

**Network protection through the external use of electromagnetic radiation detection means**  
**Akhmetzhanov Zh.**

**Методы защиты сети на основе применения внешних средств обнаружения электромагнитного излучения**  
**Ахметжанов Ж. Б.**

*Ахметжанов Жандос Бауыржанович / Akhmetzhanov Zhandos Baurzhanovich – магистрант,  
кафедра информационных технологий,  
факультет аэрокосмических и информационных технологий,  
Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Республика Казахстан*

**Аннотация:** на сегодняшний день использовать различные средства телекоммуникации, в том числе новейший подход для решения IT-технологий, предъявляет собой повышенные требования к качеству работы в целом. Современные информационные системы основаны на использовании телекоммуникационной среды, поэтому тут возникает один из актуальных вопросов обеспечения устойчивого функционирования ЛВС в условиях различных стандартизаций.

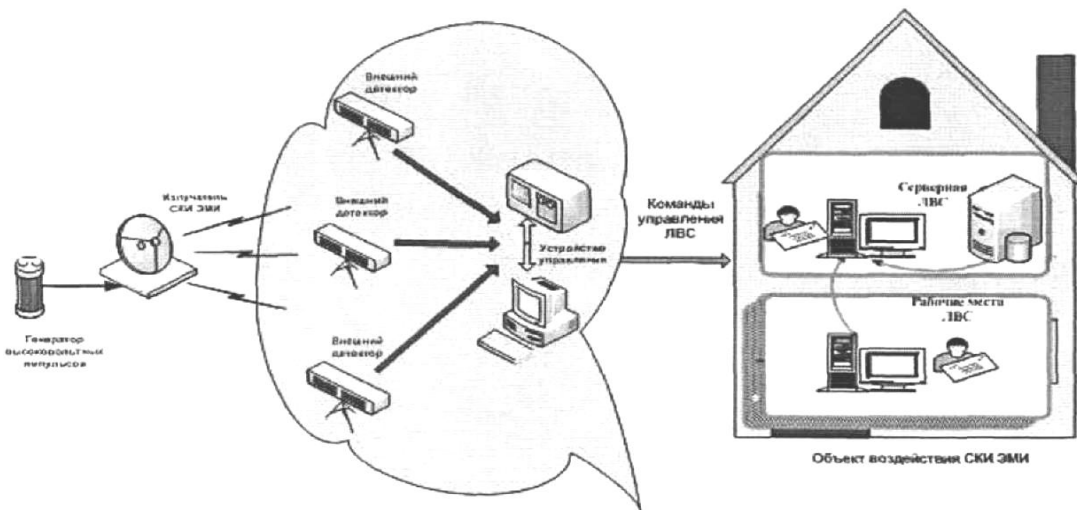
**Abstract:** today the use of variety telecommunication means, including a new approach to IT-technology solutions makes high demands on a quality of work in general. Modern information systems are based on the use of telecommunication environment, therefore there is one of the topical issues of sustainable functioning provision of the LAN in a standardization variety.

**Ключевые слова:** электромагнитные излучатели, сигналы, детекторы, локально-вычислительная сеть, сервер.

**Keywords:** electromagnetic emitters, signals, detectors, local area network, server.

Важным из задач на сегодняшний день является обеспечение защиты ЛВС от воздействия сверхкороткоимпульсного электромагнитного излучения (СКИ ЭМИ), так как с каждым годом появляются более мощные стационарные и мобильные излучатели, формирующие периодические и однократные сверхкороткие электромагнитные импульсы и обладающие принципиально новыми качествами, отсутствующими у традиционных источников ЭМИ (электромагнитных излучателей): соразмерностью длительности воздействующих импульсов с длительностью информационных сигналов [1, с. 23-37].

Методом защиты информации от воздействия СКИ ЭМИ предлагается использование внешних детекторов наличия излучения СКИ ЭМИ [6, с. 34-45]. Совокупность применяемых детекторов должна представлять собой разветвленную «сеть обнаружения СКИ ЭМИ», элементы которой должны размещаться вдоль линий связи и вычислительных узлов ЛВС (рисунок 1). При фиксации факта воздействия СКИ ЭМИ детекторами, от них в сторону устройства управления «сетью обнаружения СКИ ЭМИ» передается формализованная информационная посылка (сигнал) о регистрации факта воздействия СКИ ЭМИ на элементы ЛВС.



