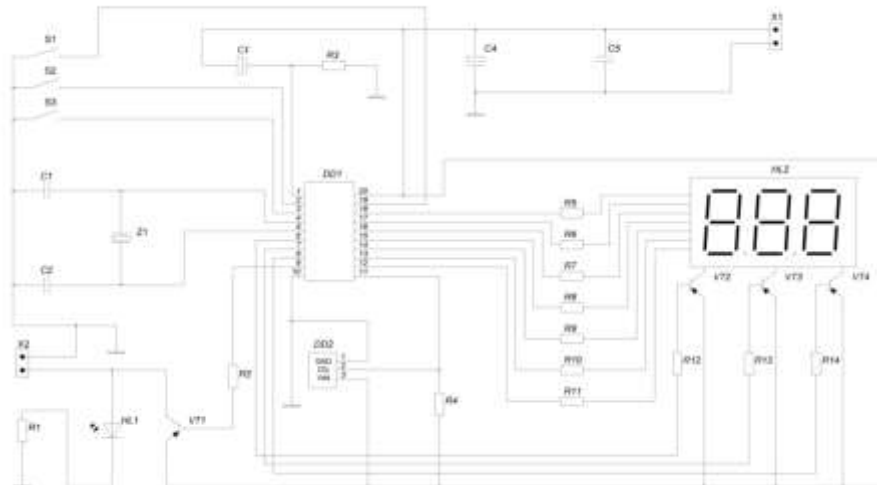


Рис. 1. Схема устройства

Принцип работы устройства основан на измерении температуры окружающей среды цифровым термодатчиком DS18B20, который управляется микроконтроллером AT89C205. После измерения температуры данные отображаются на индикаторе

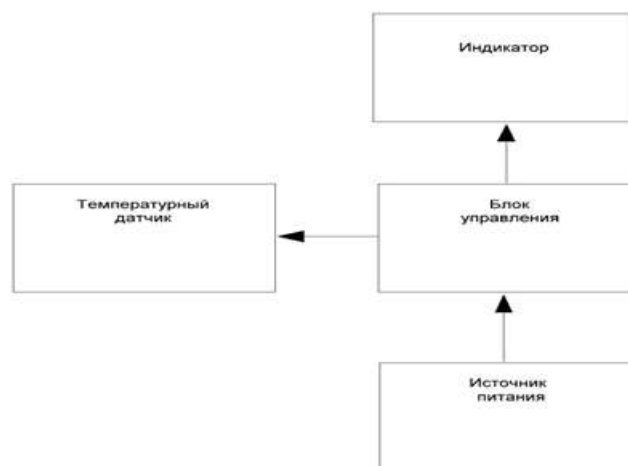


Рис. 2. Схема электрическая структурная

Литература

1. Ярочкина Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: Монтаж и регулировка: Учебник для нач. проф. образования. — М.: ИРПО; Профобриздат, 2014. — 240 с.:
2. <http://www.mkuznecov.ru/metodi.html>
3. <http://mirznanii.com/a/288193/radiolokatsiya>
4. <http://www.studfiles.ru/preview/1495595/>

Вилков К.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Ромашов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 e-mail: vilkil@yandex.ru

Частотное планирование формирователей сигналов на образцах основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов.

При проектировании устройств формирования сигналов радиосистем одним из основных вопросов, требующих детальной проработки, является вопрос частотного планирования формирователя, тесно связанный с реализацией функциональных звеньев и проблемой электромагнитной совместимости радиосистем. В радиотехнических устройствах передачи информации, локации, измерений и связи необходимы формирователи сигналов с высокой стабильностью частоты и низким уровнем фазового шума сигнала. Задача построения таких устройств осложнена противоречивыми требованиями к спектральному составу выходного колебания и к длительности переходных процессов. При использовании ЦВС и умножителей частоты обобщенную структурную схему формирователя сигналов радиосистем можно представить в виде, приведенном на рисунке 1 [1].

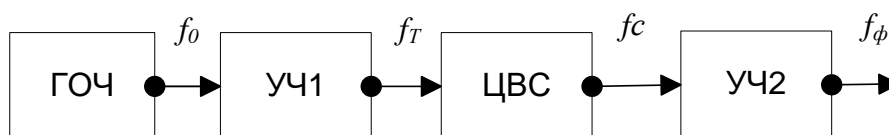


Рис. 1. Обобщенная схема формирователя сигналов радиосистемы

В данной работе рассматривается один из вариантов реализации формирователя сигналов. Программа MATLAB и ее среда GUIDE позволяют создавать приложения с графическим интерфейсом пользователя.

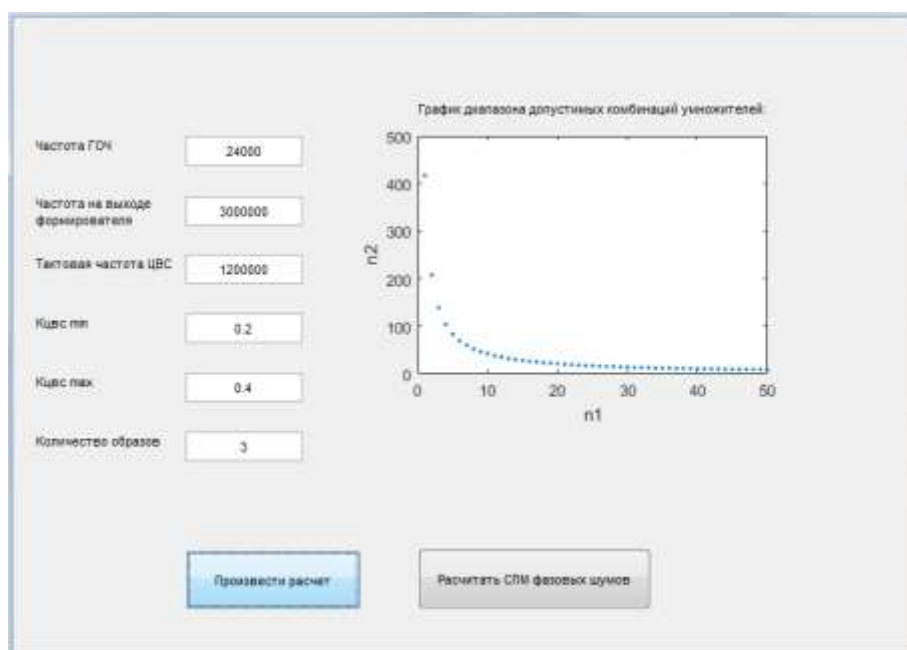


Рис. 2. Реализация формирователя сигналов в программе MATLAB

Разработанный программный комплекс позволяет визуализировать и упростить частотное планирование формирователей сигналов, построенных на базе ЦВС с использованием основной частоты и ее образов, а также выбрать оптимальные значения параметров таких формирователей.

В докладе приводится пример реализации формирователя в программе MATLAB, основные результаты работы данного программного комплекса и варианты практического применения.

Литература

1. Ромашов В.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Частотное планирование формирователей сигналов радиосистем на основе цифровых вычислительных синтезаторов // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2012, №3. С.19-24.

2. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н. Модель спектральной плотности мощности фазовых шумов цифровых вычислительных синтезаторов на образцах основной частоты // Радиопромышленность. 2012, №2. С. 38-48.

