

# Захист інформації

УДК 004.056.53

С.В. Пшеничных, М.А. Гончар

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ АНТЕНН В АКТИВНЫХ СРЕДСТВАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛАМ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*В статье рассматривается возможность использования логопериодических антенн в активных средствах защиты информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений. Приводятся расчеты радиуса санитарно-защитной зоны. Рассматриваются вопросы оптимизации выбора параметров и пространственной ориентации излучающей логопериодической антенны.*

**Ключевые слова:** *побочные электромагнитные излучения, генератор пространственного зашумления, биологическое влияние электромагнитных полей, логопериодическая антенна, диаграмма направленности.*

### Введение

На сегодняшний день большая часть информационных активов в мире обрабатывается с помощью компьютерных систем (КС). Поэтому именно технические каналы утечки информации представляют наибольшую угрозу. Среди них одним из наиболее опасных является канал, возникающий вследствие побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) технических средств обработки информации.

Защиту информации в КС от утечки по каналам ПЭМИ осуществляют с использованием пассивных и активных методов и средств [1].

Пассивные методы защиты информации направлены на ослабление ПЭМИ на границе контролируемой зоны до величин, которые обеспечивают невозможность их выделения средствами разведки на фоне естественных шумов. Это достигается экранированием самих персональных компьютеров (ПК) и их соединительных линий, либо помещений, в которых они находятся.

Активные методы защиты информации направлены на создание маскирующих пространственных электромагнитных помех с целью уменьшения отношения сигнал/шум на границе контролируемой зоны до величин, которые обеспечивают невозможность выделения средствами разведки информационного сигнала, излучаемого ПК. Для создания маскирующих электромагнитных помех используются системы пространственного зашумления [1].

Поскольку экранирование помещения обходится предприятию достаточно дорого, в большинстве случаев для защиты информации используют активные методы, которые совмещают в себе и высокую эффективность, и приемлемую стоимость. Однако, при этом недостаточно внимания уделяется вопросу

безопасности персонала, который работает в непосредственной близости от излучающих антенн системы пространственного зашумления.

В зависимости от модели генератора, мощность сигнала зашумления составляет от 5 до 10 Вт. Система формирует в пространстве электромагнитное поле (ЭМП), в котором ежедневно, в течение длительного времени вынуждены находиться пользователи и обслуживающий персонал объекта защиты.

В то же время, результаты исследований [5] свидетельствуют о крайне негативных последствиях длительного влияния ЭМП на здоровье человека. Воздействие ЭМП может также привести к ошибкам персонала в результате повышенной утомляемости, спровоцированной негативным влиянием электромагнитного излучения (ЭМИ) на нервную систему работников. Кроме того, опасаясь вредного воздействия ЭМИ, пользователи сами могут несанкционированно отключать генератор высокочастотного шума.

**Целью статьи** является рассмотрение вопроса об использовании направленных широкополосных логопериодических антенн в качестве излучающих элементов систем пространственного зашумления. Оптимальная ориентация направленных антенн позволит, с одной стороны, сконцентрировать электромагнитную энергию в направлении на наиболее опасные в разведывательном отношении сектора, с другой стороны, снизить вредное влияние электромагнитного излучения на здоровье пользователей защищаемых компьютерных систем.

### Определение радиуса санитарно-защитной зоны

Таким образом, актуальной задачей является минимизация негативного влияния средств активной защиты информации на здоровье персонала. С

точки зрения охраны труда на предприятии, основным методом защиты персонала от негативного влияния ЭМИ является выбор безопасного расстояния между источником излучения и персоналом и минимизация времени облучения персонала.

