

Секция 7. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.3 (063)

МОЛНИЕЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гуща Т.Г., Таяновский А.М.

Научный руководитель – СЧАСТНАЯ Е.С.

Молния – одно из самых разрушительных и устрашающих природных явлений, с которыми повсеместно сталкивается человек. В ряду причин, вызывающих пожары во всём мире, молния занимает шестое место. Поэтому вопрос создания эффективной системы молниезащиты приобрёл в настоящее время небывалую важность.

Существует несколько объяснений этого природного явления, так называемых «молниевых теорий». Хотелось бы привести лишь некоторые интересные цифры. Разность потенциалов до 1 000 кВ между облаками и поверхностью земли вызывает разряд чудовищной силы до 200 кА, сопровождаемый световыми вспышками и раскатами грома. При этом разогрев атмосферного канала разряда достигает 30 000 °С. Средняя продолжительность разряда наиболее часто возникающего удара молнии «облако-земля» составляет от 60 до 100 мкс. Скорость движения огненной стрелы равна почти 150 км/с, а давление ударной волны достигает 100 кг/см².

Огромную опасность молнии представляют для высокоэтажных зданий. А в некоторые небоскрёбы молния попадает до 20 раз в год! Опасны молнии и для ракет. В 1987 году в США при запуске ракеты «Атлас» молния ударила в нее в момент старта и вывела из строя все электрические и электронные системы. Но чаще всего молния поражает высокие одиноко стоящие деревья. Из ста разрядов молния ударяет в дуб – 54 раза, в тополь – 24, в ель – 10, в сосну – 6. Причина этой закономерности пока не установлена.

Эффективные методы и средства молниезащиты наиболее полно представлены в нормах Международной электротехнической комиссии и подтверждены широким практическим применением в промышленно развитых странах.

В современной практике существуют два вида молниезащиты. Внешняя предназначена для защиты здания от прямого удара молнии с последующей канализацией энергии разряда в землю. Этот результат достигается посредством наложения молниеприёмных контуров (сетки) на сложные кровли зданий в сочетании с защитой выступающих частей. Основное назначение внутренней молниезащиты – защита электронного оборудования и электропроводки от импульса перенапряжения, который возникает не только при прямом, но, что более вероятно, при удаленном (до 1 км) ударе, при помощи ограничителей перенапряжения.

Основной задачей молниезащиты является улавливание всех попадающих в здание молний. Её работу можно разделить на три основных процесса: улавливание молнии в месте попадания, токоотвод в грунт и заземление. При этом необходимо избежать тепловых, электрических и механических эффектов, так как это может привести к повреждению конструкции защищаемого объекта и к возникновению опасного для человека напряжения внутри здания.

Вся система молниезащиты состоит из следующих устройств:

- молниеприёмника – для приёма прямого удара молнии;
- токоотводов – для отвода тока молнии к заземлению;

- *заземляющего устройства* – для распределения энергии молнии в земле и обеспечения безопасных режимов работы электросетей;
- *системы уравнивания потенциала* – для ликвидации разности потенциалов между проводящими частями здания, электроустановки и заземлений;
- *оборудования защиты от перенапряжений* – для ограничения импульсов перенапряжения в электроустановках, телекоммуникационных и электронных системах.

Рассмотрим каждое из них.

Молниеприёмник и токоотводы – это организованная по определённым правилам система молниеприёмных проводников, прокладываемых по конькам, рёбрам и кантам кровли. С проводниками соединяются молниеприёмные стержни, установленные на выступающих частях кровли. Проводники, токоотводы и стержни крепятся на кровле, стенах и строительных конструкциях зданий различными держателями специального назначения. В узлах соединений применяются специальные клеммы и соединители.

Заземляющее устройство по условиям объекта может быть различного типа (круглые, плоские проводники) и исполнения. Предпочтение, как правило, отдаётся естественным заземлителям, в том числе заложенным в общестроительную конструкцию.

Система уравнивания потенциалов предусматривает соединение всех подлежащих заземлению проводников и металлических конструкций между собой и заземлением. Комплектуется шинами, соединительными клеммами, хомутами.

Оборудование защиты от перенапряжений – это включённые по специальным правилам разрядники, ограничители перенапряжения для защиты различных электрических и телекоммуникационных сетей, электрооборудования и электронных приборов.

Что касается материалов, то в системах внешней молниезащиты преимущественно используются *сталь горячего цинкования, нержавеющая сталь, медь и алюминий*. Но при соединении различных материалов возникает коррозионная опасность. Именно поэтому при монтаже нельзя совмещать, к примеру, медные части с оцинкованными поверхностями или алюминиевыми соединениями. Возможные комбинации материалов с учётом контактной и воздушной коррозии указаны в таблице 1.

Таблица 1. Совместимость материалов

Материал	Сталь горячего цинкования (FT)	Алюминий (Al)	Медь (Cu)	Нержавеющая сталь (VA)
Сталь горячего цинкования (FT)	++	0	–	0
Алюминий (Al)	0	++	–	0
Медь (Cu)	–	–	++	0
Нержавеющая сталь (VA)	0	0	0	++

Примечание: ++ – рекомендуемая; 0 – возможная; – – нежелательная

Перед проектированием системы молниезащиты необходимо классифицировать объект защиты в одну из четырёх имеющихся категорий. Параметры риска в зависимости от категории молниезащиты указаны в таблице 2.