Гладышев М.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент И.А. Курилов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kia_s@istl.ru*

Устойчивость синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала

Широкое распространение в настоящее время получили формирователи сигналов и схемы частотного синтеза на основе прямого цифрового синтеза сигнала –цифровых вычислительных синтезаторов. Цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС) обладают рядом достоинств, таких как простота, устойчивость, малый шаг перестройки, высокая скорость перестройки [1] и др.

В то же время собственные характерные фазовые помехи ЦВС [2,3] в значительной степени определяет качество его выходного сигнала. К появлению фазовых помех в частности приводят внешние и внутренние дестабилизирующие факторы блоков синтезатора, джиттер интерфейсов между блоками и переходные процессы цифро-аналогового преобразователя ЦВС

Использование систем автоматической компенсации фазовых помех позволяет существенно уменьшить уровень фазовых помех ЦВС и синтезатора в целом.

Принцип автоматической компенсации основан на выделении закона фазовой помехи в тракте эталонного сигнала и дальнейшем противофазным управлении фазой сигнала эталонного тракта синтезатора таким образом, что первоначальное паразитное отклонение фазы компенсируется. Применение дополнительного фазового управления в тракте эталонного сигнала позволяет дополнительно уменьшить в частности, шумовую полосу исследуемого синтезатора в целом и улучшить качественные показатели его выходного сигнала.

Для формирования информационного и опорного сигналов фазового детектора автокомпенсатора применены дифференцирующие каскады, выпрямители и Т-триггеры. После детектирования сигнал выделенной помехи фильтруется и усиливается в управляющем тракте автокомпенсатора, расположенного в тракте эталонного сигнала.

Применение дополнительного управляющего тракта, включающего в себя дополнительный фильтр и дополнительный УПТ позволило более гибко и независимо управлять параметрами автокомпенсации и в частности избирательными характеристиками синтезатора в целом.

Для анализа устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала при малых значениях фазовых флуктуаций проведена линейная аппроксимация [3,4] характеристик основных блоков устройства: фазового детектора автокомпенсатора, фазовращателя, генератора управляемого напряжением, фазового детектора системы фазовой автоматической подстройки частоты в составе синтезатора.

На основе линеаризованной модели синтезатора были получены выражения всех передаточных функций устройства.

По полученным передаточным характеристикам устройства, на основе частотного критерия Найквиста проведено исследование устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала для следующих типов фильтров в компенсационных трактах: а) безынерционные тракты; б) тракты с фильтрами нижних частот первого порядка; в) тракты с фильтрами нижних частот второго порядка;

Проведено моделирование синтезатора в среде Matchkad. В докладе приводятся рассчитанные и построенные графики годографов для рассматриваемых технических параметров и определены условия устойчивости, а так же запасы устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте эталонного сигнала.

Литература

1. Рудаков А.М., Курилов И.А., Харчук С.М., Романов Д.Н. Математическое моделирование автокомпенсации фазовых помех на выходе ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2013. – С. 19-25.
2. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. //Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.
3. Васильев Г.С., Суржик Д.И., Харчук С.М., Курилов И.А. Шумовые свойства формирователя сигналов с автокомпенсацией фазовых помех. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 4 (20). С. 5-12.
4. Курилов И.А., Ромашов В.В., Жиганова Е.А., Романов Д.Н., Васильев Г.С., Харчук С.М., Суржик Д.И. Методы анализа радиоустройств на основе функциональной аппроксимации. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014. № 1 (13). С. 35-49

Гладышева М.О.

*Научный руководитель: ст. преподаватель С.М. Харчук
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: psajren-asakura@yandex.ru*

Устойчивость синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте обратной связи

Применение цифровых вычислительных синтезаторов частот (ЦВС) в составе устройств гибридного синтеза позволяет повысить функциональные и качественные характеристики формирователей сигналов различного назначения. В то же время собственные фазовые нестабильности ЦВС негативно влияют на качественные характеристики устройств гибридного синтеза сигналов [1,2].

В работе рассматривается гибридный синтезатор частот с применением метода автокомпенсации помех и дополнительным фазовым управлением в тракте обратной связи синтезатора. Принцип автокомпенсации в данном устройстве позволяет снизить уровень фазовых нестабильностей сигнала ЦВС. Он заключается в следующем.

При помощи информационного тракта автокомпенсатора выходной сигнал ЦВС преобразуется по форме с сохранением исходных фазовых паразитных отклонений полезного сигнала ЦВС. Данный сигнал сравнивается по фазе с сигналом опорного тракта, сформированном из выходного сигнала устройства и соответственно из входного сигнала тракта обратной связи синтезатора. Выделенный таким образом сигнал паразитного отклонения фазы используется для противофазного управления фазой сигнала ЦВС, таким образом, что начальное паразитное фазовое отклонение компенсируется.

Устройство содержит дополнительный канал управления фазой сигнала обратной связи, что улучшает шумовые характеристики синтезатора

В работе для варианта малых возмущений проведена линеаризация исследуемого устройства [3] и получены передаточные характеристики синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте обратной связи, для основных видов рассматриваемых воздействий.

В качестве воздействий приняты следующие: отклонение фазы опорного генератора; отклонение фазы управляемого фазовращателя; отклонение фазы цифро-аналогового преобразователя ЦВС; отклонение фазы генератора, управляемого напряжением.

По полученным передаточным характеристикам устройства проведено исследование устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте обратной связи для следующих типов фильтров в компенсационных трактах: а) безынерционные тракты; б) тракты с фильтрами нижних частот первого порядка; в) тракты с фильтрами нижних частот второго порядка;

Для исследования применен частотный метод Найквиста.

В частности модель основной части устройства имеет вид, изображенный на рис. 1. На схеме обозначено: $M(p)$ - внутренний фильтр системы фазовой автоматической подстройки частоты, p - оператор Лапласа, τ - постоянная времени системы, γ_y - передаточная функция дополнительного управляющего тракта, $K_{Ц}$ - коэффициент передачи ЦВС, γ_A - передаточная функция основного управляющего тракта автокомпенсации.

Непосредственно моделирование синтезатора проведено в среде Matcad. Построены графики годографов для рассматриваемых технических параметров и определены условия устойчивости, а так же запасы устойчивости синтезатора с автокомпенсацией и фазовым управлением в тракте обратной связи.

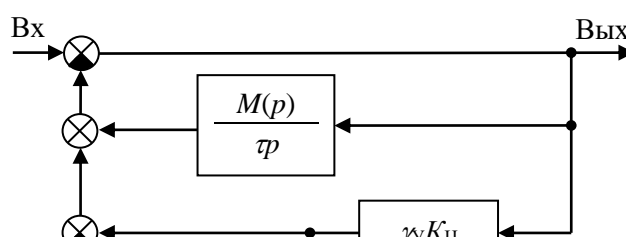


Рис. 1. Синтезатор с автокомпенсацией

Литература

1. Surzhik D.I., Kurilov I.A., Kuzichkin O.R., Vasilyev G.S., Kharchuk S.M. Modeling the noise properties of hybrid frequency synthesizers with automatic compensation of phase noise of DDS. // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 - Proceedings 2015. С. 7147015.
2. Васильев Г.С., Суржик Д.И., Харчук С.М., Курилов И.А. Шумовые свойства формирователя сигналов с автокомпенсацией фазовых помех. – Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2015. № 4 (20). С. 5-12.
3. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.

