

Лекция 1. Тестирование, измерения и мониторинг в системах связи

В последние годы на рынке связи резко возрос объем работ по тестированию радиоэлектронного оборудования (РО) и систем различного назначения. Это связано с рядом обстоятельств.

Во-первых, схемотехническая и функциональная сложность РО в последние годы резко возросла, что повлекло за собой увеличение количества процедур тестирования и их усложнение.

Во-вторых, процедуры тестирования РО и систем стали жестко регламентироваться большим количеством нормативных документов.

И, наконец, РО различного назначения должно быть не просто работоспособно, но и обладать наилучшими, зачастую уникальными, параметрами, для получения и контроля которых необходимо производить тестирование с использованием трудоемких процедур и сложных тестовых сигналов.

К настоящему моменту на рынке предлагается большое число тестового и контрольно-измерительного оборудования новых поколений. Ознакомиться с такими универсальными многофункциональными приборами и комплексами на протяжении всего процесса обучения студенты возможности не имеют, в виду отсутствия их в лабораториях вуза, прежде всего из-за дороговизны таких приборов. Следует также отметить, что к настоящему моменту практически нет учебной литературы, в которой систематически была бы изложена актуальная информация, относящаяся к процедурам тестирования современного РО.

Данные лекции имеют целью ликвидировать указанные информационные пробелы, а в силу названных причин тема данной работы является весьма актуальной.

Лекции посвящены проблемам технологии тестирования и измерений и развития измерительной техники и продолжают энциклопедию

измерительных технологий, включающую следующие книги: «Методы тестирования и измерений в системах связи», где дается общее понятие о технологии измерений, рыночном подходе к закономерностям развития этой технологии, описаны методы измерений цифровых каналов, единые для всех компонентов системы электросвязи, и рассматривается технология измерений в средах передачи сигналов; «Технологии измерений первичной сети», где детально описываются измерения в цифровой первичной сети, построенной на технологиях ИКМ, PDH, SDH и ATM, а также принципы построения и измерений в системах синхронизации, «ISDN и Frame Relay: технология и практика измерений», где описываются методы организации измерений в современных вторичных сетях, цифровых телефонных сетях (ISDN) и современных сетях передачи данных (Frame Relay).

Вначале познакомимся с тремя основными терминами: тестирование, измерение и мониторинг. Все три понятия широко используются как в повседневном общении специалистов, так и в нормативных документах. Но в их использовании существует неопределенность. Например, “мониторинг канала” и “тестирование канала” часто обозначают одни и те же процессы.

Итак, **тестирование** – процесс получения характеристик устройства, позволяющий определить в конечном итоге, насколько качественно работает устройство, блок или система в целом. Существенным отличительным признаком процесса тестирования является использование тестовых сигналов, подаваемых на вход тестируемого устройства.

Измерение – процесс получения количественной оценки необходимого параметра объекта с помощью измерительного прибора или блока измерения.

Мониторинг – происходящая постоянно или периодически процедура обнаружения в системе или ее трактах сигналов или процессов, и получения необходимой совокупности их оценок. Мониторинг осуществляется для наблюдения, контроля или анализа, для проверки или регулировки технического качества объектов. Он производится для измерения или проверки чего бы то ни

было с интервалами, особенно при выполнении процедур регулировки или управления.

