

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОТ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ЗАЩИТНЫХ ФИЛЬТРОВ

В современном мире большие объемы информации обрабатываются, хранятся и передаются электронными методами, и, следовательно, сопровождаются электромагнитными излучениями и наводками. Поэтому существует реальная возможность несанкционированного доступа к этой информации посредством радиоперехвата или контактного подключения к коммуникациям, в том числе по незащищенным цепям питания и заземления[1].

Предлагаемые на рынке средств вычислительной техники(СВТ) зарубежные и отечественные промышленные изделия защиты сетей питания чаще всего имеют сертификаты, удовлетворяющие требованиям действующих стандартов электробезопасности и требования по уровню электромагнитных излучений[2]. В связи с ростом чувствительности схем и компонентов к помехам и с повышением частоты передачи сигналов ужесточаются требования к обеспечению электромагнитной совместимости(ЭМС), а также по защите информации от утечки через побочные электромагнитные излучения и наводки(ПЭМИН). Поэтому существует необходимость проведения исследований и разработки средств защиты сетей питания, удовлетворяющих современным требованиям к ЭМС и их защитным функциям.

Носителями важной (критической) информации, которая обрабатывается, циркулирует, отображается в информационных системах(ИС) и СВТ, являются электрические и электромагнитные поля и сигналы, образующиеся в результате работы средств обработки информации или воздействия опасного сигнала на средства обработки открытой информации и на системы жизнеобеспечения.

Каналы утечки информации через ПЭМИН могут возникать вследствие излучения информативных сигналов при работе технических средств и наведения этих сигналов в линиях связи, цепях электропитания и заземления, других коммуникациях, имеющих выход за пределы контролируемой территории (КТ). Информативные сигналы могут распространяться на большие расстояния и регистрироваться средствами технических разведок за пределами КТ.

Частоты, на которых могут излучаться информативные сигналы, зависят от типов и видов аппаратурных средств и могут составлять от сотен герц до нескольких десятков гигагерц. Уровень наводок определяется расстоянием между источниками излучения и аппаратурой, подверженной влиянию этих излучений, длиной параллельного пробега и величиной переходного затухания линий, напряжением информативного сигнала в линии и уровнем шумов (помех).

Просачивание информационных сигналов в цепи электропитания возможно при наличии магнитной связи между выходным трансформатором усилителя (например, УНЧ) и трансформатором выпрямительного устройства. Кроме того, токи усиливаемых информационных сигналов замыкаются через источник электропитания, создавая на его внутреннем сопротивлении падение напряжения, которое при недостаточном затухании в фильтре выпрямительного устройства может быть обнаружено в линии электропитания. Информационный сигнал может проникнуть в цепи электропитания также в результате того, что среднее значение потребляемого тока в оконечных каскадах усилителей в большей или меньшей степени зависит от амплитуды информационного сигнала, что создает неравномерную нагрузку на выпрямитель и приводит к изменению потребляемого тока по закону изменения информационного сигнала[1].

В обеспечении устойчивости работы информационной системы также важную роль играет качество электропитания. Качество напряжения питающей сети определяется государственными стандартами ГОСТ 13109-97 и ДСТУ 3466-97.

Одной из причин, снижающих надёжность работы СВТ и создающих угрозу утери критической информации, является ненормированное изменение параметров сети электропитания. Практика показывает, что в реальных сетях электропитания возникает более 120 различных аномалий - кратковременных или длительных недопустимых изменений напряжения, называемых сетевыми помехами, которые пагубно сказываются на отказоустойчивости оборудования и надёжности работы ИС[3].

Для защиты информации от утечки по цепям питания используются следующие методы:

- 1) доработка СВТ с применением технологических решений;
- 2) экранирование СВТ;
- 3) фильтрация сигналов в цепях питания;
- 4) пространственное и линейное зашумление для исключения перехвата ПЭМИ и съёма наводок с линий питания.

На основе проведенного анализа методов технической защиты информации в сетях электропитания можно сделать вывод, что выбор метода защиты должен основываться на следующих критериях:

- гарантированное обеспечение степени защиты информации;
- защиту от электромагнитного терроризма;
- биологическую защиту оператора;
- технологическую пригодность к серийному производству;
- приемлемые экономические показатели.

В наибольшей степени удовлетворяет этим требованиям **пассивные методы защиты информации**. В общем плане – это локализация источников ПЭМИН, т.е. сочетание экранирования корпуса и отдельных элементов СВТ и фильтрации токонесущих цепей.

