

Вариант №1

Исследование возможности перехвата информации в проводных системах за счет высокочастотного навязывания. Анализ и расчет влияния нелинейных элементов

Вдоль коридора длиной 32 метра проложены телефонные кабели и кабели пожарной сигнализации (одинаковой конструкции – двухпроводный кабель с расстоянием между проводниками 4 мм). Расстояние между телефонным кабелем и кабелем сигнализации составляет 1,5 см (расстояние между центрами кабелей, кабели располагаются на плоской стене). Диаметр проводников кабелей составляет 0,4 мм.

По телефонной линии передается речевой сигнал (в полосе частот 300 Гц – 3,4 кГц), имеющий действующее значение напряжения 1,5 В и равномерный энергетический спектр. Телефонная линия нагружена на сопротивление 600 Ом.

Линия сигнализации нагружена на сопротивление 10 кОм.

- ◆ Рассчитать для речевого сигнала спектральную плотность мощности и действующее значение напряжения в полосе 1 Гц.

- ◆ Установить, какой вид паразитной связи, емкостной или индуктивный между линиями, преобладает.

- ◆ Рассчитать спектры мощности и напряжения наведенного сигнала на сопротивлении нагрузки линии сигнализации. Сравнить спектр наведенного сигнала со спектром теплового шума сопротивления нагрузки. Сделать вывод об опасности утечки информации за счет этого вида паразитной связи.

- ◆ Оценить опасность высокочастотного колебания, подаваемого в цепь охранной сигнализации и попадающего в телефонный кабель за счет паразитной связи, рассмотренной в предыдущей задаче. Амплитуда высокочастотного колебания, подаваемого в кабель охранной сигнализации, равна 5 В. Выходное сопротивление высокочастотного генератора равно 50 Ом, частота 100 МГц.

- ◆ Для защиты телефонной линии от утечки информации за счет акустоэлектрического эффекта в линию включено диодное защитное устройство, например, «Корунд». На нелинейности диодов возможно взаимодействие высокочастотного колебания и низкочастотного речевого сигнала. В результате в телефонной линии возникает амплитудная модуляция высокочастотного колебания с коэффициентом амплитудной модуляции речевым сигналом 3%. Модулированное колебание из телефонной линии попадает в проводную линию охранной сигнализации. Построить эквивалентную схему цепи этого преобразования. Учесть, что для высокочастотного колебания линия сигнализации имеет сопротивление нагрузки 50 Ом.

- ◆ Определить амплитуду модулированного высокочастотного колебания, попадающего из телефонной линии в линию сигнализации и выделяющуюся на внутреннем сопротивлении генератора 50 Ом.

- ◆ Определить коэффициент модуляции высокочастотного колебания в точках подключения высокочастотного генератора к линии охранной сигнализации. Коэффициент модуляции изменяется из-за суммирования несущих зондирующего немодулированного колебания и поступившего из телефонной линии колебания с амплитудной модуляцией.

- ◆ Определить отношение сигнал/шум (по информационной составляющей сигнала – боковым составляющим спектра) на входе приемника перехвата высокочастотного модулированного сигнала, подключаемого параллельно выходу генератора зондирующего колебания при условии: полоса пропускания приемника 10 кГц, коэффициент шума 3 дБ. Оценить степень опасности описанного канала утечки информации, если для уверенной демодуляции требуется отношение сигнал/шум более 10 дБ.

- ◆ Оценить возможность выделения информации, если приемник позволяет проводить демодуляцию, если коэффициент модуляции превышает 10^{-5} .

Вариант №2

Оценка степени опасности побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) персонального компьютера по результатам измерения их характеристик.

В помещении, расположенном на первом этаже и имеющем размеры $12 \times 8 \times 3,6$ м, работает компьютер, создающий побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ) в диапазоне частот от 200 до 2000 МГц.