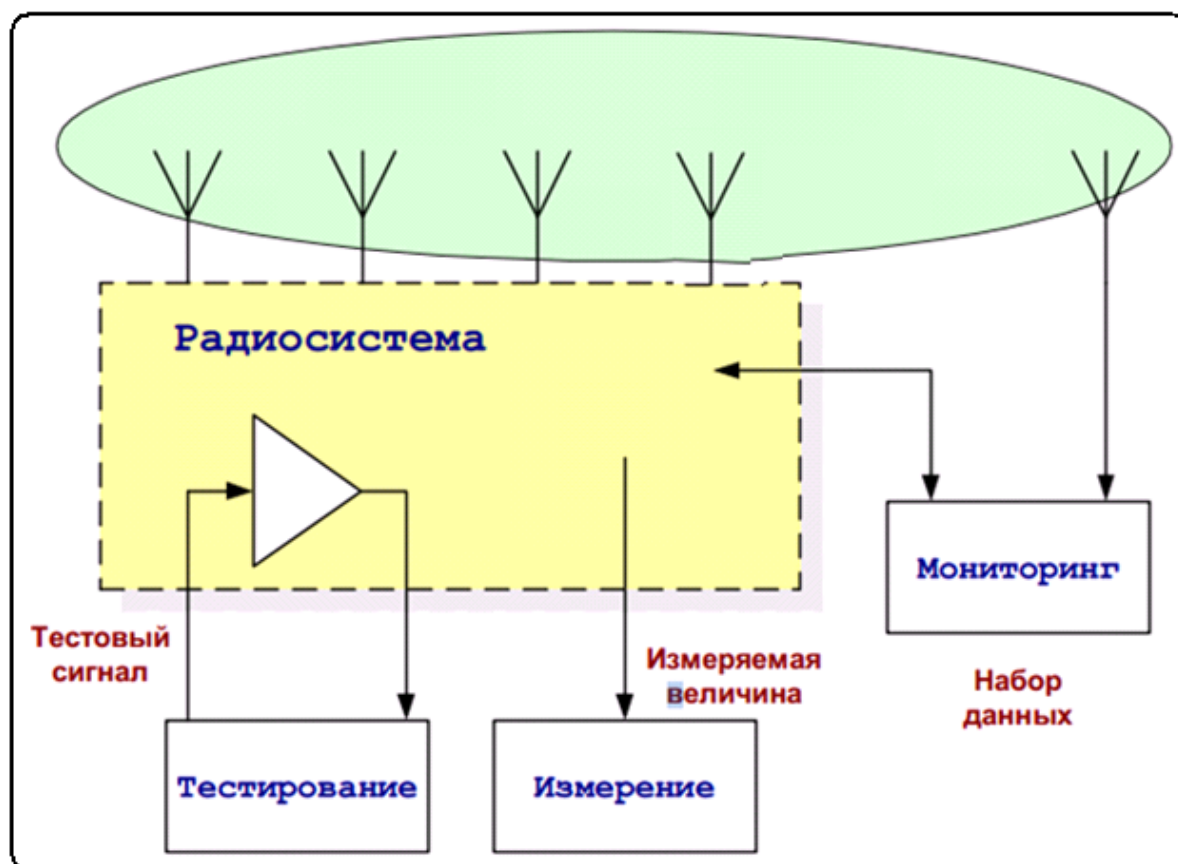


Рис.1. – Тестирование, измерение и мониторинг в радиосистеме

На рис.1 приведен наглядный пример выполнения тестирования, измерения и мониторинга радиосистемы. В системах связи рассмотренные процедуры, являясь стандартными, могут выполняться постоянно и автоматически, обеспечивая нормальное функционирование системы в целом или отдельных ее компонентов. Эти процедуры могут производиться специалистами при необходимости на различных этапах жизни оборудования и системы в целом – от разработки узлов до оптимизации сети.

С учетом вышеизложенного, корректным является, например, следующее суждение: «В процессе работы устройство постоянно осуществляет мониторинг доступных радиоканалов, производя в них измерение отношений сигнал-помеха и сигнал-шум. Для получения корректных и сопоставимых результатов устройство должно при каждом

подключении к системе автоматически тестироваться с использованием стандартных моделей сигналов».

Существенным отличительным признаком процесса тестирования является использование тестовых сигналов, подаваемых на вход тестируемого устройства.

Тестирование систем – важный этап производства ПО, направленный на детальное исследование программного кода и выявление ошибок в работе систем. Одна из главных целей тестирования – **проверка соответствия работоспособности системы в целом или ее отдельных модулей ожиданиям заказчика.**

- **Функциональное тестирование.**

Включает проверку функциональности информационной системы, корректности выполнения задач. Данный вид испытаний и тестирования проводится на этапе разработки. В программной архитектуре выделяются подсистемы, каждая из которых проходит компонентное и интеграционное тестирование.

- **Тестирование производительности.**

Цель данного испытания – проверка соответствия параметрам, заданным на этапе проектирования системы. В ходе испытаний и тестирования моделируются различные уровни нагрузки и формируются объемы данных для определения границ производительности системы.

- **Тестирование на этапе подготовки к эксплуатации.**

На данном этапе требуется комплексная проверка работоспособности системы. Тестируемое программное решение разворачивается на предоставленных заказчиком программно-аппаратных ресурсах и проходит предварительно согласованную программу испытаний и тестирования.

- **Модульное тестирование на этапах сопровождения.**

Эти услуги предполагают испытания, направленные на проверку дефектов и ошибок после обновления одного из системных модулей. Тестирование проводится в процессе эксплуатации информационной

системы, практически не влияет на работу пользователей и требует существенно меньшего времени по сравнению с комплексным испытанием.

