

В.П. Марков¹, А.В. Данеев²

¹ООО по защите информации «Секрет-Сервис», Россия, Иркутск

²Иркутский государственный университет путей сообщения, Россия, Иркутск

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗАТУХАНИЯ СИГНАЛА

Аннотация. Разработан автоматизированный комплекс для измерения и расчета величины реального затухания сигнала в эфире и проводящих линиях. Комплекс предназначен для оценки защищенности и эффективности защиты информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений и наводок.

Комплекс состоит из двух основных частей – передающей и приемной. Передающая часть состоит из генератора сигналов и передающей пассивной антенны. Приемная часть состоит из анализатора спектра и приемной антенны. Работа комплекса основана на проведении измерений уровня сигнала в эфире или в линии вблизи генератора и в контрольной точке на удалении от него.

Связь между блоками комплекса осуществляется в беспроводной локальной сети с помощью двух точек доступа. Автоматическая работа комплекса обеспечивается управляющего ПО, установленного на ноутбуке. Управляющее ПО разработано с помощью пакета LabView. Программное обеспечение позволяет проводить измерение сигнала на любом фиксированном наборе частот или в полосе частот с заданным шагом. Данные измерения сохраняются в файл. Электропитание всех мобильных элементов комплекса обеспечивается аккумуляторными батареями. Ресурса батарей хватает на 3 часа непрерывной работы приборов.

Ключевые слова: защита информации, автоматизация, побочные электромагнитные излучения, каналы утечки информации, оценка защищенности информации, оценка эффективности защиты информации.

V.P. Markov¹, A.V. Daneev²

¹LLC for the information security «Secret-Service», Russia, Irkutsk

²Irkutsk State Transport University, Russia, Irkutsk

AUTOMATED COMPLEX FOR DETERMINING THE VALUE OF SIGNAL ATTENUATION

Abstract. An automated complex is developed for measuring and calculating the real signal attenuation in the air and conductive lines. The system is designed to assess the information security and information protection efficiency from leakage due to side electromagnetic radiation and interference.

The complex consists of two main parts – transmitting and receiving. The transmitting part consists of a signal generator and a transmitting passive antenna. The receiving part consists of a spectrum analyzer and a receiving antenna. The operation of the complex is based on measuring the signal level in the air or in the line near the generator and at a control point at a distance from it.

Communication between the blocks of the complex is carried out in a wireless LAN using two access points. Automatic operation of the complex is provided by the control software installed on the laptop. The control software is developed using the LabView package. The software allows measuring the signal at any fixed set of frequencies or in a frequency band with a specified step. The measurement data can be saved to a file. Power supply to all mobile elements of the complex is provided by batteries. The battery life is enough for 3 hours of operation of the devices.

Keywords: information security, automation, side electromagnetic radiation, information leakage channel, information security assessment, information protection efficiency assessment.

Введение. В настоящее время ФСТЭК России вводит в силу новые руководящие документы в области защиты информации. В их числе новые методики в области защиты информации от утечки по техническим каналам, в том числе по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН). В связи с этим многим организациям-лицензиатам ФСТЭК требуется дооснастить комплекты измерительного оборудования для работы и продления лицензий ФСТЭК.

Одними из видов работ по защите информации от утечки за счет ПЭМИН [1-6] являются проведение оценки защищенности и эффективности защиты информации. При этом для расчета показателей защищенности информации используется величина реального затухания

электромагнитного поля в эфире и напряжения сигнала в линиях вспомогательных технических средств, цепях электропитания и заземления [7-10]. Для расчета этих величин необходимо осуществлять большое количество однотипных измерений, что сопряжено с большими временными затратами. Существенно упростить эту задачу можно, автоматизируя измерения с помощью программных средств. Целью данной работы является разработка автоматизированного комплекса для измерения и расчета величины реального затухания сигнала в эфире и проводящих линиях.

Некоторые производители оборудования, предназначенного для проведения работ по защите информации, уже начали предлагать готовые решения [11-13] - измерительные комплексы и комплексы для оценки величины реального затухания электромагнитного поля. Однако, цена таких комплексов очень высока. При этом немалую часть стоимости измерительного комплекса составляет управляющее программное обеспечение. В этих условиях многие организации-лицензиаты ФСТЭК в целях экономии вынуждены адаптировать имеющееся оборудование для решения новых задач. Одним из возможных подходов к решению этой проблемы является самостоятельная разработка измерительных комплексов и программного обеспечения на базе доступного оборудования и существующих сред программирования.