Сеть обнаружения воадснстая СКИ ЭМИ

Рис. 1. Применение внешних детекторов для обнаружения факта воздействия СКИ ЭМИ

При поступлении данного сигнала устройство управления сетью обнаружения СКИ ЭМИ вырабатывает команды управления, поступающие по линиям связи на системную шину обмена данных серверов, маршрутизаторов и других элементов ЛВС. При этом поступающие команды управления учитывают особенности функционирования всех телекоммуникационных устройств, входящих в состав ЛВС, а также особенности и характер сбоев в их работе. Для этого предварительно были проведены исследования воздействия СКИ ЭМИ на элементы ЛВС [5, с. 41-54]. Были определены уязвимые элементы ЛВС, и на основе критериальных уровней различных типов элементов были составлены команды управления.

Всего было исследовано более 60 образцов средств вычислительной техники и устройств на их основе. Исследования проводились как в лабораторных условиях, так и при размещении объектов исследования в реальных условиях: в типовых лабораторных корпусах и в составе мобильных образцов техники [5, с. 56-63]. Наиболее часто регистрируемым эффектом воздействия являлся обратимый отказ («зависание») элементов ЛВС.

В ходе экспериментов было установлено, что уровни уязвимости элементов резко снижаются с увеличением длительности импульса и длины волны излучения. Что касается частоты следования импульсов, то этот параметр не является определяющим и влияет на результат воздействия в меньшей степени, чем длительность импульса. В таблицах 1 и 2 приведены данные об экспериментально найденных уровнях уязвимости серверов общего назначения (в том числе промышленных и мобильных серверов) в зависимости от длины волны излучения и длительности импульса соответственно. Там же указан процент поражения элементов ЛВС, определяемый как отношение числа функционально пораженных в ходе экспериментов к общему числу исследованных образцов.

*Таблица 1. Результаты исследований уязвимости элементов ЛВС общего назначения к действию импульсов электромагнитного излучения*

Параметры воздействия	Длина волны				
	35 см	24 см	17 см	10 см	3 см
ППЭ, Вт/см <sup>2</sup>	0,15	0,15	1	2	40
Процент поражения, %	100	100	100	90	70

*Таблица 2. Результаты исследований уязвимости элементов ЛВС общего назначения к действию электромагнитного излучения 10 см диапазона при различных длительностях импульсов*

Параметры воздействия	Длительность импульса		
	70 нс	1 мкс	2,5 мкс
ППЭ, Вт/см <sup>2</sup>	10	3	2
Процент поражения, %	90	90	90

Проведение широкого спектра экспериментальных работ позволило определить уровни функционального поражения элементов ЛВС и составить команды управления для принятия мер защиты ЛВС в целом.

Анализ полученных результатов позволил заключить, что причиной сбоев серверов при их нахождении в СКИ ЭМП, как правило, являются:

для серверов с процессорами Pentium и ниже - нарушения в работе устройств ввода информации (клавиатуры);

для серверов с процессорами Pentium II и выше — нарушения в работе накопителей на жестких магнитных дисках.

При этом проявлением сбоя на уровне сервера в целом практически всегда является его «зависание», приводящее к необходимости перезагрузки операционной системы. При своевременном поступлении команды управления о временном прекращении работы операционной системы сервера, сервер оставался работоспособным и не нарушал функционирование сети в целом.

Так как типовые ЛВС в основном размещаются в зданиях и сооружениях, то одним из вопросов сопутствующим исследованиям применения предлагаемых методов защиты от воздействия СКИ ЭМИ на средства локальной вычислительной сети общего назначения явились исследования проникновения

излучения в здания и сооружения. Экспериментальные исследования вопросов прохождения электромагнитных полей в типовые здания показали, что на частотах 3 ГГц и более экранирующие свойства типовых кирпичных и железобетонных стен могут достигать десятков дБ. Исследования проникновения в здания СКИ ЭМИ в диапазонах несущей 0,3!.. ГГц показали, что реальные уровни ослабления, при наличии в зданиях дверей, окон и т. п., может составлять единицы дБ. Так, например, при исследованиях воздействия СКИ-излучения на элементы ЛВС, находящихся в экранированном контейнере, эффекты нарушения работоспособности серверов промышленного типа наблюдались при воздействии на расстояниях до 65 м на открытой площадке и на расстоянии 20...30 м при его нахождении в типовом здании. Таким образом, совмещая методы защиты путем использования внешних детекторов и общих методов экранирования, можно фактически избежать последствия воздействия СКИ ЭМИ.