Управление качеством информационных систем – трудоемкий процесс, требующий отлаженного командного взаимодействия. Разработчики концентрируют усилия на обеспечении стабильной работы создаваемой системы, и зачастую это не позволяет им объективно оценить качество кода. Но воспользовавшись услугами независимой команды опытных тестировщиков, вы сможете в кратчайшие сроки получить представление об основных системных ошибках и принять необходимые меры по совершенствованию корпоративного ПО.

Большой опыт ведения сложных проектов, тщательное планирование каждого этапа и гибкий подход к решению поставленных задач позволяют специалистам проводить тестирование различных систем. Взаимодействие с командами разработчиков обеспечивает повышение качества программных продуктов и бесперебойное выполнение бизнес-процессов заказчика.

В настоящее время на рынке связи резко возрос объем работ по тестированию радиотехническое оборудование и систем различного назначения. Это связано с рядом обстоятельств.

Во-первых, схемотехническая и функциональная сложность РО в последние годы резко возросла, что повлекло а собой увеличение количества процедур тестирования и их усложнение. Во-вторых, процедуры тестирования РО и систем стали жестко регламентироваться большим количеством нормативных документов. И, наконец, РО различного назначения должно быть не просто работоспособно, но и обладать наилучшими, зачастую уникальными, параметрами, для получения и контроля которых необходимо производить тестирование с использованием трудоемких процедур и сложных тестовых сигналов.

К настоящему моменту на рынке предлагается большое число контрольно-измерительного оборудования новых поколений. Ознакомиться с такими универсальными многофункциональными

приборами и комплексами на протяжении всего процесса обучения студенты возможности не имеют, в виду отсутствия их в лабораториях вуза, прежде всего из-за дороговизны таких приборов. Следует также отметить, то к настоящему моменту практически нет учебной литературы, в которой систематически была бы изложена актуальная информация, относящаяся к процедурам тестирования современного РО.

Управление качеством связи должно базироваться на передовых подходах и практиках регулирования, обеспечивающих высокую эффективность при минимальных обременениях участников рынка и существенном снижении бюджетной нагрузки на регуляторные функции.

К таким новым подходам относятся:

- применение механизмов сравнения результатов измерений параметров качества аналогичных услуг разных операторов вместо установления обязательных норм;
- применение механизмов саморегулирования для формирования и исполнения правил и порядка проведения измерений и предоставления их результатов;
- открытость методик измерений и мониторинга, позволяющих осуществлять измерения любой заинтересованной стороне на основе единых принципов, правил и алгоритмов;
- публичность результатов измерений и мониторинга, доступных всем участникам рынка и заинтересованными сторонам;
- вовлечение в процесс измерений пользователей услугами связи, предоставление им технической возможности самостоятельно осуществлять оценку качества оказываемых услуг и публиковать результаты;
- привлечение к оценке качества связи третьих, незаинтересованных сторон, обеспечивающих проведение независимых измерений и анализ их результатов.

Качество связи, наряду с проникновением услуг широкополосного доступа, является основным комплексным показателем, характеризующим

выполнение поставленной перед отраслью задачи по обеспечению доступности услуг связи и интернета. При этом качество связи позволяет оценить все аспекты решаемой задачи – от состояния и уровня развития сетевой инфраструктуры до степени удовлетворенности пользователя и защиты его прав.

Компоненты сети подвижной связи соединены между собой с помощью стандартизированных интерфейсов. В системах связи под интерфейсом понимают общую границу между двумя взаимодействующими системами или компонентами системы [GSM 01.04, ITU-T I.112, 21.905].

Интерфейсы систем связи описываются соответствующими стандартами на системы связи. Стандартизация интерфейсов в системах связи позволяет осуществлять нормальное взаимодействие между компонентами систем связи, поставляемых различными фирмами-производителями. Мобильные станции и подсистема базовых станций взаимодействуют через интерфейс, обозначаемый обычно U_m , известный как эфирный интерфейс или радиоинтерфейс (Radio interface). В соответствующих стандартах детально описываются параметры используемых в системе связи радиосигналов, характеристики и основы функционирования приемников и передатчиков, необходимых для формирования обработки этих сигналов.

Связь между подвижным абонентским устройством или мобильной станцией MS и базовой станцией BTS обеспечивается физическим каналом (physical channel) и несколькими логическими каналами (logical channel). Физический канал определяется частотой и временем. В базовом стандарте GSM используются следующие основные полосы частот:

- линия вверх (MS - BTS) – 890 - 915 МГц;
- линия вниз (BTS - MS) – 935 - 960 МГц.