Наиболее экономически значимой проблемой при создании автоматизированного комплекса является высокая стоимость нового оборудования. Эта проблема усугубляется тем, что имеющиеся в распоряжении многих организаций приборы исправны и не устарели ни технически, ни морально. Но после введения новых требований возможностей этой техники стало недостаточно для проведения работ по защите информации. В этих условиях дооснащение измерительного комплекса вместо полного переоснащения позволяет существенно сэкономить средства организации.

Второй проблемой, требующей решения, является автоматизация измерительного процесса. Многие производители измерительного оборудования предоставляют своим клиентам доступ к библиотекам ввода-вывода приборов. Это позволяет, используя открытые языки программирования, осуществлять разработку управляющего программного обеспечения без дополнительных финансовых затрат. Помимо этого для разработки программ можно использовать специализированные среды, такие как LabView, MyOpenLab, PyLab и др.

Наконец, третьей проблемой является подготовка измерительного комплекса к «полевым» условиям измерений в автоматическом режиме. Современные методики оценки защищенности информации предполагают измерения на объектах информатизации в различных контрольных точках. Эти точки могут находиться как в соседних помещениях, так и за пределами здания. При этом измерения приходится проводить при различных погодных условиях, так что техника должна быть защищена от холода и влажности. Кроме того, не всегда в месте проведения измерений есть возможность обеспечить электропитание и связь между разными элементами комплекса. Наконец, измерительное оборудование и устройства связи должны быть компактными и легкими для транспортировки между контрольными точками.

Затухание электромагнитного поля в пространстве. Закон затухания электромагнитного поля в свободном пространстве достаточно подробно изучен. Часто для расчета напряженности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля ПЭМИ средств вычислительной техники (СВТ) используют модели элементарного электрического и магнитного излучателей [14]. При этом расчет напряженности электрического и магнитного полей для конкретного СВТ с помощью этих моделей является очень сложной задачей. Поэтому на практике для расчета зон разведдоступности используется только закон затухания поля, построенный на основе данной модели.

Согласно [14, 15] пространство вокруг СВТ можно разбить на 3 области – ближнюю, промежуточную и дальнюю волновые зоны. В этих областях закон затухания электрической и магнитной напряженности поля будет различаться. В ближней волновой зоне компоненты

поля затухают пропорционально $\frac{1}{r^3}$, в промежуточной зоне пропорционально $\frac{1}{r^2}$, а в дальней пропорционально $\frac{1}{r}$.

Границы волновых зон выбирают в точках, где компоненты, затухающие по разному закону, равны. Для границы ближней и промежуточной волновых зон часто используют отношение $\frac{\lambda}{2\pi}$, для границы промежуточной и дальней зоны используют величину 6λ . На рис.1 приведена иллюстрация затухания напряженности электрического поля в ближней, промежуточной и дальней зонах.

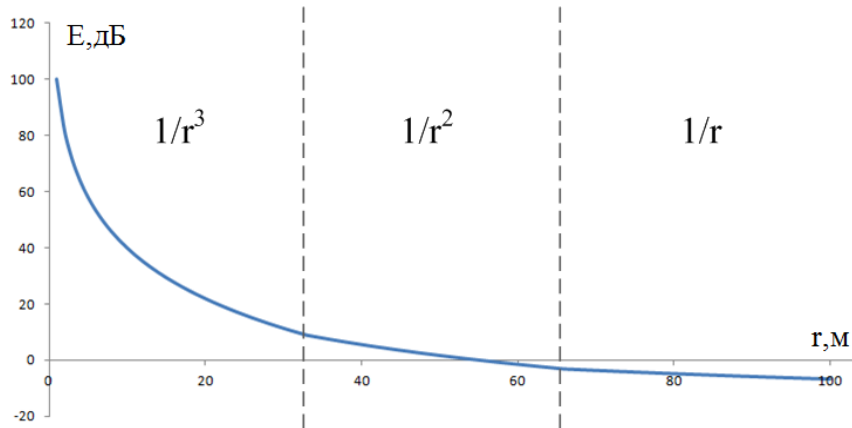


Рис.1. Затухание напряженности электрической компоненты поля.