Минимизация времени облучения персонала необходима, когда нет возможности снизить интенсивность излучения в данной точке до предельно допустимого уровня. В действующих нормативных документах, устанавливающих предельно допустимые уровни (ПДУ) ЭМП, учитывается не только интенсивность электромагнитного излучения, но и время облучения персонала. Для частот в диапазоне 30 кГц – 300 МГц оценка ПДУ осуществляется по величине энергетической экспозиции (ЭЭ). Значение ЭЭ для электрической и магнитной компоненты ЭМП рассчитывается по формулам [7]:

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T, (\text{В/м})^2 \times \text{ч}, \quad (1)$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T, (\text{А/м})^2 \times \text{ч}, \quad (2)$$

где  $E$  – напряженность электрического поля (В/м);

$H$  – напряженность магнитного поля (А/м);

$T$  – время воздействия за смену (ч).

В диапазоне 300 МГц–300 ГГц энергетическая экспозиция  $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}$  рассчитывается по формуле [7]:

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \quad (3)$$

где ППЭ – плотность потока энергии (Вт/м<sup>2</sup>);

$T$  – время воздействия за смену (ч).

Минимизировать время облучения персонала можно за счет организационных мероприятий.

В политике безопасности предприятия должны быть предусмотрены правила эксплуатации системы пространственного шумления. В частности, должно быть предусмотрено включение устройства активной защиты лишь на время непосредственной обработки конфиденциальных данных и своевременное его выключение при завершении работы.

Выбор безопасного расстояния между источником излучения (излучающей антенной) и персоналом также является организационным мероприятием и предусматривает удаление персонала, который непосредственно не принимает участие в обработке конфиденциальной информации на защищенной информационной системе, на безопасное расстояние от источника излучения.

Выбор безопасного расстояния основан на уменьшении интенсивности излучения с увеличением расстояния и применяется, если невозможно ослабить величину ЭЭ другими методами, в том числе за счет минимизации времени облучения персонала.

Для определения границ санитарно-защитной зоны, то есть зоны, в пределах которой значения уровней ЭЭ превышают допустимые значения, в качестве исходных данных будем использовать утвержденные санитарными нормами ПДУ ЭМП на рабочих местах, параметры антенн и значения мощностей сертифицированных генераторов высокочастотного шума. Значения ПДУ энергетических экспозиций ЭМП в зависимости от диапазона частот приведены в табл. 1 [7].

Таблица 1

Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций электромагнитного поля

Номер диапазона	Диапазон частот	$\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДУ}}$	$\text{ЭЭ}_{\text{НПДУ}}$	$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭПДУ}}$
1	0,03...3 МГц	20 000 (В/м) <sup>2</sup> ×ч	200 (А/м) <sup>2</sup> ×ч	-
2	3...30 МГц	7 000 (В/м) <sup>2</sup> ×ч	не определено	-
3	30...50 МГц	800 (В/м) <sup>2</sup> ×ч	0,72 (А/м) <sup>2</sup> ×ч	-
4	50...300 МГц	800 (В/м) <sup>2</sup> ×ч	не определено	-
5	0,3...300 ГГц	-	-	2 Вт×ч/м <sup>2</sup>

Особенность задачи заключается в том, что нормативные значения, приведенные в табл. 1, необходимо применить по отношению к системе пространственного шумления, сигнал которой представляет собой помеху типа "белый шум", то есть широкополосный шумовой сигнал, как правило, с равномерно распределенным энергетическим спектром во всем рабочем диапазоне частот. Электромагнитное поле, формируемое системой пространственного шумления, имеет сложную структуру и представляет собой суперпозицию полей, создаваемых спектральными составляющими шумового сигнала.

