

НАДО ДУМАТЬ О ПЕРСПЕКТИВЕ, ДАЖЕ ЕСЛИ В ДАННЫЙ МОМЕНТ НИКАКИХ ПРОБЛЕМ НЕ ПРЕДВИДИТСЯ

ВИЗИТ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗАО "РАДИУС АВТОМАТИКА"

В.Мейлицев

Современные силовые электроподстанции оснащаются развитой автоматикой, отвечающей и за переключения линий и агрегатов, и за защиту потребителей и собственного оборудования в нештатных ситуациях, и за предупреждение таких ситуаций и помощь в ликвидации их последствий. Именно такой техникой занимается зеленоградское предприятие ЗАО "РАДИУС Автоматика" – ее разработкой, изготовлением, установкой у заказчика. Здесь уже давно перешли от ручной сборки печатных плат к автоматизированной, причем технологические мощности этого назначения уже прошли несколько модернизаций, включавших и количественное наращивание, и приобретение станков новых поколений.

Устройства релейной защиты и автоматики для электроподстанции. Это же не вычислитель радиолокатора, обсчитывающий сложнейшие алгоритмы обработки сигналов, и не мобильный гаджет с его предельной миниатюризацией и гигантскими сериями. Зачем для изготовления таких устройств нужны самые совершенные технологические процессы, автоматы-установщики последних моделей? Как они используются на предприятии?

С этими вопросами мы поехали в Зеленоград, где нас встречал генеральный директор ЗАО "РАДИУС Автоматика" Юрий Николаевич Давыденко.



Ю.Давыденко

Юрий Николаевич, расскажите, пожалуйста, как все начиналось.

Первоначальный костяк нашего коллектива составили специалисты НПО "Зенит", занимавшиеся задачами, далекими от энергетики. Когда в конце 1980-х годов число заказов для НПО стало быстро сокращаться, наш отдел, в составе которого были квалифицированные схемотехники, конструкторы, программисты, нашел нового партнера в лице ОАО "Фирма ОРГРЭС". Эта организация,

фактически, задавала направления развития приборостроения для энергетики. Они знали, что нужно делать, мы знали, как это можно сделать – так началось наше сотрудничество, и в 1990 году была основана компания НПФ "Радиус".

Первой нашей специализацией было испытательное оборудование. В 1996 году мы решили расширить тематику, включив в нее устройства релейной защиты и автоматики, и приступили к разработке нашего первого терминала "Сириус". По результатам аттестации компания РАО "ЕЭС России" в 1998 году рекомендовала его к серийному выпуску, а мы к тому времени поняли, что технология изготовления таких устройств существенно отличается от технологии испыта-

тельных приборов. Поэтому в 2000 году компания была организационно разделена: для производства терминалов РЗА (релейной защиты и автоматики), устройств определения мест повреждения на воздушных линиях было образовано ЗАО "РАДИУС Автоматика", а в ООО "НПФ "Радиус" осталась испытательная тематика, к которой добавилась большая номенклатура низковольтных комплектных устройств для управления силовым энергетическим оборудованием (шкафы НКУ, ЩСН, ЩПТ и т.д.).

Терминалы и шкафы РЗА – в чем разница между этими устройствами?

Терминал – это микропроцессорное интеллектуальное устройство, которое осуществляет сбор информации, ее обработку по определенным алгоритмам и формирование команд для исполнительных элементов оборудования. Основная функция терминала – выявить предпосылки аварии или ее начало и организовать необходимые переключения агрегатов и электрических цепей, направленные, с одной стороны, на предотвращение нарушения энергоснабжения потребителей, а с другой – на предупреждение катастрофических последствий для оборудования самой подстанции.

