

Система видеонаблюдения предназначены для контроля в режиме реального времени ситуации на объекте. Современные видеосистемы наблюдения позволяют получать изображения в цифровом формате, передавать полученное видеоизображение с использованием доступных каналов связи на большие расстояния, а также распечатывать отдельные кадры.

Список использованных источников:

1. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004 – 352с.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

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

Шнейдеров Е.Н., Епихин А.Е., Гилимович А.С., Высоцкий В.Н., Мироненко А.В.

Боровиков С.М. – канд. техн. наук, доцент

Обосновывается целесообразность разработки виртуальных лабораторных работ по учебной дисциплине «Надёжность технических систем» специальности «Электронные системы безопасности», предлагаются сценарии к лабораторным работам и рассматриваются первые варианты программных средств, разработанных на основе этих сценариев.

IT-образовательные среды в учебном процессе являются основой дистанционного обучения студента, но с успехом могут быть использованы при подготовке студентов очной и классической заочной форм обучения. Чтобы подготовка студентов была эффективной IT-образовательные среды необходимо наполнить нужным содержанием.

С сентября 2010 года в Учреждении образования «БГУИР» открыта подготовка по новой специальности «Электронные системы безопасности». Одной из важнейших учебных дисциплин профессиональной подготовки по этой специальности является дисциплина «Надёжность технических систем». Для обеспечения указанных в типовой программе требований, предъявляемых к практической подготовке, служат лабораторные занятия. Лабораторные работы по этой учебной дисциплине являются таким видом учебных занятий, который в значительной степени позволяет обеспечить требования типовой программы учебной дисциплины в части реализации рубрики «обучающийся должен уметь...».

Возникает вопрос, что должен представлять собою лабораторный практикум по дисциплине «Надёжность технических систем»?

Классический подход к постановке и проведению лабораторных работ здесь не приемлем из-за того, что надёжность электронных устройств и систем является таким свойством, которое проявляется с течением длительного времени работы (наработки): тысячи и даже десятки тысяч часов. Указанная наработка в тысячи раз и более превышает время, отводимое учебным планом и рабочей программой на выполнение лабораторной работы. Какой же выход из положения?

Для ответа на этот вопрос обратимся к понятию «физическое моделирование наработки технических изделий» [1]. В применении к наработке под физическим моделированием будем понимать замену реальной наработкой процессом (наработкой) этой же физической природы, но в изменённом масштабе времени. Физическое моделирование наработки изделий позволяет существенно сократить время испытаний. Коэффициент ускорения протекания процесса (коэффициент ускорения испытаний) определяется в соответствии с [2, 3] по формуле

$$K_y(T) = \frac{t_n}{t_y},$$

где t_n – продолжительность испытаний (наработка) в обычных условиях; t_y – продолжительность ускоренных испытаний.

Из литературы [4] и практики испытания на надёжность технических изделий в области радиоэлектроники известно, что можно обеспечить коэффициент ускорения испытания $K_y = 50 \dots 100$ при соблюдении автоточности (сохранения физики) отказов. Однако, даже при значении $K_y = 100$, времени на выполнение лабораторных исследований будет явно не достаточно. Предполагается, что в процессе испытаний изделий должно возникнуть некоторое число отказов.

Анализ показывает, что выходом из положения является математическое моделирование наработки электронных устройств и систем с использованием достижений информационных технологий. Лабораторный практикум должен представлять собой виртуальные лабораторные работы. Причём, слово «виртуальные» подчёркивает то, что исследуемые элементы, устройства, системы и их функционирование (длительная наработка и возникновение отказов) будут моделироваться в памяти ЭВМ. Итоговые показатели надёжности можно будет оценить, выполняя обработку результатов моделирования.

Эффект от внедрения разрабатываемых виртуальных лабораторных работ будет обусловлен следующим:

1) экономией финансовых средств в виду того, что отпадает необходимость в покупке дорогостоящих компонентов реальных электронных систем безопасности, исследуемых на надёжность, в частности датчиков и исполнительных устройств большой номенклатуры, микропроцессорных приёмно-контрольных устройств и др.;

2) отсутствием необходимости технологической подготовки, предшествующей выполнению лабораторных работ, а также текущего и, как правило, дорогостоящего ремонта лабораторных экземпляров исследуемых технических средств (технические устройства и системы являются виртуальными, кроме самих компьютеров, которые используются для моделирования устройств и систем);

3) глубоким осмыслением основных положений учебной дисциплины, так как компьютерная реализация процесса длительной наработки технических устройств и систем позволяет быстро «проиграть» большое число вариантов структуры устройств и систем и выбрать лучший из них.