Егорова И.А.

Научный руководитель: доцент Е.А. Жиганова

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: irinkaEgo@rambler.ru*

Обзор методов уменьшения ИМК в системах радиосвязи

Интенсивное использование радиоэлектронных устройств в различных сферах человеческой деятельности приводит к ухудшению электромагнитной обстановки. Основной задачей является достижение минимального уровня побочного излучения. Так как усиление сигнала происходит с искажениями, это приводит к появлению побочных составляющих в выходном сигнале: гармоник, субгармоник, комбинационных, интермодуляционных, паразитных.

Существует несколько способов уменьшения интермодуляционных колебаний:

1) Уменьшение ИМК в усилителях на биполярных транзисторах. Такое возможно если в усилителе используются: а) недонапряженный режим работы по выходу и оптимальный режим работы по входу; б) приборы с близкими к горизонтальным участками выходных вольтамперных характеристик в области насыщения и с наименьшей величиной емкости внутренней обратной связи; в) включение прибора по схеме с ОБ или ОЭ с нагрузкой по мощности в 3—4 раза ниже номинальной; г) разветвленная схема с применением противофазных и квадратурных сумматоров — делителей мощности. [1]

2) Уменьшение ИМК в усилителях на полевых транзисторах. Транзисторы с барьером Шоттки характеризуются высоким КПД, малым уровнем шумов, малыми интермодуляционными искажениями, отсутствием вторичного пробоя, минимальным температурным дрейфом параметров транзистора. [1]

3) Схемотехнические методы уменьшения ИМК. Такой метод может проводиться двумя путями: 1) за счет выбора более линейных участков характеристик нелинейных элементов и уменьшением амплитуды колебаний; 2) компенсацией ИМК, возникающих благодаря действию различных физических механизмов. В транзисторных усилителях класса С уменьшение ИМК может быть достигнуто путем введения обратной связи и предискажений для компенсации ИМК, а также путем автоматического управления коэффициентом усиления системы. [2]

4) Уменьшение нежелательных колебаний в радиопередатчике. Основные средства борьбы являются: ослабление уровня самой помехи до достижения ею узла, где происходит модуляция; снижение эффективности модуляционного процесса; уменьшение уровня возникших нежелательных колебаний до достижения ими антенны радиопередающего устройства. [1]

5) Уменьшение ИМК в широкополосных усилителях мощности ОВЧ диапазона. При использовании широкополосного усиления мощности в ПРД возникает ряд проблем, связанных с обеспечением необходимых значений параметров ЭМС аппаратуры. В этой связи представляется возможность снижения указанных колебаний за счет особенностей фазовых характеристик устройств, применяемых при суммировании мощности. [2]

Не смотря на то, что способов уменьшения ИМК достаточно много, вопрос о широкополосности подавления ИМК остается открытым.

Литература

1. Ромашов В.В., Кривандин С.С., Шуненкова Е.А. Методы уменьшения интермодуляционных колебаний в радиопередатчиках/ Радиотехника, телевидение и связь. Межвуз. сборник науч. тр., посвященный 110-летию В.К. Зворыкина. – Муром: МИВлГУ, 1999. – С.66-71.

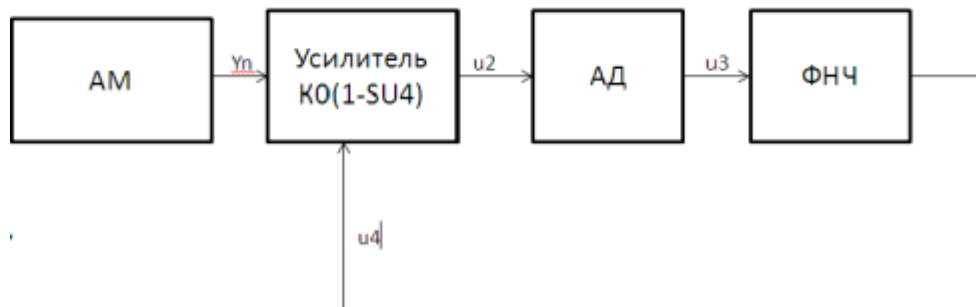
2. Агеев С.А. О снижении интермодуляционных искажений и призвуков в громкоговорителях: [Электронный ресурс] URL: <http://bmvaudio.ru/o-снижении-интермодуляционных-искаж-2/>

Круглов А.С.

*Научный руководитель - д.т.н., профессор В.В. Ромашов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: kruglov.a2010@yandex.ru*

Результаты моделирования усилителя с АРУ в программе MathCad

Моделирование усилителя с системой АРУ (система показана на Рис.1) производилась



методам несущей и методом комплексной огибающей.

Рис. 1. Схема моделируемого устройства

Сущность метода комплексной огибающей сводится к замене радиосигнала с узкополосными входными воздействиями моделью – эквивалентным низкочастотным (обычно комплексным и не всегда реализуемым) звеном с входным воздействием в виде комплексной огибающей узкополосного сигнала. [1]

В результате получили модель сигнала на выходе ФНЧ (Рис.2) и модель сигнала на выходе усилителя (Рис.3).

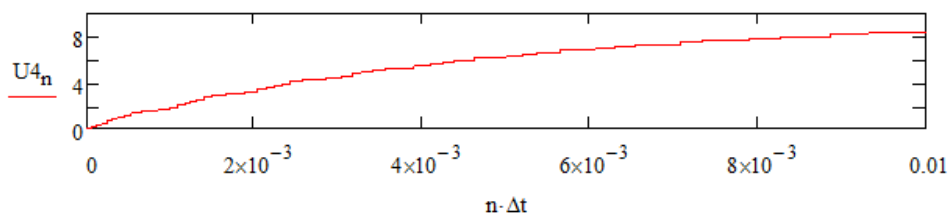


Рис. 2. Модель сигнала на выходе ФНЧ при использовании метода комплексной огибающей

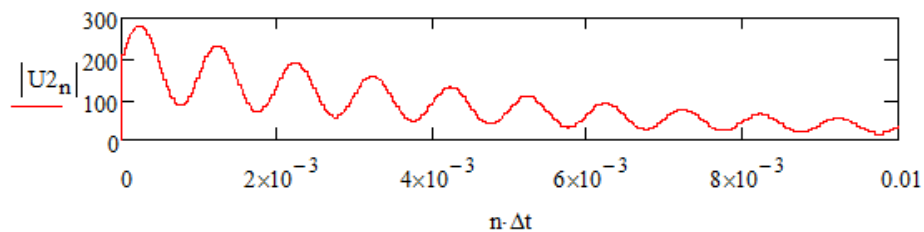


Рис. 3. Модель сигнала на выходе усилителя при использовании метода комплексной огибающей

Метод несущей можно применить для формирования математических моделей радиосистем и устройств при наличии их формального описания на уровне функциональных схем. [1]

В результате получили модель сигнала на выходе ФНЧ (Рис.4) и модель сигнала на выходе усилителя (Рис.5).