ПЭМИ создаются случайными антеннами, напряженность электрического поля на расстоянии 2 м от источника равна 200 мкВ/м во всем диапазоне.

Измерение напряженности поля проведено узкополосным приемником с полосой пропускания 100 кГц.

Для обеспечения защищенности компьютера от утечки информации (в соответствии с нормами) требуется отношение мощностей сигнала и шума: $P_C/P_{\text{ш}} = 0,5$ (-3 дБ) в полосе частот, занимаемой информационным сигналом. Шум - это тепловой шум антенны, коэффициент шума приемника равен 1 (идеальный приемник).

♦ Определите существующее отношение сигнал/шум на границах помещения (при условии, что компьютер расположен в центре помещения, и доступ снизу исключен). Принять, что на всех частотах прием сигналов ведется приемником с антенной типа симметричного полуволнового вибратора (настраиваемого на каждой частоте). Сопротивление излучения антенны равно 73 Ом. Полосы пропускания приемника принять соответствующими сигналам видеосистемы компьютеров (для современных компьютеров 100 МГц) и излучению клавиатуры (примерно 100 кГц). Коэффициент шума приемника равен 1.

♦ Определите радиусы зоны II (R_2) для обеих полос сигналов, исходя из заданного отношения сигнал/шум $P_C/P_{\text{ш}} = 0,5$.

♦ Определите, на какой частоте (или частотах) имеет место наибольшее отношение сигнал/шум для побочных излучений обеих систем (видео и клавиатура) и в каком месте.

♦ Для защиты от перехвата информации используется широкополосный генератор шума. Его мощность должна быть выбрана исходя из найденного значения отношения сигнал/шум.

♦ Какова должна быть мощность широкополосного генератора, имеющего ширину спектра излучения от 10 до 2500 МГц, для обеспечения нужного уровня спектральной плотности шума, при условии, что генерируется шум с равномерной спектральной плотностью и со спектральной плотностью, изменяющейся по закону: $S(\omega) = S_0/\omega^4$ (реальный генератор шума, например, ГШ 2500). Предполагается, что генератор шума будет располагаться рядом с компьютером.

♦ В каком радиусе генераторы шума (с равномерной спектральной плотностью и со спектральной плотностью $S(\omega) = S_0/\omega^4$) будут оказывать мешающее действие системе Wi-Fi? Приемники Wi-Fi работают в диапазоне частот 2400 - 2500 МГц. Коэффициент шума приемников равен 3 дБ. Полоса пропускания равна 22 МГц. Оценку сделать для антенны типа полуволнового вибратора. Мешающее действие начинается с превышения уровня внешнего шума над уровнем собственного шума приемников

Вариант №3

Исследование характеристик канала утечки информации, возникающего за счет акусто-электрического эффекта. Расчет дальности перехвата информации за счет паразитной модуляции гетеродина радиоприемника

В качестве гетеродина в супергетеродинном приемнике используется LC генератор. Промежуточная частота в приемнике равна 10,7 МГц. Приемник настроен на частоту 310,7 МГц. Гетеродин за счет микрофонного эффекта имеет частотную модуляцию. Индекс частотной модуляции, создаваемый речью в помещении, имеет значение $m = 0,3$ на высшей частоте модуляции $f_{\text{с}} = 4$ кГц. Гетеродин работает на частоте $f_{\text{Г}} = 300$ МГц. Катушка индуктивности имеет 8 витков диаметром 10 мм. Амплитуда тока катушки равна 5 мА.

- Определить на какой дальности может быть обнаружено излучение гетеродина (основного несущего колебания) приемником с антенной типа полуволнового вибратора, имеющим коэффициент шума 3 дБ и полосу пропускания 8 кГц при отношении сигнал/шум равном единице.

- Оценить дальность обнаружения с помощью магнитной антенны, диаметр которой равен 0,4 м. Порог чувствительности приемника считать таким же, как с полуволновым вибратором.