"РАДИУС Автоматика" производит такие терминалы и реализует их потребителям по всей России, в число которых входит и НПФ "Радиус". Дело в том, что терминал – это не конечная продукция. Терминалы на напряжение 6–10 кВ встраиваются в комплектные распределительные устройства (КРУ), на более высокие напряжения – в шкафы РЗА для под-



Один из многочисленных типов конечной продукции, выпускаемой предприятием, – шкаф центральной сигнализации ШЭРА-ЦС-2002. В данный шкаф устанавливаются два терминала "Сириус-2-ЦС"

станций, генераторных станций. КРУ и шкафы РЗА – это уже конечная продукция, ее и производит НПФ "Радиус" – так же, как многие другие заводы в России.

Для оптимизации процесса сборки шкафов для каждого вида терминала разрабатывается типовый комплект, в кото-



Корпусные детали: слева – каркас производства немецкой компании, справа – детали, устанавливаемые на каркас, которые завод делает по собственным чертежам

Сборка шкафа: слева – смонтированы входные силовые шины трех фаз сети и установочные элементы для разводки вторичных шин; справа – фрагмент жгутового монтажа шкафа



щению сроков поставки продукции заказчику.

Из чего собирается конструктив шкафа?

Мы работаем с продукцией одной из ведущих немецких компаний. Помимо широчайшей номенклатуры и высокого качества, большим достоинством этой продукции является высокая сейсмостойкость: испытания показали, что шкафы из элементов данной фирмы выдерживают девять баллов. Между прочим, сама компания таких испытаний не проводила, а после наших запросов у нас сертификат. Это свойство обеспечивается цельными каркасными профилями специальной формы, которые по сопротивлению механическим нагрузкам не идут ни в какое сравнение с профилями других фирм.

Соответственно, продукция имеет высокую цену. Мы пробовали подобрать замену – результат пока не в пользу других производителей.

Применяете ли вы автоматизацию при монтаже шкафов?

Нет, здесь приходится вести работу вручную. Мы придумали технологический прием – не буду его раскрывать, не хочу раскрывать наше конкурентное преимущество. Прием простой, однако сделать ошибку при изготовлении жгутов практически невозможно, и еще труднее не заметить ее при контроле. При том, что на этом участке работают люди, не имеющие какой-либо специальной подготовки, в монтаже шкафов практически не бывает ни одной ошибки.

Раскладка жгутов



С предложениями по автоматизации этих работ к нам приезжали представители многих фирм. То, что они показывают, нам не подходит. Их оборудование предназначено в основном для автомобильной промышленности, а там количество проводов в жгуте обычно не превышает 30. У нас – до 200, на такое количество машин нет.

Каковы объемы выпуска шкафов РЗА?

Сейчас здесь собирается до 80 шкафов в месяц. Шкафы разные: есть для установки в комфортных условиях, внутри помещения. Есть модели для наружной установки, они имеют два корпуса, вставляемые один в другой. В арктическом исполнении между корпусами прокладывается теплоизоляция.

Хочу отметить, что наши шкафы поставляются в полной заводской готовности. Для каждого заказа готовится стенд, имитирующий все внешние подключения. Подаются воздействия, соответствующие натурным, проверяются реакции алгоритма и исполнительных органов. Таким образом, классические пусконаладочные работы на месте эксплуатации почти полностью исключаются.

Расскажите о номенклатуре выпускаемых вами терминалов.

Ассортимент продукции, производимой ЗАО "РАДИУС Автоматика", включает в себя:

- терминалы релейной защиты и автоматики линий 0,4–220 кВ серии "Сириус 22", включая защиту трансформаторов, с поддержкой протокола МЭК 61850;
- терминалы релейной защиты и автоматики линий 6–35 кВ серии "Сириус 2 БПТ" для подстанций на переменном оперативном токе;
- терминалы релейной защиты и автоматики линий 110–220 кВ серии "Сириус 3", включая основные защиты линий, с поддержкой протокола МЭК 61850;
- терминалы релейной защиты и автоматики генераторов мощностью до 140 МВт серии "Сириус 3 ГС".