Примем во внимание тот факт, что в санитарно-гигиенической практике ведущих стран мира принята энергетическая концепция учета отдельных составляющих поля. Согласно п.п. 5.5 нормативного документа [7], при облучении от нескольких источников ЭМП, работающих в разных частотных диапазонах,

для которых установлены разные ПДУ, должно соблюдаться следующее условие безопасности:

$$\frac{\text{ЭЭ}_{\text{Е1}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДУ1}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Е2}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДУ2}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Е3}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДУ3}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Е4}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДУ4}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Н1}}}{\text{ЭЭ}_{\text{НПДУ1}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{Н3}}}{\text{ЭЭ}_{\text{НПДУ3}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭПДУ}}} \leq 1, \quad (4)$$

где  $\text{ЭЭ}_{\text{Е1}}, \text{ЭЭ}_{\text{Е2}}, \text{ЭЭ}_{\text{Е3}}, \text{ЭЭ}_{\text{Е4}}$  – суммарные энергетические экспозиции в соответствующем нормируемом диапазоне частот для электрической компоненты поля;  $\text{ЭЭ}_{\text{Н1}}, \text{ЭЭ}_{\text{Н3}}$  – суммарные энергетические экспозиции в первом и третьем диапазоне частот для магнитной компоненты поля;  $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}$  – суммарная энергетическая экспозиция плотности потока энергии в пятом нормируемом частотном диапазоне.

Используя критерий (4), можно провести инструментальную оценку электромагнитной безопасности системы пространственного шумления. При

этом значения энергетических экспозиций будут определяться по результатам измерений уровней электрической и магнитной компонент ЭМП во всём рабочем диапазоне частот на расстоянии одного метра от источника излучения. Исходя из критерия (4), на границе санитарно-защитной зоны сумма всех слагаемых должна быть равна единице:

$$\frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{E1}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{EPDU1}} + \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{E2}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{EPDU2}} + \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{E3}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{EPDU3}} + \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{E4}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{EPDU4}} + \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{H1}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{HPDU1}} + \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{H3}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{HPDU3}} + \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{HPЭ}}{\mathcal{E}\mathcal{E}_{HPЭПДУ}} = 1. \quad (5)$$

Для частот в диапазоне 30 кГц – 300 МГц (диапазоны 1-4) значение ЭЭ для электрической и магнитной компоненты ЭМП будет определяться выражениями:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{Ei} = T \cdot \int_{\Delta f_i} W_{Ei}^2(f) df, \quad (B/m)^2 \times \text{ч}, \quad (6)$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{Hi} = T \cdot \int_{\Delta f_i} W_{Hi}^2(f) df, \quad (A/m)^2 \times \text{ч}, \quad (7)$$

где  $i = 1 \dots 4$  – номер частотного диапазона;  $\Delta f_i$  – нормируемый частотный диапазон;  $W_{Ei}(f)$ ,  $W_{Hi}(f)$  – спектральная плотность напряженности электрического и магнитного поля.

Для частот в диапазоне выше 300 МГц (5-й диапазон) энергетическая экспозиция может быть определена по следующей формуле:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{HPЭ} = \frac{T}{377} \cdot \int_{\Delta f_5} W_{E5}^2(f) df, \quad (B/m)^2 \times \text{ч}. \quad (8)$$

Аналитические выражения для параметров  $W_{Ei}(f)$  и  $W_{Hi}(f)$  будут различными в зависимости от соотношения длины волны  $\lambda$  излучения и расстояния  $r$  от источника излучения до точки наблюдения.

ЭМП, формируемое антенной, имеет три зоны: ближнюю – зона индукции или зона несформировавшейся волны, промежуточную или интерференционную и дальнюю или зону сформировавшейся волны. В общем случае размеры этих зон зависят от типов антенн и длины волн излучения. Для направленных антенн в качестве границы ближней зоны чаще всего принимают величину  $\lambda/2\pi$ , а дальней  $3\lambda/2\pi$  [3]. В пределах каждой из зон затухание электромагнитной волны описывается различными аналитическими зависимостями.

На практике минимальное расстояние между излучающей антенной системой зашумления и персоналом составляет порядка одного метра. Следовательно, в области рабочего места персонала излучения спектральных составляющих шумового сигнала в первом и втором частотных диапазонах формируют электрическое и магнитное поле ближней зоны.