Исследование воздействия СКИ ЭМИ на элементы локально-вычислительной сети является важным для выработки специальных команд для каждого элемента сети с учетом характера реакции элемента на деструктивное воздействие, его времени для восстановления функционирования. Установлено, что высокоскоростные системы более подвержены сбоям и потере передаваемой информации. Элемент ЛВС, характеризующийся наименьшей стойкостью к данному типу воздействия — маршрутизатор.

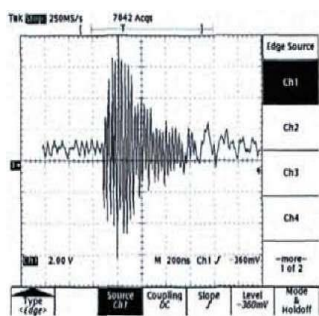
При воздействии электромагнитного излучения на систему передачи и обработки информации наблюдались следующие типы эффектов, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

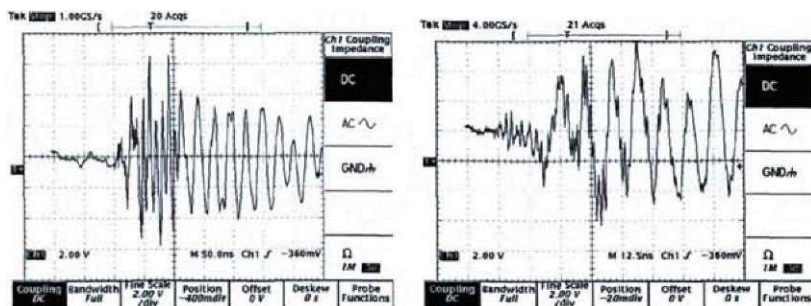
№ п/п	Типы эффектов
1	Частичная потеря тестовых информационных пакетов, снижение пропускной способности сети
2	Полная потеря тестовых информационных пакетов, блокирование сети
3	Временное блокирование маршрутизатора
4	«Зависание» одного из серверов, входящих в ЛВС
5	«Зависание» устройств ручного ввода-вывода информации одного из серверов, входящих в ЛВС

При воздействии СКИ ЭМИ с рабочей частотой 1,7 ГГц на ЛВС, нарушения в работе системы проявлялись в зависимости от схемы исследования, при уровнях импульсной ППЭ 15...600 мВт/см<sup>2</sup>. При воздействии на ЛВС импульсного СКИ ЭМИ с несущей частотой 3 ГГц и длительностях импульсов 0,1...1 мкс, нарушения в работе системы проявлялись при уровнях импульсной ППЭ 0,35...5,0Вт/см<sup>2</sup>. При воздействии СКИ ЭМИ с рабочей частотой 10 ГГц на ЛВС, нарушения в работе системы проявлялись при уровнях импульсной ППЭ 6,0...20,0Вт/см<sup>2</sup>. Обработка результатов экспериментов позволила сделать вывод о силовом механизме воздействия узкополосного излучения на элементы исследуемой системы (блокирование сети вследствие временного блокирования маршрутизатора в процессе воздействия).

При воздействии на ЛВС сверхширокополосного импульсного излучения основным наблюдаемым эффектом являлось искажением передаваемой по сети информации. Типовые осциллограммы сигнала наводки на сетевом кабеле, соединяющем сервер № 1, маршрутизатор и сервер № 2 в момент передачи информации при воздействии СКИ-излучения, приведены на рисунках 2 и 3.