Учитывая предложенный закон затухания поля для любой точки пространства можно рассчитать коэффициент затухания и величину напряженности электрической или магнитной составляющих электромагнитного поля:

$$E(r) = E_0 * K_{затE}(r, \lambda) \quad (1)$$

$$H(r) = H_0 * K_{затH}(r, \lambda), \quad (2)$$

где E_0, H_0 — напряженности электрической и магнитной составляющей поля в некоторой точке вблизи СВТ. $K_{затE}(r, \lambda), K_{затH}(r, \lambda)$ — рассчитанные коэффициенты затухания.

При известных частотах и напряженности измеряемых сигналов ПЭМИ вблизи СВТ можно построить кривую затухания напряженности и, соответственно, рассчитать расстояние, на котором она станет меньше нормированной величины [1, 2, 7, 8]. Это расстояние можно рассматривать в качестве радиуса зоны разведодоступности, т.е. области пространства, в которой размещение средств разведки должно быть исключено (рис.2.).

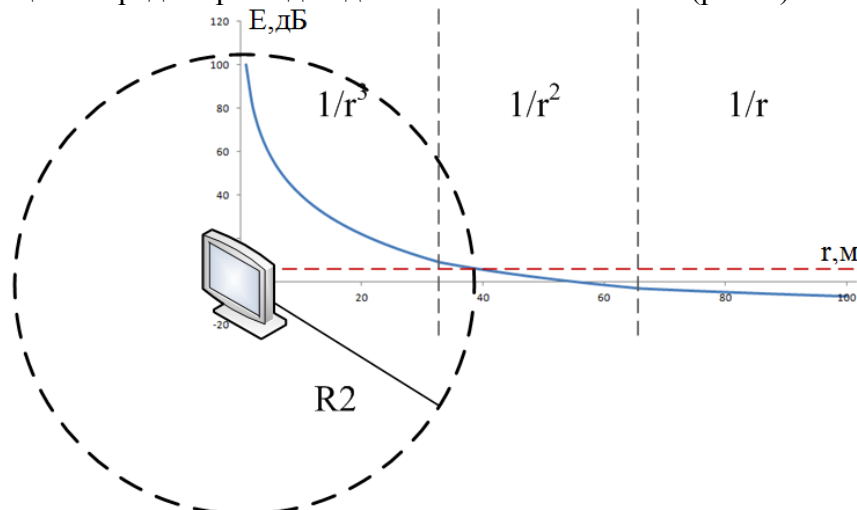


Рис.2. Иллюстрация принципа расчета зоны разведодоступности

Однако в реальных условиях эксплуатации СВТ затухание электромагнитных волн может существенно отличаться от расчетных значений. Это обусловлено наличием стен и межэтажных перегородок, в которых происходит затухание электромагнитного поля. Кроме того на распространение радиоволн влияют и многочисленные металлические предметы и конструкции, отражающие радиоволны. Из-за множественных переотражений и затухания в различных средах, рассчитать реальное затухание электромагнитных волн на конкретном объекте практически невозможно.

Поэтому для оценки защищенности и эффективности защиты информации, как правило, измеряют реальное затухание электромагнитного поля на конкретном объекте информатизации. Для этого на объекте выбирают контрольные точки в местах возможного размещения средств разведки. Измерение проводится вблизи СВТ и в каждой контрольной точке для каждой конкретной частоты с помощью генератора синусоидальных сигналов и измерительного приемника (рис.3).

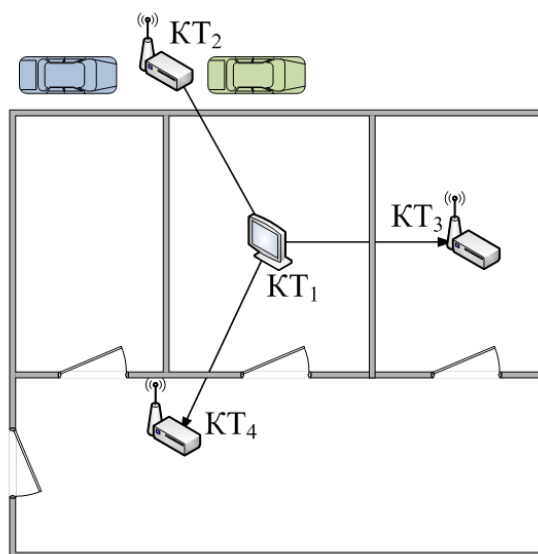


Рис. 3. Схема измерения коэффициента затухания на объекте информатизации.