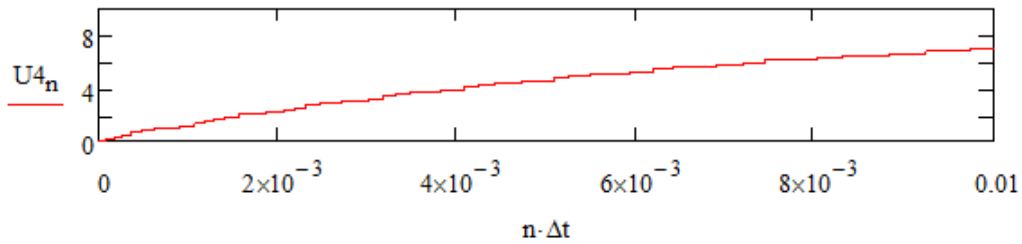


Рис. 4. Модель сигнала на выходе ФНЧ при использовании метода несущей

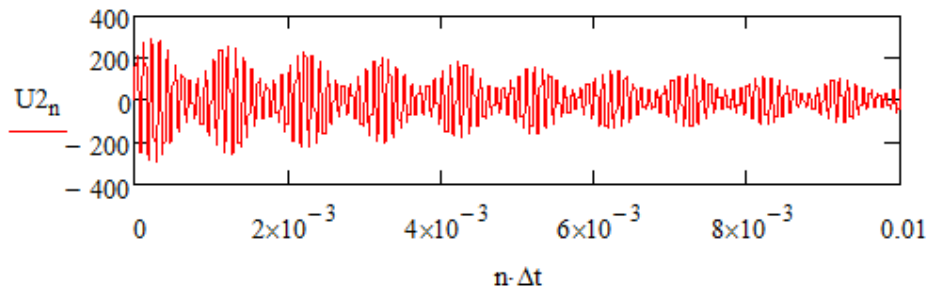


Рис. 5. Модель сигнала на выходе усилителя при использовании метода несущей

Как видно по полученным результатам модели сигнала на выходе ФНЧ получились близкие по форме и значениям, а модель сигнала на выходе усилителя при использовании метода комплексной огибающей была выделена только огибающая для положительного значения напряжений.

Литература

1. Ромашов В.В. Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств в системе MathCAD: учебно-наглядное пособие по основам функционального моделирования РЭУ (формулы, примеры расчетов в системе MathCAD) / В.В. Ромашов, М.С. Смирнов. – Муром: ИПЦ МИ ВлГУ, 2009. – 84 с.: ил. – Библиогр.: с. 81.

Молчанов А.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.Н. Романов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: radon81@mail.ru*

Разработка радиостанции со встроенным модулем защиты канала связи

В настоящее время все активнее внедряются системы цифровой связи. Они преобразуют человеческий голос в цифровой формат, а затем обрабатывают и передают модулированные данные в виде последовательности дискретных цифровых сигналов. Это делает актуальной разработку цифровой SSB-радиостанции со встроенным модулем защиты канала связи.

Радиостанция должна обладать следующими параметрами:

- рабочий диапазон частот: 26,97...27,41 МГц;
- вид модуляции –SSB (J3E);
- число частотных каналов не менее 20;
- пиковая мощность передатчика: $P_{1\max} = 10$ Вт;
- уровень внеполосных излучений передатчика не выше (-40) дБ;
- частотный разнос между соседними каналами: $\Delta f_{CK} = 10$ кГц;
- полоса частот модуляции: 0,3...3,5 кГц;
- нестабильность частоты передатчика не более $\pm 5 \cdot 10^{-6}$;
- чувствительность приемника по входу при ОСШ 12 дБ не хуже 3 мкВ;
- избирательность приемника по соседнему и побочным каналам не хуже (-40) дБ.

Защита канала связи осуществляется путем инверсии спектра с четырьмя перестановками таким образом, что каждому частотному каналу соответствует своя комбинация ключа защиты.

При мощности 10 Вт радиостанция с правильно настроенной антенной обеспечивает уверенный прием-передачу сообщений в радиусе до 30 км.

Достоинством SSB станции является отсутствие излучаемой мощности в паузах между словами. Кроме экономии энергии и облегчения режима выходного каскада передатчика это дает дополнительные преимущества при работе в перегруженном станциями канале. При использовании AM или FM модуляций включение более мощной станции полностью «давит» более слабую, делая прием невозможным, при использовании SSB в паузах между словами мощной станции слабая станция продолжает прослушиваться.

К недостаткам относится более высокая цена SSB трансиверов, превышающая цены AM/FM станций в 3-5 раз и особенности работы с SSB, требующие более высокой квалификации оператора. Кроме того, даже при точной настройке звучание голоса корреспондента при работе на SSB все равно остается ненатуральным, со специфическим «синтезированным» тембром, что, тем не менее, никак не мешает приему информации.

Модуль защиты радиостанции работает следующим образом. На этапе шифрования (скремблирования): сигнал с микрофона радиостанции поступает на блок полосовых фильтров, в которых происходит разбиение передаваемого сообщения в частотной области на четыре поддиапазона, затем осуществляется перестановка и инвертирование спектра в четырех преобразователях, представляющих собой балансный смеситель с гетеродином, частоты гетеродинов выбираются в зависимости от желаемой комбинации переставленного спектра.

На этапе дешифрации сообщения: сигнал из приемника радиостанции поступает на модуль защиты канала связи, далее процесс подобен скремблированию: разбиение на поддиапазоны, перестановка и инвертирование спектра, затем сигнал поступает к абоненту через динамик радиостанции.

Петров А.Е.

Научный руководитель: д-р.техн.наук, профессор В.В. Ромашов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 e-mail: petrov_a@mail.ru

Разработка математической модели маломушмящего гетеродина анализатора спектра на гибридных синтезаторах

В настоящее время требования к гетеродинам анализаторов спектра становятся все более жесткие. Они должны обеспечивать большой диапазон частот, маленький шаг перестройки, а также низкий уровень фазовый шумов. Это возможно обеспечить с помощью применения гибридных синтезаторов частот. Гибридные синтезаторы сочетают в себе несколько методов синтеза, такие как: прямой аналоговый, косвенный и цифровой метод синтеза, которые позволяют недостатки одних методов скомпенсировать преимуществами других методов [1].

Спектральная плотность мощности (СПМ) фазовых шумов является одной из важнейших критериев оценки любого источника сигнала. Она является качественным показателем того, насколько точно данный генератор может воспроизводить одну и ту же частоту. Целью данной работы является разработка математической модели СПМ фазовых шумов маломушмящего гетеродина анализатора спектра на гибридных синтезаторах.

Структурная схема маломушмящего гетеродина анализатора спектра на гибридных синтезаторах изображена на рисунке 1 [2].