- Определить на какой дальности может быть выделена модуляция речевым сигналом с индексом модуляции 0,3. Для выделения речевого сигнала требуется обеспечить отношение мощностей боковых составляющих к мощности собственного шума приемника в полосе 8 кГц более 6 дБ.

- Для защиты от перехвата информации применяется генератор шума, создающий в диапазоне частот от 295 до 305 МГц шумовое излучение с равномерной спектральной плотностью. Генератор шума использует для излучения антенну – четвертьволновой вибратор (для центральной частоты 300 МГц). Охраняемое помещение имеет размеры 10x10 м. Приемник расположен в центре. Генератор шума располагается на расстоянии 3 м от защищаемого приемника, в 2-х метрах от одной из стен.

Определить мощность излучения генератора шума необходимую для защиты от перехвата в любой точке границы помещения. Считать, что для надежной защиты от перехвата отношение сигнал/шум на входе приемника перехвата должно быть менее 0 дБ. Приемник перехвата имеет описанные выше характеристики.

- Оценить возможность перехвата информации путем использования двух приемников перехвата, расположенных в точках с разными отношениями сигнал/шум, с выполнением компенсации шумового излучения. Для успешного перехвата, требуется отношение сигнал/шум более 6 дБ.

Вариант №4

Защита от перехвата информации с помощью электронных средств разведки использующих сложные сигналы

Малогобаритный радиомикрофон имеет передатчик, работающий на частоте 200 МГц. Передается речевой сигнал в полосе от 300 Гц до 3,4 кГц. Уровень громкости может меняться на 40 дБ. Информация передается с применением однополосной модуляции. Выходная мощность передатчика при максимальной громкости, при согласованной нагрузке (50 Ом) равна 1 мВт. В качестве антенны используется проводник длиной 10 см и диаметром 2 мм. Для согласования выходного каскада передатчика с антенной могут использоваться индуктивности с добротностью 100 и конденсаторы с добротностью 1000.

- ♦ Определить излучаемую мощность передатчика без цепей согласования и с применением согласующих элементов.

- ♦ Определить дальность действия радиоканала при максимальной и минимальной громкости речевого сигнала – дальность приема сигнала приемником с полосой пропускания, согласованной с шириной спектра сигнала. Коэффициент шума приемника 3 дБ. Прием осуществляется на антенну типа симметричного полуволнового вибратора. Для качественного приема передаваемой информации требуется отношение сигнал/шум 12 дБ.

- ♦ Для защиты от утечки информации, создаваемой радиомикрофоном, используется широкополосный генератор шума, работающий в диапазоне частот от 10 до 1000 МГц. Идеальный генератор шума имеет равномерную спектральную плотность мощности шума во всем диапазоне частот. Излучаемая мощность на равна 3 Вт. Оценить возможность исключить перехват информации с помощью радиомикрофона, если генератор шума располагается рядом с радиомикрофоном. Для надежной защиты от перехвата требуется обеспечить отношение мощности сигнала радиомикрофона к мощности шума генератора шума менее 12 дБ.

- ♦ Если подавить радиомикрофон не удастся, то оценить во сколько раз надо увеличить мощность генератора шума.

- ♦ Эффективность генератора шума можно повысить, если его выдвинуть в сторону разведывательного приемника. Определить минимальное расстояние от радиомикрофона в направлении на разведывательный приемник, на котором можно расположить генератор шума, имеющий мощность 3 Вт, для обеспечения защиты от перехвата.

- ♦ Оценить возможности генератора шума, использующего реальную антенну, например, симметричный полуволновой вибратор. Длина вибратора может изменяться от 15 см до 2 м. Оценить эффективность генератора шума при неправильном выборе длины антенны: 15 см, 50 см. Выходное сопротивление передатчика генератора шума равно 50 Ом.