В ближней зоне, когда  $r < \lambda/2\pi$ , спектральные плотности электрического и магнитного поля, излучаемого штыревой антенной, будут описываться

выражениями [3]:

$$W_E(f) = \frac{I(f) \cdot l}{4 \cdot \pi^2 \cdot \varepsilon \cdot f \cdot r^3}, \quad (9)$$

$$W_H(f) = \frac{I(f) \cdot l}{4 \cdot \pi \cdot r^2}, \quad (10)$$

где  $I(f)$  – спектральная плотность тока в антенне;  $l$  – длина штыревой антенны;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость воздуха;  $f$  – частота колебаний.

Выражение для спектральной плотности тока в излучающей антенне имеет вид:

$$I(f) = \sqrt{N(f)/R(\lambda)}, \quad (11)$$

где  $N(f)$  – спектральная плотность мощности шума;  $R(\lambda)$  – сопротивление излучения штыревой антенны.

Для сигнала типа "белый шум" спектральная плотность мощности примерно одинакова во всем рабочем диапазоне частот:

$$N(f) = N = P/\Delta F_\Gamma, \quad (12)$$

где  $P$  – номинальная мощность генератора шума;  $\Delta F_\Gamma$  – рабочий диапазон генератора шума.

Выражение для сопротивления излучения штыревой антенны имеет вид [4]:

$$R(\lambda) = 1600(1/(2\lambda))^2 \text{Sin}^2((2\pi/\lambda) \cdot l). \quad (13)$$

Анализ результатов вычислений показывает, что при мощности шума 5Вт в диапазоне частот от 10кГц до 1,5ГГц значения энергетических экспозиций, создаваемых в первом и втором нормируемых частотных диапазонах на расстоянии одного метра от антенны, составляют величины менее, чем  $10^{-3}$ . Это можно пояснить тем, что доля энергии, излучаемой в этих двух диапазонах, составляет менее двух процентов. Кроме того, как видно из табл. 1, значения ПДУ энергетических экспозиций в этих диапазонах достаточно велики. В силу этого, слагаемые в выражении (5) для первых двух диапазонов будут иметь порядок менее, чем  $10^{-6}$ , а, следовательно, их можно не учитывать.

Согласно рекомендациям, изложенным в [2], расчет напряженности поля вблизи антенн технических средств ОВЧ (30...300МГц) и УВЧ (0,3...3ГГц) диапазонов следует проводить по формуле:

$$E = \sqrt{30PG}/r, \quad (14)$$

где  $E$  – напряженность поля, В/м;  $P$  – мощность на входе антенно-фидерного тракта, Вт;  $G$  – коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя в направлении максимального излучения;  $r$  – расстояние от антенны до точки наблюдения, м.

Энергетические экспозиции электрического и магнитного поля, излучаемого штыревой антенной в третьем и четвертом нормируемых частотных диапазонах, описываются выражениями:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{Ei} = T \cdot (30 \cdot N \cdot \Delta f_i \cdot G)/r^2, \quad (B/m)^2 \times \text{ч}, \quad (15)$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{Hi} = T \cdot (30 \cdot N \cdot \Delta f_i \cdot G)/(377 \cdot r)^2, \quad (A/m)^2 \times \text{ч}. \quad (16)$$

Энергетическая экспозиция плотности потока энергии в пятом частотном диапазоне описывается выражением:

$$\mathcal{E}_{\text{ППЭ}} = T \cdot (30 \cdot N \cdot \Delta f_5 \cdot G) / (377 \cdot r^2) \text{ (Вт/м}^2 \text{)} \times \text{ч.} \quad (17)$$