И это только перечень групп, каждая из которых в зависимости от функционала состоит из десятков наименований.

Функционал терминала формируется аттестационными требованиями заказчиков (ПАО "Россети", ПАО "Газпром",



Двухкорпусная конструкция шкафа для наружной установки

ПАО "Транснефть", ПАО "РЖД", Московский метрополитен и т.д.) – и у всех разные требования.

Как результат всего этого разнообразия – наша номенклатура, поначалу представленная одним-двумя изделиями, к настоящему времени превысила 200 наименований.

С номенклатурой терминалов разобрались. Давайте теперь поговорим о печатных платах, их количестве и номенклатуре.

В последние годы мы выпускали до 1400–1500 терминалов в месяц. В каждом терминале – 10–12 печатных узлов. Таким образом, объем изготовления печатных узлов на нашем производстве доходил до 15–18 тыс. шт. Мы стараемся их унифицировать, как минимум в части трассировки печатных плат (ПП). Лучше всего это удается в отношении каналов связи. Например, есть терминал определенного типа, имеющий пять исполнений по каналам связи. Одно из них – для цифровых подстанций – совершенно особенное, а вот для четырех остальных используется одна и та же ПП, разница лишь в составе установленных компонентов. В целом же у нас в производстве находится немногим менее 200 типов печатных узлов.

Ставится ли вам требование полного перехода на отечественную элементную базу?

Каковы бы ни были требования, они все равно сталкиваются с реальными возможностями. Да, еще год назад у компаний с государственным участием было требование – в кратчайшие сроки выпустить терминал целиком на российской элементной базе. Присылали таблицы: если нам не известен отечественный аналог данного компонента, надо было спрогнозировать срок его появления, причем с представлением сведений о прототипе или хотя бы о предприятии, которое этим занимается.

Однако и это оказалось невозможным. Выяснилось, что у нас нет двух ключевых позиций. Первое – процессор. В стране есть высокопроизводительные процессоры, но это системы, специализированные для выполнения определенных задач. Необходимую производительность на наших задачах они обеспечить не могут. Для устройств, разрабатываемых по современной концепции цифровой подстанции, эти процессоры не подходят по быстродействию.

Вторая позиция – динамическая память. По-моему, микросхемами динамической памяти у нас никто всерьез не занимался.

Да что микросхемы! Нет производства различных разъемов, клеммников, реле и т.д. Даже ПП приходится заказывать на Тайване. Да, где-то в России начали появляться линии по изготовлению многослойных плат высоких классов. Но пока... Пока пришлось остановиться на тайваньском производителе.

Таковы жизненные реалии, и их приходится учитывать всем. Постановка вопроса об импортозамещении изменилась – в организациях, составляющих программы, работают квалифицированные люди. Теперь задачу можно охарактеризовать, как замену большего риска на меньший. Надо искать поставщиков в тех странах, которые не проявляют энтузиазма в отношении введения против нас санкционных ограничений.

Юрий Николаевич, возникает дилетантский вопрос: почему терминалы должны оснащаться такими совершенными процессорами? Все-таки это наземное оборудование, жестких ограничений по габаритам не подразумевается; да и функционал представляется не столь сложным...

Тут вы ошибаетесь. Функционал наших терминалов не самый сложный с точки зрения

вычислительной алгоритмики. Но зато у нас большое количество датчиков, с которых надо получить информацию – до 256 точек снятия мгновенных значений параметров: тока, напряжения, температуры масла и т.п. Ее надо обработать, сформировать команды на исполнительные устройства, раздать эти команды по адресам абонентов – а в терминале для цифровой подстанции большинство команд передается по оптическому каналу в кодировке достаточно сложного протокола.

Весь этот набор операций выполняется циклически, а длительность цикла от получения информации до исполнительной команды – всего одна миллисекунда! В последних наших разработках мы видим, что с этим уже не справляются даже четырехъядерные процессоры...

