

УДК 04.056(075.8)

П.В. Урбанович

Генератор шума с подстройкой диапазонов

Сформулированы основные требования к генератору электромагнитного шума, который не будет создавать помехи теле- и радиоприемникам.

В основу положен генератор шума с равномерной спектральной характеристикой с перестраиваемыми режекторными фильтрами на выходе.

При обработке данных на компьютере или с помощью другого технического средства существует несколько технических каналов утечки информации [1]. Одними из наиболее опасных каналов являются побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН) [2, 3]. Это связано с тем, что каждый шлейф или провод, по которому передается информация, можно рассматривать в качестве антенной системы, и если отсутствует качественная экранировка, то информативный сигнал можно обнаружить при сканировании радиоэфира на некотором расстоянии от компьютера. Для защиты применяются генераторы шума, основной задачей которых является маскировка информативных излучений широкополосной помехой в определенном диапазоне частот.

Все более актуально становится вопрос электромагнитной совместимости существующих генераторов шума и других радиопередающих и принимающих устройств [1, 3]. Государственным комитетом по радиочастотам совместно с Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) определены нормы на излучения генераторов шума. Эти нормы должны выполняться на расстоянии 10 м от источника шума и сравнимы с уровнем естественных шумов. Это значит, что на расстоянии более 10 м, по закону генераторы шума не должны оказывать никакого влияния. Со вступлением в силу Федерального закона «О персональных данных» (от 27.07.2006 № 152-ФЗ) и требований по их технической защите появятся целые группы объектов информатизации, с которыми могут возникнуть большие трудности. Например, офисные помещения предприятий ЖКХ и кассы для приема коммунальных платежей находятся в цокольных или на первых этажах жилых домов. Для защиты информации, циркулирующей в их информационных системах, необходимо будет применять генераторы шума, но закон никак не защищает тех, чьи бытовые приборы или другая радиоэлектронная техника расположены на расстоянии менее 10 м от источника шума. Известны случаи сбоя оборудования и создания помех на телевизионные и другие системы, расположенные в смежных помещениях и зданиях.

В рамках научной работы был проведен анализ радиочастотного диапазона от 9 кГц до 1800 МГц с целью выявления частот, на которых генератором электромагнитного шума может создаваться помеха [4]. Данный анализ основан на теоретических данных, данных технической документации и Таблицы распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15.06.2006 г. №439-23 (Москва, 2006 г.).

Исходя из расстояния 10 м, о которых было написано выше, будем считать, что на подвижную радиосвязь (сети мобильной связи, милиции) помехи создаваться не будут в силу возможности выйти из зоны плохой связи. Также не будет оказываться влияние на спутниковые системы и ведомственную связь специального назначения (авианавигация, железнодорожная связь и т.д.), так как они обладают достаточно большой мощностью излучения и хорошей чувствительностью приемных приборов. На устройства беспроводной связи (типа Wi-Fi, Wi-MAX, Bluetooth и т.д.), работающие на частотах от 2 ГГц и выше, генераторы шума оказывать влияния также не будут.

Обобщенный перечень частот, на которых могут создаваться помехи генератором электромагнитного шума, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Частоты	Назначение
125 кГц	Системы управления контроля доступа
3,15–3,400 МГц	Маломощные беспроводные слуховые аппараты
13,56 МГц	Системы управления контроля доступа
26,945 МГц	Устройства охранной радиосигнализации автомашин с мощностью излучения до 2 Вт
26,960 МГц	Устройства охранной радиосигнализации помещений с мощностью излучения до 2 Вт
30–41 МГц	Беспроводные телефонные аппараты
58–66 МГц	Телевидение и звуковое вещание
66–74 МГц	Звуковое вещание
76–100 МГц	Телевидение и звуковое вещание
100–108 МГц	Звуковое вещание
151–216 МГц, 165,70; 166,10; 166,50; 167,15 МГц	Концертные радиомикрофоны
174–230 МГц	Телевидение и звуковое вещание
175–230 МГц	Концертные радиомикрофоны

Продолжение табл. 1

Частоты	Назначение
149,95–150,0625 МГц	Системы охранной сигнализации
433,075–434,79 МГц	Устройства охранной радиосигнализации автомашин, устройства дистанционного управления охранной сигнализацией и оповещения (с мощностью передатчиков до 5 МВт), радиоэлектронные средства для обработки штрихкодовых этикеток и передачи информации, полученной с этих этикеток (с мощностью передатчиков до 10 МВт)
470–862 МГц	Телевидение и звуковое вещание
814–815 МГц и 904–905 МГц	Беспроводные телефонные аппараты
864–868,2 МГц	Беспроводные телефонные аппараты офисного типа, стационарные радиотелефоны стандарта СТ-2
868–870 МГц	Устройства охранной сигнализации
1880–1900 МГц	Беспроводные телефонные аппараты стандарта DECT

Было проведено практическое сканирование радиоэфира с помощью анализатора спектра в разное время в городах Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Улан-Удэ, Тайшет, Братск, которое показало, что генераторы шума реально создают помехи телевизионным приемникам на частотах до 500 МГц и радиоприемникам FM-диапазона. В среднем в радиоэфире присутствует от 9 до 15 телевизионных каналов, из них только около 6 в диапазоне до 500 МГц.