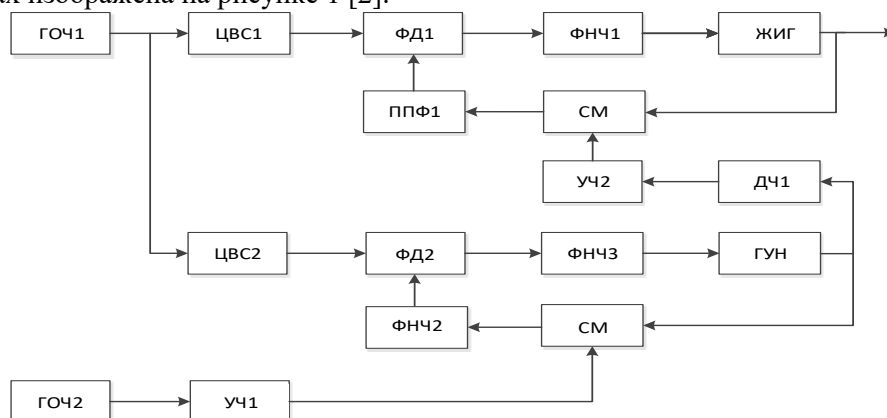


Рис.1. Структурная схема маломушмящего гетеродина анализатора спектра

На структурной схеме применены обозначения: ГОЧ1 и ГОЧ2 – генераторы опорной частоты; ЦВС1 и ЦВС2 – цифровые вычислительные синтезаторы; ФД1 и ФД2 – фазовые детекторы; ППФ1 – полосно-пропускающий фильтр; СМ1 и СМ2 – смесители частот; ДЧ1; УЧ1 и УЧ2 – умножители частоты; ФНЧ1, ФНЧ2, ФНЧ3 – Фильтры нижних частот; ГУН – генератор управляемый напряжением; ЖИГ – генератор с перестройкой на железо-иттриевом гранате

Математическая модель СПМ фазовых шумов маломушмящего гетеродина анализатора спектра на гибридных синтезаторах имеет следующий вид:

$$S_{\text{ФАПЧ1}} = \left(S_{\text{ГОЧ}}(F) K_{\text{ЦВС1}}^2 + S_{\text{ЦВС1}}(F) + S_{\text{СМ}}(F) + S_{\text{ФД1}}(F, f_{\text{ср1}}) + S_{\text{ДЧ2}}(F) \right) (|H_{31}|)^2 + S_{\text{ЖИГ}} |H_{32}|^2$$

;

где $S_{Гоч}$, $S_{цвс1}$, $S_{см}(F)$, $S_{Фд1}$, $S_{дч2}$, $S_{жиг}$ – математические модели соответствующих звеньев гетеродина; H_{31} и H_{32} передаточные функции ФАПЧ по внешним и внутренним шумам.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования шумовых характеристик малошумящего гетеродина анализатора спектра для следующих значений частот:

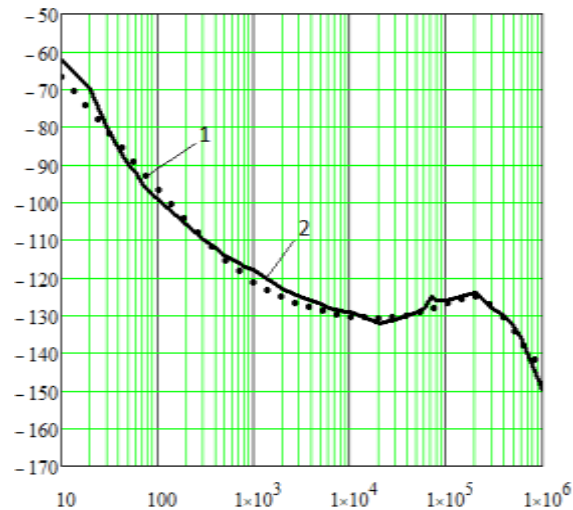


Рис. 2. СПМ фазовых шумов малошумящего гетеродина анализатора спектра на гибридных синтезаторах 1) математическая модель 2) экспериментальные данные

Таким образом, сравнивая 2 получившиеся характеристики, можно сказать, что математическая модель разработана верно и благодаря её использованию появляется возможность для теоретической оценки СПМ уровня фазовых шумов малошумящего гетеродина анализатора спектра на гибридных синтезаторах. Так же по данным характеристикам можно сказать, что уровень СПМ фазовых шумов на отстройке 10 кГц достигает -130 дБн/Гц.

Литература

1. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К., Докторов А.Н., Якименко К.А. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014, №1. С. 5 – 20/
2. Бельчиков, С. Фазовый шум: как спуститься ниже –120 дБн/Гц на отстройке 10 кГц в диапазоне частот до 14 ГГц, или Борьба за децибелы // Компоненты и технологии. - 2009. - № 5. - С.139 - 146

Петров А.Е.

*Научный руководитель: д-р.техн.наук, профессор В.В. Ромашов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: petrov_a@mail.ru*

Разработка математической модели системы ФАПЧ методом несущей и методом комплексной огибающей

В настоящее время моделирование является одной из наиболее важных аспектов разработки какого-либо устройства. Одними из наиболее популярных методов являются: метод несущей и метод комплексной огибающей.

Метод несущей заключается в воспроизведении сигналов и помех с точностью до мгновенных значений напряжений. Этот метод наиболее полно описывает систему т.к. в модели воспроизводится радиосигнал. Но имеет серьезный недостаток большие аппаратные затраты на вычисления.

В методе комплексной огибающей в качестве входного воздействия используется комплексная огибающая радиосигнала, которая содержит полезную информацию. В модели преобразование этой огибающей происходит так, как она преобразуется в реальном устройстве. Данный метод получил своё широкое применение благодаря низким требованиям к вычислительной технике.

Целью данной работы заключается в создание математической модели фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) методом несущей и комплексной огибающей и их сравнение[1]. На рисунке 1 изображена структурная схема системы ФАПЧ.

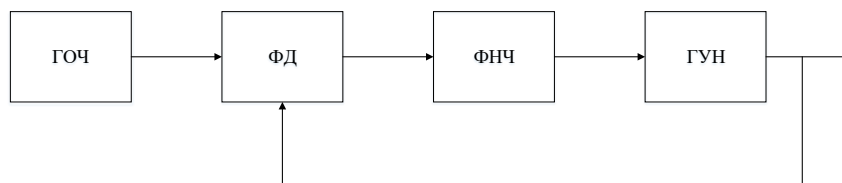


Рис. 1. Структурная схема ФАПЧ (ГОЧ – генератор опорной частоты, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр нижних частот, ГУН – генератор управляемый напряжением)

Математическое моделирование производилось для следующих значений частот $f_{\text{ГОЧ}} = 10$ кГц, частота среза ФНЧ фильтра 10 Гц, частота отстройки генератора управляемого напряжением 100 Гц.

На рисунке 2и 3 изображены сигналы полученные на выходе фазового детектора и на выходе ФНЧ фильтра.