Таблица 2. Параметры риска в зависимости от категории молниезащиты

Категория молниезащиты	Минимальный пик тока молнии, кА	Максимальный пик тока молнии, кА	Вероятность улавливания, %
1	2,9	200	99
2	5,4	150	97
3	10,1	100	91
4	15,7	100	84

При разработке системы молниезащиты должны учитываться все металлические части здания, электроприборы и электросоединения, чтобы избежать опасности искрообразования. При наличии достаточного расстояния между проводником для тока молнии и металлическими частями здания риск искрообразования исключён.

Наименьшее допустимое расстояние можно не соблюдать в зданиях с переходными армированными соединениями стен и крыши или с переходными соединениями металлических фасадов и крыш. Во всех же остальных случаях значение наименьшего допустимого расстояния вычисляется при помощи следующей формулы:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} L(m)'$$

k_i находится в зависимости от выбранной категории молниезащиты (таблица 3).

k_c находится в зависимости от токов молнии в токоотводах (таблица 4).

k_m находится в зависимости от материала электрической изоляции (таблица 5).

L является вертикальным расстоянием от точки определения наименьшего допустимого расстояния до следующей точки уравнивания потенциалов.

Таблица 3

Категория защиты	k_i
1	0,1
2	0,075
3, 4	0,05

Таблица 4

Количество токоотводов, п	Приблизительные значения k_c
1	1
2	0,66
3 и более	0,44

Таблица 5

Материал	k_m
Воздух	1
Бетон, кирпич	0,5

И в заключение доклада хотелось бы упомянуть о некоторых правилах безопасности в зданиях, не имеющих молниезащиты. Такие строения не обеспечивают человеку полноценную безопасность.

Ток молнии всегда ищет самый простой путь, чтобы уйти в землю. Если молния ударяет в здание без грозозащиты (наиболее частые точки попадания молнии: труба, антенна или конёк), то её ток, чаще всего, от точки попадания стремится к электропроводке под коньковым брусом (например, осветительная сеть). Последствия, в большинстве случаев, если речь не идёт о пожаре – разрушение или повреждение чердачной конструкции, так как в деревянных конструкциях происходит мгновенное испарение остаточной влаги. Дерево трескается по направлению движения тока. Высокая энергия тока в доли секунды нагревает электропроводку до такой температуры, что она просто сгорает. Это явление относится ко всем проводкам, диаметр которых меньше диаметра, предусмотренного нормативными документами. Но даже если антенна устроена в соответствии с нормами, часть тока молнии прорывается через экран антенны и достигает телевизора. Если антенный ввод в телевизор, видео- или стереоустановку выполнен без грозозащиты, то там происходит пробой в электропроводке. Следствием этого является

выход из строя почти всех включённых электронных приборов. В них может даже вспыхнуть пожар.

Когда приближается гроза, нужно вынуть из розетки антенный ввод и питание всех электронных приборов (телевизор, видео, РС, стиральная машина, посудомоечная машина, сушилка и т. д.), если сеть и электронные приборы не оборудованы так называемыми приборами защиты от перенапряжения. Почти все электронные приборы очень чувствительны к перенапряжению. Поэтому даже молния, ударившая в радиусе до 2 км, может вывести их из строя.

Создав надёжную систему молниезащиты и соблюдая эти нехитрые правила, мы можем предотвратить множество неприятных последствий удара молнии, а также сохранить здоровье себе и своим близким.

Литература

1. Дьяков, А.Ф., Максимов, Б.К., Борисов, Р.К., Кужекин, И.П., Жуков, А.В. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Энергоатомиздат, 2003.
2. Карякин, Р.Н. Справочник по молниезащите. – М.: Энергосервис, 2002.
3. Харечко, В.Н. Рекомендации по молниезащите индивидуальных жилых домов, коттеджей, дачных (садовых) домов и других частных сооружений. – М.: Энергосервис, 2002.

УДК 621.3

МОДЕЛЬ ЭВМ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Плехов А.В., Шмыгун Е.Я.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **БЛАДЫКО Ю.В.**

1. Постановка задачи

Разработать модель ЭВМ в электронной лаборатории Electronics Workbench, позволяющую осуществлять ввод, обработку, хранение и вывод информации.

2. Общие сведения

Любая ЭВМ служит для переработки вводимой в нее информации и выдачи окончательных результатов в виде таблиц, графиков, последовательности чисел, текста и т. п. Несмотря на присущие отдельным ЭВМ отличия, в каждой из них можно выделить четыре основных устройства: арифметико-логическое, управляющее, запоминающее и устройства ввода-вывода информации, называемое обычно периферийным.

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) служит для выполнения арифметических и логических операций над числами, представленными в двоичном коде.

Управляющее устройство (УУ) управляет работой АЛУ и других устройств ЭВМ. Управление работой этих устройств осуществляется по специальным командам, порядок исполнения которых определяется заданной программой. Для упрощения схемы и ее большей наглядности роль управляющего устройства в учебной модели ЭВМ выполняет пользователь.

Запоминающее устройство (ЗУ), или память, предназначено для хранения программой информации (данных).

Периферийные устройства, или устройства ввода-вывода информации, служат для приведения входной информации к требуемому виду для ввода в ЭВМ и вывода из ЭВМ результатов переработки информации в нужном виде.

3. Основные элементы схемы

В учебной модели ЭВМ можно условно выделить четыре блока: ввода, обработки, вывода и хранения информации.