Произведем подстановки в уравнение (5) выражений (15), (16) и (17) для третьего, четвертого и пятого диапазонов частот. Слагаемые выражения (5) для первого и второго частотного диапазона (ближняя зона), в виду малости их значений учитывать не будем. Выносим за скобки общие множители, получаем:

$$\frac{30TNG}{r^2} \cdot \left( \frac{\Delta f_3}{\mathcal{E}_{\text{ЕПДУ3}}} + \frac{\Delta f_3}{(377)^2 \mathcal{E}_{\text{НПДУ3}}} + \frac{\Delta f_4}{\mathcal{E}_{\text{ЕПДУ4}}} + \frac{\Delta f_5}{377 \mathcal{E}_{\text{ППЭПДУ}}} \right) = 1. \quad (18)$$

Решая данное уравнение относительно  $r$ , находим выражение для радиуса санитарно-защитной зоны:

$$r_{\text{сз}} = \left( 30TNG \cdot \left( \frac{\Delta f_3}{\mathcal{E}_{\text{ЕПДУ3}}} + \frac{\Delta f_3}{(377)^2 \mathcal{E}_{\text{НПДУ3}}} + \frac{\Delta f_4}{\mathcal{E}_{\text{ЕПДУ4}}} + \frac{\Delta f_5}{377 \mathcal{E}_{\text{ППЭПДУ}}} \right) \right)^{0,5}. \quad (19)$$

В качестве примера, определим радиус санитарно-защитной зоны для устройства зашумления с мощностью излучения 5Вт в диапазоне частот от 10кГц до 1,5ГГц, имеющего излучающую штыревую антенну. Коэффициент усиления штыревой антенны  $G = 3$ . Спектральная плотность мощности шума при этом будет равна  $N = 3,3 \cdot 10^{-6}$  (Вт/кГц). Частотные диапазоны соответственно равны:  $\Delta f_3 = 20.000$ кГц;  $\Delta f_4 = 250.000$ кГц;  $\Delta f_5 = 1.200.000$ кГц.

Расчет показывает, что при времени воздействия  $T = 8$  часов (рабочий день) радиус санитарно-защитной зоны должен быть не менее 2,14м. На практике же расстояние между излучающей антенной устройства зашумления и рабочим местом оператора защищенной информационной системы составляет около одного метра.

### Использование в системах зашумления логопериодических антенн и оптимизация их пространственной ориентации

Как видно из выражений (18) и (19), обеспечить требования электромагнитной безопасности персонала при использовании системы пространственного зашумления можно либо путем уменьшения времени воздействия  $T$ , либо путем снижения спектральной плотности мощности электромагнитного шума  $N$ , либо путем уменьшения коэффициента усиления излучающей антенны  $G$ , либо путем дистанцирования персонала на безопасное расстояние. На практике удалить персонал на безопасное рас-

стояние от излучающей антенны либо ограничить время его пребывания вблизи неё не всегда представляется возможным. Снижение мощности электромагнитного шума может привести к невыполнению нормативных требований по защите объекта на границе контролируемой зоны.

Наиболее приемлемым решением данной задачи является использование в системах пространственного зашумления широкополосных направленных антенн, при оптимальной ориентации которых большая часть электромагнитной энергии будет излучаться в направлении разведопасного сектора и существенно меньшая часть энергии – в направлении рабочего места персонала.

Для случая, когда используется направленная антенна, выражение (19) можно представить в виде:

$$r_{\text{сз}} = \left( 30TN \cdot \left( \frac{\bar{G}_3(\theta) \Delta f_3}{\mathcal{E}_{\text{ЕПДУ3}}} + \frac{\bar{G}_3(\theta) \Delta f_3}{(377)^2 \mathcal{E}_{\text{НПДУ3}}} + \frac{\bar{G}_4(\theta) \Delta f_4}{\mathcal{E}_{\text{ЕПДУ4}}} + \frac{\bar{G}_5(\theta) \Delta f_5}{377 \mathcal{E}_{\text{ППЭПДУ}}} \right) \right)^{0,5}, \quad (20)$$

где  $r_{\text{сз}}(\theta)$  – значение границы санитарно-защитной зоны при условии использования направленной антенны и её оптимальной ориентации (минимум ДН соответствует углу  $\theta$ );  $\bar{G}_3(\theta)$ ,  $\bar{G}_4(\theta)$ ,  $\bar{G}_5(\theta)$  – усредненные значения коэффициента усиления антенны для угла  $\theta$  в третьем, четвертом и пятом нормируемом диапазоне частот.

