

С.В. ЗАТЫЛКИН, В.Я. БАННОВ,  
В.Б. АЛМАМЕТОВ

**Прикладное программное  
обеспечение подготовки  
производства печатных плат**

УДК 004.932.1

ФГБОУ ВПО  
«Пензенский  
государственный  
университет»,  
г. Пенза

*Целью работы является автоматизация процесса решения задачи оптимального раскроя листовых материалов. В результате выполнения работы была разработана и отлажена программа сервисного обслуживания подготовки производства печатных плат. Программа предназначена для решения задачи оптимального раскроя листовых материалов. Разработан графический интерфейс пользователя. Полученные результаты доведены до алгоритмической и программной реализации. Разработанная программа может быть использована в учебном процессе.*

### **Введение**

В настоящее время в производстве печатных плат часто применяют прямоугольные заготовки, называемые картами. Формирование вариантов осуществляют на множестве имеющихся типоразмеров листов. Также варьируют ориентацией полос вдоль или поперек листа, оценивая варианты по коэффициенту раскроя  $K_p$ , равному отношению суммарной площади заготовок, получаемых из листа, к площади самого листа [1-4]. Кроме того необходимо учесть технологические зоны и зазоры.

Выбор наилучшего коэффициента раскроя позволяет спроектировать план раскроя материала с наименьшим количеством отходов. Для того чтобы просчитать все существующие варианты вручную, требуется затратить немало времени, поэтому

разработка программы, позволяющий автоматизировать этот процесс является актуальной задачей.

### Разработка программы оптимального раскроя листовых материалов (печатных плат)

Анализ существующих современных программ сервисного обслуживания подготовки производства печатных плат позволил сделать следующий вывод: наиболее близкой программой является система T-FLEX/Раскрой [5]. Несмотря на то, что данная программа обладает множеством достоинств, есть и большой недостаток – она поставляется только в комплекте (в качестве платной опции) с очень дорогой инженерной системой T-FLEX. Поэтому разработка самостоятельной программы оптимального раскроя листовых материалов является актуальной задачей [6-8].

Структурная схема программы включает графический интерфейс пользователя, модуль расчета логической схемы, файлы справки, систему ActiveX для управления OLE объектами.

Одним из достоинств разработанной программы является удобный интерфейс пользователя (рис. 1). Интерфейс является простым (все функциональные клавиши выведены на главную панель), удобным в использовании (малое, но достаточное количество элементов управления) и, как следствие, интуитивно понятным.