Экранирование является конструктивным средством ослабления любых помех. Однако технические решения с применением сплошного экранирования доступными способами осуществить практически невозможно. Невозможно также устранить кондуктивные помехи в проводниках, которые соединяются с внешними источниками, без создания дополнительных условий ослабления помехи до кабеля электропитания, сигнальных цепей интерфейса и внутри той части сигнальной цепи, которая может служить антенной для приёма (или излучения) помех.

При применении фильтрации одновременно решаются как задачи снижения уровня побочных излучений СВТ, так и задача защиты СВТ от высокочастотных помех, создаваемых внешними источниками.

Для фильтрации используются помехоподавляющие фильтры, выпускаемые зарубежными фирмами и отечественными предприятиями.

Требования к помехоподавляющим фильтрам регулируются стандартами, разработанными международными, региональными и национальными организациями.

Сетевые помехоподавляющие фильтры (СПФ) входят в общий класс помехоподавляющих фильтров, поэтому требования, предъявляемые к этим изделиям, распространяются и на СПФ[4], это:

- требования по диапазону подавляемых частот;
- требования по току нагрузки;
- требования по току утечки;
- требования по рабочему напряжению;
- требования по ослаблению импульсных помех;
- требования по стойкости к внешним воздействиям;
- требования к конструкции фильтров.

Для осуществления фильтром защитной функции, связанной со снижением уровня информативного сигнала в сетях электропитания, затухание фильтров в диапазоне подавляемых частот должно превышать 60 дБ[5], а охватываемый диапазон частот 0,1...1000 МГц необходимо расширять в сторону более низких частот - нижняя граничная частота диапазона должна составлять 10 кГц, а в некоторых случаях и менее. То есть защитный фильтр должен быть эффективен в диапазоне частот 4-5 декад.

Кроме того, для фильтров, эффективных в столь широком диапазоне частот, необходим учет паразитных параметров элементов (дресселей и конденсаторов) и ограничений по току утечки. Последнее в основном касается фильтров, устанавливаемых на сетевых вводах средств обработки и регистрации информации, вычислительной и оргтехники. Для вычислительной техники допустимым является значение тока утечки 3,5 мА[6].

Если фильтр будет использоваться в основном в сети переменного тока, то имеются требования по максимально допустимому току утечки. Если фильтр будет использоваться в основном в цепи постоянного тока, то он выбирается на соответствие напряжению при постоянном токе. При вероятности возникновения перенапряжений, выбросов тока и других нестационарных процессов в системах электропитания, рекомендуется на входе фильтра ставить Г-образные или Т-образные элементы, которые в какой-то мере будут ослаблять возможные выбросы напряжений, обеспечивая определенную степень защиты конденсатора, как более чувствительного к нестационарным процессам элемента[7].

В целях эффективного использования сетевых помехоподавляющих фильтров их выбор осуществляется по основным параметрам (параметры сети, тип и характер нагрузки, условия эксплуатации, частотный диапазон, ток утечки, уровень вносимого затухания и т.д.).

Фильтр, как любой электротехнический элемент, должен выдерживать климатические и механические воздействия, предусмотренные комплексом стандартов.

Зарубежные фирмы (такие как Spectrum control Inc., Erie, AMP, Mucon, Potter(США), Tusonix (Франция), Oxley Developments Co (Англия), Siemens-Matsushita (Германия-Япония), MuRata (Япония)) производят помехоподавляющие изделия в широкой номенклатуре: по току нагрузки (3...30 А), по диапазону подавляемых частот (0,1...500 МГц), по затуханию (20...90 дБ), по температуре окружающей среды (-25°С...+85°С) и т.д. (см. табл. 1).

Таблица 1  
Стандартные помехоподавляющие фильтры, выпускаемые зарубежными фирмами [7]

Наименование фильтра	Ток, А	Частотный диапазон, МГц	Вносимое затухание, дБ	Габаритные размеры, мм	Масса, кг, не более
Сетевой фильтр типа FR 102 фирмы Schaffner	4	0,1...300	40...60	200x10x50	1,8
Фильтр типа 60-SPL-030-3-3 фирмы Spectrum Control Inc	3	0,1...50	20...60	41x35x32	0,2
Силовой фильтр серии 62-MMF-050-6-13 фирмы Spectrum Control Inc	5	0,1...50	60...90	63x50x32	0,3
Фильтры фирмы Nagano	30	0,1...20	30...50	180x130x100	3,0
Фильтры фирмы Silden Telec	25	0,15...300	40...80	273x191x76	3,0
Сетевой фильтр типа FR 501 фирмы Schaffner	6	0,1...500	40...80	190x65x60	2,0