Вариант №5

Исследование характеристик канала утечки информации, обусловленного побочными электромагнитными излучениями (ПЭМИ). Расчет количественных характеристик степени опасности

Контроллер клавиатуры персонального компьютера создает побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ), которые могут создать утечку информации, набираемой с клавиатуры. Механизм возникновения ПЭМИ можно описать следующим образом. Контроллер генерирует скан-коды, которые представляют собой импульсы трапецеидальной формы. Импульсы по кабелю поступают в системный блок. Кабель является излучающей антенной.

- Рассчитать, на какой дальности возможен перехват каждого информативного импульса (прямой расчет). Расчет выполнить при следующих предположениях.

Информативные импульсы имеют амплитуду 5 В. Форма импульсов близка к трапецеидальной. Длительность у основания 100 мкс. Длительность фронтов 10 нс. Кабель имеет длину 1,5 м, нагружен на сопротивление 100 Ом. Кабель выполнен в виде витой пары, обеспечивает степень экранировки 20 дБ. Кабель образует практически круглую петлю диаметром 30 см. Поэтому излучающую систему можно считать магнитной антенной.

Приемная антенна, с помощью которой осуществляется перехват, является магнитной. Антенна имеет 10 витков диаметром 30 см. Антенна расположена в одной плоскости с передающей антенной. Для перехвата используется активная антенна, ее порог чувствительности характеризуется коэффициентом шума $F = 5$ дБ при выходном сопротивлении антенны 50 Ом.

Полоса пропускания приемника согласована с шириной спектра информативного импульса (потеря энергии импульса не более 10%).

Расчет провести в предположении, что дальность перехвата не превышает ближней зоны излучения передающей антенны.

Для уверенного перехвата требуется отношение энергии импульса на выходе антенны к спектральной плотности собственного шума активной антенны более 10 дБ.

- Рассчитать, на какой дальности возможен прием сигналов клавиатуры в тестовом режиме. В тестовом режиме формируется периодическая последовательность импульсов длительностью 100 мкс, с периодом 200 мкс. Амплитуда импульсов и схема излучения остаются такими же, как описано выше.

В тестовом режиме производится измерение уровня излучения на первых 5 гармониках узкополосным приемником с полосой пропускания 1 кГц. Применяется магнитная антенна имеющая параметры: диаметр 30 см, число витков 10. Антенна подключается к приемнику с входным сопротивлением 50 Ом.

Коэффициент шума зависит от параметров антенны и описывается соотношением:

$$F = F_{\min} + \frac{G_n}{R_r} ((R_r - R_{\min})^2 + (X_r - X_{\min})^2)$$

где R_r , X_r – вещественная и мнимая части выходного сопротивления антенны;

$F_{\min} = 3$ дБ – минимальное значение коэффициента шума;

$R_{\min} = 200$ Ом; $X_{\min} = 0$ – значения вещественной и мнимой составляющих комплексного сопротивления источника, обеспечивающее минимальное значение коэффициента шума;

$G_n = 0,1$ сим – шумовая проводимость – параметр данного устройства.

Дальность обнаружения гармоник определить при отношении сигнал/шум равном 1.

Вариант №6

Защита от перехвата информации с помощью электронных средств разведки. Локализация средства разведки

Малогабаритный радиомикрофон имеет передатчик, работающий на частоте 860 МГц. Выходная мощность передатчика при согласованной нагрузке (50 Ом) равна 3 мВт. В качестве антенны используется проводник длиной 5 см и диаметром 1 мм. Для согласования выходного каскада передатчика с антенной могут использоваться индуктивности с добротностью 300 и конденсаторы с добротностью 1000.

Передатчик передает речевой сигнал с верхней граничной частотой 3,4 кГц. Используется частотная модуляция. Индекс модуляции на верхней частоте равен 10.

- ♦ Определить ширину спектра излучаемого сигнала. Построить спектр сигнала при модуляции тоном с частотой 3,4 кГц.

- ♦ Определить излучаемую мощность передатчика без модуляции. Излучаемую мощность определить без цепей согласования и с применением согласующих элементов.