Теперь понятно, почему вам пришлось не только установить линии автоматизированного поверхностного монтажа, но и неоднократно их модернизировать...

Платы терминалов как интеллектуальных устройств имеют сложную трассировку, плотную компоновку. В первых наших разработках их еще можно было паять вручную, но на передний план выходил другой фактор: качество ручной пайки практически не прогнозируемо. Тогда и встал вопрос об организации отдельного производства, было основано ЗАО "РАДИУС Автоматика", и мы установили первую линию автоматизированного монтажа, основу которой составили два установщика TWS.

Со временем сложность плат увеличилась, появились компоненты, которые в принципе нельзя смонтировать паяльником – не представляю, как можно сделать это с микросхемой в корпусе BGA. Оборудование пришлось обновлять – на сегодня прошли уже две смены его поколений, – и тут нам очень помогло сотрудничество с Остеком.

Прорабатывая комплектацию технологической линии, мы не ограничиваем себя принципом покупки оборудования у одного производителя. Мы ищем оптимальное сочетание основных параметров станка, предусматривая и некоторый запас на будущее. При таком подходе важно, во-первых, иметь исчерпывающее представление о спектре предлагаемого рынком оборудования и знать, какая машина является лучшей в своем классе на данный момент; во-вторых, понимать, какие станки

можно без проблем интегрировать в единую цепочку. Обеими этими компетенциями в полной мере владеют специалисты Остека, так что мы вполне довольны нашим сотрудничеством и намерены его продолжить.

У вас есть планы очередного обновления станочного парка поверхностного монтажа?

Три года назад мы увидели, что не можем устанавливать вновь примененные процессоры – там в комплекте три микросхемы, собственно процессор и два сопроцессора – на существующем оборудовании. Точнее, можем, но это кардинально затормозит процесс. Приняли решение – специально для установки этих трех позиций приобрести отдельный установщик. Технологический цикл усложнился, зато скорости потоков выровнялись. Сегодня на имеющемся оборудовании мы можем удвоить выпуск терминалов, доведя его до 3 тыс. в месяц. Причем для этого не потребуется увеличивать численность персонала, и в этом нам тоже помог Остек. Раз в год наши операторы на его учебной базе осваивают работу со смежной машиной, так что теперь они у нас взаимозаменяемые, что позволяет справиться с ростом выпуска.

Другое дело, что пока потребность в наращивании производства не просматривается. Программа импортозамещения поддержала нас во время общего падения промышленного рынка, ведь многим пользователям пришлось отказаться от импортных образцов. Но этот ресурс уже практически выработан, и количество заказов стабилизировалось.

С другой стороны, с нашими линиями мы готовы к переходу на новое поколение продукции. У нас разработана новая, еще более сложная платформа – основа терминала для цифровых подстанций. Она пока серийно не выпускается, причина проста: хотя требования по таким подстанциям уже существуют, но в полной конфигурации их пока никто не строит. Однако должны наступить времена, когда появится спрос на энергетическое оборудование следующего поколения. И тогда тот, чьи линии способны справляться лишь с текущими задачами, столкнется с большими трудностями, ведь программа технологического перевооружения не может быть выполнена в один момент, да и средств она требует весьма значительных.

Надо думать о перспективе, даже если в данный момент никаких проблем не предвидится. В этом году мы проводим модернизацию механического цеха, а в следующем планируем посмотреть, что нового появилось в области поверхностного монтажа.

Оборудование в цехе поверхностного монтажа нам показывал начальник цеха Павел Леонидович Шинтяев



Павел Леонидович, какой объем продукции выпускается цехом?

В целом наша номенклатура составляет около 200 наименований различных печатных узлов. В настоящее время мы собираем порядка 1000 модулей в неделю, однако бывали периоды значительно большей загрузки. Количество модулей одного типа составляет обычно от 100 до 300 шт. Малые серии бывают редко, в основном это устройства, собираемые для нашего научного центра.