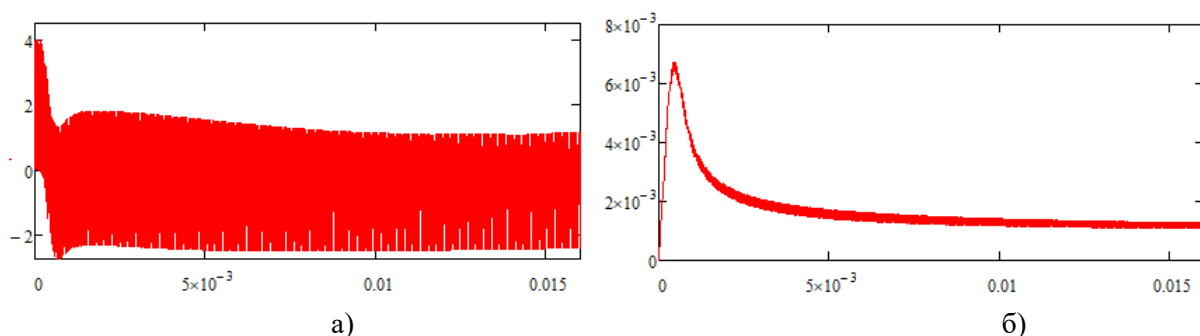


Рис. 2. Полученные сигналы с помощью метода несущей на выходах: а) фазового детектора б) фильтра ФНЧ

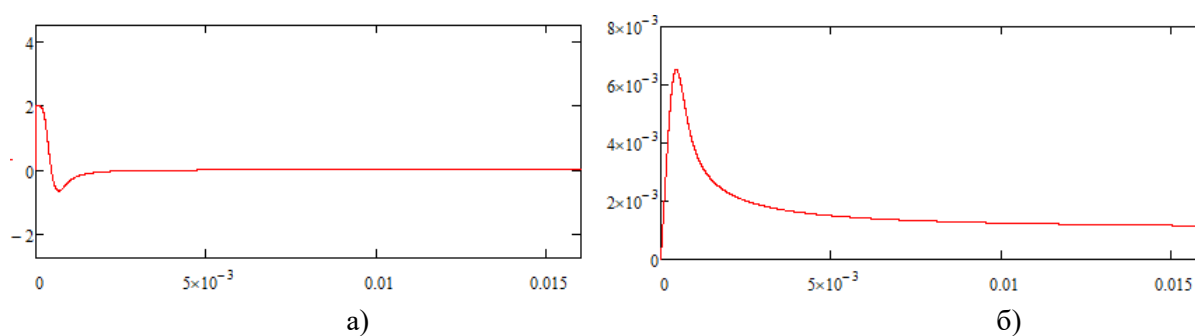


Рис. 3. Полученные сигналы с помощью метода комплексной огибающей на выходах: а) фазового детектора б) фильтра ФНЧ

Таким образом, были получены две математические модели, благодаря которым можно производить исследования системы ФАПЧ. Сравнивая 2 метода, мы можем сделать вывод о том, что при моделирование методом несущей видно, что на выходе ФНЧ фильтра имеется проникновение несущей частоты, с большим ослаблением, что говорит нам о не идеальности фильтра ФНЧ. Это значит что метод несущей более полно отображает процессы происходящие в системе.

Литература

1. Рыжков А.В., Попов В.Н. Синтезаторы частот в технике радиосвязи – М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.

Пономарёв С.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.В. Ромашов

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

e-mail: ponomarev_mivlgu@mail.ru

Сравнительный анализ гибридных синтезаторов на основе цифровых вычислительных синтезаторов и систем ФАПЧ

Для традиционных синтезаторов частоты на основе систем ФАПЧ характерно непреодолимое противоречие между шагом перестройки частоты и скоростью переключения частот. Разрешить его можно в синтезаторах на основе комбинации ФАПЧ и ЦВС[1].

Обобщенная структура совместного использования ЦВС и ФАПЧ представлена на рис. 1.

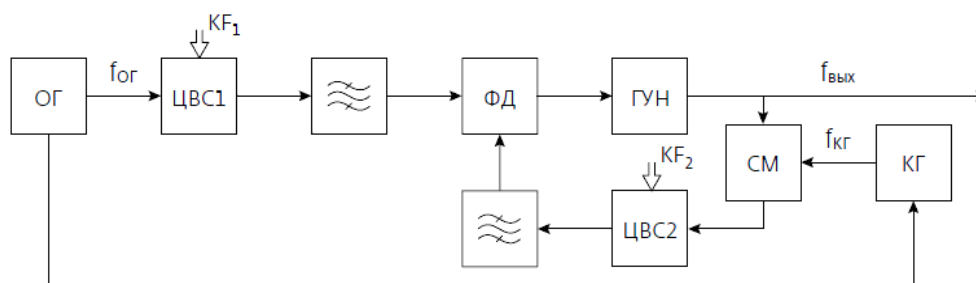


Рис. 1. Обобщенная структура совместного использования ЦВС и ФАПЧ

На рисунке 1 применены следующие обозначения: ОГ – опорный генератор, ЦВС1, ЦВС2 – цифровые вычислительные синтезаторы, ФД – фазовый детектор, ГУН – генератор, управляемый напряжением, СМ – смеситель, КГ – кварцевый генератор.

Сейчас, в наше время рынок представляет огромное многообразие синтезаторов частоты различных методов синтеза не только импортных, но и отечественных. В данной работе будет проведен сравнительный анализ гибридных синтезаторов на основе ЦВС и ФАПЧ.

Структуры СЧ с ФАПЧ можно найти как в тематической литературе, так и в файлах документации на микросхемы СЧ от ведущих мировых производителей таких как Analog Devices, Hittite, National Semiconductor, где они широко описаны. На основе их данных и проводится сравнительный анализ.

Для удобства все характеристики моделей синтезаторов, которые рассматривались в данной работе были занесены в таблицу 1. В ней наглядно представлены характеристики для сравнения, а также видны основные отличия синтезаторов между собой.

Таблица 1 – Характеристики СЧ

Устройство	Частотный диапазон	ФШ, дБн/Гц	Максимальная выходная мощность, dBm	Время перестройки по частоте	Цена, руб.	Габариты
SG380 SRSYS	4 МГц–8 ГГц	-112...-113	+13	8 мс	640 000	216 x 89 x 330 мм
SG8-HP01M	10 МГц–8 ГГц	-120	+28	2.5–4.5 мс	210 000	89 x 42 x 315 мм
UNO 10M	100кГц — 13 ГГц	-140	+15	1 мс	330 000	185x87.5x27 мм

Рассмотрев всю совокупность характеристик устройств можно сделать вывод, что самыми высокими техническими характеристиками (диапазоном частот, минимальным уровнем фазового шума) обладает генератор отечественного производства - UNO – 10M.

Проведенный обзор не открывает многих тонкостей архитектур СЧ. Это связано с тем, что в источниках находится недостаточное количество технических подробностей. Однако по рассмотренным данным можно провести численный анализ и оценить их максимальные возможности.

Литература

1. Кочемасов В.Н., Голубков А.В., Егоров Н.П., Черкашин А.А., Чугуй А.П. Цифровые вычислительные синтезаторы в системах синтеза частот и сигналов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2015. Том 9. - №3. – С.23-27.
2. Малошумящий СВЧ. UNO-10M-RF. Технические характеристики. [Электронный ресурс] — <http://advantex.ru/joom/content/view/91/76>
3. SG8-HP01M, SG8-HPSS01M. Технические характеристики. [Электронный ресурс] — http://advantex-rf.com/Downloads/SG8_Manual_en.pdf
4. RF Signal Generators SG380 Series. User Manual. [Электронный ресурс] — <http://www.thinksrs.com/downloads/PDFs/Manuals/SG380m.pdf>

Прахов А.М.