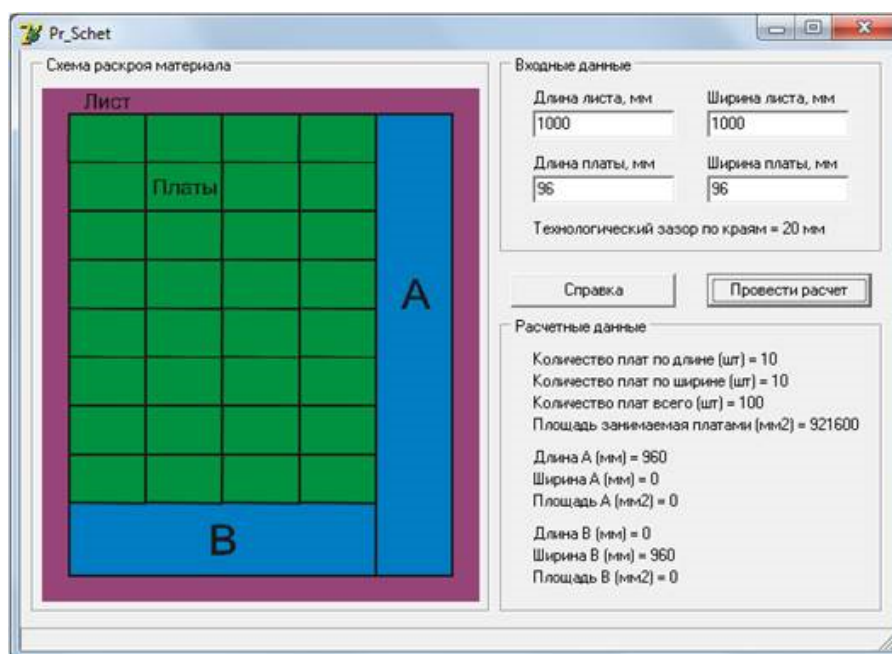


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения

Основные операции сконцентрированы в модуле расчета, который основан на использовании метода прямого перебора. В ходе работы программа перебирает различные варианты расположения карт печатных плат на листе заготовки с учетом технологических зазоров [9-12]. Наилучший вариант определяется по величине коэффициента раскроя.

### Инженерная методика работы с программой на основе диаграммы IDEF0

Предложенная методика работы с программным обеспечением представлена в виде диаграммы IDEF0 на рисунке 2. Последовательность выполняемых действий состоит из ввода технологических данных (габариты листа, технологические зазоры и т.д.), ввода данных о размерах карты ПП, расчета и выявления наилучшего коэффициента раскроя и сохранения результатов (файл с картой раскроя) в файл.

Далее рассмотрим более подробно каждый из них.

На этапе ввода технологических данных пользователю следует задать габариты листа, технологические зазоры и т.д. Входными данными процесса служат данные из технологической документации [14-16]. Выходными данными процесса является информация о размерах полезного пространства для раскроя листа на карты для ПП.

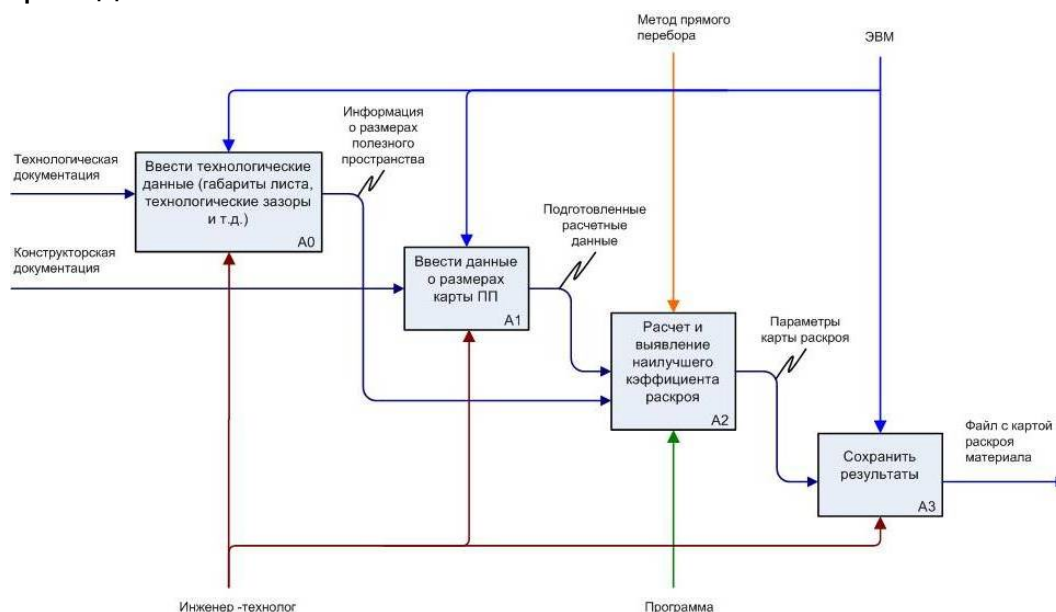


Рис. 2. Инженерная методика работы с программным обеспечением

На этапе ввода данных о размерах карты ПП пользователю следует ввести данные о размерах карты ПП. Входными данными процесса служит информация из конструкторской документации. Выходными данными процесса является подготовленные расчетные данные.

На этапе расчета и выявления наилучшего коэффициента раскроя программа методом прямого перебора просчитывает все возможные варианты расположения карт ПП на листе находит лучший коэффициент раскроя. Входными данными процесса служат размеры полезного пространства для раскроя листа на карты для ПП и подготовленные расчетные данные о размерах карты ПП. Выходными данными процесса является параметры карты раскроя листа.

