АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ

П.В.КОЖЕВИН, А.А.ФЕДОРЕНКО

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15

Утечка конфиденциальной или секретной информации может негативным образом сказаться на судьбе отдельного предприятия или целого государства. Прослушивание конфиденциальных переговоров и передача информации в защищенном помещении может происходить посредством, так называемых закладных устройств [1, 2].

Если в помещении проведена электрическая сеть, то существует вероятность передачи информации по линиям электроснабжения. Некоторые способы передачи информации по электрической сети:

7. Высокочастотная передача (10-100Мгц).
8. Низкочастотная передача (20-200Кгц).
9. Передача информации с использованием модуляции с несущей частотой (50гц).

Для каждого способа передачи данных необходимы определенные меры защиты. В данной работе исследуется возможность передачи высокочастотного сигнала по линиям электроснабжения.

Известно, что если размеры электрической цепи становятся сравнимы с длиной волны, то следует учитывать распределение потенциалов и электрических токов вдоль электрического кабеля или провода из-за конечной скорости распространения электромагнитной волны. Элементы цепи с протяженными размерами называют цепями с распределенными параметрами или длинными линиями [3].

Выберем для исследования провод марки АППВ-2х1.5, широко распространенный для транспорта электроэнергии. Как правило, длина кабелей в помещении или здании колеблется от нескольких метров до десятков и сотен метров. Рассчитаем длину электромагнитной волны при частоте $f = 10 Мгц$: $\lambda = c/f = 30\ м$. Для экспериментов выберем длину электрического провода, равную 5 метров. Тогда при передаче сигнала на частоте 10Мгц, данный кабель будет являться длинной линией. Каждая марка провода имеет уникальные характеристики, более того, они могут изменяться в зависимости от того, как проложен кабель. Одной из важных характеристик является коэффициент затухания для каждого поме-

щения и применяемого кабеля. Необходимо определить на каких частотах сигнал будет затухать достаточно для обеспечения информационной безопасности.

Определим экспериментально коэффициент затухания для изучаемого электрического провода. Используем следующее оборудование: прибор для измерения АЧХ (Х1-47), генератор сигналов ВЧ (Г4-158) и осциллограф (GDS-2102). За счет потерь в кабеле, амплитуда отраженной волны $U_{отр}$ меньше амплитуды падающей $U_{пад}$, даже при полном отражении. Следовательно, отраженная волна не полностью гасит падающую волну. Минимумы картины стоячей волны не достигают нуля вольт: $U_{мин} = U_{пад} - U_{отр}$. Для максимумов: $U_{макс} = U_{пад} + U_{отр}$.

Коэффициент затухания: $K_з = \frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}}$ $K_{з,дб} = 20 \cdot \lg\left(\frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}}\right)$

Процедура измерения $U_{макс}$, $U_{мин}$. К одному концу провода подключаем генератор ВЧ и осциллограф. Другой конец провода оставляем не замкнутым. Настраиваем генератор на частоту, при которой амплитуда колебаний минимальна, записываем значение амплитуды. Замыкаем свободный конец провода и измеряем максимальную амплитуду колебаний. Далее при замкнутом проводе находим частоты, при которых амплитуда колебаний минимальна, измеряем амплитуду колебаний. Размыкаем провод и измеряем максимальную амплитуду колебаний.

На рис.1 представлены результаты измерений. Эксперимент показал увеличение коэффициента затухания с ростом частоты. Это объясняется скин-эффектом в проводниках.

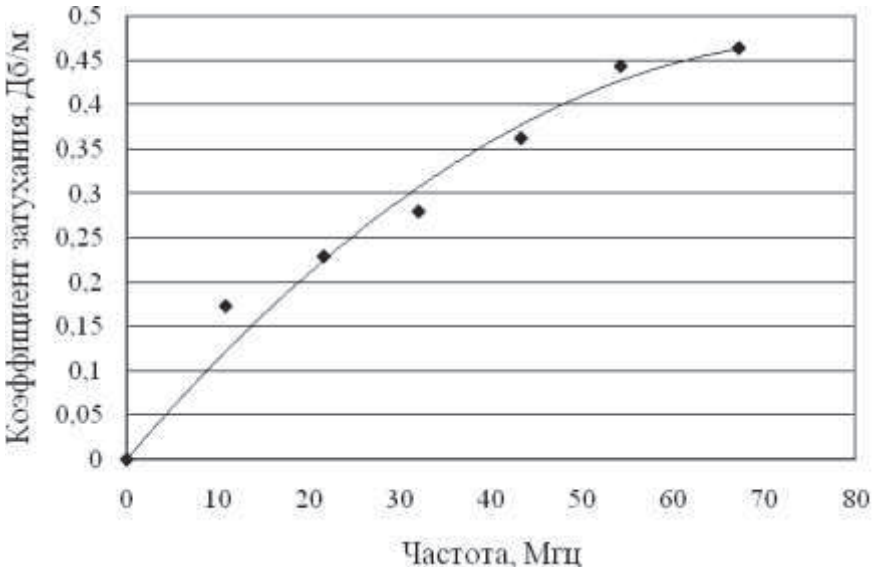

Рис. 1. *Погонный коэффициент затухания провода марки АППВ-2х1.5*

При частоте 100Мгц и длине кабеля 100 метров сигнал затухнет в 1000 раз. Так как большинство линий электроснабжения не специализированы на передачу информации, то передача сигнала на частотах свыше 100Мгц возможна только на короткие расстояния, а это упрощает способы защиты. Коэффициент затухания кабеля сильно зависит от того, как он проложен в помещении. Поэтому для получения более точных данных о затухании сигнала в проводе, необходимо экспериментально исследовать электросеть. Передатчик может содержаться в сетевом фильтре, блоке питания, зарядном устройстве мобильного телефона и т.д. Предположим, что злоумышленнику удалось снять информацию, и он передает ее по электрической сети. Исследуем, как в данном случае можно предотвратить утечку информации.

