

# Повышение мобильности и качества сборки электронных модулей в многономенклатурном производстве

**Для повышения эффективности многономенклатурного мелкосерийного выпуска электронных модулей необходимо максимально ускорить процесс подготовки производства, обеспечивая при этом высокую точность и качество сборки. Применение штрихкодирования компонентов, офлайн-программирования, универсальных магазинов и питателей позволяет ускорить процесс переналадки оборудования до 10 раз.**

**Владимир Ланин  
Андрей Житников**

pcb@pcb.by

## Введение

Рынок электронной промышленности стремительно набирает обороты. Динамично развивающаяся отрасль старается совершенствовать оборудование, его точность, качество выходного продукта. Это приводит к необходимости разрабатывать и производить большое количество электронных устройств различного назначения. Большинство предприятий отрасли изготавливают довольно сложную радиоэлектронную аппаратуру на основе электронных модулей с поверхностным монтажом, которая обладает далеко не простой конструкцией с точки зрения ее реализации и миниатюрности применимых компонентов. Необходимо отметить также сложность конструкции самих печатных плат и многообразие корпусов электронных компонентов, которые используются в конструкции изделий.

В современных условиях для большинства предприятий очень характерна широкая номенклатура изделий при малой программе выпуска. Данная ситуация приводит к тому, что для реализации сборки сложных изделий, содержащих 5–10 плат, понадо-

бится 3–8 часов рабочего времени. Оно затрачивается на создание рабочих программ для установщиков поверхностного монтажа, программы на принтер трафаретной печати, на описание всех корпусов электронных компонентов в заказе, переналадки конвейеров, зарядку питателей, проверку соответствия электронных компонентов, заявленным в конструкторской документации и другие промежуточные операции, отнимающие много времени. Впрочем, на автоматизированном оборудовании весь цикл сборки такого количества электронных модулей занимает лишь 10–15 минут.

Таким образом, в условиях многономенклатурного выпуска электронных модулей и для обеспечения высокой скорости вывода новых конкурентоспособных изделий на рынок необходимо эффективное сборочное производство, сочетающее высокую автоматизацию производственных процессов с гибкой переналадкой оборудования.

## Исключение ошибок в комплектовании электронных компонентов

При комплектовании электронных компонентов одним из самых распространенных видов автоматизированной обработки данных является система штрихкодирования — особый набор графических изображений (буквенных и цифровых символов), визуально представляющих собой пробелы и черные штрихи. Кодировка такого типа включает уникальный код, присваиваемый электронному компоненту, несущий информацию о типе компонента и его основных параметрах, что дает возможность эффективного учета компонентов, поступающих на сборку (рис. 1а).

Технология штрихкодирования (IT system) основана на различных графических представлениях кодов (символиках), понятных не только человеку, но и предназначенных для считывания специальными устройствами — сканерами штрихкодов (рис. 1б).



**Рис. 1.**

- а) Катужка чип-резистора с индивидуальным штрихкодом;  
б) сканер штрихкодов установщика компонентов