Таблиця 2

Сетевые помехоподавляющие фильтры отечественного и российского производства [7-9]

Наименование фильтра	Ток, А, не более	Частотный диапазон, МГц	Вносимое затухание, дБ	Габаритные размеры, мм	Масса, кг, не более
ФПБМ-1/2/3	5/10/20	0,01... 10000	60...90	240x75x55	1,8
ФТМА	0,5	0,01... 1000	25...70	45x40x25	0,1
ФСГА	6	0,01...500	40...60	180x140x50	1,7
ФППС	3	0,1... 1000	40...60	62x52x42	0,35
ФСБШ-2/4/7	1/2/5	0,01...500	15...50	104x90x60	0,6
ФСШК-1/2	3/6	0,1...1000	40...70	62x52x42	0,25
ФПБД	15	0,01... 1000	30...60	104x94x52	0,6
ФСМА	30	0,01...1000	30...60	104x94x52	0,7
ФСБШ-9	10	0,01... 1000	15...50	104x78x30	0,26
ФЗП-103/110/125 (ЭМСБИ)	3/10/25	0,01...18000	25...60	104x90x60	0,6
ФМПЗ-1-1/3/6/10	1/3/6/10	0,01... 1000	20...60	104x94x52	0,6
Pilot-Pro	10	0,1...30	20...50	104x94x52	0,6
ФСП-3Ф-10А	10	0,15...1000	60	150x115x270	1,4
ЛФС-10(40)-1Ф	10(40)	0,1...1000	60	430x155x75	5
Фаза 1-10	10	0,03...1000	60	60x130x350	1,9
УСС-4	5	0,005...300	15...40	300x130x45	1,5

В настоящее время существует достаточно широкая гамма помехоподавляющие фильтры с хорошими характеристиками, а именно, с подавлением до 90 дБ в диапазоне частот от 10 кГц до 1 ГГц, которые имеют однако внушительные массогабаритные показатели. Стоимость таких фильтров достаточно высока. На рынке фильтров для ПЭВМ представлено многообразие изделий зарубежного производства со значительно худшими характеристиками по ослаблению помех, особенно в области НЧ.

Однако во всех представленных в таблицах 1 и 2 СПФ из-за наличия емкостных элементов необходимо решать проблемы по снижению токов утечки, а также по обязательности осуществления системы заземления, что не всегда осуществимо в промышленных и бытовых условиях или это требует значительных затрат, в том числе и материальных.

Целью проводимых исследований является создание СПФ, которые не требовали бы заземления и могли бы использоваться при различных напряжениях с соблюдением норм по электромагнитной совместимости и безопасности их использования.

Учитывая требования к современным помехоподавляющим защитным фильтрам, проводились исследования в направлении изучения индуктивных элементов сетевых фильтров на базе материалов с различной магнитной проницаемостью и учетом влияния особенностей построения обмоток индуктивных элементов на параметры фильтров с целью совершенствования их элементной базы и конструктивных параметров.

Исследования проводились на индуктивных элементах, поскольку применение емкостных элементов неизбежно ведёт к возникновению токов утечки, а это, в свою очередь,

требует обязательного заземления. Использование в СПФ только индуктивных элементов расширяет область их применения, так как заземления не требуется.

В процессе исследований проводились измерения величин затухания уровней помех сетевым фильтром, построенным на основе сердечников с различной магнитной проницаемостью.

Применение сердечников с высокой магнитной проницаемостью позволяет решить следующие задачи:

- 1) уменьшить массогабаритные показатели катушки при относительно большом значении индуктивности (величине индуктивности самой катушки);
- 2) снизить расход провода катушки;
- 3) снизить активные потери индуктивности, поскольку через нее проходит весь рабочий ток фильтра.

Для исследования были выбраны сердечники разной формы с разной магнитной проницаемостью:

- трансформаторное железо;
- тороидальный сердечник Э 330;
- тороидальный сердечник из пермаллоя;
- ферритовые сердечники различной магнитной проницаемости;
- наборы ферритовых колец.