Цех укомплектован достаточно мощным и современным оборудованием. Но ведь так было не всегда?

Да, наша автоматизированная сборка началась с двух автоматов итальянской фирмы TWS Automation и печи ее же производства; паяльную пасту наносили на ручном устройстве, качество пайки проверяли на установке автоматической оптической инспекции (АОИ) Marantz.

П. Шинтяев

АОИ Marantz. Справа – установка разбраковки плат



Автомат
установки
компонентов
Samsung SM321



Поначалу такое оборудование нас устраивало, потому что в первом поколении наших терминалов бóльшую часть элементной базы составляли компоненты, монтируемые в отверстия, которые распаивались монтажниками. Но ситуация менялась: более современные микросхемы выпускались в корпусах для поверхностного монтажа, компоновка печатных узлов становилась все более плот-

ной, и нас перестала устраивать точность станков TWS. Увеличивался объем выпуска, а наши автоматы и печь не имели конвейера, это была не единая линейка, а набор станков. Ручное нанесение пасты также противоречило требованиям точности и производительности. Немаловажным стимулом было снижение себестоимости, которого можно было ожидать при существенном сокращении доли ручной пайки.

И мы стали совершенствовать парк нашего оборудования. Остек поставил нам высокопроизводительный автомат установки компонентов Samsung SM321, автоматический трафаретный принтер DEK HORIZON03i и конвейерные системы компании Nutek; они составили фрагмент технологической линейки, но печь и АОИ пока оставались прежними, отдельно стоящими.

Затем состоялся переезд в новое помещение – в то, где мы сейчас находимся. Была закуплена паровая печь Asscon, что позволило создать уже полноценную линейку, в которую была также включена АОИ Marantz.

Трафаретный
принтер DEK
HORIZON03iX



Автомат
установки
компонентов
Samsung SM451



Справа – АОИ
ORPRO Vision
Vantage S22 Plus





Мы видим здесь две линейки автоматизированной сборки, а машин с маркой TWS – не видим...

Следующий этап модернизации стартовал примерно через два года после запуска первой линейки. Продолжался рост объемов выпуска, усложнение схмотехники. Появилась потребность в прецизионной сборке, в установке корпусов с мелким шагом, компонентов сложной и нестандартной формы. Взамен установщиков TWS мы приобрели у Остека автомат Samsung SM451, второй принтер DEK HORIZON03iX и АОИ ORPRO Vision Vantage S22 Plus. Несколько раньше печь TWS была заменена на печь конвекционного оплавления фирмы Heller.

Это оборудование составило вторую линию поверхностного монтажа. Примерно в это же время у нас появились разработки, требующие двухсторонней установки компонентов, которые надо было ставить на клей. Кроме того, мы убедились, что вручную отмыывать трафареты с мелкой апертурой с устойчивым качеством не получается. Следствием этого явилась покупка у Остека встраиваемой системы дозирования Stinger для трафаретного принтера и установки очистки трафаретов Stencilclean US HT II.

Остался один установщик, о котором вы не рассказали, – Samsung SM482.

Это последний приобретенный нами сборочный автомат. Нам нужна была машина одновременно высокопроизводительная и универсальная, и Остек предложил SM482. Это наш самый быстрый станок, его производительность – до 28 тыс. компонентов в час. При этом он способен ставить самые разные по размерам компоненты – от чипов 01005 до компонентов с габаритами 55×55×15 мм.

После приобретения SM482 мы перекомпоновали оборудование, и теперь у нас две примерно одинаковые по возможностям сбо-

Установка очистки трафаретов Stencilclean US HT II (слева). Автомат установки компонентов Samsung SM482 (справа)

Первая сборочная линия



Вторая сборочная линия



рочные линии. В первой стоит принтер DEK HORIZON03iX, на который работают два загрузчика – из стопы и из магазина. Односторонние ПП загружаются из стопы, двухсторонние – из магазина. В этой линии у нас стоит автомат SM482, паровая печь и инспекция Vantage 22Plus.