*Научные руководители: преподаватель ГБПОУ ВО МКРП С.В. Мышляков,
к.т.н., преподаватель ГБПОУ ВО МКРП Т.Г. Кострова*

*Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Владимирской области «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»
602256, Владимирская обл., г. Муром, ул. Комсомольская, 55.*

Тел/факс (49234) 3-36-40

E-mail: mtrp@narod.ru ; http://www.mtrp.narod.ru

Устройство для измерения дальности

Дальномер – устройство, предназначенное для определения расстояния от наблюдателя до объекта исследования.

Широкое применение прибор нашел в инженерной геодезии, дальномер не заменимый помощник при строительстве путей сообщения, гидротехнических сооружениях, линий электропередач, в военном деле он незаменим для определения расстояния до целей, в фотографии для точной и быстрой фокусировки, в туризме, в сельском хозяйстве, в системах бомбометания, в навигации, в астрономических исследованиях, в охотничье-стрелковых целях и конечно же дальномер занимает отдельную нишу в строительной деятельности.

Актуальность темы данной работы заключается в широком внедрении технических средств обучения, развитии и укреплении материально-технической базы колледжа, модернизации лабораторных стендов и макетов, с учетом последних достижений науки и техники на современной компонентной базе.

Целью работы является разработка и изготовление дальномера для более глубокого изучения теоретических знаний, и получения практических навыков по специальности 11.02.02 «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники».

Исходя из цели выполнения данной работы, вытекают следующие задачи:

– Проанализировать различные схемы дальномеров и выбрать наиболее простую для изготовления;

– Разработать и изготовить устройство;

– Показать экономическую целесообразность

Условия эксплуатации:

– температура окружающего воздуха (от 0°С до +39°С);

– относительная влажность воздуха (55±10) %;

– атмосферное давление (100±4) кПа [(750±30) мм рт. ст.];

– твердая поверхность для точного измерения;

– не подвергать лабораторный стенд продолжительному воздействию вибраций, избегать встряски, ударов, падений, а также температуры вне пределов диапазона от 0 до + 50°С.

В качестве элементной базы, разрабатываемого дальномера, были выбраны интегральные КМОП-микросхемы, отличающиеся широким диапазоном питающих напряжений.

– Микроконтроллер STC11

– Интегральная схема MAX232

– Операционный усилитель TL074

Принцип работы устройства основан на импульсном методе измерения дальности. Данный метод измерения дальности основывается на определении времени запаздывания характерного изменения амплитуды принимаемого радиолокационного сигнала.

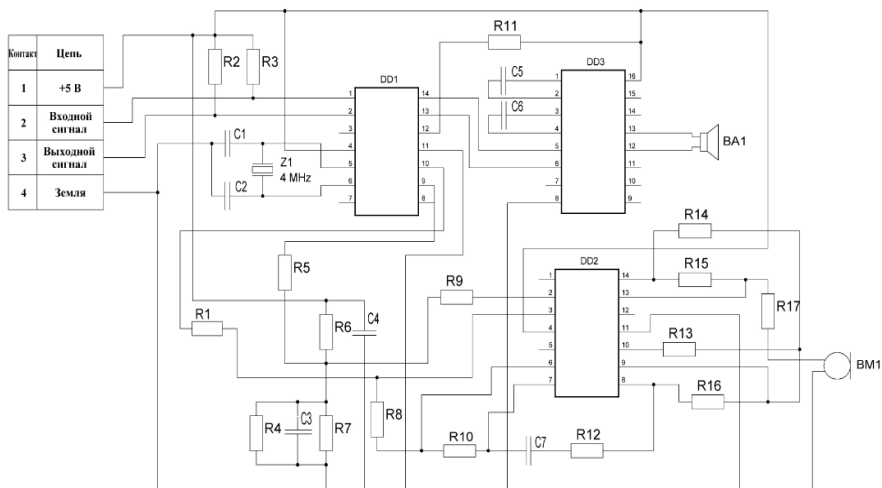


Рис. 1. Схема устройства

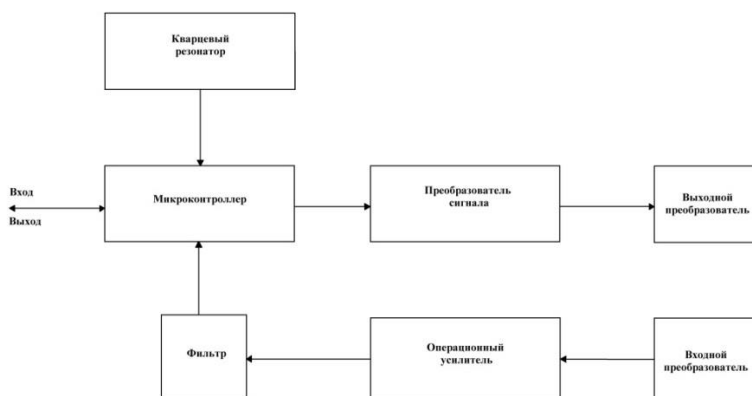


Рис. 2. Схема электрическая структурная

Экономическая целесообразность представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Стоимость комплектующих

Наименование	Кол-во, шт	Стоимость, руб.
Платформа Arduino Uno R3	1	197,28
Ультразвуковой модуль HC-SR04	1	61,84
Корпус	1	203
ИТОГО:		462,12

Литература

1. Немец А.А. Основы радиолокации и телевидения: Учебник для радиотехн. спец. техникумов / Немец А.А., Федотов В.И. – М.: Высш. шк., 2014. — 208 с.
2. Ярочкина Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: Монтаж и регулировка: Учебник для нач. проф. образования. — М.: ИРПО; Профобриздат, 2014. — 240 с.
3. <http://www.techelements.ru/eletovs-1021-1.html>
4. <http://www.studfiles.ru/preview/1495595/>
5. <http://mirznanii.com/a/288193/radiolokatsiya>
6. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/voennaya_tehnika/RADIOLOKATSIYA
7. <http://robotclass.ru/tutorials/arduino-sonic-hc-sr04/>
8. <http://www.mkuznecov.ru/metodi.html>

Сабов А.А.

*Научный руководитель: преподаватель ГБПОУ ВО МКРП С.В. Мышляков
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Владимирской области «Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения»
602256, Владимирская обл., г. Муром, ул. Комсомольская, 55.
Тел/факс (49234) 3-36-40
E-mail: mtrp@narod.ru ; http://www.mtrp.narod.ru*

Прибор ночного видения

Прибор ночного видения – класс оптико-электронных приборов, обеспечивающих оператора изображением местности в условиях недостаточной освещенности.

Актуальность изготовления прибора ночного видения заключается в том, что при выполнении данного проекта позволяет глубже изучить, углубить теоретические знания и получить практические навыки по специальности «Техническое обслуживание и ремонт РЭТ».

Приборы данного вида нашли широкое применение при ночных боевых действиях, для ведения скрытного наблюдения в темное время суток и в темных помещениях.

Прибор ночного видения состоит из камеры с ИК-подсветкой, монитора, корпуса и аккумулятора.