Тогда коэффициент затухания между двумя точками можно представить как:

$$K_{\text{зат}Ej}(f) = \frac{E_j}{E_1}, \quad K_{\text{зат}Hj}(f) = \frac{H_j}{H_1}, \quad (3)$$

где E_1, H_1, E_j, H_j – напряженности электрической и магнитной составляющей поля вблизи СВТ и -й контрольной точки соответственно. Тогда, зная сигнал ПЭМИ на частоте f в контрольной точке j получим:

$$E_{cj} = E_{c1} * K_{\text{зат}Ej}(f) \quad (4)$$

$$H_{cj} = H_{c1} * K_{\text{зат}Hj}(f). \quad (5)$$

Закон затухания напряжения в коммуникациях. Хорошо известно, что при обработке информации на СВТ наряду с ПЭМИ в сторонних проводниках могут наводиться информативные сигналы. Такие наводки могут быть обнаружены в линиях вспомогательных технических средств и систем (ВТСС), проводящих коммуникациях и в цепях электропитания и заземления СВТ.

Механизмы возникновения информативных наводок различны. В сторонних линиях ВТСС (сосредоточенных случайных антеннах) и проводящих коммуникациях (распределенных случайных антеннах) наводки возникают вследствие наведения информативных ПЭМИ.

В цепях электропитания и заземления СВТ наводки могут возникать еще и за счет паразитных и гальванических связей внутри СВТ.

При распространении в линии информативные наводки также затухают с расстоянием. При этом для расчета параметров защищенности можно использовать погонное затухание для конкретной линии. Тогда напряжение на границе контролируемой зоны можно рассчитать по формуле

$$U = U_0 * K_{зат}(f) * l, \quad (6)$$

где U_0 - напряжение сигнала, измеренное вблизи СВТ, $K_{зат}(f)$ - погонное затухание сигнала, l - длина пробега линии до границы контролируемой зоны.

Используя полученное значение напряжения можно сделать вывод о защищенности информации. Однако, на практике погонное затухание для конкретной линии заранее неизвестно, и его требуется рассчитать отдельно. Поэтому, чтобы получить более точный результат, в расчетах используют коэффициент затухания, вносимый всей линией, измеренный на границе контролируемой зоны:

$$K_{затUj}(f) = \frac{U_j}{U_1}, \quad (7)$$

где U_1, U_j - напряжение сигнала в контролируемой линии вблизи СВТ и на границе контролируемой зоны соответственно. Тогда для напряжения информативного сигнала на границе контролируемой зоны получим:

$$U_{cj} = U_{c1} * K_{затUj}(f). \quad (8)$$

Измерительное оборудование. Для определения коэффициентов затухания используются генераторы и приемники сигнала с широким рабочим диапазоном частот. Основными требованиями, предъявляемыми к оборудованию, являются мощность генератора и оборудования связи и чувствительность приемников. Именно эти характеристики определяют максимальную дальность приема-передачи.

В качестве источника сигнала обычно используются широкополосные генераторы синусоидальных сигналов с подключаемыми к ним излучающими антеннами или индукторами для создания наводок в проводных коммуникациях. В автоматизированном комплексе, представленном в данной работе, используется генератор SRS SG-384 (рис.4) с рабочим диапазоном частот до 8 ГГц и максимальной мощностью выходного сигнала до 15 дБм. В качестве излучающих антенн используется пассивная широкополосная антенна «АШВП».