На этих частотах в сетях GSM организуется 124 частотных канала с канальным разносом 200 кГц и дуплексным разносом 45 МГц. В настоящее

время системы стандарта GSM функционируют также в других частотных диапазонах.

Одной из наиболее острых проблем создания современных радиоэлектронных средств является проблема контроля качества (в том числе тестирования, испытаний и тестирования РЭС, оценки их надежности, методика и технология контроля и т.п.). Еще относительно недавно, на заре развития полупроводниковой техники и комплексной миниатюризации РЭС, проблемы тестирования, испытаний и тестирования, контроля качества хоть и включались в единый технологический процесс проектирования и производства, но считались второстепенными, вспомогательными. В общей методологии тестирования, контроля и испытаний и тестирования отсутствовала системность, комплексность, логичное вхождение задач контроля в структуру технологического процесса производства деталей и сборочных единиц, не говоря уже о том, что практически отсутствовала и методика тестирования и контроля в процессе проектирования.

Вместе с тем нельзя сказать, что это проблема не развивалась вовсе, просто подчас отсутствовала единая теоретическая база, единая система классификации методов тестирования, контроля, факторов, воздействующих на РЭС, единая методика и технология организации испытаний и тестирования и контроля. Сейчас говорить о второстепенности тестирования, контроля и испытаний и тестирования в условиях, когда, например, в производстве изделий электронной техники каждая четвертая операция является контрольно-измерительной или испытательной, просто недопустимо.

В то же время, с развитием комплексной микроминиатюризации РЭС многие восприняли ее как некую панацею в решении проблем качества и надежности, причем с углублением этого процесса и увеличением внешней интеграции это заблуждение стало еще бóльшим.

Может ли «спасти», как считают некоторые специалисты, проблему качества и надежности изделий РЭС, построенных с применением изделий

микроэлектроники, перевод схмотехнической электроники на методы интеграции на пластине или создание «суперкристаллов»? Многие думают, что при этом (при уходе в «объем») проблема межсоединений (до 80 % дефектов в РЭС) пропадет или решится сама собой. Можно таким образом уйти от «тирании межсоединений», как называют эту проблему специалисты. Однако, уйдя на этот естественный для развития микроэлектроники путь, проблема качества не только не упрощается, она даже еще больше обостряется, усложняется, так как она перемещается в сложнейшие технологические процессы получения таких изделий, в которых необходимо контролировать прецизионные режимы, материалы, и т.п. Таким образом, проблемы контроля и испытаний и тестирования перемещаются в технологическом процессе в еще более сложно контролируемую зону.

Возрастает трудоемкость таких тестирований, испытаний и тестирования и контроля, усложняется их организация и метрологическое обеспечение, хотя, например, отработана методика и инструментальное обеспечение непрерывного контроля параметров сложных технологических процессов.

В настоящее время среди специалистов в области разработки, технологии и организации производства РЭС нет единогласия по ряду теоретических проблем контроля качества. Это обстоятельство, естественно, сказалось на изложении некоторых конкретных вопросов методики и технологии контроля и испытаний и тестирования в этом УМК.

Центральный вопрос современной дискуссии может быть сформулирован так: каково отношение общего (традиционного) и специального (специфического) в развитии различных методов и технологий контроля и испытаний и тестирования (и соответственно – возможности построения единых, глобальных систем управления качеством РЭС)? Существует ли такое единое, генеральное направление развития этих методов (при неизбежных частных вариантах методов), на которое могла бы наращиваться вся теория и методика взглядов на эти проблемы (при их

развитии в ближайшем будущем)? Или традиционные методы испытания и контроля будут в ближайшие годы перечеркнуты развитием новых идей создания РЭС, новыми наукоемкими технологиями?

Характер и сущность новых функциональных идей создания современных РЭС, новых наукоемких технологий хоть и может вызывать (несомненно вызовет) новые методики и технологии контроля и испытаний и тестирования РЭС, но не будет противоречить общим теоретическим и методологическим принципам и даже иерархическим классификационным структурам, которые положены сейчас в основу организации систем контроля и испытания РЭС, в построение глобальных систем управления качеством.

Под неизбежным воздействием факторов функционального, технологического и экономического обновления (в том числе дальнейшего развития микроминиатюризации) они будут видимо эволюционно совершенствоваться, развиваться, уступая постепенно место новым решениям.