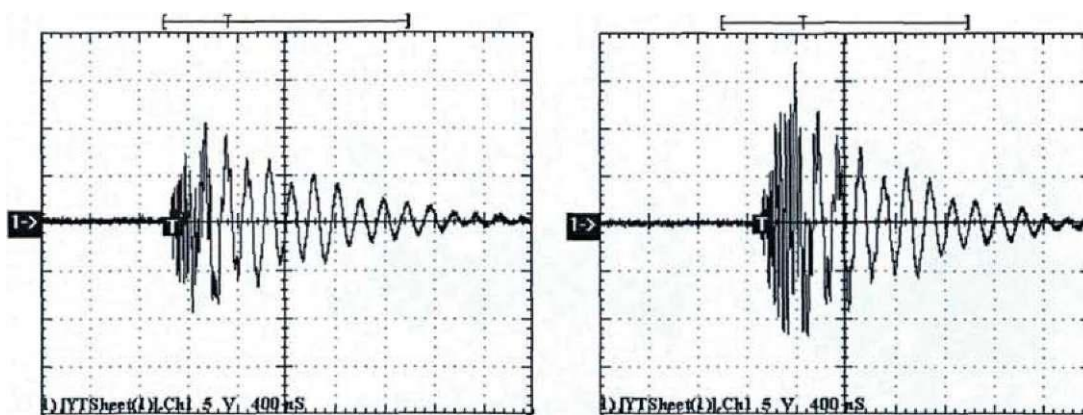
а)



в)

б)

Рис. 2. Форма сигнала наводки на сетевом кабеле при воздействии СКИ излучения ( $t_{\text{ми}} = 170 \text{ нс}$ , 30 % потеря информационных пакетов в ЛВС):  
а) - на развёртке 200 нс/дел.; б) - на развёртке 50 нс/дел.; в) - на развёртке 12.5 нс/дел.



а)

б)

Рис. 3. Форма сигнала наводки на сетевом кабеле при воздействии СКИ излучения, 100 % потеря информационных пакетов: а) -  $t_{\text{ми}} = 790 \text{ нс}$ ; б) -  $t_{\text{ми}} = 170 \text{ нс}$

Необходимо отметить, что в качестве внешних детекторов в период исследований использовались полосковые преобразователи, подключенные к сети обнаружения и выработки команд управления. «Сеть обнаружения» размещалась рядом с элементами ЛВС и при начале воздействия СКИ ЭМИ вырабатывала команды управления в сторону устройств управления функционированием ЛВС.

Таким образом, данный метод позволяет своевременно реагировать на появление угрозы деструктивного воздействия источников СКИ ЭМИ на телекоммуникационные устройства, узлы хранения и обработки информации и ЛВС в целом. При этом учитывается особенность функционирования каждого элемента, входящего в состав ЛВС, для определения наиболее эффективного способа приостановки его функционирования, добиваясь минимальных потерь и разрушений в передаваемом или обрабатываемом массиве информации.

### Литература

1. Подосенов С. А., Потапов А. А., Соколов А. А. Импульсная электродинамика широкополосных радиосистем и поля связанных структур. Москва, 2003.
2. Уильямс Т. ЭМС для разработчиков продукции. — М., Издательский Дом «Технологии», 2003.
3. Уильямс Т., Армстронг К. ЭМС для систем и установок. - М., Издательский Дом «Технологии», 2004.
4. Сахаров К. Ю. Излучатели сверхкоротких электромагнитных импульсов и методы измерений их параметров. Монография, Москва, 2006.
5. Кечиев Л. Н., Пожидаев Е. Д., Защита электронных средств от воздействия статического электричества. — М., Издательский Дом «Технологии», 2005.

6. *Кечиев Л. Н., Степанов П. В., Арчаков О. Н., Ольшевский А. Н.* Электромагнитная совместимость технических средств: проблемы и решения. Московский союз научных и общественных объединений, сборник научно-технических статей, Москва, 2006, с. 34-45.
7. *Гусева Ю. А., Кармашев В. С., Кечиев Л. Н.* Основы технического регулирования в области ЭМС. - М.: «Европейский центр по качеству», 2004. - 149 с.
8. *Акбашев Б. Б., Степанов П. В., Ольшевский А. Н.* Современное состояние телекоммуникационных технологий. Сборник научных трудов МИЭМ, под ред. Кечиева Л. Н., 2007, с. 7-15.