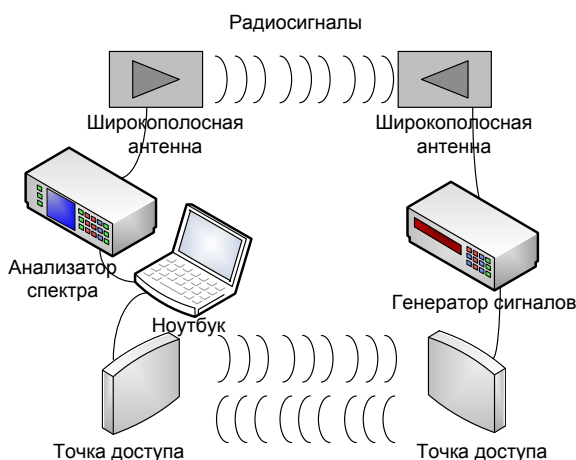


Рис. 4. Схема работы измерительного комплекса

Для приема и измерения сигналов используются узкополосные приемники с широким рабочим диапазоном частот. В качестве таких приемников могут выступать селективные вольтметры и анализаторы спектра. В качестве измерительных преобразователей, как правило, применяются широкополосные антенны, пробники напряжения и токосъемники. В качестве приемного устройства в представленном автоматизированном комплексе используется анализатор спектра Anritsu MS2723C с рабочим диапазоном 9кГц-13ГГц. В качестве приемной антенны также применяется антенна «АШВП».

Для измерения наводок в проводящих линиях в качестве преобразователя сигнала генератора используется магнитный индуктор «ИМ-1». Для приема сигнала используется токосъемник «НИД-01» или пробник напряжения «ТК-102».

При проведении измерений генератор-передатчик размещается в месте установки СВТ. Приемное оборудование при этом размещается в местах возможного размещения средств разведки.

Для связи между частями измерительного комплекса используется компьютер с установленным управляющим программным обеспечением. Для организации канала связи используются две точки доступа WiFi MikroTik SXTsq Lite2. Данные точки доступа имеют максимальную мощность сигнала до 30 дБм и чувствительность до -100 дБм. При этом устройства данные устройства достаточно легкие и компактные. Данное решение позволяет обеспечить связь генератора с управляющим компьютером на большом расстоянии. Точки доступа работают в режиме WiFi моста, что позволяет осуществлять непосредственный обмен информацией и, при необходимости, использовать любые другие виды соединения.

Используемые точки доступа обеспечивают дальность приема в зоне прямой видимости, превышающую километр. Однако, такие измерения проводятся достаточно редко. Как правило, объекты информатизации размещаются на верхних этажах зданий и в помещениях, не имеющих окон и внешних ограждающих конструкций. В таких условиях затухание сигналов генератора и WiFi моста многократно возрастает. Это означает, что в точке, где возможно размещение средств разведки, сигнал генератора может быть ниже уровня шума, что позволит лишь оценить минимальный коэффициент затухания. При этом связь между частями комплекса может быть потеряна.

Автоматизация измерений и организация связи. Для определения величины реального затухания электромагнитного поля на объекте информатизации проводят измерение спектральных компонент поля на разных частотах в двух разных точках — в месте расположения СВТ и в месте возможного расположения средств разведки.

Так как измерение проводится на большом спектре частот с малым шагом, решить такую задачу в разумные сроки можно только используя автоматизированные средства измерения.

Для автоматизации процесса измерения используется компьютер с установленным программным обеспечением. Программная часть выполнена в среде разработки LabView. Данный язык основан на обработке потоков данных. Одной из важных его особенностей является обширная база готовых драйверов для различных измерительных приборов, что ускоряет разработку программного обеспечения и позволяет быстро заменять приборы в случае необходимости.

Основная задача программного обеспечения – синхронизация работы передающей и приемной части, позволяющая управлять работой приемника и передатчика, разнесенных в пространстве, с помощью одного устройства. Кроме того, программное обеспечение сохраняет показания анализатора спектра для дальнейшей обработки.

Описание работы измерительного комплекса. Процесс определения величины реального затухания сигнала состоит из двух этапов. Вначале приемная и передающая части комплекса устанавливаются на расстоянии 1м друг от друга. С помощью ПО генератор и анализатор устанавливаются на одну частоту. Далее проводится измерение, которое вносится

в память компьютера. После этого частота приема-передачи меняется. Таким образом, проводится весь требуемый спектр с заданным шагом. Далее приемная часть устанавливается в месте возможного размещения средств разведки, после чего производится повторный прием сигналов генератора, который также сохраняется в память компьютера.

