

# Обзор программных средств подготовки печатных плат к производству

Константин Локшин

lku@main.elserv.ru

## Что такое программы PcbCAM

CAM (Computer Aided Manufacturing) — производство с использованием специализированного программного обеспечения. В данном случае — для создания управляющих программ для оборудования по изготовлению фотошаблонов печатных плат (ПП) и для станков с ЧПУ.

В современных условиях разработка топологии ПП и ее подготовка к производству выполняются, как правило, разными специалистами — конструкторами и технологами. Их интересы зачастую противоречивы: конструктор обычно стремится к максимальной плотности монтажа, технолог же вынужден учитывать возможности реального производства и проводить технологическую правку исходной топологии, как правило, несколько упрощая ее.

В своей работе технолог как раз и использует программы для подготовки ПП к производству (далее — программы PcbCAM).

Обобщенный процесс работы над проектом ПП с применением программ PcbCAM:

1) Импорт данных, полученных в системах проектирования ПП (P-Cad, Protel, OrCad, PowerPCB и т. д.).

Обычно это варианты формата Gerber, а также HPGL, ODB++ и т. д.

2) Оптимизация и подготовка проекта с точки зрения технолога включает:

- DRC-проверка (поиск узких мест с точки зрения технолога);
- редактирование как на уровне отдельных проводников, участков металлизации и контактных площадок (КП), так и таблиц падстек и апертур. Например, можно увеличить размеры проводников на подтрав, если этого не сделали конструкторы;
- поиск и коррекция перекрывающихся или нефункциональных элементов;
- каплевидное сглаживание стыков проводников с КП (teardrop);
- размещение изображения отдельных слоев на одном листе пленки и другие операции со слоями;
- вычисление суммарной площади металлизации;
- панелизация (размещение нескольких плат на заготовке);
- оконтуривание всех элементов в случае производства «сухим методом».

3) Генерация выходных файлов для фотоплоттеров и станков с ЧПУ.

Таким образом, эти программы помогают в решении следующих проблем:

- отделение на производстве работы технолога по производству фотошаблонов от работы проектировщика ПП;
- оптимизация проекта с точки зрения конкретного производства;
- уменьшение процента брака и ослабление технологических требований к проекту.

## Автоматизация работы (макросы)

Отдельного внимания заслуживают возможности автоматизации (написания макросов).

Обычно технолог выполняет при работе над проектом однотипные операции. Кроме того, при оптимизации проекта ПП технолог исходит из конкретных параметров собственного производства. А значит, при обработке проекта задает программе стандартные значения (например, технологических полей).

Даже начинающий программист невысокой квалификации способен в короткое время автоматизировать этот процесс. Работа технолога существенно упростится и ускорится.

В качестве примера можно привести случай импорта файлов, созданных в P-Cad в метрической системе, в программу Cam350.

При этом все размеры увеличиваются в 2,54 раза. Для исправления этой ситуации в Cam350 необходимо масштабировать каждый слой по отдельности, а также апертуры. На выполнение этих действий обычно уходит 10–15 минут, и высока вероятность ошибки при вводе коэффициента масштабирования.

В то же время существует несложный макрос, мгновенно выполняющий все эти действия путем выбора одного единственного пункта меню, который этот макрос добавляет к стандартным.

## Сравнительная оценка различных программ PcbCAM

Рассмотрим шесть известных программ. Эти программы условно можно распределить на три группы по критериям функциональности и цены:

1. CamTastic.
2. Cam350, CamMaster, GerbTool.
3. Genesis 2000, UCam.

Цены на программные продукты указаны ориентировочные.

### Базовый уровень (CamTastic)

Самая недорогая программа. Стоимость CamTastic порядка 1000 долл. Кроме того, CamTastic бесплатно предоставляется в комплекте с P- и Protel.

Программами PcbCAM могут пользоваться не только производители, но и разработчики ПП. Так, например, P-CAD генерирует не совсем корректные Gerber-файлы, которые нельзя сразу отправить на фотоплоттер, а нужно сначала открыть и пересохранить в одной из программ PcbCAM.

Программа CamTastic обладает основными функциями PcbCAM: она позволяет просматривать и дорабатывать изображения фотошаблонов перед их изготовлением, а также создавать файлы сверления отверстий (NC Drill). К достоинствам этой программы относится простота, удобный интерфейс.

Основным недостатком является отсутствие возможности автоматизации (макросов). В целом CamTastic можно охарактеризовать как продукт очень неплохой в своем ценовом классе. Его можно рекомендовать скорее проектировщикам ПП, нежели производителям.

#### Средний уровень (Cam350, CamMaster, GerbTool)

Прежде всего, необходимо отметить, что каждая из этих программ продается в широком наборе версий, сбалансированных по цене и функциональности. Стоимость, в зависимости от версии, находится в пределах 2500–15000 долл.

##### Cam350

Пожалуй, наиболее распространенная программа PcbCAM в России. Не так давно эта программа принадлежала фирме Innoveda. В данный момент коллектив разработчиков основал свою компанию — Downstream Technologies.

Отличительной характеристикой этой программы является возможность прямого импорта файлов из популярных систем разработки ПП (P-CAD, OrCAD, Protel, PowerPCB и т. д.), без необходимости генерировать Gerber-файлы в этих системах. Начиная с версии 6 (текущая — 7.6), возможность импорта из P-CAD в формате PDF отключена.

Макросы реализованы на основе собственного бейсикоподобного языка. Начиная с версии 6, программа имеет отладчик. В целом возможности автоматизации можно оценить как хорошие.