На этапе сохранения результатов пользователю следует сохранить данные о карте раскроя. Входными данными процесса служат параметры карты раскроя. Выходными данными процесса является файл с графическим изображением карты раскроя и проставленными размерами.

### **Вывод**

Таким образом, разработана инженерная методика работы с программой на основе диаграммы IDEF0 позволяющая проводить автоматизированный расчет карты раскроя листового материала для производства ПП.

### **Литература**

1. Юрков, Н.К. Методика поддержки актуальности баз знаний автоматизированных обучающих систем на основе применения экспертных методов / Юрков Н.К., Затылкин А.В. // В сборнике: Материалы конференции «Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах» Под редакцией С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. Санкт-Петербург, 2012. С. 1139-1143.

2. Юрков, Н.К. Интерфейс взаимодействия многоканального виброиспытательного оборудования с программной средой управления исследованиями / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Голушко Д.А. // В сборнике: XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 7203-7208.

3. Затылкин, А.В. Практическая реализация ИКОС с набором внешних подключаемых модулей / Затылкин А.В. // В сборнике: Актуальные вопросы образования и науки сборник научных трудов по материалам Международной науч-

но-практической конференции 30 декабря 2013 г.: в 14 частях. Тамбов, 2014. С. 70-73.

4. Кособоков, А.С. Лабораторный стенд для проведения испытаний электронных средств и их компонентов на устойчивость к тепловым воздействиям / Кособоков А.С., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // В сборнике: Университетское образование XVIII Международная научно-методическая конференция, посвященная 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова. под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. Пенза, 2014. С. 137-139.

5. Володин, П.Н. Установка для экспонирования фоторезиста на печатных платах в условиях учебной лаборатории / Володин П.Н., Затылкин А.В. // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-1. С. 34-35.

6. Особенности разработки макромоделей надежности сложных электронных систем / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 101-102.

7. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий / Юрков Н.К., Затылкин А.В., Полесский С.Н., Иванов И.А., Лысенко А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 184-187.

8. Затылкин, А.В. Исследование возможности разработки ИКОС на основе технологии ERM / Затылкин А.В. // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2013. № 3 (25). С. 37-43.

9. Затылкин, А.В. Методика исследования радиоэлектронных средств опытно-теоретическим методом на ранних этапах проектирования / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Лысенко А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 7 (38). С. 91-96.

10. Затылкин, А.В. Алгоритм стратегии управления обучением в ИКОС / Затылкин А.В., Демьянов А.В. // Современные информационные технологии. 2006. № 4 (4). С. 110-113.

11. Затылкин, А.В. Методика адаптивного управления в автоматизированных обучающих системах / Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2011. № 1. С. 73-76.

12. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 129-135.

13. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией / Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 73-78.

14. Затылкин, А.В. Дискретная модель процесса распространения импульса смещения в упругом стержне постоянного сечения при торцевом ударе / Затылкин А.В., Таньков Г.В., Ольхов Д.В. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 79-85.

15. Таньков, Г.В. Волновой метод исследования динамических характеристик упругих конструкций радиоэлектронных средств при нестационарном нагружении / Таньков Г.В., Затылкин А.В., Рындин Д.А. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 2. С. 101-107.

16. Затылкин, А.В. Исследование влияния деформационной составляющей внешнего вибрационного воздействия на надёжность радиоэлектронных средств / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Труды международного симпозиума Надёжность и качество. 2013. Т. 2. С. 42-43.

ЗАТЫЛКИН СЕРГЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ,

ТЕЛ. (8-8412) 368-212;

БАННОВ ВАЛЕРИЙ ЯКОВЛЕВИЧ,

ТЕЛ. (8-8412) 368-212;

АЛМАМЕТОВ ВАЛЕРИЙ БОРИСОВИЧ,

ТЕЛ. (8-8412) 368-212.