

2 Управление деятельностью предприятия должно основываться на управлении сетью процессов. Большинство экспертов по СК сходятся на том, что наиболее приемлемым способом описания процессов является их графическое представление.

3 Описание предприятия как системы должно отражать не только отдельные процессы, но также взаимосвязи и взаимодействия между ними.

4 Процессы вместе с взаимосвязями и взаимодействиями представляют сеть процессов предприятия.

Описание сети процессов, составляющих деятельность предприятия, – это сложная задача, для решения которой требуются специальные средства описания и анализа. В настоящее время существует более 20 таких средств. Наиболее популярными из них являются: Bpwin/Erwin (Platinum Technology), Rational Rose (Rational Software Corporation) и ARIS (Scheer AG). Эти средства используются в основном для реинжиниринга промышленных предприятий. Попытки адаптировать их для оптимизации оперативного управления транспортными системами не дали положительных результатов. Поэтому требуется разработка специальных программных продуктов, основанных на стандартах IDEF, а также методах СПУ и МКТК, которые, как сказано выше, уже имеют положительный опыт внедрения на железнодорожном транспорте.

Проблема разработки и внедрения таких программных продуктов решается в настоящее время Брестским информационно-вычислительным центром по экспортно-импортным перевозкам в рамках создания опытного полигона отделения дороги в соответствии с Основными направлениями развития информационных технологий Белорусской железной дороги на 2005 год.

УДК 656.25

РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ СБОЯ АППАРАТУРЫ СЖАТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА

Н. В. РЯЗАНЦЕВА

Белорусский государственный университет транспорта

Д. В. КОМНАТНЫЙ

ПУ «Инфотех» РУП «ПО Белоруснефть»

В лаборатории «Безопасность и ЭМС» НИИЖТа при Белорусском государственном университете транспорта разработаны вероятностные модели электромагнитной совместимости (ЭМС) аппаратуры ЖАТ. В этих моделях уровень ЭМС оценивается вероятностью сбоя аппаратуры при воздействии электромагнитных помех. В случае воздействия на устройства ЖАТ электростатического разряда (ЭСР) вероятность сбоя устройства в целом можно определить по вероятностям сбоя отдельных узлов методами теории надежности. Однако в силу большого числа узлов модель становится громоздкой и неудобной для практики. Поэтому предлагается принимать вероятность сбоя устройства ЖАТ равной вероятности сбоя наиболее чувствительного узла устройства, которую следует вычислять следующим образом.

При помощи программных средств расчета электрического поля рассчитывается напряжение, наведенное в узлах устройства ЖАТ при напряжении источника ЭСР, равном степени жесткости испытаний по СТБ ГОСТ Р 51317.4.2-2001. Затем вычисляется энергия помех, рассеиваемая во входных цепях узлов технического средства (ТС) ЖАТ, с учетом отражений по формуле

$$W = \frac{4 U^2 R_{вх} \tau_2}{3 (R_{вх} + z)^2}, \quad (1)$$

где U – наведенное напряжение, В; $R_{вх}$ – входное сопротивление узла ТС ЖАТ, Ом; τ_2 – время спада импульса ЭСР, с; z – волновое сопротивление шин узла, Ом.

Узел, в котором рассеивается наибольшая энергия помех, и будет наиболее уязвимым. По принципу наихудших условий выбираются значения входного сопротивления и волнового сопротивления

ния шин узла, дающие наилучшую помехозащищенность. Тогда формула (1) может быть представлена в виде

$$W = aU^2, \quad (2)$$

где a – детерминированный коэффициент; $a = \frac{4}{3} \frac{R_{\text{вх}} \tau_2}{(R_{\text{вх}} + z)^2}$; U – напряжение на шине узла, изменяющееся случайным образом, В.

Величина начального напряжения на источнике ЭСР зависит от множества факторов, среди которых климатические условия, характер процесса трибоэлектризации, размеры источника. Эти факторы изменяются случайным образом, и каждый из них вносит свой вклад в закон распределения напряжения. Для случайной величины, зависящей от множества факторов, справедливо предположение о нормальном законе ее распределения на основании центральной предельной теоремы. В реальных условиях эксплуатации устройств ЖАТ величины напряжения на источнике ЭСР всегда ограничены предельными значениями сверху и снизу. Поэтому распределение начального напряжения следует описывать усеченным нормальным законом с математическим ожиданием U_μ . Распределение плотности вероятности напряжения на шинах узлов ТС ЖАТ следует такому же закону. Среднеквадратическое отклонение остается неизменным, а максимальное и минимальное значения напряжения и его математическое ожидание определяются расчетом при максимальном, минимальном и равном математическом ожидании напряжений источника ЭСР. Таким образом, плотность вероятности напряжения, наведенного при ЭСР в узле устройства ЖАТ, подчиняется усеченному нормальному закону вида

$$f(U) = \frac{1}{\sigma_U \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{U - U_\mu}{2\sigma_U^2} \right\} \left(\Phi \left(\frac{U_{\text{max}} - U_\mu}{\sigma_U} \right) - \Phi \left(\frac{U_{\text{min}} - U_\mu}{\sigma_U} \right) \right)^{-1}, \quad (3)$$

где σ_U – среднеквадратическое отклонение; U_{max} – максимальное наведенное напряжение, В; U_{min} – минимальное наведенное напряжение, В.