После проведения измерений, информация, сохраненная в файлах, используется для расчета коэффициента затухания. Пример результатов расчета приведен на рис. 5-7.

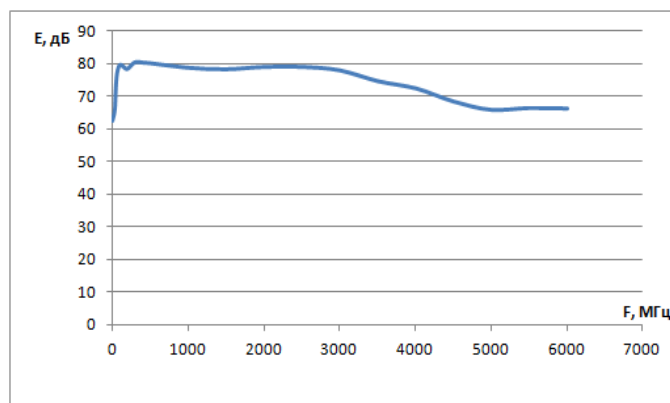


Рис. 5. Данные генератора, полученные в месте размещения СВТ.

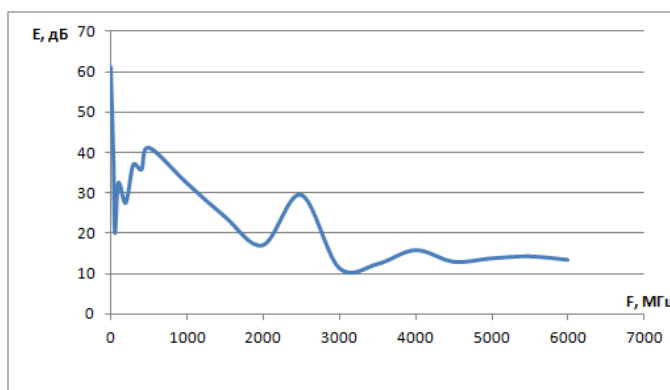


Рис. 6. Данные генератора, полученные в месте возможного размещения средств разведки.

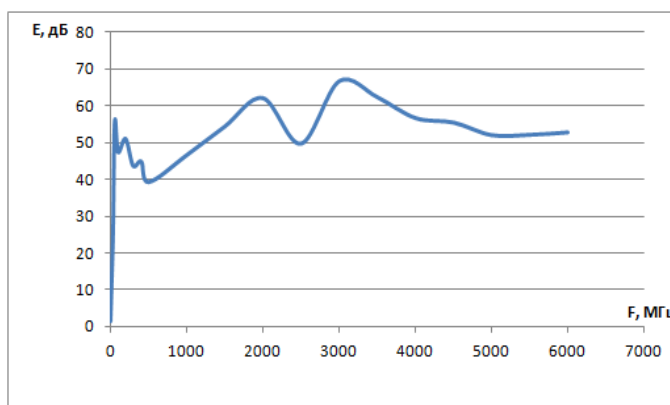


Рис. 7. Результат расчета коэффициентов затухания напряженности электрического поля

Заключение. Представленный измерительный комплекс был разработан на базе уже имеющегося в нашем распоряжении оборудования. Основной целью работы было показать возможность разработки автоматизированного измерительного комплекса на базе имеющегося оборудования как возможную альтернативу приобретению нового дорогостоящего оборудования. При этом следует отметить, что по ряду параметров разработанный комплекс уступает существующим на рынке [11-13]. Это касается, прежде всего, диапазона рабочих частот и мощности генератора сигналов.

Однако, явными преимуществами разработанного комплекса, являются мобильность и независимость от источников питания. Данные качества очень важны при проведении измерений в условиях реального объекта информатизации.

Мобильность измерительного комплекса обеспечивается, в первую очередь, применением портативного приемника и компьютера. Кроме того в состав комплекса входят компактные точки доступа. Это одни из самых мощных современных бытовых приборов связи, не нарушающих санитарных норм и безопасных для инженера. Суммарный вес приемного оборудования не превышает 10 кг и оно может без труда транспортироваться одним человеком.

