

# Проблемы производственных испытаний устройств Интернета вещей

## Keysight Technologies

**В последние годы объёмы производства устройств Интернета вещей непрерывно увеличиваются. В таких условиях задача проведения испытаний изделий на стадии производства является крайне важной и сопряжённой с рядом проблем, для решения которых не всегда требуются применение дорогостоящих методик и оборудования.**

Устройства Интернета вещей (IoT) получают всё большее распространение и выполняют самые разнообразные функции. При этом количество приложений IoT постоянно увеличивается.

В то время как некоторые компании уже на протяжении нескольких лет производят компактные беспроводные устройства, многие производители только начинают разработку устройств IoT. Какие ВЧ-тесты следует добавить в производственный технологический цикл, какие радиочастотные измерительные решения понадобятся при разработке и тестировании изделий? Добавление функции беспроводной связи и разнообразие устройств с такими возможностями может привести к тому, что расходы на контрольно-измерительную систему существенно повлияют на стоимость производства.

С другой стороны, приобретённое контрольно-измерительное оборудование можно использовать для решения других разнообразных задач, что

позволяет несколько оптимизировать затраты. Как бы то ни было, многие производители устройств IoT сталкиваются со схожими проблемами в ходе производственных испытаний.

Преодолеть эти проблемы помогут имеющиеся на рынке простые и экономичные измерительные решения для производственных испытаний с возможностью масштабирования на случай, если понадобится увеличить объёмы производства. Предлагаемые комплексы, включающие в себя аппаратные и программные средства, позволяют эффективно протестировать ВЧ-устройства и представить результаты измерений в виде отчётов.

### ПРОБЛЕМА 1. КОМПАНИЯ НЕ ИМЕЕТ ОПЫТА ТЕСТИРОВАНИЯ ВЧ-УСТРОЙСТВ

Интерфейсы Интернета вещей (IoT) встраиваются во множество существующих изделий: бытовые электроприборы, системы автоматизации зданий и парковок (см. рис. 1). Так, напри-

мер, медицинские и промышленные устройства IoT становятся всё более компактными, поэтому они не имеют портов ввода/вывода для проводного подключения и управления. Для выполнения бесконтактных измерений производители бытовых электронных приборов снабжают их средствами беспроводной связи. С учётом постоянного появления новых устройств и новых компаний, выпускающих такие устройства, нельзя гарантировать, что у компаний-производителей будет достаточно опыта, времени и ресурсов для разработки собственных испытательных решений.

Комплексная испытательная аппаратно-программная система не только выполняет необходимые ВЧ-тесты, но и масштабируется в соответствии с производственными потребностями. Такое решение можно применять ко многим однотипным изделиям, даже не имея дополнительных знаний по разработке ВЧ-устройств. Производственная испытательная система не требует применения дорогого контрольно-измерительного оборудования, используемого в научных лабораториях. Её основная задача – поиск типичных проблем, связанных с производственными дефектами, включая отсутствие или неправильный номинал компонента, дефекты пайки и другие.

Комплекс X8711A компании Keysight (см. рис. 2) – экономичное решение для функционального тестирования малогабаритных беспроводных устройств, работающих в нормальных режимах. Данный комплекс использует стандартные методы для точного измерения параметров принимаемых и передаваемых ВЧ-сигналов с возможностью изменения конфигурации тестовой системы. В процессе тестирования ВЧ-сигналы передаются и принимаются от испытуемого устройства (ИУ) с использованием небольшой тестовой камеры, создание которой не требует большого опыта и затрат. ПО для тестирования имеет простой интерфейс, с помощью которого специалист может выбирать тесты и задавать предельные значения, соответствующие целевым уровням качества. Кроме того, компа-



Рис. 1. Многообразие устройств IoT



**Рис. 2. Keysight X8711A – недорогое решение для функционального ВЧ-тестирования малагабаритных устройств IoT**



**Рис. 3. Выполнение беспроводных измерений основных параметров устройства с помощью X8711A**

ния Keysight предоставляет консультации для решения таких сложных задач, как оценка погрешности измерений и установка предельных значений.

**ПРОБЛЕМА 2. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ НА НАПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ УСТРОЙСТВ IoT**

В некоторых тестовых системах устройство испытывается в отличных от нормальных режимах. Например, измерение ВЧ-мощности выполняется при излучении передатчиком немодулированного радиосигнала, но испытуемое устройство никогда не работает в таком режиме. Или другой пример – для измерения чувствительности приёмника может потребоваться считывание некоторых регистров уровня сигнала в ИС приёмопередатчика. Чтобы выполнить эти тесты, инженер должен написать дополнительную программу, загрузить её в испытуемое устройство, выполнить специальную команду тестирования, принять ответные сигналы от устройства и на их основе оценить полученные результаты. Данный метод может потребовать повторного изменения ПО испытуемого устройства, чтобы вернуть его в нормальный режим работы.