Анализ диаграмм направленности логопериодической, штыревой и рамочной антенн показывает, что с точки зрения пространственной селекции, логопериодические антенны имеют явное преимущество по сравнению с другими типами антенн.

Логопериодические антенны – это достаточно распространенный тип антенн. Главной их особенностью является возможность передавать сигналы в определенном направлении в очень широком диапазоне частот: отношение максимальной длины волны передаваемого сигнала к минимальной – более десяти. Некоторые типы антенн поддерживают рабочий диапазон от десятков МГц до десятков ГГц. Во всем рабочем диапазоне частот обеспечивается хорошее согласование антенны с фидером, а коэффициент усиления практически остается неизменным [6].

Внешний вид логопериодической антенны показан на рис. 1, а. Антенна состоит из ряда симметричных параллельных вибраторов, расположенных в одной плоскости, длина которых монотонно изменяется.

Полотно антенны образовано собирательной линией в виде двух труб, расположенных одна над другой, к которым поочередно крепятся плечи вибраторов так, что левое плечо одного вибратора крепится к верхней трубе собирательной линии, а правое плечо того же вибратора – к нижней.

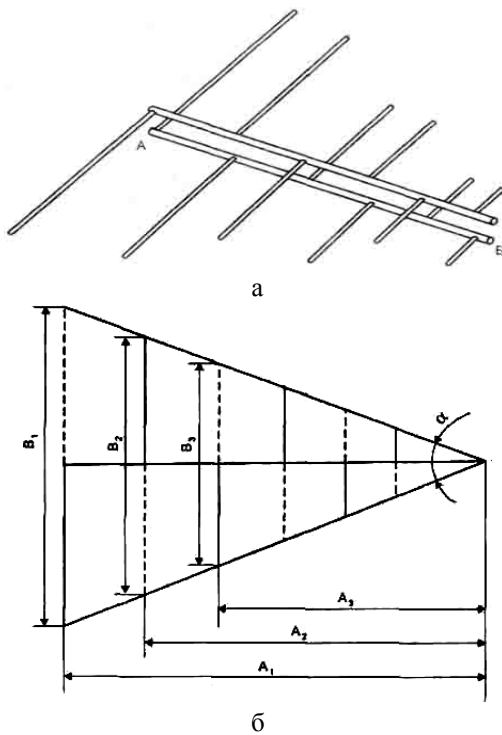


Рис. 1. Логопериодическая антенна

У следующего вибратора, наоборот, левое плечо крепится к нижней трубе, а правое – к верхней. Схематически такая антенна показана на рис. 1, б, где сплошными линиями изображены плечи вибраторов, соединенные с верхней трубой собирательной линии, а штриховой линией – соединенные с нижней трубой. Рабочая полоса частот антенны со стороны наибольших длин волн зависит от размеров наиболее длинного вибратора, а со стороны наименьших длин волн – от размеров наиболее короткого вибратора. Вибраторы вписаны в равнобедренный треугольник с углом при вершине  $\alpha$  и основанием, равным наибольшему вибратору.

Диаграмма направленности логопериодической антенны представлена на рис. 2.

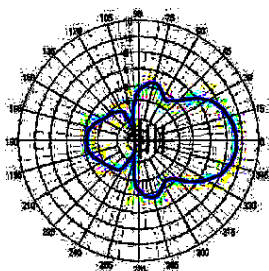


Рис. 2. Диаграмма направленности логопериодической антенны

Как видно из рисунка, диаграмма направленности логопериодической антенны имеет ярко выраженный главный лепесток, в направлении которого сосредоточена большая часть излучаемой энергии.