На основании вышеизложенного новая система должна отвечать следующим требованиям:

В части генерации шума обладать:

- 1) равномерной спектральной плотностью;
- 2) следующей спектральной мощностью излучения на расстоянии 1 м (табл. 2):

Таблица 2

Диапазон частот	Мощность излучения (отн. 1 мкВ/м):	Полоса пропускания приемника
10–150 кГц	Не менее 65	200 Гц
0,15–30 МГц	Не менее 70	9 кГц
30–300 МГц	Не менее 75	120 кГц
300–2000 МГц	Не менее 65	120 кГц

3) неизменностью и воспроизводимостью характеристик шума во времени и при изменении внешних условий (температуры, давления, влажности);

- 4) взаимозаменяемостью компонентов схемы без необходимости перестройки всего генератора.

В части фильтрации шума:

1) генератор шума не должен создавать помехи телевизионным станциям и радиостанциям FM-диапазона;

2) должны быть реализованы шесть фильтров с возможностью их блокировки или отключения со следующими характеристиками (табл. 3):

Таблица 3

№ фильтра п/п	Диапазон перестройки по частоте, МГц	Ширина полосы, МГц	Величина вносимого затухания, дБ
1	48 – 66	10	15–20
2,3	76 – 108	10 –15	15–20
4,5	174 – 230	15	10–15
6	470 – 582	25	10–15

3) фильтры не должны вносить значимого затухания в полосе пропускания;

4) все шесть фильтров должны быть независимыми и не оказывать влияния на энергетические характеристики генератора за исключением полос частот, на которые они настроены.

Существует несколько методов реализации. В качестве доступного и простого источника шума можно взять тепловой шум резистора или шум диода [5–8]. Как отмечено в [5], уровень генерируемого шума у полупроводникового диода, работающего в качестве источника шума, по теореме Найквиста не зависит от внешних параметров (температура, давление и т.д.), а тепловой шум резистора зависит от температуры. Лабораторные исследования показали, что диод, работающий в качестве источника шума, обладает достаточно равномерной энергетической характеристикой, но диапазон частот ограничен 150–200 МГц. Уровень генерации шума резистором существенно ниже по сравнению с диодом, выходной спектр менее стабилен, но диапазон частот значительно шире, что в данном случае является определяющим параметром. Таким образом, в качестве источника шума решено использовать тепловой шум резистора с учетом его зависимости от температуры.

В качестве фильтрующего звена будет разработана цепочка из шести последовательно включенных перестраиваемых активных узкополосных заграждающих фильтров. Из анализа [9–11] сделан выбор в пользу аппроксимации Баттерворта, как обладающей максимально плоской амплитудно-

частотной характеристикой. Выбор порядка фильтра осуществляется аналитически для каждого фильтра в отдельности, исходя из принципа достаточности и сложности реализации. Амплитудно-частотные характеристики будут проверяться методом математического моделирования в среде MathCAD и компьютерного моделирования в Electronic WorkBench или Altium Designer.

На данном этапе работы получены следующие результаты:

1. Определены четкие требования к системе, основанные на анализе литературы и статистической обработке экспериментальных данных.

2. Выбраны методы реализации отдельных блоков устройства.

3. Производится математическое и компьютерное моделирование амплитудно-частотных характеристик фильтров.

Устройство будет считаться законченным только после проведения ряда тестов, в том числе по оценке качества шума и соответствия уровня излучения установленным нормам.

Литература

1. Хорев А.А. Способы и средства защиты информации. — М: МО РФ, 1998. — 316 с.
2. Генне В.И. К вопросу оценки уровня ПЭМИ цифрового электронного оборудования // Конфидент. — 1999. — № 6. С. 63–65.
3. Завгородний В.И. Комплексная защита информации в компьютерных системах. — М: РВСН, 1999. — 259 с.
4. Таблица распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации, утвержденная Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.06.2006 г. №439-23. — М. 2006.
5. Тетерич Н.М. Генераторы шума. — М.; Л.: Госэнергоиздат, 1961. — 182 с.
6. Фабер О. Генераторы шума на стабилитронах. — М.: Радио, 1969. — 101 с.
7. Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные, импульсные, оптоэлектронные приборы: Справочник / Гитцевич А.Б., Зайцев А.В., Мокряков В.В.; под ред. А.В. Голомедова. — М.: КубК-а, 1996. — 592 с.
8. Ибрагим К.Ф. Основы электронной техники: элементы, схемы, системы / Пер. с англ. — Изд. 2-е. М.: Мир, 2001. — 398 с.
9. Лэм Г. Аналоговые и цифровые фильтры. Расчет и реализация. — М.: Мир, 1982. — 592 с.
10. Джонсон Д., Джонсон Дж., Мур Г. Справочник по активным фильтрам. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 128 с.
11. Пейтон А.Дж., Волш В. Аналоговая электроника на операционных усилителях. — М: Бинном, 1994. — 352 с.
12. Нормативно-методические документы ФСТЭК России.
13. Реклама по генераторам шума.

Урбанович Павел Владимирович

ГОУ ВПО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», аспирант
Эл. почта: uraul@rambler.ru.

P.V. Urbanovich

Noise generator with tuning ranges

In given article the basic requirements to the generator of electromagnetic noise which will not create a handicap television and to radio receivers are formulated. The generator of noise is put in a basis with uniform spectral characteristics with reconstructed rejecter filters on an output.