Так же в комплект оборудования был включен аккумулятор 12MAh. Он обеспечивает питание точки доступа и позволяет поддерживать связь в течение нескольких часов. Компьютер и анализатор спектра также оснащены аккумуляторами. Таким образом приемная часть комплекса является полностью независимой от внешних источников питания, что не реализовано в [11-13]. Авторы намерены в дальнейшем совершенствовать разработанный измерительный комплекс, чтобы расширить диапазон рабочих частот и другие характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хорев А.А. Оценка возможности обнаружения побочных электромагнитных излучений видеосистемы компьютер // Доклады томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2014. №2. С. 207-213.
2. Хорев А.А. Защита цепей электропитания средств вычислительной техники от утечки информации по техническим каналам // Защита информации. Инсайд. 2008. №1. С. 42-47.
3. Вертилевский Н.В., Никитин О.Р. Оценка канала утечки информации через ПЭМИ // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2006. №7. С. 156 – 163.
4. Wim van Eck. Electromagnetic Radiation from Video Display Units: An Eavesdropping Risk? [Электронный ресурс]. 2013. URL: <http://cryptome.org/emr.pdf>.
5. Kuhn M. G. Compromising emanations: eavesdropping risks of computer displays. [Электронный ресурс]. 2013. URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-577.pdf>.
6. Kuhn M. G. Compromising Emanations of LCD TV Sets // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2013. №3. С. 564-570.
7. Хорев А.А. Способы перехвата информации, обрабатываемой техническими средствами // Защита информации. Инсайд. 2008. №1. С. 28-36
8. Антясов И.С., Сафонов А.В., Соколов А.Н. Программно-техническая реализация технологии «Мягкий» ПЭМИН // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2015. № 3. С.8 - 11.
9. Голяков А.А. Дураковский А.П. Симахин Е.А. Применение генератора замещения для определения реального затухания информативных сигналов побочных электромагнитных излучений // Безопасность информационных технологий. 2018. №2. С. 38-53.
10. Катруша А.Н. Экспериментальные исследования влияния поглощающей поверхности на затухание наводок в токопроводящей линии // Журнал радиоэлектроники. 2017. №9. С. 1-16.
11. «Зонд-12» на базе ГСУ-002-12 // Сайт ЗАО НПЦ «Нелк» [Электронный ресурс]. 1994-2018. URL: https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_aparatnye_kompleksy/zond-12-na-baze-gsu-002-12/
12. Стентор-Мини // Сайт ООО «ДСЦБИ «МАСКОМ» [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://www.mascom-vostok.ru/service/stentor-mini/>
13. Легенда-18 // Сайт ФГУП «НПП «Гамма» [Электронный ресурс]. 2020. URL: https://nppgamma.ru/catalog/otsenka_zashchishchennosti_po_kanalu_pemin/legenda_18/
14. Никольский В.Н. Теория электромагнитного поля. М: Высшая школа, 1961. 372 с.