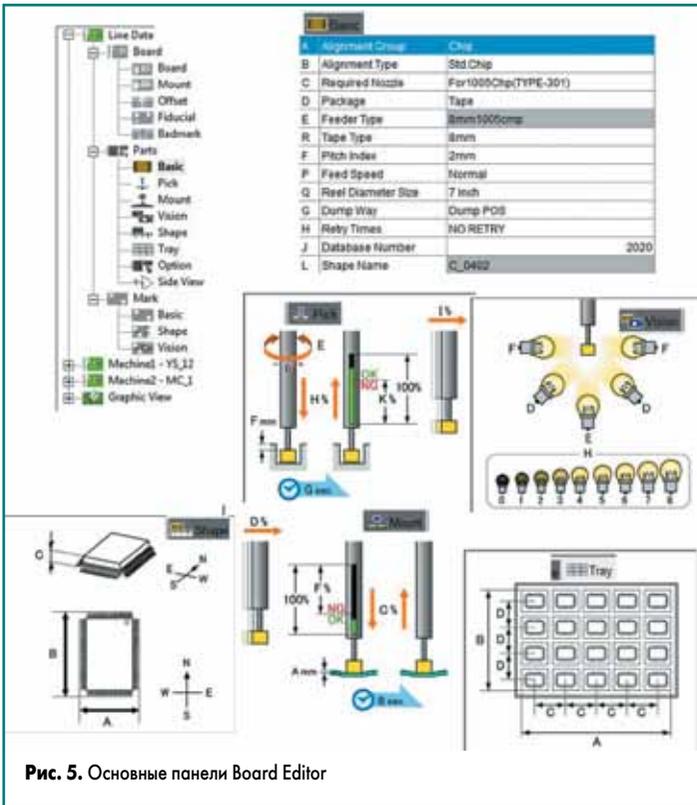


Рис. 5. Основные панели Board Editor

- указываются допуски, по которым скан-камера установщика определяет годность и правильность положения взятого компонента (рис. 5).
- Программа Feeder Viewer (просмотр питателей) позволяет проверить положение питателей на пластине по графическому изображению. Это помогает обнаружить ошибки установки питателей и предотвратить возможные помехи движущимися деталям, а также другие проблемы. Позволяет распределять питатели вручную с учетом информации о их применимости и тем самым сбалансировать время сборки на разных машинах (рис. 6).
  - Optimizer — данная утилита позволяет, проводя симуляцию сборки, просчитать наиболее простые алгоритмы сборки, автоматически

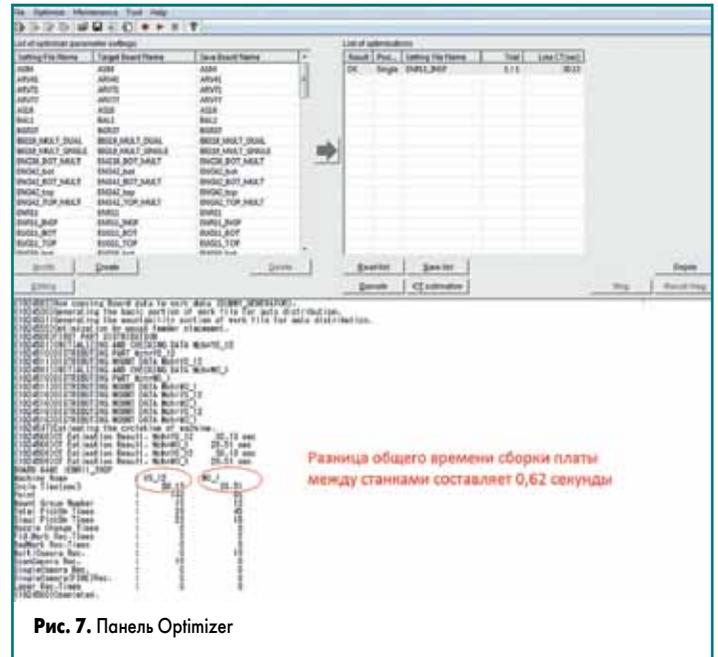


Рис. 7. Панель Optimizer

расставляя питатели, указывая короткие траектории, по которым монтажные головки будут проносить компоненты до платы, порядок взятия с учетом нужных насадок на головках. Благодаря встроенной программе Line Data Distribution не трудно распределить компоненты между всеми машинами сборки в линии в зависимости от возможностей определенных машин и времени сборки каждой машины (рис. 7).

Основные этапы оптимизации в программе Optimizer:

- Cycle time — время сборки печатной платы, которое должно быть не просто минимальным, но и равным циклу сборки в других станках и повышать общую производительность;
- Point — точки установки, распределяют питатели по применимости компонента;
- Total Pickup Times — общее время захвата компонентов. Просчитывает все траектории взятия и установки компонентов с учетом проноса их над камерой.