Во второй линии принтер DEK HORIZON03i загружается только из стопы. Установщиков два (SM321 и SM451), конвекционная печь, АОИ Marantz с разбраковщиком и разгрузчиком. Модуль, в котором АОИ не выявила ошибок, просто проходит через разбраковщик в разгрузчик, а модуль с ошибками поднимается в разбраковщике вверх, освобождая его конвейер для следующего изделия.

Забракованные инспекцией платы оператор передает на ремонт. Платы имеют баркод, и, когда монтажник считывает его, на экране его компьютера появляется изображение модуля, на котором отмечены места, где АОИ увидела проблему. Две ремонтные трехканальные станции JBC поставлены Остеком, к ним мы докупили мини-станцию, на которой работаем с маломерными компонентами, вплоть до 0402. На ней можно паять и более мелкие типоразмеры, но нам пока этого не надо.

Хочу отметить, что нашу вторую линию можно считать уникальной. На ней мы едва ли не первыми в России смогли реализовать технологию pin-in-paste, позволяющую монтировать

"Интерьер" транспортной системы разбраковщика (слева). Рабочие места ручной пайки (справа)



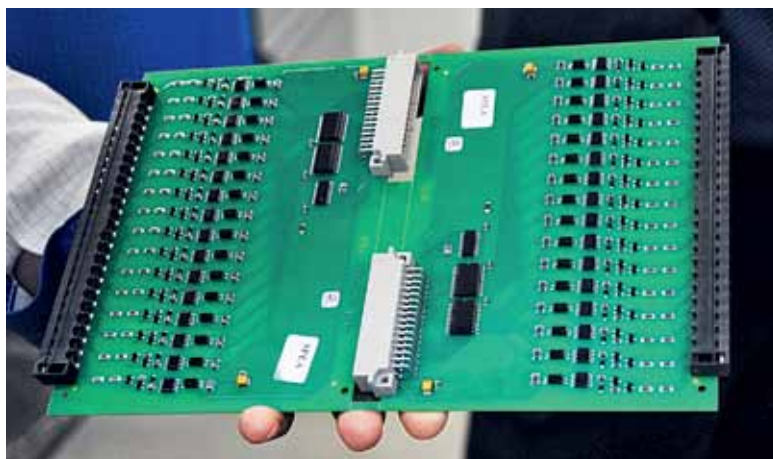
вать ТНТ-компоненты в одном процессе с компонентами SMD. Суть в том, что в область монтажных отверстий наносится паяльная паста, затем в отверстия вставляются компоненты, и далее идет оплавление в печи обычным порядком. Имелось в виду таким образом монтировать на платы разъемы.

Такую возможность предоставляет автомат Samsung SM451 – он способен ставить выводные компоненты в отверстия с контролем усилия установки. Мы запустили эту технологию, получили стабильные результаты: отличное качество, очень аккуратная пайка. Загвоздка обнаружилась совсем в другом месте. Выяснилось, что разъемы невозможно паять в печи: их допустимая температура 180–190°C, а максимальная температура в печи – 240°C. Применить низкотемпературную паяльную пасту мы не можем из-за высокой рабочей температуры модулей.

Вот и получается, что технология у нас есть, а применить ее не можем, так и ставим разъемы вручную. Но это не значит, что SM451 приобретен напрасно. Он вполне успешно вписался в текущий производственный процесс, но главное – эта точная машина определенно нужна на будущее. За последние три года номенклатура используемых компонентов выросла не на проценты, она выросла в 2–3 раза. Мы не можем сказать, что принесут нам завтра наши разработчики, и поэтому должны быть готовы ко всему.

Принимаются ли какие-то меры по ускорению переналадки линий?