REFERENCES

1. Horev A.A. Ocenka vozmozhnosti obnaruzheniya pobochnyh elektromagnitnyh izluchenij videosistemy komp'yuter [Evaluation of the possibility of detection side compromising electromagnetic emanations video PC]. Doklady tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki [Reports of Tomsk state university of control systems and radioelectronics]. TUSUR, 2014, no.2, pp. 207-213.
2. Horev A.A. Zashchita cepej elektropitaniya sredstv vychislitel'noj tekhniki ot utechki informacii po tekhnicheskim kanalim [Protection of power supply circuits of computer equipment from information leakage through technical channels]. Zashchita informacii. Insajd [Information Protection. Insider]. 2008, no.1, pp. 42-47.
3. Vertilevskij N.V., Nikitin O.R. Ocenka kanala utechki informacii cherez PEMI [Evaluation of the channel of TEMPEST information leakage]. Metody i ustrojstva peredachi i obrabotki informacii [Methods and devices for transmitting and processing information]. 2006, no.7, pp. 156 – 163.
4. Wim van Eck. Electromagnetic Radiation from Video Display Units: An Eavesdropping Risk? 2013. Available at: <http://cryptome.org/emr.pdf>.
5. Kuhn M. G. Compromising emanations: eavesdropping risks of computer displays. 2013. Available at: <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-577.pdf>.
6. Kuhn M. G. Compromising Emanations of LCD TV Sets. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2013, no. 3, pp. 564-570.
7. Horev A.A. Sposoby perekhvata informacii, obrabatyvaemoj tekhnicheskimi sredstvami [Methods of interception of information processed by technical means] Zashchita informacii. Insajd [Information Protection. Insider]. 2008, no.1. pp. 28-36.
8. Antyasov I. S., Safonov A. V., Sokolov A. N. Programmno-tekhnicheskaya realizaciya tekhnologii «Myagkij» PEMIN [Software and hardware implementation of the technology of soft TEMPEST]. Vestnik UrFO. Bezopasnost' v informacionnoj sfere [Bulletin of the Ural Federal District. Security in the Sphere of Information]. 2015, no. 3. pp.8 - 11.
9. Golyakov A.A. Durakovskij A.P. Simahin E.A. Primenenie generatora zameshcheniya dlya op-redeleniya real'nogo zatuhaniya informativnyh signalov pobochnyh elektromagnitnyh izluchenij [Use of generator substitution to determine the real attenuation of informative signals in the compromising emanation]. Bezopasnost' informacionnyh tekhnologij [IT Security]. 2018, no.2, pp. 38-53.
10. Katrusha A.N. Eksperimental'nye issledovaniya vliyaniya pogloshchayushchej poverhnosti na zatuhanie navodok v tokoprovodyashchej linii [Experimental studies of the influence of the absorbing surface on the attenuation of leads in a current-conducting line]. Zhurnal radioelektroniki [Journal of radioelectronics]. 2017, no.9, pp. 1-16.
11. «Zond-12» na baze GSU-002-12 [ZOND-12 based on GSU-002-12]. Sajt ZAO NPC «Nelk» [Website of JSC NPC "Nelk"]. 1994-2018. Available at: https://nelk.ru/catalog/sistemy_otsenki_zashchishchennosti_informatsii/programmno_apparatnye_kompleksy/zond-12-na-baze-gsu-002-12/.
12. Stentor-Mini [Stentor-Mini] // Sajt OOO «DSCBI «MASKOM» [Website of LLC "DSCBI "MASKOM"]. 2020. Available at: <https://www.mascom-vostok.ru/service/stentor-mini/>
13. Legenda-18 [Legend-18]. Sajt FGUP «NPP «Gamma» [Website of FSUE "NPP" Gamma]. 2020. Available at: https://nppgamma.ru/catalog/otsenka_zashchishchennosti_po_kanal_u_pemin/legenda_18/
14. Nikol'skij V.N. Teoriya elektromagnitnogo polya [Theory of the electromagnetic field]. Moscow, Vysshaya shkola [Higher school]. 1961, 372 p.
15. Horoshko V.A., Chekatkov A.A. Metody i sredstva zashchity informacii [Methods and means of information protection]. Kiev: Yuniur. 2003, 504 p.

Информация об авторах

Марков Виталий Павлович – к.ф.-м.н., специалист по технической защите информации ООО по защите информации «Секрет-Сервис», г. Иркутск, e-mail: mvp@irksecret.ru

Данеев Алексей Васильевич – д. т. н., профессор, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации», e-mail: daneev@mail.ru

Authors

Markov Vitaly Pavlovich – Ph. D., specialist in technical protection of information LLC for information protection "Secret-Service", Irkutsk, e-mail: mvp@irksecret.ru

Alexey Vasilievich Daneev – Doctor of Technical Science, Professor, the Subdepartment Information systems and information security, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: daneev@mail.ru

Для цитирования

Марков В.П. Данеев А.В. Автоматизированный комплекс для определения величины затухания сигнала // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2020. – №2(7). – С. 46-55 – DOI: 10.26731/2658-3704.2020.2(7).46-55 – Режим доступа: <http://ismm-irgups.ru/toma/27-2020>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 01.06.2020)

For citations

Markov V.P., Daneev A.V. Automated complex for determining the value of signal attenuation // *Informacionnyye tehnologii i matematicheskoye modelirovaniye v upravlenii slozhnyimi sistemami: ehlektronnyy nauchnyy zhurnal* [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal], 2020. No. 2(7). P. 46-55. DOI: 10.26731/2658-3704.2020.2(7).46-55 [Accessed 01/06/20]