Измерения проводились по двум схемам: по однопроводной схеме с помощью селективного микровольтметра SMV 6.5, что позволяет измерять затухание в рабочем диапазоне частот приемника: 0,1...30 МГц, а также по схеме измерения затухания в цепи электропитания ПЭВМ, приближенной к реальным условиям. В схему исследований был включен эквивалент сети, представляющий собой фильтр, который разделяет помехи, идущие со стороны сети, и помехи, создаваемые самим испытываемым устройством. В качестве источника помех использовался блок питания системного блока персонального компьютера. Измерения по этой схеме позволяют реально оценить способности фильтра ослаблять высокочастотные наводки, создаваемые ПЭВМ в сети электропитания[10].

Исследования зависимостей затухания сигнала на индуктивных элементах на различных сердечниках показали, что на низких частотах (0,1 ...1 МГц) эффективное затухание катушки индуктивности, выполненной на магнитопроводе из пермаллоя, выше на 10-15 дБ, чем на аналогичном магнитопроводе из феррита. На частотах выше 10 МГц лучше работают индуктивности, выполненные на феррите. Таким образом, для эффективной работы индуктивного фильтра рационально использовать две последовательно включенные индуктивности с сердечниками из различных материалов, тогда частотная характеристика вносимого затухания фильтра становится более равномерная.

Исследования зависимости затухания от типа намотки показали, что наилучшими параметрами затухания в области частот 10...30 МГц обладают сердечники с секционированной намоткой по сравнению со сплошной, что можно объяснить уменьшением собственной паразитной емкости катушки.

Также исследовались две схемы индуктивных элементов:  $n$  сердечников (колец), соединенные вместе с выполненными на них 2 витками (рис.1,а), и последовательно соединенные аналогичные сердечники в форме кольца ( $n$  шт.) по 2 витка на каждом (рис.1, б).

По сравнению с катушкой, показанной на рис.1, а, собственная паразитная емкость катушки (рис.1, б) меньше, что проявляется в виде улучшения показателя вносимого затухания на более ВЧ(свыше 30 МГц), в то время как на НЧ показатели вносимого затухания практически одинаковы.

Сравнение результатов измерений, проводимых по двум схемам (однопроводной и приближенной к реальным условиям) показывают, что для получения адекватных значений затуханий фильтров на магнитных сердечниках измерения необходимо проводить на

рабочем токе, поскольку меняется намагниченность сердечника и, соответственно, изменяются его поглощающие (помехоподавляющие) свойства.

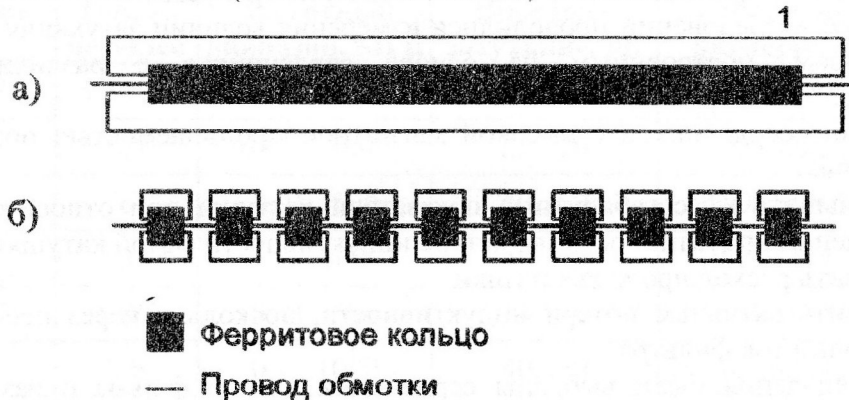


Рис. 1. Схемы индуктивных элементов на ферритовых сердечниках:  
а) 2 витка на  $n$  сердечниках;  
б)  $n$  сердечников по 2 витка на каждом.

Исследование помех, создаваемых компьютером в электрической сети показывают, что на низких частотах (до 1-2 МГц) они представляют собой явно выраженные прямоугольные импульсы с длительностью примерно 2 мс с различным стросием вершины импульсов. Период помехи (следование импульсов) составляет около 10 мс.

На частотах свыше 2 МГц фронты импульсов размываются, на вершине импульсов появляются глубокие провалы и на частотах 20...30 МГц помеха представляет собой набор ВЧ-сигналов, изменяющихся по амплитуде по закону, близкому к синусоидальному с тем же периодом, что и на НЧ.

Таким образом, серии проведенных экспериментов позволяют сделать следующие выводы, что применение индуктивных элементов с магнитным сердечником в СПФ наиболее рационально в помехоподавляющих цепях с постоянным током потребления и определенным спектром помех, как, например, в источнике питания компьютера. В этом случае возможно создание компактных заграждающих фильтров.