Скорость переналадки для нас не критична. Мы сделали упор на другом. Перечни элементов в линейке наших приборов в максимальной степени унифицированы, и в установщиках хватает слотов для размещения питателей со всей используемой номенклатурой SMD-компонентов. Соответственно написано и программное обеспечение станков, и оператору при смене изделия надо только поставить другой трафарет и выбрать нужную программу. Мы сознательно пошли на некоторую потерю скорости сборки, которой, впрочем, хватает сегодня и будет хватать еще некоторое время в будущем. Зато нам не надо перенаряжать и переставлять питатели – следовательно, не теряются компоненты в остатках лент и экономится ресурс питателей и их слотов в установщиках.



Кажется, мы обсудили все, что относится к сборке электронных модулей. Но сборка – это же не весь процесс их изготовления?

Есть что добавить и про сборочные операции. В частности, у нас есть еще одна технология пайки – установка селективной пайки. Есть также ремонтная станция для замены BGA-компонентов.

Что же касается процессов помимо монтажа модулей, то, конечно, есть операции, проводимые до сборки, есть операции после нее. До сборки полученные от контрагента ПП проходят проверку на кривизну и отсутствие ремонта. Кривизна выявляется просто: плата

Отработанная технология: разъемы на этой плате установлены на автомате SM451

Установка селективной пайки Synchrodex Orissa 460. Два модуля установлены вплотную: слева – флюсователь, справа – модуль пайки



Установка рентгеновского контроля X-score 3000 фирмы Scienscope



укладывается на гранитную плиту, и неплоскостность даже в десятые доли миллиметра легко обнаруживается невооруженным глазом – если ПП изготовлена правильно, все ее углы лежат на плите. Впрочем, проблема кривизны уже отошла в прошлое, а вот на наличие следов ремонта мы проверяем ПП очень серьезно.

Платы обязательно сушатся в вакууме при температуре 70°C. Казалось бы, стеклотекстолит – совсем не гигроскопичный материал. Однако раз в месяц из колбочек, собирающих извлеченную влагу, приходится ее выливать. Компоненты, чувствительные к влажности, помещаются в шкафы сухого хранения. Если требуется, они предварительно сушатся; например, тантало-

вые конденсаторы сушим в обязательном порядке.

Для заключительных операций в цеху стоят две линейки влагозащиты, установка отмывки. И, конечно, контроль. Недавно приобрели установку рентгеновского контроля. Применяем ее в двух режимах. Во-первых, для контроля технологического процесса: при пайке компонентов в корпусах BGA каждые час-полтора забираем модуль и проверяем на рентгене. Во-вторых, для поиска неисправности: смотрим пайку тех же BGA-компонентов, а также внутренние слои многослойных ПП на предмет непротрава, каких-то огрехов в переходных отверстиях.

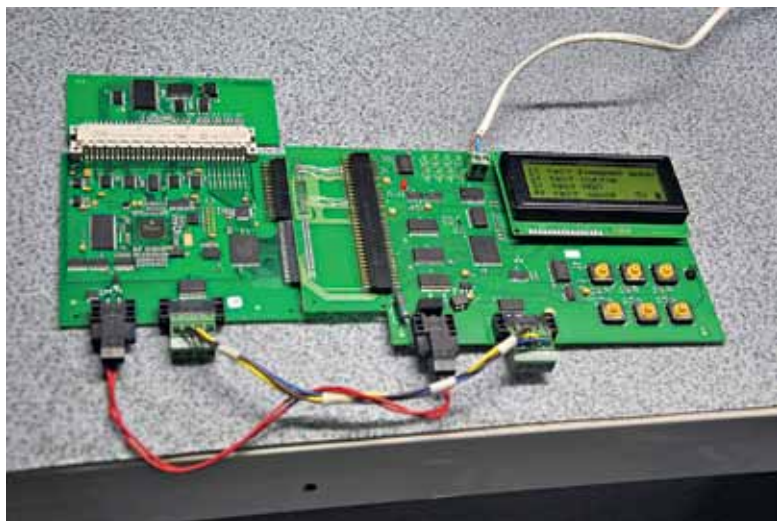
Как у вас реализована проверка на функционирование?