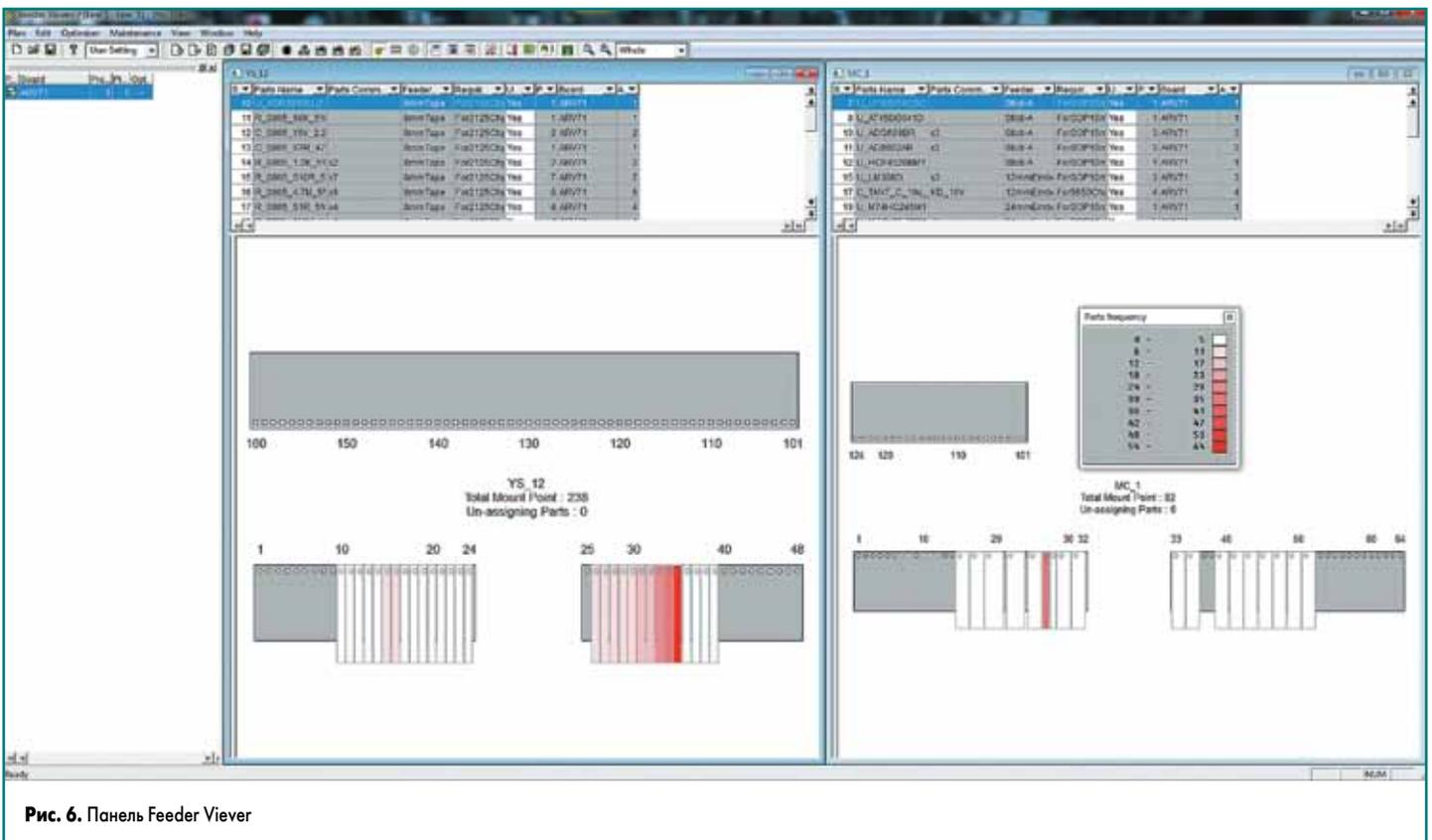


Рис. 6. Панель Feeder Viewer

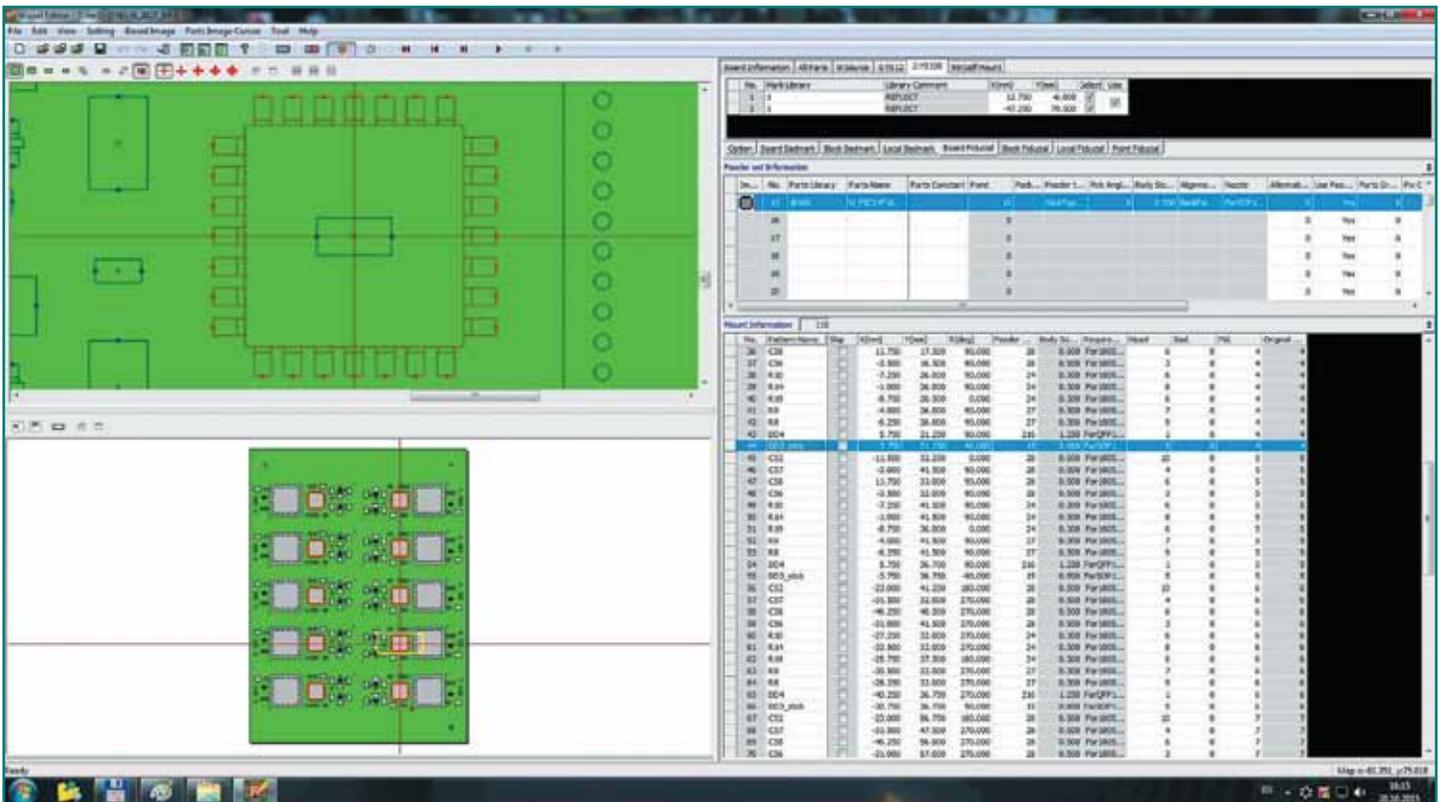


Рис. 8. Панель Visual Editor



Рис. 9. Заготовка с двухсторонней реализацией одной платы



Рис. 10. Универсальный магазин для загрузчиков с быстрой регулировкой

6. Visual Editor — программа, позволяющая осуществить офлайн-программирование, не имея CAD-данных (рис. 8). Основные возможности программы:

- создание и редактирование библиотек компонентов за счет полученного реального изображения компонента и его описания;

- создание и редактирование библиотек реперных знаков с использованием изображения отсканированной платы и реперов на ней;
- написание программы непосредственно по изображению печатной платы посредством ее сканирования, определения на ней реперных знаков и размеров, а также с указанием координат, где должны находиться компоненты.

**Универсальные магазины и питатели**

Обычно на выполнение заказа требуется минимум четыре магазина для загрузчика и разгрузчика плат. Чтобы переставить стандартный магазин на новую ширину, опытному оператору нужно 3–4 мин. Универсальный магазин с быстрой настройкой ширины (рис. 10) всегда сохраняет параллельность и отличается вертикальной устойчивостью, обладает антистатической защитой. Регулировка ширины магазина по размеру платы происходит за 5 с.

Устройство автоматической замены питателей Feeder Exchange System (FES) (рис. 11) позволяет осуществить перезарядку питателей со старого заказа на новый за пару минут вместо получасовой перезарядки. Система представляет собой самостоятельное устройство, в котором зарядка питателей происходит независимо от работающего установщика. В офлайн-режиме можно зарядить все питатели на заказ, проверить номиналы и марки-

**Создание мультиплицированной заготовки платы**

Создание мультиплицированной заготовки печатной платы с top- и bot-сторонами (рис. 9) одновременно и, следовательно, создание графарега с рисунком обеих сторон, позволяет исключить переналадку принтера, переходя на вторую сторону, снизить стоимость заказа, ускорить выход первой полностью пропаянной платы для последующего контроля.



Рис. 11. Ленточный питатель SS Feeder

ровки, затем одним движением устройство устанавливается в машину сборки, а питатели со старого заказа идут на разрядку. В результате самый длительный период переналадки производства можно свести к нескольким минутам, поскольку основная работа происходит одновременно и независимо от предыдущего заказа.

### Выводы

При контрактной сборке электронных модулей в многономенклатурном мелкосерийном производстве главной проблемой являются сроки выхода изделий с момента поставки комплектующих без потери качества и с максимальным выходом годной продукции. На производстве ООО «Нанотех» (Минск) внедрение следующих технологий и программ позволило обеспечить значительные преимущества:

- IT system — оптимизирован процесс приемки, распределения и хранения комплектации; ускорена операция установки питателей в машину сборки, полностью исключена возможность ошибки неправильной установки компонента;
- офлайн-программирование — за счет автономного написания программ, их сверки с конструкторской документацией и отладки данная процедура, занимающая от 2 до 10 ч, протекает одновременно со сборкой других заказов, сводя вынужденные простои линии к нулю;
- Top+bot-трафарет — исключен процесс переналадки с одной стороны на другую;
- универсальный магазин быстрой наладки, смарт питатели и автономная станция зарядки позволяют упорядочить и оптимизировать процессы подготовки производства, что в несколько раз уменьшает этап подготовки производства.

Таким образом, полностью исключив моменты простоя линии, повысив производительность и общую скорость сборки заказов любой сложности, мы смогли добиться точной сборки и высокого качества изделий. Внедрение данных технологий поможет превратить сборочное производство в эффективное и высокотехнологичное.

### Литература

1. Иванов Ю. В. Проектирование и оптимизация технологических структур роботизированного комплекса ГАСК сборки электронных модулей в многономенклатурном производстве // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2014. № 4.
2. Programming PC Software, Factory Tools, P-tool. YAMAHA User's Manual.
3. ООО «Нанотех». [www.pcb.by](http://www.pcb.by)