Такой подход имеет ряд недостатков. Во-первых, для программирования изделие должно быть соединено с тестовой системой, например, при помощи последовательной шины I<sup>2</sup>C, что не требуется для его нормальной работы. Некоторые устройства имеют настолько малые размеры, что осуществить подобное соединение бывает непросто. Во-вторых, для загрузки специального ПО перед тестированием и его последующей замены стандартным рабочим ПО необходимо дополнительное время. Написание специальной программы для тестирования изделия требует дополнительных рас-



**Рис. 4. Необходимость только в простых функциональных тестах на этапе производственных испытаний**

ходов и времени, а ошибки в этой программе могут стать причиной неправильных результатов и потребовать отладки. Перед упаковкой и отгрузкой изделия после успешного тестирования в него должно быть повторно загружено рабочее ПО, что увеличивает время тестирования. В итоге рабочее ПО оказывается непроверенным на этапе производственного тестирования, что повышает вероятность появления отказов. Для ускорения и повышения качества тестирования предлагается использовать обычное рабочее ПО испытуемого устройства и нормальные режимы работы этого устройства.

Решение для функционального тестирования устройств IoT X8711A компании Keysight позволяет измерять основные ВЧ-параметры при нормальной работе устройства с рабочей версией ПО (см. рис. 3). При этом исключены все ошибки, связанные с написанием тестового ПО, его загрузкой и последующей заменой рабочим ПО, что сокращает время и затраты на разработку сценария тестирования. Прибор позволяет выполнять измерения уровня входной мощности, чувствительность приёмника и коэффициент пакетных ошибок (PER). Для испытаний нескольких однотипных беспроводных изделий тестовая система может использовать одинаковые тесты для любого изделия с применением одинаковых протоколов радио-

связи (например, 802.11 и Bluetooth® с низким энергопотреблением).

**ПРОБЛЕМА 3. ОБЯЗАТЕЛЬНО ЛИ ТЕСТИРОВАТЬ ВСЕ ВЧ-ПАРАМЕТРЫ УСТРОЙСТВА IoT, ЧТОБЫ ГАРАНТИРОВАТЬ ЕГО КАЧЕСТВО?**

Для новых изделий на стадии производства многие точные измерения уже выполнены в научно-исследовательских лабораториях и повторно проведены при проверке правильности проектирования. На этом этапе цикла разработки предполагается, что устройство сконструировано правильно, и если оно правильно собрано, то должно корректно работать. Поэтому на этапе разработки и утверждения проекта не требуется дополнительное прецизионное контрольно-измерительное оборудование для ВЧ-испытаний. На этапе производственного тестирования выполняется только поиск производственных дефектов, поскольку нет необходимости повторять измерения, выполненные в научно-исследовательских лабораториях (см. рис. 4).

Одно из преимуществ эпохи цифровых технологий – высокая повторяемость цифровых устройств. ПО цифровых устройств и передаваемые между ними сигналы одинаковы, поэтому можно обойтись без лишних тестов. Если изделия, дошедшие до производственного тестирования, разработаны

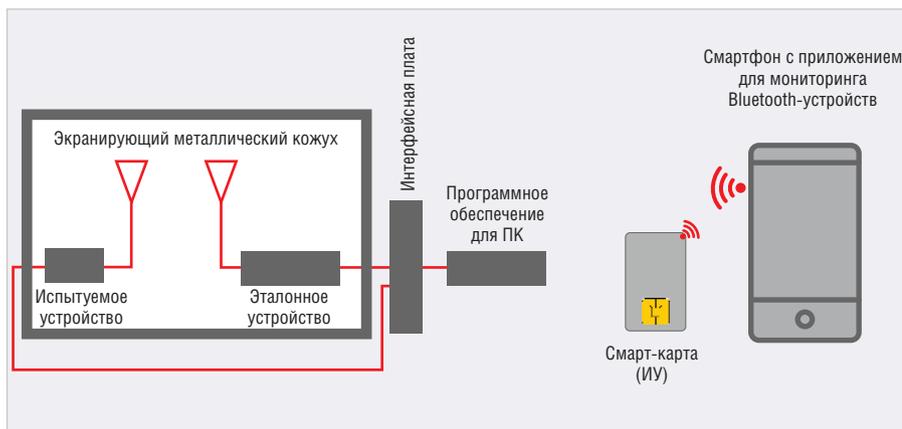


Рис. 5. Тестирование с применением эталонного устройства (смартфона)

правильно, то остаётся убедиться только в их надлежащей сборке (подключение антенны, установка и расположение требуемых элементов на печатной плате). Потенциальные недочёты можно обнаруживать с помощью меньшего набора тестов, а для получения надёжных результатов тестирования можно использовать оборудование, которое проще и дешевле контрольно-измерительного оборудования, используемого в специализированных лабораториях.

