

УДК 04.056(075.8)

П.В. Урбанович, А.А. Шелупанов, Н.Т. Югов

## Определение режимов для формирования полос частот средств активной защиты

Генераторы электромагнитного шума, используемые как средства активной защиты объектов информатизации, создают помехи полезным радиосигналам. Существующие решения, направленные на снижение интегрального уровня шума в широком диапазоне частот, не позволяют полностью устранить эту проблему. Исследования полезных радиосигналов позволили определить режимы для формирования полос частот средств активной защиты.

**Ключевые слова:** помехи, существенные помехи, полезные радиосигналы.

При использовании технических средств активной защиты от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений нередко возникают проблемы, связанные с созданием помех на частотах, на которых работают радио- и телевизионное оборудование [2]. Данная проблема давно известна и разработчики генераторов шума предлагают свои пути решения. Одни предусматривают регулировку интегрального уровня шума по широким диапазонам, что позволяет в некоторых случаях устранить помехи. Другие изготавливают изначально маломощные устройства, которые, как показывает практика, не всегда позволяют решить основную задачу – маскировку побочных электромагнитных излучений в силу высокого уровня последних. Авторами принято решение подойти к проблеме с другой стороны и исследовать радиосигналы, на которые средствами активной защиты создаются существенные помехи.

За основу исследования была взята «Таблица распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации», утвержденная Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.06.2006 г. №439-23 (Москва, 2006). Это основополагающий документ, регламентирующий распределение и условия использования полос радиочастот в Российской Федерации юридическими и физическими лицами, заказывающими, разрабатывающими или закупающими за границей радиоэлектронные средства, а также осуществляющими планирование и использование радиочастот для действующих радиоэлектронных средств. Выход за рамки данной таблицы распределения полос частот является нарушением действующего законодательства и строго контролируется Федеральной службой по надзору в сфере связи.

Вопрос эксплуатации генераторов шума как источника помех также регламентирован межведомственным соглашением между Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России) и Государственным комитетом по радиочастотам (ГКРЧ) [1]. В соответствии с этим соглашением, уровень излучения от генератора шума на расстоянии 10 м не должен превышать предельно допустимых значений, сопоставимых с естественным фоном электромагнитного поля. Это означает, что за сферой радиусом 10 м, в центре которой находится источник помех, средства активной защиты не должны оказывать никакого воздействия на любые существующие радиосигналы, в противном случае факт существования таких сигналов противоречит действующему законодательству. Кроме того, обеспечение информационной безопасности предполагает использование комплексного подхода, основанного на использовании активных и пассивных средств защиты информации [4, 5].

Учитывая эту особенность, из всего спектра радиосигналов можно исключить некоторые группы.

Во-первых, следует рассматривать только те радиосигналы, приемник или излучатель которых могут быть расположены на расстоянии менее 10 м от возможного места установки генератора шума. Таким образом, группы сигналов, к которым относятся спутниковые системы и ведомственная связь специального назначения (авианавигация, железнодорожная связь и т.д.), можно исключить в силу возможности их разнесения от возможного источника помех на достаточное расстояние.

Во-вторых, средства подвижной радиосвязи (сети мобильной связи, милиции и т.д.) также можно исключить в силу возможности выйти из зоны плохого приема.

В-третьих, ограниченный рабочий диапазон частот генераторов шума (от 9 кГц до 1000 МГц) позволяет не рассматривать радиосигналы, выходящие за его границы. Следо-

вательно, высокочастотные устройства (беспроводные сети Wi-Fi, Wi-MAX, Bluetooth и т.д.) также можно исключить из дальнейшего исследования в силу высокой рабочей частоты, превышающей 1000 МГц. Диапазон частот ниже 9 кГц не используется для радиосвязи и не распределен в «Таблице распределения полос частот...».