Пространственная ориентация логопериодической антенны должна производиться таким образом,

чтобы главный лепесток диаграммы направленности совпадал с разведопасным направлением, а провал диаграммы направленности – с направлением на рабочее место оператора КС. Такая ориентация антенны позволит осуществить направленное пространственное зашумление опасных секторов и, в то же время, минимизировать долю электромагнитного излучения в направлении на рабочее место оператора КС.

### Выбор параметров логопериодической антенны для системы пространственного зашумления

Важным вопросом является оптимальный выбор геометрических параметров логопериодической антенны, которую можно было бы использовать в системах пространственного зашумления.

Естественно предположить, что данная антенна, как и любая другая, используемая в системах пространственного зашумления, не может быть согласована во всем рабочем диапазоне частот генератора шума, поскольку согласование антенны в низкочастотном диапазоне приводит к слишком большим геометрическим размерам элементов антенны. Следовательно, антенна, с одной стороны, должна быть согласована в диапазоне частот, в котором наблюдаются наиболее высокие уровни побочных электромагнитных излучений. С другой стороны, геометрические размеры антенны должны позволять её размещение на защищаемом объекте.

Исходя из опыта практических исследований, выбираем полосу частот 100 – 1500 МГц. Для расчета геометрических характеристик логопериодической антенны используем программное обеспечение LogAnt (logo-periodic antennas calculator).exe [6].

Результаты расчета показывают, что антенна будет иметь приемлемые размеры, позволяющие разместить её на защищаемом объекте. Такая антенна будет иметь угол раскрытия  $33,5^\circ$  и будет состоять из 19 вибраторов. Размер самого длинного вибратора – 1,58 м, а длина оси антенны – 2,535 м.

С точки зрения электромагнитной безопасности, наиболее важной характеристикой антенны является её диаграмма направленности (ДН) для различных частот рабочего диапазона системы зашумления. На рис. 3, а – е представлены ДН выбранной логопериодической антенны для частот 30, 50, 100, 300, 1000 и 1500 МГц.

Как видно из рис. 2, минимум ДН выбранной логопериодической антенны соответствует азимуту  $90^\circ$  и  $270^\circ$  относительно осевого направления для всех значений частот. В результате моделирования для выбранной логопериодической антенны находим (в размах) усредненные значения КНД для третьего, четвертого и пятого нормируемого диапазона частот:

$$\bar{G}_3(90^\circ) = 0,25; \bar{G}_4(90^\circ) = 0,019; \bar{G}_5(90^\circ) = 0,00084.$$

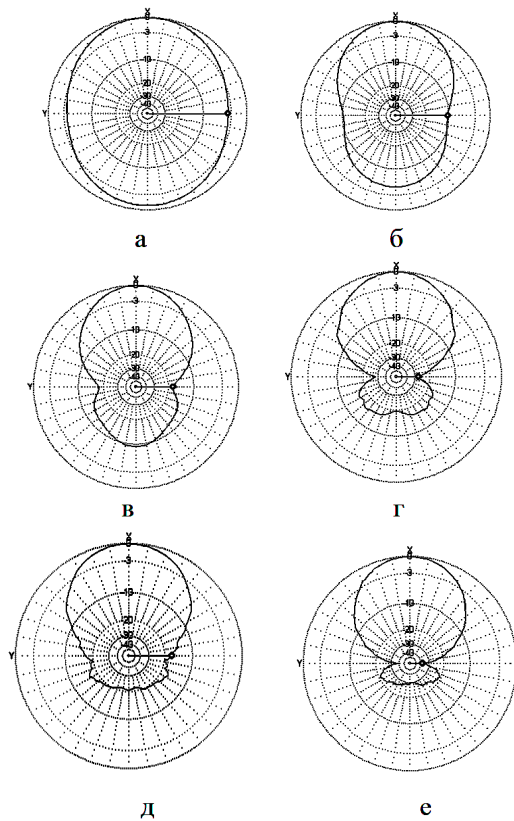


Рис. 3. Диаграмма направленности логопериодической антенны на частотах: а – 30МГц; б – 50МГц; в – 100МГц; г – 300МГц; д – 1000МГц; е – 1500МГц