##### CamMaster

Эта программа является продуктом фирмы Lavenir. Lavenir производит фотоплоттеры, и первоначально программа была создана для оптимальной подготовки файлов именно для фотоплоттеров данной фирмы. Кстати, в комплекте с лавенировским фотоплоттером программа CamMaster предоставляется бесплатно, включая обучение.

Программа обладает отличным интерфейсом автоматизации — собственным редактором-отладчиком. Язык полностью совместим с Visual Basic.

##### GerbTool

Эта программа производства WISE Software Solutions входит в комплект OrCAD и вызывается из меню редактора ПП OrCAD Layout: Tools/GerbTool.

GerbTool сочетает в себе возможности Cam350 и CamMaster, а также удобство интерфейса CamTastic. Из отличительных воз-

можностей — импорт файлов в формате Cam350. Кроме того, GerbTool обладает привлекательной ценой — самая полная версия стоит около 3000 долл. В последнее время некоторые производители фотоплоттеров стали включать программу GerbTool в комплект бесплатно.

Сравнивая Cam350, CamMaster и GerbTool, можно отметить, что:

- 1) Наибольшее распространение в нашей стране имеет Cam350.
- 2) По функциональным возможностям эти программы практически совпадают. С точки зрения автоматизации CamMaster мощнее, но и возможностей Cam350 и GerbTool на практике достаточно.
- 3) С точки зрения продуманности интерфейса, его легкости и понятности, GerbTool автору нравится больше всего, вторым в списке — Cam350. Естественно, это субъективное мнение и его легко оспорить.
- 4) По цене CamMaster и Cam350 сопоставимы, а GerbTool существенно дешевле.

Если вы уже знакомы с Cam350 — можно рекомендовать его. Если же все эти продукты вам неизвестны и один из них поставляется с фотоплоттером, нет смысла закупать что-либо иное из этого класса.

#### Высокий уровень (Genesis, UCam Genesis 2000)

Genesis предлагает широкий набор средств, позволяющих динамически (в отдельных местах) изменять размеры проводников и КП. В отличие от программ среднего уровня, Genesis не только находит «узкие места», но и автоматически исправляет их.

Это означает, что там, где есть свободное место, Genesis расширит проводники и уменьшит вероятность обрыва. В узких местах Genesis локально уменьшит ширину проводника и снизит вероятность КЗ.

Аналогично с КП: где есть место, Genesis увеличит их диаметр, а с той стороны, где места нет — обрежет. Genesis позволяет увеличивать размеры проводящего рисунка на подтрав с учетом изотропности этого процесса (в широких и узких местах, на острых углах и кислотных ловушках и т. д.).

Нет необходимости реализовывать в виде макроса последовательность автоматически выполняемых проверок и исправлений с заранее заданными параметрами. Для этих целей уже есть удобный интерфейс CheckLists (списки проверок).

Возможности Genesis реализованы в виде большого набора отдельных модулей, которые так и называются: DFM (Design For Manufacturing — проектирование для произ-

водства). Покупатель имеет возможность приобрести именно тот набор модулей, который нужен ему на производстве.

Стоимость реальной версии, которую имеет смысл покупать, — порядка 40000 долл.

##### U-Cam

К сожалению, автору не удалось получить достаточно подробной информации по U-Cam. Судя по описанию, это продукт также реализует автоматическое исправление узких мест путем заужения или перемещения проводников и обрезания или уменьшения диаметра КП. Поэтому я отнес его к высокому уровню. Тем не менее, список представленных в описании возможностей впечатляет намного больше, чем Genesis.

Сведения о цене расплывчаты, приблизительно 35000 долл.

Я пришел к выводу, что соотношение «цена — экономия» за счет уменьшения брака у систем высокого уровня существенно хуже (!), чем у систем среднего уровня.

Таким образом, схема использования, скажем, программы Genesis такова:

- 1) Использовать системы среднего уровня — Cam350 или GerbTool, которые обычно бесплатно поставляются в комплекте с фотоплоттером.
- 2) При возникновении потребностей в возможностях Genesis потратить 100–300 долл. на разработку макросов, которые будут их реализовывать.
- 3) И наконец, в последнюю очередь, при наличии нескольких рабочих мест Cam350 и больших объемах производства — рассмотреть вопрос о покупке рабочего места с Genesis.

#### Пример обработки файлов в Genesis

В качестве примера приведен фрагмент платы из демо-набора Cam350, которую обработали в Genesis (рис. 1 и 2). На рис. 2 видно, что проводники расширены, за исключением тонких мест, и добавлены teardrop, которые в узких местах подрезаны для соблюдения заданных технологических зазоров.

#### Литература

- 1) [www.pcbfab.ru](http://www.pcbfab.ru)
- 2) <http://www.petrocom.ru/index.asp>
- 3) <http://www.electrade.ru/>
- 4) <http://www.lavenir.com>
- 5) <http://www.gerbtool.com>
- 6) <http://www.frontline-pcb.com>
- 7) [www.downstreamtech.com](http://www.downstreamtech.com)

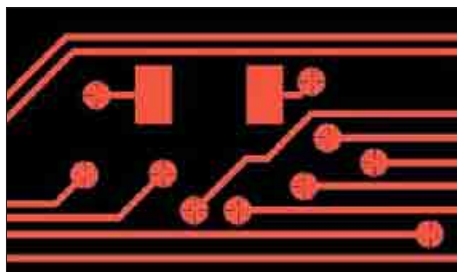


Рис. 1. Исходный вариант платы



Рис. 2. Обработанный вариант платы