Результатом проведенного анализа является обобщенный перечень полос частот, сигналы которых чувствительны к повышенному уровню электромагнитного поля, создаваемого генератором шума. Частотные характеристики этих сигналов и их назначение приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Характеристики полос частот, сигналы которых чувствительны  
к повышенному уровню электромагнитного поля

Частоты/полосы частот	Назначение
125 кГц	Системы управления контроля доступа
30–41 МГц	Беспроводные телефонные аппараты
48–66 МГц	Телевидение и звуковое вещание
66–74 МГц	Звуковое вещание
76–100 МГц	Телевидение и звуковое вещание
100–108 МГц	Звуковое вещание
149,95–150,0625 МГц	Системы радиоканальной охранной сигнализации
174–230 МГц	Телевидение и звуковое вещание
433,075–434,79 МГц	Системы радиоканальной охранной сигнализации помещений – маломощные
470–862 МГц	Телевидение и звуковое вещание

По условию исследования необходимо выявить только те частоты или полосы частот полезных сигналов, на которых создаются существенные помехи при включенном режиме генерации. Под термином «существенные» понимались любые помехи, которые приводят к искажению полезного сигнала, вплоть до полного прекращения его приема или передачи.

Для определения пороговых значений сигнал/шум, позволяющих классифицировать помехи на существенные и несущественные, проведен ряд экспериментов для различных групп сигналов, описанных в табл. 1. Все они выполнялись по однотипной методике. На одном столе устанавливалось испытуемое устройство, работающее в обычном режиме, а на другом – генератор шума и анализатор спектра с соответствующей антенной. При включенном режиме генерации с помощью средств измерений фиксировалась разница между уровнем полезного сигнала и маскирующим шумом в точке установки испытуемого устройства, и, одновременно, наблюдалось качественное изменение приема / передачи радиосигнала по таким признакам, как искажение и исчезновение сигнала. Для получения достоверных результатов использовались несколько однотипных устройств для каждой группы.

Таким образом, установлено, что существенные помехи создаются на частотах вещания телевизионного сигнала (48–100, 174–230 и 470–862 МГц), радиостанций FM-диапазона (100–108 МГц), беспроводных телефонных аппаратов (30–41 МГц) и систем радиоканальной охранной сигнализации (149,95–150,0625 МГц). Пороговые значения отношения сигнал/шум, ниже которых создаются существенные помехи, приведены в табл. 2.

Таблица 2  
Пороговые значения отношения сигнал/шум

Группа сигналов	Пороговые значения отношения сигнал/шум для разных групп сигналов, дБ
Видеозображение телевизионного вещания	16
Звуковое сопровождение телевизионного вещания	10
Радиостанции FM-диапазона	10
Беспроводные телефонные аппараты	12
Системы радиоканальной охранной сигнализации	9

Однако уязвимые полосы частот теоретически содержат большое количество некоррелированных сигналов. Так, например, в диапазоне от 48 до 862 МГц выделяют 60 эфирных телевизионных каналов [3]. Очевидно, что в реальных условиях эксплуатации их гораздо меньше. Принимая это во внимание, проводились множественные исследования всех групп сигналов на предмет определения частотного диапазона, в котором генераторы шума создают существенные помехи, количества уязвимых полос частот полезных

сигналов и величин, на которые необходимо уменьшать излучения средств активной защиты.

Исследования выполнялись по аналогичной методике. На одном столе устанавливалось испытуемое устройство, работающее в обычном режиме, а на другом – генератор шума и анализатор спектра с соответствующей антенной. При включенном режиме генерации с помощью средств измерений фиксировалась разница между уровнем полезного сигнала и маскирующим шумом в точке установки испытуемого устройства. По пороговым значениям сигнал/шум (табл. 2) помехи классифицировались на существенные и не существенные. Для получения достоверных результатов использовалось несколько однотипных устройств для каждой группы сигналов.

Установлено, что существенные помехи создаются на частотах FM-радиостанций и телевизионного вещания до 517,75 МГц. В этом диапазоне работает в среднем 6 телевизионных станций. Для исключения помех от генератора шума необходимо уменьшить его уровень излучения на частотах полезного сигнала на 10–20 дБ в зависимости от рабочей частоты канала. Для устройств радиоканальной охранной сигнализации, работающих на частотах 149–150 МГц, необходимо уменьшить уровень излучения генератора на частотах полезного сигнала на 9 дБ. Бесшнуровые телефонные аппараты диапазона 30–41 МГц будут работать без существенных помех при снижении уровня излучения генератора на частотах полезного сигнала на 17 дБ.

Результаты проведенных исследований можно использовать для разработки принципиально нового генератора шума, отличительной особенностью которого является избирательный способ формирования шумоподобной помехи. Он заключается в возможности регулирования уровня шума в узких полосах частот, наиболее уязвимых к повышенному электромагнитному фону, тем самым не снижая общих показателей защищенности объекта информатизации.

