

УДК 621.316.9

А.А. СЕРКОВ, М.Ю. ТОЛКАЧЕВ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», Украина*

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА SOLIDWORKS

Рассмотрены возможности интеграции прикладного программного обеспечения с пакетом SolidWorks на основе платформы .NET. Разработан метод обеспечения функциональной безопасности объектов при действии электромагнитных полей грозовых разрядов с анализом возможных критических ситуаций на стадии проектирования. Предложены конкретные практические рекомендации по повышению живучести системы.

**молниезащита, молниеотвод, электромагнитное воздействие, автоматизированное проектирование, анализ защищенности**

### Введение

Грозвые разряды являются наиболее типичным широко распространенным в природе и достаточно непредсказуемым поражающим фактором, это обусловлено высокими значениями наводимых токов, а также уровнем электромагнитных полей предельных параметров. Они оказывают как непосредственное поражающее воздействие на наземное оборудование в зоне защищаемого объекта, так и являются источником мощных электромагнитных помех. При этом их поражающее воздействие на радио- и электротехническое оборудование по сравнению с другими их видами характеризуется наиболее тяжелыми последствиями. Так при эксплуатации в реальных условиях объектов ракетной и аэрокосмической техники, автоматизированных систем управления комплексами производства, передачи и распределения электроэнергии, объектов нефтяной и газовой промышленности были зафиксированы многочисленные отказы, что требует комплексного подхода к решению этой проблемы.

**Постановка проблемы.** Анализ существующего программного обеспечения, связанного с разработкой метода защиты от грозовых воздействий, показывает что до настоящего времени отсутствует комплексный подход к защите от всего спектра воздей-

ствий грозовых разрядов на этапе проектирования и анализа защищенности зданий и сооружений. Таким образом выбор молниезащиты на этапе проектирования поможет оптимизировать затраты на оборудование и позволит избежать потерь при поражении важных и дорогостоящих объектов.

**Анализ литературы.** В основу разработки заложены требования к защите зданий и сооружений [1, 2] и существующие методики реализации этих требований [3]. Так как вопросы защиты от прямых ударов молнии наземного оборудования, размещенного в зданиях и сооружениях, реализованы в экспертной системе [4], то вопросы автоматизации процессов определения величины наводок, затекающих в здание по подземным коммуникациям не уделено должного внимания.

В современном цикле проектирования зданий и сооружений повсеместно в настоящее время используют специализированные системы проектирования, такие CAD-системы как ArchiCAD, AutoCAD, HomeDesine и др.. [5 – 8], что позволяет автоматизировать процесс комплексной оценки защищенности оборудования, размещенного и размещаемого в наземных сооружениях.

**Целью статьи** является разработка метода обеспечения функциональной безопасности объектов,

расположенных в наземных сооружениях при действии электромагнитных полей грозовых разрядов.

### Основная часть

Схема процесса взаимодействия электромагнитного излучения грозового разряда и подземных коммуникаций в общем виде представлена на рис. 1.

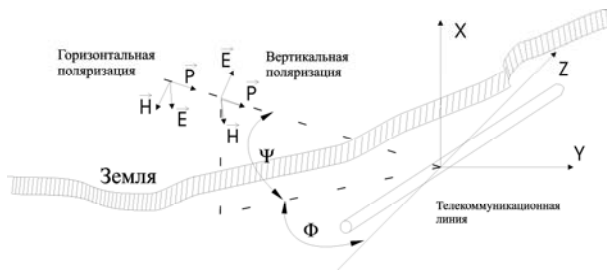


Рис. 1. Типовое взаимное расположение источника разряда молнии и подземной телекоммуникационной линии связи.

При этом величина импульсного электромагнитного поля, имеющего двухэкспоненциальное представление типа

$$E(t) = kE_0(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}), \quad (1)$$

воздействующего на подземные коммуникации зависит от поляризации падающей волны, проводимости грунта и глубины залегания коммуникаций. На рис. 2, 3, 4 приведены характеристики составляющих электромагнитного излучения в зависимости от расстояния до места грозового разряда.

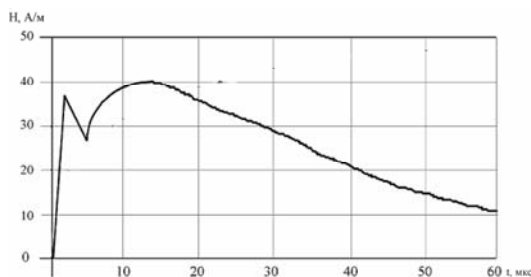


Рис. 2. Напряженность магнитной составляющей электромагнитного излучения грозового разряда на расстоянии 100 м от канала разряда молнии в случае, когда  $I_M = 20$  кА.

Эти данные были приняты за исходные для последующих расчетов. При реализации процессов молниезащиты на этапе проектирования в качестве управляемой среды, выбрана CAD-система

SolidWorks и конечно-элементный пакет COSMOS. Этим достигнута идеальная совместимость форматов программных модулей в цепочке проектирования. Удобный набор дополнительных пространств имен среды .NET с классами, входящими в них позволяет удобно управлять существующими возможностями SolidWorks и реализовывать дополнительные управляющие программные модули с удобным пользовательским интерфейсом в среде .NET без использования громоздкой COM технологии.