Два основных варианта. Некоторые модули при помощи макетной платы и жгутов подключаются к компьютеру, в котором записаны программы их проверки и настройки. Макетную плату проектирует разработчик проверяемого модуля, через нее на модуль подаются входные сигналы, на ней же имитируются логическая и физическая нагрузка выходов модуля. Наконец, через эту же плату производится загрузка в модуль рабочей программы.

Во втором варианте разработчик, фактически, проектирует автономный стенд загрузки рабочей программы и проверки модуля. Например, рабочее место проверки микропроцессора линейки терминалов "Сириус-2". В нем используется тестовая плата, к которой подключается модуль микропроцессора. С тестовой платы в память процессора записывается программа, осуществляющая тестирование. Информация о прохождении этапов теста и его результате выводится на четырехстрочный индикатор, смонтированный на тестовой плате. Еще одно устройство рабочего места подает питание и имитирует источники и приемники аналоговых и дискретных сигналов для входов и выходов микропроцессора. По окончании проверки тестовая программа из процессора удаляется.

В таком варианте произвести проверку может практически любой человек: достаточно запустить тест и дождаться сообщения о его успешном завершении. Конечно, если тест показал ошибки, то дальше заниматься

Рабочее место проверки микропроцессоров для терминалов серии "Сириус-2": модуль микропроцессора (слева) подключен к тестовой плате





этим изделием должен уже специально подготовленный сотрудник.

В процессоре следующего поколения мы планируем отказаться от отдельной тестовой программы, интегрировав функцию всестороннего самоконтроля в рабочую программу процессора.

У вас стоит установка внутрисхемного контроля с летающими щупами SPEA 4060. Для чего она используется и насколько активно?

Задача этой установки – проверить целостность электрических связей, номиналы пассивных элементов, работоспособность диодов, исправность микросхем. По ходу проверки машина формирует чек, в котором фиксируются выявленные несоответствия; фактически, она сразу выдает сообщение о неисправной микросхеме. У нас существует три вида проверок на этой установке: легкая, средняя и полная. Если легкая проверка занимает 3–4 мин, то полная – порядка двух часов. Поэтому полная проверка проводится только в тех случаях, когда модуль выдает отказ при проверке на функционирование.

Наша машина – первый экземпляр этой модели в России. Она работает с 2011 года, ни разу не ломалась. Шесть лет непрерывной работы, только раз в год специалисты Остека приезжают проводить техническое обслуживание. Причем установка работает постоянно, изделия проверяются партиями, для чего

машина скомпонована с загрузчиком и разгрузчиком. Это нетипичный случай для российской действительности. Обычно установки такого класса могут себе позволить только предприятия ОПК, а у них объемы выпуска – десятки, а иногда и единицы изделий в месяц, там вполне хватает ручной загрузки. Так что Остек даже приводит сюда потенциальных покупателей такого оборудования – показать, насколько хороша установка SPEA.

Однако этого нельзя было знать заранее. Все-таки скажите, почему вы выбрали именно этот образец?

К выбору оборудования мы подходим коллегиально. Инженер-технолог, директор по производству, знакомые с темой специалисты, технические консультанты из Остека – все вместе обсуждаем наши потребности и возможности, предлагаемые рынком. Во внимание берется все: технические характеристики, интерфейс, ремонтпригодность, требования по техническому обслуживанию. Один из важных факторов выбора – наличие надежного и компетентного партнера по сервису. С ГК Остек мы работаем уже много лет, это сотрудничество нас полностью устраивает – значит, при выборе новой машины Остек имеет высший приоритет в качестве поставщика. Соответственно, и мы у них числимся среди уважаемых клиентов.

Спасибо за интересный рассказ.

SPEA 4060: слева – общий вид; справа – четыре верхних щупа в работе