Для этого прибор необходимо оснастить шестью независимыми полосно-заграждающими фильтрами, перестраиваемыми по частоте в заданных пределах. Данные фильтры должны регулироваться независимо и не оказывать влияние друг на друга.

Величина вносимого затухания фильтров определена при исследовании характеристик радиосигналов, а ширина полос заграждения определялась исходя из ширины полосы полезного сигнала и приемлемого значения добротности. Под приемлемым значением добротности будем понимать значение, которое достаточно легко реализуется схемными решениями, в противном случае это повлечет дополнительные трудности и значительное удорожание проекта.

Таким образом, в результате исследований выявлены характеристики (режимы) частотно-задающих цепей генератора шума, которые позволяют не создавать помех на любые радиоэлектронные устройства, и которые приведены в табл. 3.

Таблица 3  
Характеристики (режимы) частотно-задающих цепей генератора шума

№ фильтра п/п	Диапазон перестройки по частоте, МГц	Ширина полосы, МГц	Величина вносимого затухания, дБ	Диапазон значений добротности
1	30–66	10	15–20	3–6,6
2	76–108	10	15–20	7,6–10,8
3	76–108	15	10–15	5–7,2
4	149–230	15	10–15	9,9–15,3
5	174–230	15	10–15	11,6–15,3
6	470–582	25	10–15	18,8–23,8

### Заключение

1. По результатам анализа нормативной документации по радиосвязи в части распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации составлена таблица радиосигналов, чувствительных к повышенному уровню электромагнитного поля, создаваемого генератором шума (см. табл. 1).

2. Лабораторные исследования полос частот, чувствительных к повышенному уровню электромагнитного поля, создаваемого генератором шума, позволили установить численную зависимость между величиной превышения уровня сигнала над уровнем шума и степенью вызываемых помех. Это позволило определить пороговые значения отношения сигнал/шум, классифицирующие помехи на существенные и несущественные (см. табл. 2).

3. Исследования радиосигналов в реальных условиях эксплуатации позволили выявить частотный диапазон, в котором генераторы шума создают существенные помехи, количество входящих в него полос частот полезных сигналов и необходимые величины затухания маскирующего шума. По результатам исследования определены характеристи-

ки (режимы) частотно-задающих цепей генератора шума (см. табл. 3), которые позволят не создавать помех на любые радиоэлектронные устройства.

*Литература*

1. Решение Государственной комиссии по Мининформсвязи РФ от 28 ноября 2005 г. № 05-10-03-001 «О выделении полосы радиочастот 0,1–1000 МГц радиочастотам для генераторов радиошума, используемых в качестве средств защиты информации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://lawrussia.ru/texts/legal\\_739/doc739a672x907.htm](http://lawrussia.ru/texts/legal_739/doc739a672x907.htm), свободный (дата обращения: 21.05.2010).
2. Урбанович П.В. Генератор шума с подстройкой диапазонов // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2008. – № 2 (18), ч. 1. – С. 9–11.
3. Шумихин Ю.А. Телевизионный сигнал. – М.: Энергия, 1968. – 72 с.
4. Мещеряков Р.В. Специальные вопросы информационной безопасности / Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов. – Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2003. – 224 с.
5. Мещеряков Р.В. Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем / Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов. – Томск: В-Спектр, 2007. – 278 с.

---

**Урбанович Павел Владимирович**

Аспирант каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем ТУСУРа  
Эл. адрес: upaul@rambler.ru

**Шелупанов Александр Александрович**

Зав. каф. комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем ТУСУРа  
Эл. адрес: saa@tusur.ru

**Югов Николай Тихонович**

Профессор, каф. высшей математики ТУСУРа  
Тел. (382 2) 41-34-73

P.V. Urbanovich, A.A. Shelupanov, N.T. Yugov

**Identifying regimes for generating frequency ranges of active protection facilities**

When used as means of active protection of informatization objects, electromagnetic noise generators cause jamming of friendly radiofrequency signals. The existent solutions designed to decrease the integral amount of noise in a broadband do not allow to escape the problem completely. Friendly radiofrequency signals research made it possible to identify regimes for generating frequency ranges of active protection facilities that eliminate jamming.

**Keywords:** jamming, significant noise disturbance, friendly radiofrequency signals.

---