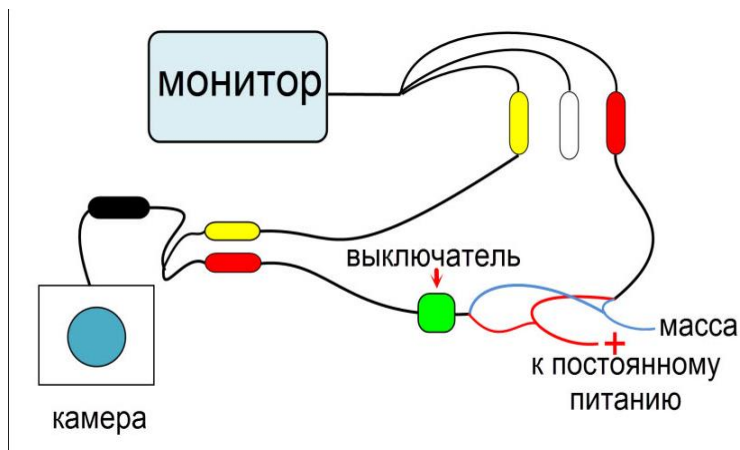


Рис. 1. Структура прибора ночного видения

Прибор ночного видения работает по следующему принципу: свет попадает в объектив и фокусируется на передней стенке преобразователя, то есть по такому же принципу, как и в обычном фотоаппарате. При помощи преобразователя, полученное изображение усиливается, делается более ярким и четким, после чего передается на объектив. Уже в объективе человек видит изображение.

Области применения такого оборудования следующие:

- Армия и проведение военных действий.
- Обеспечение безопасности: полиция, охрана и другие спецслужбы.
- Строительство.
- Охота и наблюдение за дикой природой.
- Навигация и разведка.
- Развлечения.

Литература

1. Ярочкина Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: Монтаж и регулировка: Учебник для нач. проф. образования. — М.: ИРПО; Профобриздат, 2014. — 240 с.
2. <http://www.mkuznecov.ru/metodi.html>
3. <http://mirznanii.com/a/288193/radiolokatsiya>
4. <http://www.studfiles.ru/preview/1495595/>

Сарибжанов Э.Р.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.А.Жиганова
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет име-
ни Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail Skytalets33@gmail.com*

Механизм возникновения интермодуляционных колебаний

В радиотехнике хорошо известен эффект взаимодействия сигналов двух различных частот, поданных на нелинейный элемент, называемый интермодуляцией (ИМК). В результате получается сложный сигнал с комбинациями частот (гармоник), зависящих от частоты исходных сигналов.

Согласно ГОСТ 24375-80 на термины и определения, используемые в радиосвязи, интермодуляционное радиоизлучение – это побочное радиоизлучение, возникающее в результате воздействия на нелинейные элементы высокочастотного тракта радиопередающего устройства генерируемых колебаний и внешнего электромагнитного поля [1].

Причинами возникновения интермодуляционных колебаний могут быть воздействия как внешних, так и внутренних факторов.

К внешним факторам относят влияние на РПДУ выходного сигнала или побочного излучения другого передатчика или любой другой радиотехнической системы, расположенных на близком расстоянии от рассматриваемого устройства (что характерно для передатчиков подвижных объектов), совместную работу нескольких передатчиков на общую антенну, сложную электромагнитную обстановку и использование недостаточных мер защиты от воздействия побочных продуктов других радиосистем [2].

Внутренние причины обусловлены процессами, происходящими внутри РПДУ. Параметры активного прибора изменяются во времени при воздействии электромагнитного поля, что приводит к модуляции сигнала на рабочей частоте и появлению интермодуляционных составляющих в спектре выходного сигнала.

При построении выходных каскадов РПДУ очень высоких частот (ОВЧ) диапазона на биполярных транзисторах ИМК могут возникнуть в результате многих факторов: модуляции толщины базы и инжекции эмиттерного перехода, работы коллекторного перехода в инверсном режиме, зависимости коэффициента передачи тока от режима работы.

Основной причиной возникновения интермодуляционных колебаний в устройствах на биполярных транзисторах является нелинейность характеристик транзистора. В полевых транзисторах уровень интермодуляционных колебаний в основном определяется нелинейностью выходной проводимости канала и паразитной ёмкости затвор-сток [3].

В системах спутниковой связи при многочастотном доступе с частотным разделением каналов интермодуляционные колебания возникают из-за нелинейности амплитудной характеристики ретранслятора и преобразования амплитудной модуляции сигналов в фазовую [4].

В докладе рассматривается вопрос механизма возникновения интермодуляционных колебаний.

Литература

1. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения.
2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем / Под ред. Н.М.Царькова.- М.:Радио и связь, 1985.- 272 с.
3. Хотунцев Ю.Л. Интермодуляционные искажения в приемных и передающих СВЧ полупроводниковых устройствах (обзор)/ Изв. вузов. Радиоэлектроника 1983.- Т.26, №10. С.28-37.
4. Спутниковая связь и вещание: Справочник/ В.А.Бартенев, Г.В. Болотов, В.Л. Быков и др; Под ред. Л.Я. Кантора.-М.: Радио и связь, 1997.- 528 с.

Семенов Е.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.Н. Романов
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: xxjoningxx@mail.ru*

Проектирование волоконно-оптической линии связи

В настоящее время общество активно оперирует все большими объемами данных. В результате многократно увеличилось объемы информации, скорости и расстояния ее передачи, что расширило пределы технологического развития во всех областях.

Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) – это вид системы передачи, при котором информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно". Область применений ВОЛС весьма широка – от линии городской и сельской связи и бортовых комплексов (самолеты, ракеты, корабли) до систем связи на большие расстояния с высокой информационной емкостью. На основе оптической волоконной связи могут быть созданы принципиально новые системы передачи информации. На базе ВОЛС развивается единая интегральная сеть многоцелевого назначения. Весьма перспективно применение волоконно-оптических систем в кабельном телевидении, которое обеспечивает высокое качество изображения и существенно расширяет возможности информационного обслуживания абонентов.

Самая простая оптоволоконная система передачи информации между двумя точками состоит из трех элементов: оптического передатчика, оптоволоконного кабеля и оптического приемника (рис. 1).



Рис. 1. Схема простейшей оптоволоконной системы передачи информации

В работе рассмотрена волоконно-оптическая линия, спроектированная для организации связи между двумя населенными пунктами. Главная задача – обеспечить надежную, высокоскоростную связь. При проектировании многоканальной телекоммуникационной линии связи следует исходить из необходимости обеспечения средствами связи пунктов на трассе, передачи сигналов различной информации, а также предусмотреть возможность дальнейшего увеличения числа каналов связи. В качестве примера рассмотрены несколько стандартов оптоволоконных кабелей. Для каждого произведен расчет линии связи. По результатам расчета выбирается наилучший стандарт. Выбор производится исходя из соотношения цена-качество.

Основные достоинства ВОЛС: широкая полоса пропускания, малое затухание светового сигнала в волокне, низкий уровень шумов в волоконно-оптическом кабеле, высокая помехозащищенность, малый вес и объем. Однако есть и недостатки: высокая сложность монтажа, низкая прочность и гибкость, чувствительность к механическим воздействиям. Так же в работе рассмотрены вопросы безопасности установки линии связи и экологичность проекта.

Литература

1. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. Москва: Техносфера, 2003.
2. Электронный ресурс <http://www.tls-group.ru>
3. Электронный ресурс <http://www.avclub.pro>