

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРАЖАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА НА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Луцкий А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пискун Г.А. – к.т.н, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Поражающее действие широкополосного электромагнитного импульса на телекоммуникационные системы может проявляться в нарушении работоспособности отдельных элементов, подсистем и системы в целом. Степень влияния зависит от параметров ШП ЭМИ, характеристик самой аппаратуры и ее электромагнитной связи с полями ЭМИ. С учетом этих трех факторов и должен проводиться анализ воздействия ШП ЭМИ на исследуемую систему связи.

Ключевые слова: широкополосный электромагнитный импульс, работоспособность, телекоммуникационные системы.

Введение. Однозначно оценить поражающее действие в общем случае не представляется возможным, так как элементы систем сложным образом связаны между собой, а электромагнитная связь с полями ЭМИ зависит от ситуации, определяемой прежде всего видом воздействия и местоположением объекта [1–7].

На практике обычно рассматривают следующие наиболее важные ситуации: объект находится: вблизи источника широкополосного электромагнитного импульса (ШП ЭМИ); в здании вне зоны источника и в грунте. В зависимости от этих ситуаций параметры ШП ЭМИ и среды будут различными. При расположении телекоммуникационной системы (ТКС) в воздухе и в грунте вне зоны источника ШП ЭМИ, различают взаимодействие непосредственно электромагнитных полей и через коммуникационные линии.

Величина энергии ШП ЭМИ, передаваемой элементами ТКС в приемное устройство, определяется ее типом, конструкцией, частотным диапазоном. Наведенные в проводниках токи и напряжения тем больше, чем больше длина проводника, и зависят от условий его прокладки, ориентации и заземления. Наводка в рабочей цепи кабеля также существенно зависит от того, является ли данный кабель экранированным или нет.

Воздушные линии передачи и воздушные телефонные линии также подвержены действию ШП ЭМИ. Ток определяется полным сопротивлением проводников, которое может быть всего несколько сотен Ом. В местах, где имеет место резкий переход от воздушных линий к наземным, возникают отраженные импульсы. Подземные кабели имеют некоторую защиту за счет слоя грунта и оболочки кабеля, поэтому наводка от ШП ЭМИ в них меньше, чем для воздушных линий.

Если провода, кабели находятся внутри металлических кузовов, корпусов, то на них действуют поля ШП ЭМИ, ослабленные стенками этих экранирующих конструкций. В свою очередь, экранирующие свойства кузовов, корпусов, зависят от материала экрана и от того, является ли данный кузов сплошным или в нем имеются неоднородности в виде отверстий, щелей и т. д.

Импульсные напряжения и токи, наведенные в кабелях, приводят к целому ряду явлений в подключенных к ним ТКС. Факторы, определяющие выход из строя элементов, могут быть различными для разных классов элементов: напряжение, ток, энергия и т. д. Обычно же уровень стойкости элементов к электрическим перегрузкам определяется величиной электромагнитной энергии, выделенной в элементе.

Основная часть. Сильное воздействие ШП ЭМИ следует ожидать также за счет влияния наружных кабельных линий, выходящих за пределы экранов, в которых расположена аппаратура. В этом случае если кабель окажется вблизи источника ШП ЭМИ, то наведенные напряжения и токи могут вывести из строя хорошо экранированную аппаратуру, расположенную вне зоны действия других поражающих электромагнитных факторов. В этом состоит одна из важных отличительных особенностей воздействия ЭМИ на ТКС систем связи по сравнению с другими поражающими факторами (ПФ). Степень воздействия ШП ЭМИ в рассматриваемых зонах, как указывалось выше, зависит и от характеристик самой аппаратуры. Несмотря на большое разнообразие, различия в назначении и схемно-конструктивных решениях, сущность воздействия ШП ЭМИ на аппаратуру сводится к появлению в ее элементах, узлах, блоках либо кратковременных электромагнитных полей, либо наведенных напряжений и токов [1–3].

Механизм образования наведенных сигналов и поглощения энергии ШП ЭМИ облучаемыми объектами в большинстве случаев является довольно не простым в силу сложности анализа электродинамических процессов, возникающих в цепях ТКС, с полным учетом ее функциональных связей. Однако общая закономерность заключается в том, что количество поглощенной энергии (напряжения, тока) пропорциональна площади электрических контуров и протяженности проводящих элементов конкретного изделия. В связи с этим целесообразно в качестве характеристик воздействия ШП ЭМИ на ТКС принимать значение и форму либо наведенного тока, либо наведенного напряжения, либо энергии, выделяемой на том или ином элементе системы. Конкретное количественное значение названных величин может выступать в качестве обобщенного показателя стойкости аппаратуры ТКС к ШП ЭМИ. Если параметры этих величин превышают допустимые значения, то аппаратура может отказать в работе. Тогда вышеуказанные показатели выступают в роли критерия стойкости ТКС к ШП ЭМИ.