Количественные измерения параметров ВЧ-сигналов позволяют определить мощность передатчика и чувствительность приёмника, подверженные влиянию производственных дефектов. Выходную мощность испытуемого устройства и чувствительность приёмника можно вычислить на основе измеренных характеристик устройства при определённых уровнях ВЧ-сигнала, когда устройство работает в нормальных режимах и без пробников, влияющих на его работу. На основе измеренной характеристики устройства в нормальном режиме можно уверенно сделать вывод о правильности или неправильности сборки устройства. Решение для функционального тестирования устройств IoT X8711A использует инновационные технологии для измерений с помощью недорогих программных и аппаратных средств.

#### Проблема 4. Необходимость снижения стоимости испытаний

Устройства IoT становятся всё более популярными, мировые объёмы их выпуска измеряются несколькими миллиардами. Расходы на тестирование возрастают по мере увеличения объёма выпускаемых изделий, поэтому тестовая система должна быть как

можно дешевле. Следовательно, ей не нужны приборы и функции, без которых можно обойтись в процессе заключительных испытаний, например дорогостоящие параметрические анализаторы. При успешном выводе изделия на рынок может потребоваться увеличить количество тестовых систем, но стоимость такого расширения будет не так велика.

Система для функционального тестирования устройств IoT X8711A объединяет модули сбора данных и ВЧ-тестирования в одном компактном приборе, выполняющем основные измерения ВЧ-характеристик передатчика и приёмника. ПО для автоматизации тестирования упрощает настройку измерительной системы и создание отчётов.

#### Проблема 5. Тестирование с применением эталонного устройства не гарантирует качество изделий

Существует метод тестирования с применением эталонного устройства, устанавливающего ВЧ-соединение с испытуемым устройством. Этот несложный метод позволяет выявить все дефектные изделия. Например, чтобы проверить работоспособность радиотракта испытуемого устройства, можно использовать смартфон для установления соединения Bluetooth®. И если связь между ИУ и смартфоном установится, можно считать, что характеристики ИУ удовлетворяют определённым требованиям.

Однако этот метод не позволяет выполнять количественные измерения и, следовательно, обнаруживать реальные дефекты. При установлении соединения между смартфоном и испытуемым устройством нельзя количественно определить харак-

теристики устройства, а радиоканал Bluetooth® может работать с сигналами на несколько десятков децибел ниже номинальных значений, маскируя серьёзный дефект в ВЧ-схеме. Даже если устройство с некоторыми производственными дефектами сможет установить связь с эталонным устройством, это не значит, что оно будет правильно работать (см. рис. 5). К примеру, если из-за некорректно работающих или отсутствующих компонентов в схеме согласования антенны, выходная мощность передатчика или чувствительность приёмника ИУ будут малы, то такое изделие может пройти тест, но в реальных условиях окажется неработоспособным из-за очень малого радиуса действия.

Для того чтобы избежать повышения стоимости и репутационного ущерба из-за проведённых ненадлежащим образом испытаний, производители должны количественно измерять их характеристики. После тестирования множества исправных и неисправных изделий, результаты тестов можно проанализировать, чтобы установить предельные значения отбраковки «годен/не годен», и при этом обойтись без дорогого контрольно-измерительного оборудования.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные требования, предъявляемые к устройствам IoT – компактность, низкая стоимость и длительный срок службы – стимулируют производителей использовать для производственных испытаний контрольно-измерительное оборудование, которое обеспечивает быстроту выполнения тестов, отличается простотой настройки и доступной ценой.

Некоторые специалисты полагают, что добавление беспроводных интерфейсов к изделиям приведёт к необходимости освоения новых методов ВЧ-измерений, другие опасаются увеличения расходов на тестирование. И те, и другие нуждаются в недорогих, простых и менее трудоёмких способах тестирования, а не в полных параметрических ВЧ-тестах, используемых на первых этапах разработки.

Решение для функционального тестирования устройств IoT X8711A предлагает новый подход к ВЧ-тестированию, при котором для производственных испытаний можно использовать простую, недорогую, но надёжную тестовую систему.



# ChipEXPO-2019

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

17-я  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА  
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА  
ЭКСПОЦЕНТР

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России «Участники Государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы»
- Экспозиция участников конкурса на присуждение премии «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «China electronics»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

[www.chipexpo.ru](http://www.chipexpo.ru)

16.10-  
18.10

ЗА ДОСТИЖЕНИЯ

Реклама