Вместе с тем применение индуктивных элементов с сердечником в фильтрах широкого применения нецелесообразно в связи с большой зависимостью параметров фильтра от токов больших значений.

Полученные результаты позволяют также сделать вывод, что в дальнейшем необходимо исследовать защитные свойства СПФ, не обладающих током утечки.

#### Список литературы

1. Хореев А.А. Способы и средства защиты информации. -М., 1998 г.
2. ДСТУ 3639-97 Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоподавляющие фильтры. Общие технические условия. - Киев: Госстандарт Украины. - 1997.
3. Крейдич Е.Н. Помехи в сети электропитания//Научно-практический сборник «Информационная безопасность офиса», В.1, 2003. -С. 64-67
4. Бландова Е.С. Выбор сетевых помехоподавляющих фильтров// Специальная техника №2, -2001. -С. 45-48.
5. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания / Под ред. Г.С. Векслера. - Киев: Техника, 1990. - 167 с.
6. ГОСТ 25861-83 Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний. - М.: Изд-во стандартов. - 1983.

7. Бландова Е.С. Помехоподавляющие изделия, рекомендации по выбору и применению// Специальная техника №1, 2001г., с. 36-42
8. ЕМСБІ Як захистити свої секрети в 10 разів надійніше // Бизнес и безопасность, №1, 2004. -С.45.
9. Устройства защиты информации по сети электропитания. ООО «Стратегия безопасности», <http://www.shchel.ru/content/guard/elnet>.
10. ГОСТ 13661-92 Элементы и фильтры для подавления промышленных радиопомех. Методы измерения вносимого затухания. - М.: Изд-во стандартов. – 1992.

Поступила 16.11.2006 г.

УДК 621

Журавель В.В., Рыбальский О.В.

### К РАЗВИТИЮ ТЕОРИИ ВЫЯВЛЕНИЯ СЛЕДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОГРАММ

В настоящее время материалы цифровой звукозаписи приобретают все большее применение в оперативно-розыскной и следственной деятельности. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы проверки их подлинности и оригинальности. Данные проверки могут быть осуществлены только путем проведения фоноскопической экспертизы. Исходя из этого, в Киевском национальном университете внутренних дел (КНУВД) разработана и внедрена в экспертную практику теория выявления следов цифровой обработки (ЦО) сигналограмм [1,2]. Для ее внедрения в повсеместную практику экспертных подразделений МВД Украины необходимо провести ряд теоретических и экспериментальных исследований, направленных на ее дальнейшее развитие. В процессе их проведения предполагается найти методы и разработать средства ускоренного выявления конкретных мест монтажа в сигналограммах, т.к. разработанная ранее теория и методы способны гарантированно выявить следы ЦО сигналограммы, но не позволяют быстро установить конкретные точки монтажа на всей длине сигналограммы. Для этого требуется проверка по каждому произнесенному слову, зафиксированному в фонограмме, а такая проверка с использованием существующего метода, весьма трудоемка. Также в процессе таких исследований предполагается экспериментально определить наличие (или отсутствие) информативных групповых и индивидуальных признаков проявления следов ЦО для различных типов цифровой аппаратуры записи аналоговых сигналов (ЦАЗАС) и для конкретных видов ЦО сигналов, содержащихся в обработанных сигналограммах.

Этим, по нашему мнению, будет достигнуто значительное упрощение процесса экспертизы оригинальности и подлинности сигналограмм и снижение трудоемкости ее проведения. Такой эффект позволит создать сеть лабораторий фоноскопии в ряде экспертных подразделений МВД Украины, т.е. разгрузить центральные экспертные подразделения, как МВД, так и Минюста, что значительно сократит время ожидания проведения таких экспертиз следственными органами.

Проведение таких исследований предполагается выполнить с применением программы "Академия", разработанной в КНУВД, и переданной, в соответствии с решением секции фоноскопических экспертных исследований Министерства Юстиции Украины, на апробацию в основные экспертные подразделения страны.

В процессе апробации и проводятся эти исследования, а сама апробация является одной из составных частей НИР "Розробка наукових та методичних основ виявлення слідів цифрової обробки аналогових та цифрових фонограм" (УДК 343.148: +681.73+801.009 номер державної реєстрації 0104U003514) и НИР, проводимой в рамках "Програми розвитку