Основными видами отказов могут являться пробой отдельных изделий, перегорание токонесущих элементов, потеря полезной информации, ложные сигналы и т. п.

В ходе исследований автором проведен анализ архитектуры построения и технологий, применяемых при создании локальных вычислительных систем (ЛВС), подверженных воздействию ЭМИ, вопросы модернизации ЛВС.

По результатам анализа определено, что при проектировании ЛВС к ним предъявляются следующие основные требования по надежности и достоверности передачи данных:

- отказ или отключение питания подключенного устройства должны вызывать только переходную ошибку;
- ЛВС не должна находиться в состоянии неработоспособности более 0,02% от полного времени работы;
- средства обнаружения ошибок должны выявлять все пакеты, содержащие до четырех искажений битов. Если же достоверность передачи достаточно высока, сеть не должна сама исправлять обнаруженные ошибки. Функции анализа, принятия решения и исправления ошибки должны выполняться подключенными устройствами;
- ЛВС должна обнаруживать и индицировать все случаи совпадения сетевых адресов у двух абонентов.

На основе анализа определена последовательность операций, выполняемая при передаче данных, которую необходимо учитывать при построении систем защиты ЛВС:

- буферизация, необходимая для согласования между собой скоростей обработки информации различными компонентами ЛВС. Буфер должен иметь объем, достаточный для размещения целого пакета данных;
- деление информации на пакеты;
- проверка доступности и готовности информационного канала к передаче данных;
- преобразование данных из последовательной/параллельной формы;

- декодирование данных;
- передача/прием импульсов.

Заключение. Проведенный анализ работы ЛВС показал, что большое отрицательное воздействие на работу сети может нанести не предусмотренное отключение, «зависание» сервера управления или значительное падение напряжения в сети, и, если сбой произойдет во время записи данных на диск, файл может оказаться испорченным. Для защиты данных в случае возникновения таких ситуаций в ЛВС применяются различные виды резервирования, например, автоматическая передача функций управления резервному серверу, из состава кластеров серверов.

Список литературы

1. Рикетс Л.У. Электромагнитный импульс и методы защиты/ Л.У.Рикетс, Дж.Э.Бриджес, Дж.Майлетта: Пер. с англ. / Под ред. Н. А. Ухина – Москва: Атомиздат, 1979. – 328 с
2. Кучер Д.Б. Мощные электромагнитные излучения и сверхпроводящие защитные устройства/ Д.Б.Кучер – Севастополь: Ахтиар, 1997. – 188 с.
3. Кравченко В.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи/ В.И.Кравченко, Е.А.Болотов, Н.И.Летунова – Москва: Радио и связь, 1987. – 256 с
4. Алексеев, В. Ф. Сравнительный анализ способов построения беспроводных узкополосных сетей / Алексеев В. Ф., Пискун Г. А. // Современные средства связи : материалы XXVII Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи. – Минск, 2021. – С. 190–191.
5. Алексеев, В. Ф. Сравнительный анализ целостности питания проекта печатной платы для различных конфигураций проводящих областей = Comparative analysis of power integrity of a PCB project for various configurations of conductive areas / Алексеев В. Ф., Горбач А. П., Хуторная Е. В. // Slovak international scientific journal. – 2020. – Т. 2, № 45. – С. 31–41.
6. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах интегральных схем при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018. – №Д201805 от 05.01.2018.
7. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах печатной платы при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018. – №Д201806 от 05.01.2018.

UDC 621.3

APPROACHES TO ASSESSING CHARACTERISTICS OF THE DAMAGING EFFECT OF BROADBAND ELECTROMAGNETIC PULSE ON TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Lutsky A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G. A. – Cand. of Sci., assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The damaging effect of a broadband electromagnetic pulse on telecommunication systems can manifest itself in disruption of the performance of individual elements, subsystems and the system as a whole. The degree of influence depends on the parameters of the EMR SB, the characteristics of the equipment itself and its electromagnetic connection with the EMR fields. Taking into account these three factors, an analysis of the impact of SB EMR on the communication system under study should be carried out.

Keywords: broadband electromagnetic pulse, performance, telecommunication systems.