Делая соответствующие подстановки в выражение (20), при тех же значениях параметров шума, находим границу санитарно-защитной зоны для выбранной антенны при её оптимальной ориентации:  $r_{сз}(90^\circ) = 0,64\text{м}$ , что отвечает предъявляемым требованиям электромагнитной безопасности при времени воздействия  $T=8$  часов.

## Выводы

Таким образом, использование логопериодических антенн и их оптимальная пространственная

ориентация в активных средствах защиты информации позволит, с одной стороны, осуществить направленное пространственное зашумление опасных в разведывательном отношении секторов, с другой стороны, обеспечить выполнение требований по электромагнитной безопасности персонала.

Пространственную ориентацию антенны следует производить в каждом отдельном случае индивидуально, с учетом расположения КС и на основе предварительного анализа ситуационной обстановки вокруг защищаемого объекта.

При размещении антенны на объекте её ДН может искажаться вследствие влияния различных отражающих поверхностей. Поэтому для определения фактического состояния электромагнитной обстановки на рабочем месте необходимо проводить инструментальный контроль уровня электромагнитного поля, создаваемого антенной.

## Список литературы

1. Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации / А.А. Торокин. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 960 с.
2. Сподобаев Ю.М. Основы электромагнитной экологии / Ю.М. Сподобаев, В. П. Кубанов. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
3. Малков Н.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учеб. пособие / Н.А. Малков, А.П. Пудовкин. – Тамбов: ТГТУ, 2007. – 88 с.
4. Белоцерковский Г.Б. Основы радиотехники и антенны. Часть II. Антенны / Г.Б. Белоцерковский. – М.: Сов. радио, 1969. – 328 с.
5. Воздействие электромагнитных полей на организм [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://botsman.narod.ru/1/files/source4.htm>.
6. Логопериодические антенны [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://celnet.ru/logoant.php>.
7. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів ДСН 33.6.096-2002 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>.

Поступила в редколлегию 17.12.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Лошаков, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## ВИКОРИСТАННЯ ЛОГОПЕРІОДИЧНИХ АНТЕН В АКТИВНИХ ЗАСОБАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВИТОКУ КАНАЛАМИ ПОБІЧНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ

С.В. Пшеничных, М.О. Гончар

У статті розглядається можливість використання логоперіодичних антен в активних засобах захисту інформації від витоків каналами побічних електромагнітних випромінювань. Наводяться розрахунки радіуса санітарно-захисної зони. Розглядаються питання оптимізації вибору параметрів і просторової орієнтації випромінюючої логоперіодичної антени.

**Ключові слова:** побічні електромагнітні випромінювання, генератор просторового зашумлення, біологічний вплив електромагнітних полів, логоперіодична антена, діаграма спрямованості.

## USE OF LOG-PERIODIC ANTENNAS IN THE ACTIVE MEANS OF INFORMATION PROTECTION AGAINST LEAKAGE THROUGH CHANNELS OF SIDE ELECTROMAGNETIC RADIATION

S.V. Pshenychnykh, M.A. Honchar

The article discusses the possibility of using the log-periodic antennas in the active means of information protection against leakage through channels of side electromagnetic radiation. Radius calculations of the sanitary protection zone are given. The problems of optimizing the choice of parameters and the spatial orientation of the radiating log-periodic antenna are studying.

**Keywords:** side electromagnetic radiation, the generator of space noise masking, the biological effects of electromagnetic fields, log-periodic antenna, directivity diagram.