- ♦ Определить дальность приема сигналов радиомикрофона (в свободном пространстве) при ширине полосы пропускания приемника равной ширине спектра сигнала с модуляцией. В приемнике используется антенна типа симметричного полуволнового вибратора. Приемник согласован с антенной и имеет коэффициент шума 3 дБ. Для качественного приема сигнала требуется отношение сигнал шум 12 дБ.

- ♦ Определить дальность приема сигнала передатчика в условиях города, если из-за реальных препятствий мощность излученного сигнала ослабляется пропорционально четвертой степени расстояния, начиная с дальности 50 м.

- ♦ Для обнаружения радиомикрофона используется два поисковых приемника: один в помещении, другой вне его на расстоянии 200 м. Как будут различаться показания измерителей входной мощности приемников, если расстояние от передатчика до приемника в помещении составляет 5 м?

- ♦ На расстоянии 1 км от помещения работает передатчик базовой станции мобильной связи на частоте 960 МГц мощностью 10 Вт. В каких соотношениях будут мощности сигналов от этого передатчика и от радиомикрофона на входах обоих приемников (рассчитать для двух расположений внешнего приемника)? Сигнал базовой станции маскирует излучение радиомикрофона. Какова должна быть избирательность приемников для разделения двух названных сигналов? Каков коэффициент прямоугольности амплитудно-частотной характеристики необходим? Какой порядок фильтра необходимо выбрать?

- ♦ С целью маскировки работы передатчика его рабочая частота может быть изменена и выбрана равной 959 МГц. Как изменятся требования к избирательности приемника и к характеристикам фильтра?

Вариант № 7

Оценка степени опасности побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) персонального компьютера.

Побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ) компьютеров возникают в различных составляющих элементах. Например, источником излучения может явиться электронный луч в электронно-лучевой трубке монитора. Параметры луча: длина около 30 см, ток луча до 300 мкА.

Моделью излучателя является представление луча электрическим вибратором.

Яркость точек на экране изменяется током луча. В пределе при бинарном сигнале (черно-белое контрастное изображение) ток луча принимает два значения нулевое и максимальное.

Пусть сформирован тестовый сигнал, создающий вертикальные полосы на экране шириной 1 пиксель с паузой 3 пикселя. При использовании режима монитора 1280x1024 точек частота следования пикселей составляет около 127,8 МГц (при частоте кадров 75 Гц $F_{\text{пикс}} \approx 1280 \cdot 1024 \cdot 75 \cdot 1,3$). (1,3 – поправочный коэффициент на обратный ход луча).

- ♦ Определите период, частоту следования и форму (скважность) прямоугольных импульсов, соответствующих модуляции яркости изображения.

- ♦ Определите частоту строчной развертки.

- ♦ Найдите разложение в ряд Фурье (спектр) последовательности прямоугольных импульсов, создающих модуляцию яркости на экране монитора. Сначала найти спектр без учета строчных и кадровых пауз.

- ♦ Построить качественно спектр сигнала с учетом строчных и кадровых пауз. Учесть, строчная пауза составляет 30% от периода строчной развертки. Пауза кадровой развертки составляет примерно 3% периода кадровой развертки.

- ♦ Определить излучаемые мощности электронного луча на частотах от первой гармоники модуляции луча до частоты, где длина луча примерно равна половине длины волны.

При расчете считать, что ток, создающий излучение, равен разности входного и выходного токов луча. Разность возникает из-за соизмеримости длины луча и длины волны на частоте гармоник импульсного тока луча.

Амплитуда тока в длинной линии изменяется вдоль линии по закону:

$$I(x) = I_0 \cos(k \cdot x) = I_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$$

I_0 – амплитуда тока в начале линии; x – расстояние от начала линии до рассматриваемого сечения линии; λ – длина волны. В данном случае считать x равным длине луча.