Рассмотрим, как изолирующий трансформатор (ТС-250-2М) влияет на высокочастотный сигнал. Данный трансформатор очень хорошо пропускает низкие частоты, но и высокие частоты заглушены не полностью. На частоте близкой к 7Мгц наблюдается дополнительный максимум в АЧХ. Имеется некоторое окно прозрачности, которое появляется за счет паразитных емкостей в трансформаторе, $C_{пар} = 200 n\Phi$ измерена мостом LCR-821. На высоких частотах ёмкостное сопротивление между обмотками трансформатора падает.

Из вышесказанного следует, что трансформатор не позволяет полностью защититься от высокочастотной передачи сигнала. Более эффективный способ защиты от высокочастотного радиосигнала – установка блокировочных высоковольтных конденсаторов: до и после трансформаторов (рис. 2) и предохранителей, на каждой розетке в защищаемом помещении. Емкость данных конденсаторов должна быть порядка 1000пФ.

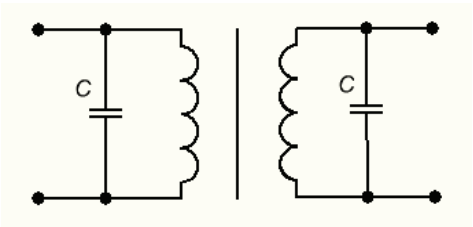

Рис. 2. *Подключение блокировочных конденсаторов исключает передачу информации по ВЧ*

Блокировочные конденсаторы и изолирующие трансформаторы не исключают возможных утечек в низкочастотном диапазоне.

Проведем эксперимент и оценим возможность передачи данных по электрической сети. Для защиты приборов от высокого напряжения при подключении к электросети были собраны две схемы для генератора и

осциллографа (рис. 3). В схеме используются высокочастотные диоды, слюдяные высоковольтные конденсаторы (1000 пФ), резистор (1к), трансформатор на ферритовом кольце (соотношение витков 1:1).

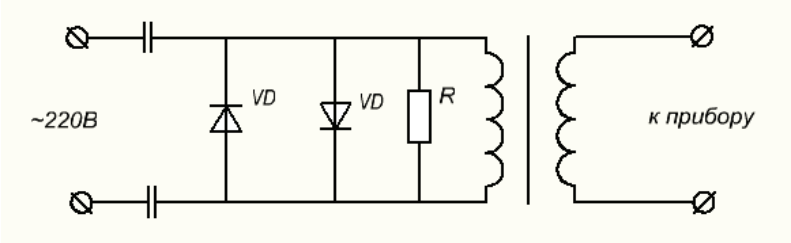

Рис. 3. *Схема подключения измерительных приборов к сети электроснабжения.*

В комнате 1 подключаем выход генератора ВЧ через защитную схему в розетку сети . Задаем частоту сигнала с амплитудой 1В. В соседней комнате 2 подключаем вход осциллографа через защитную схему в розетку. В сети комнаты 2 обнаруживается высокочастотный сигнал с амплитудой 150 мВ. Изменяем частоту генератора от 1 до 100Мгц. Максимальный сигнал наблюдается на частоте 7.5 МГц, при этом его амплитуда 250 мВ. Длина кабеля между двумя розетками комнат 1 и 2 в нашем показательном эксперименте составляет около 7 метров, подвод электроэнергии к обоим помещениям производится через общий распределительный щит. Данный эксперимент показывает возможность передачи информации по электрической сети.

В данной работе была подробно изучена передача ВЧ радиосигнала в электросети. Доказана возможность утечки информации по линиям электроснабжения. Разработаны способы защиты. Определим комплекс мер, необходимых для предотвращения утечки конфиденциальной и секретной информации:

2 Внешний осмотр проводки и розеток на предметы прослушивающих устройств.
3 Сканирование помещения анализатором спектра на наличие высокочастотных сигналов.
4 Организация целостного контроля доступа в помещение и к распределительным щитам.
5 Установка блокирующих высокочастотные колебания конденсаторов в каждой розетке, до и после устройств коммутации, предохранителей и трансформаторов.
6 Возможно отключение от сети электропитания и подача высоких напряжений, предельно допустимых для данного вида

оборудования (в данном случае выгорают все прослушивающие устройства, подключенные к электросети).

7 Для защиты от передачи информации на низких частотах необходимо использовать генераторы шума.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Каторин Ю. Ф., Куренков Е. В., Лысов А. В., Остапенко А. Н.* Большая энциклопедия промышленного шпионажа. — СПб.: «Издательство Полигон», 2000. — 896 с.
2. *Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В.* Защита от утечки информации по техническим каналам. - М.: Горячая линия — Телеком, 2005. - 416 с.
3. *Бессонов Л.А.* Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. - М.: Гардарики, 2002. - 638 с.