По теореме о законе распределения функции одного случайного аргумента можно показать, что плотность распределения энергии, рассеянной при ЭСР во входных цепях узла ТС ЖАТ, подчиняется следующему закону распределения:

$$g(W) = \frac{1}{2\sigma_U \sqrt{2\pi W a}} \exp \left\{ -\frac{\pm \sqrt{\frac{W}{a}} - U_\mu}{2\sigma_U^2} \right\} \left(\Phi \left(\frac{U_{\text{max}} - U_\mu}{\sigma_U} \right) - \Phi \left(\frac{U_{\text{min}} - U_\mu}{\sigma_U} \right) \right)^{-1}. \quad (4)$$

Так как сбой устройства ЖАТ обязательно наступает при превышении энергией помех некоторого значения, определяемого элементной базой устройства, то справедливо соотношение

$$\left. \begin{aligned} P_{\text{сб}}(W < W_{\text{пор}}) &= 0 \\ P_{\text{сб}}(W \geq W_{\text{пор}}) &= 1 \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где $P_{\text{сб}}$ – вероятность сбоя рецептора; W – энергия помехи, Дж; $W_{\text{пор}}$ – пороговая энергия сбоя данного рецептора, Дж.

Выражение (5) представляет собой функцию распределения помехоустойчивости. По формуле для вычисления вероятности сбоя микроэлектронных приборов по плотности вероятности помех $g(W)$ и функции распределения помехоустойчивости $P(W)$ можно показать, что

$$P_{\text{сб}} = \int_{W_{\text{пор}}}^{\infty} g(W) dW. \quad (6)$$

Условие помехоустойчивости рецептора имеет вид

$$P_{\text{сб}} \leq P_3, \quad (7)$$

где P_3 – нормированное значение вероятности сбоя.

Такой способ расчета вероятности сбоя аппаратуры ЖАТ при воздействии ЭСР требует меньших затрат вычислительной работы и, таким образом, позволяет сократить время разработки и сертификации аппаратуры ЖАТ.

УДК 621.395

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАФИКА ОБЛАСТНОГО УЗЛА ПЕЙДЖИНГОВОЙ СВЯЗИ

В. Н. ФОМИЧЕВ, В. Г. ШЕВЧУК, В. В. БОНДАРЕВ
Белорусский государственный университет транспорта

Система персонального радиовызова общего пользования (радиопейджинг или пейджинг) представляет собой систему односторонней радиосвязи, позволяющей оператору базовой станции передавать сообщение любому абоненту системы. Переданное сообщение принимается находящимся у абонента приемником (пейджером). Пейджинг по сравнению с радиотелефонной связью обладает такими преимуществами, как документальный характер связи и существенно меньшие капитальные затраты, требуемые на создание системы связи. Он является открытой системой: исходящие абоненты могут сами и не являться абонентами пейджинговой компании. Для передачи сообщения им необходимо лишь иметь возможность выхода на оператора пейджинговой компании и знать абонентский номер входящего абонента.

Одной из важных задач при проектировании и эксплуатации информационных сетей является установление соответствия между трафиком и числом приборов. Завышение значений трафика при расчетах ведет к неоправданному увеличению количества оборудования и обслуживающего персонала, а следовательно, к экономическим потерям, занижение же — к недостаточному количеству оборудования и ухудшению качества обслуживания абонентов.

Специалистами кафедры «Системы передачи информации» и студентами факультетов электротехнического и безотрывного обучения Белорусского государственного университета транспорта на протяжении 2000 – 2005 гг. проводились выборочные исследования трафика Гомельского областного узла пейджинговой связи. При передаче сообщений в пейджинговой системе РУП «Гомельобл-телеком» используется протокол POCSAG, получивший широкое распространение в мире и поддерживающий до двух миллионов пейджеров в составе системы. Основным видом услуг является передача данных в виде цифровых и алфавитно-цифровых сообщений.

Росту трафика в 2000 – 2002 гг. напрямую способствовало почти шестикратное увеличение числа абонентов пейджинговой компании «Телеком». В октябре 2002 г. наблюдался максимальный трафик узла. С февраля 2003 г. нагрузка постоянно уменьшается, это оказало влияние на изменение категории клиентов пейджинговой связи. Так как абоненты становятся «корпоративными», то нагрузка уменьшается из-за смены содержания и необходимости сообщений.

В период с сентября 2002 г. по март 2003 г. численность абонентов компании выросла на 12,5 %, а с марта 2003 г. по сентябрь 2004 г. количество абонентов оставалось практически постоянным, с небольшими колебаниями по месяцам (не более 5 %). В последнее время происходит существенное уменьшение числа абонентов и, как следствие, трафика узла пейджинговой связи. Это происходит в связи с тем, что на сетях сотовой связи Velcom и МТС абонентам предложили возможность отсылки недорогих, а в ряде случаев и бесплатных SMS-сообщений.

Но за счет интеграции пейджинга с сетью Internat и расширения номенклатуры услуг, оказываемых абонентам пейджинговой компанией (передача сообщений о погоде, курсах валют в банках региона, стоимости различных видов топлива и аварийных ситуациях на дорогах для автолюбителей, расписании движения транспорта, результатах спортивных матчей и пр.), трафик все еще остается довольно значительным. Хотя по сравнению с октябрем 2002 г., когда, как уже указывалось, наблюдался максимальный трафик, его значение уменьшилось более чем на 70 %.

Анализ результатов исследования характера потока вызовов, поступающих на пейджинговую станцию в часы наибольшей нагрузки, позволил выдвинуть гипотезу о пуассоновском распределении потока вызовов, что было в дальнейшем подтверждено при проверке этой гипотезы при помощи критерия χ^2 – квадрат.