- ♦ Определите дальность обнаружения излучения луча узкополосным приемником (с полосой пропускания 10 кГц), имеющим коэффициент шума 0 дБ, работающим с антенной типа полуволнового вибратора (на двух частотах: низшей и высшей из указанного диапазона), при отношении сигнал/шум на входе приемника равном 1 (идеальный приемник).

- ♦ При перехвате изображения возможно накопление сигналов в течение некоторого количества кадров (10, 100, 1000 и т.д.). При определении дальности в этом случае мощность излучения увеличивается в корень квадратный из числа накоплений. Определить соответствующие значения дальности.

- ♦ Определите дальность перехвата с учетом экранирующего действия колбы монитора, ослабление составляет 40 дБ.

- ♦ По проведенным расчетам оценить радиус зоны 2 (R2) с учетом только одной гармоники, обнаруживаемой на максимальной дальности.

Вариант №8

Защита от негласного перехвата речевой информации.

Анализ и расчет характеристик прибора для подавления акустических устройств перехвата информации (например, диктофонов)

Для борьбы с нелегальным использованием диктофонов используется подавитель, который представляет собой генератор высокочастотного модулированного колебания. Высокочастотное колебание принимается входными цепями микрофонного усилителя, детектируется на нелинейностях и подавляет более слабый сигнал, идущий с микрофона.

Пусть подавитель излучает колебание мощностью 10 Вт на несущей частоте 900 МГц. Коэффициент амплитудной модуляции колебания равен 100%.

Антенна подавителя всенаправленная: К.Н.Д. = 1.

Входные цепи микрофонного усилителя создают петлю диаметром 1 см. Петля служит антенной для высокочастотных колебаний.

Усилитель имеет линейную амплитудную характеристику до уровня входного напряжения 1 мВ. При более высоком уровне сигнала начинает работать АРУ (автоматическая регулировка усиления), понижая чувствительность микрофона.

Входной каскад микрофонного усилителя для высокочастотного сигнала ведет себя как квадратичный детектор с характеристикой, имеющей вид:

$$U_{\text{нч}} = a \cdot E^2, a = 0,1 [1/\text{В}].$$

E – Э.Д.С. на выходе петлевой антенны (входной цепи усилителя). Э.Д.С. имеет амплитудную модуляцию с коэффициентом модуляции 100%. Низкочастотный процесс попадает в полосу пропускания входных цепей усилителя.

Входная емкость усилителя образует фильтр нижних частот, подавляя высокочастотные продукты нелинейного преобразования. На вход усилителя поступает низкочастотный продукт детектирования.

- Требуется определить, на каком расстоянии между подавителем и диктофоном начнет происходить подавление диктофона (начнет работать АРУ) при описанных условиях.

- Подавление диктофона необходимо выполнить в помещении размером $10 \times 10 \text{ м}^2$. Подавитель расположен в углу помещения. Если дальности действия подавителя не хватает, предложите как ее увеличить (увеличить мощность, коэффициент направленного действия антенны и другое).

- Для защиты от негласной записи может использоваться понижение громкости разговоров или включение посторонних акустических источников (например, музыки). Для повышения качества записи основных разговоров потребуется повышение чувствительности микрофона за счет выноса его кабелем ближе к источнику речи. В таком случае сигнал подавления будет восприниматься более эффективной антенной – кабелем микрофона.

Рассчитать дальность действия подавителя для случая использования кабеля, представляющего собой четвертьволновый вибратор для частоты подавителя.

- За счет переотражений от стен помещения напряженность поля в помещении будет убывать не монотонно при удалении от антенны подавителя. Реально убывание напряженности поля будет отличаться от идеального закона. Напряженность поля в некоторых точках может быть больше на 6 дБ и меньше на 30 дБ. Проверить, как в этом случае будет работать подавитель в случае использования встроенного микрофона (антенна 1 типа) и выносного микрофона (антенна 2 типа).