Предварительный анализ, проведённый авторами, показал, что наиболее сложным этапом создания виртуального лабораторного практикума по дисциплине «Надёжность технических систем» является написание сценария к виртуальным лабораторным работам. При участии авторов на кафедре проектирования информационно-компьютерных систем разработаны и апробированы первые варианты программных средств, разработанных на основе предложенных сценариев. Авторы будут благодарны за советы по подготовке новых сценариев к лабораторным работам. Предложения и рекомендации отправлять по e-mail: shneiderov@bsuir.by

Список использованных источников:

4. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности : учеб. для студентов инж.-техн. спец. вузов / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
5. Литвинский, И. Е. Обеспечение безотказности микроэлектронной аппаратуры на этапе производства / И. Е. Литвинский, В. А. Прохоренко, А. Н. Смирнов. – Минск : Беларусь, 1989. – 191 с.
6. Peck, D. S. The Reliability of Semiconductor Devices in the Bell System / D. S. Peck, C. H. Zierdt // Proc. IEEE. – 1974. – V. 62, № 2. – P. 185–211.
7. Прогнозирование надёжности изделий электронной техники / С. М. Боровиков [и др.]; под ред. С. М. Боровикова; УО «БГУИР». – Минск : МГВРК, 2010. – 308 с.

АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИЧИН НЕОБРАТИМЫХ ОТКАЗОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭМИ

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

Бужинский А. Д.

Алексеев В. Ф. – канд. техн. наук, доцент

Анализ физических причин необратимых отказов полупроводниковых структур при воздействии ЭМИ позволяет сделать вывод о весьма сложном процессе их деградации, в котором преобладающее влияние оказывает *тепловой механизм* отказов. Для *p-n*-переходов этапы этого процесса можно кратко записать в виде: ЭМИ – наведённые помехи – изменение протекающего тока – электрический (лавинный) пробой – тепловой пробой – выгорание. Тепловому пробую обычно предшествует электрический пробой, но для широких переходов тепловой пробой может наступить, минуя электрический.

Особенно легко стимулируется тепловой пробой обратно смещённых *p-n*-переходов. Замечено, что энергия, необходимая для инициирования теплового пробоя, намного меньше в случае быстро нарастающих импульсов. Если же ток в данной цепи достаточно ограничен, то характеристики ПС восстанавливаются без электрической деградации. В результате наблюдаются дефекты плавления шины металлизации за счёт объёмного теплового пробоя, а также дефекты из-за пробоя диэлектрика, находящегося между токопроводящими дорожками. В данном случае механизм пробоя – лавина и последующий разогрев тонкой области металлизации до температуры плавления. При этом происходит локальная ломка на границе полупроводник-контактная дорожка. Под действием СВЧ-облучения происходит катастрофический скрытый пробой, ведущий к разрыву одной из подокисных шин металлизации, вследствие чего ПС выходит из строя.

Как показывают исследования физическая сущности отказов в ПС при действии ЭМИ, резкий рост входного тока и напряжения вызывает выделение избыточной мощности в локальных объёмах кристалла (рис. 1). Это приводит к возникновению в полупроводниковом кристалле достаточно больших перепадов температур в ограниченной области вследствие нагрева Джоуля, что и приводит к пробоям *p-n*-переходов, среди которых доминирует тепловой. Перепады температур на некоторых участках полупроводникового кристалла иногда могут достигать нескольких сотен градусов.

Наибольшая их величина вероятна в области именно *p-n*-переходов. Экспериментальные исследования показывают, что вначале происходит нестационарный разогрев области перехода вследствие электрического пробоя, в результате чего преимущественно на дефектах зарождаются участки возможного теплового пробоя – мезоплазмы. Сами по себе эти образования не приводят к обширному плавлению перехода, и при