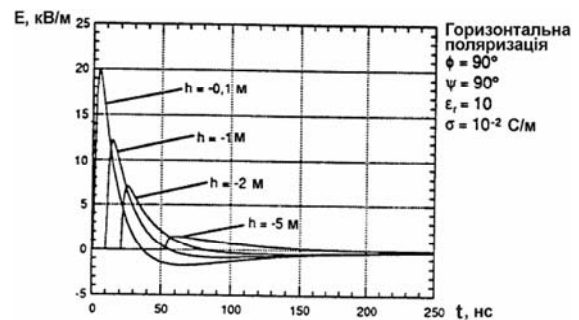


Рис. 3. Временная зависимость характеристик электромагнитного излучения при расположении телекоммуникационной линии связи в грунте

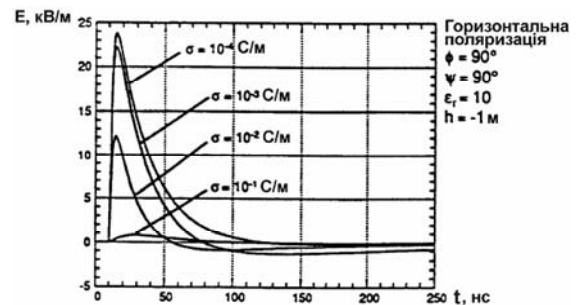


Рис. 4. Влияние электрических характеристик грунта на параметры электромагнитной волны на глубине 1 м

Управление системой SolidWorks реализовано в виде отдельного программного модуля. В нем применена блочная структура (рис.5). Для удобного динамического изменения и добавления требуемых функций обработки она выполнена отдельными классами.

Начальный анализ определяет совокупность в заданной области пространства грозовых электромагнитных, электрических и (или) магнитных полей, а также токов и напряжений помех, наведенных на коммуникационных линиях.

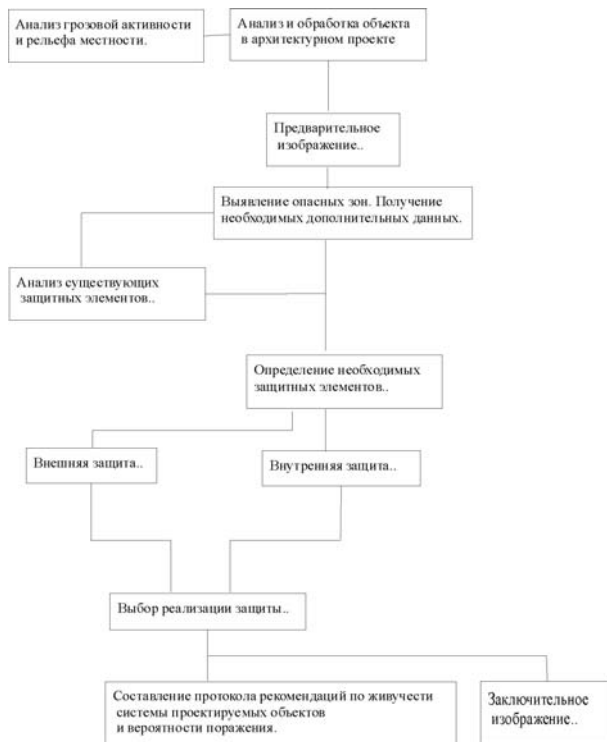


Рис. 5. Блок-схема приложения

С учетом величин наведенных токов, затекающих внутрь сооружения как по всем подземным коммуникациям, так и внешним заземляющим устройствам, создается структура электромагнитного поля внутри помещения.

На основании этих данных определяются наиболее опасные зоны помещения и формируются рекомендации по местам размещения радиоэлектронного оборудования.

При этом дополнительно предлагаются рекомендации по применению наиболее эффективных устройств защиты.

После анализа зданий и сооружений и размещенного оборудования принимается решение об обеспечении защиты. В зависимости от соотношения существующего уровня и необходимой защищенности оборудования предлагается оптимальный набор решений видов защиты, выбор количества и тип защищаемых элементов.

## Выводы

При проектировании наземных сооружений и размещении в них радиоэлектронного оборудования следует на стадии проектирования создавать модель электромагнитной обстановки помещения с учетом проникающих электромагнитных полей сквозь стены и неоднородности помещения, а также полей, создающихся затекающими наведенными токами подземных и внешних коммуникаций. Показана возможность автоматизации процесса обеспечения функциональной безопасности объектов, расположенных в наземных сооружениях, при воздействии электромагнитных полей на основе пакета SolidWorks и его приложений.

## Литература

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122 87. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 120 с.
2. ДСТУ 3571-97. Сумісність засобів обчислювальної техніки електромагнітна. Терміни та визначення. – Вид. стандартів, 1997 р.
3. Рикетс Л.У., Бриджес Дж. Э., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты / Под ред. Н.А. Ухина. – М.: Атомиздат, 1979. – 328 с.
4. Серков А.А., Толкачев М.Ю. Разработка экспертной системы для оценки молниезащиты зданий и сооружений // Вісник НТУ "ХПИ". Тем. вип.: "Електроенергетика і перетворююча техніка". – Х.: НТУ "ХПИ", 2004. – № 5. – С. 16-23.
5. Тику Ш. Эффективная работа SolidWorks. – С.-Пб.: Питер, 2005. – 768 с.
6. Прохоренко В.П. SolidWorks 2005: Практическое руководство. – М.: Бином-Пресс, 2005. – 512 с.
7. Объектно-ориентированное конструирование изделий современного машиностроения / Т.Ф. Багрянцева и др. – Х.: НТУ "ХПИ", 2006. – 170 с.

Поступила в редакцию 26.01.2007

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, с.н.с. И.В. Яковенко, НИПКИ «Молния», Харьков.