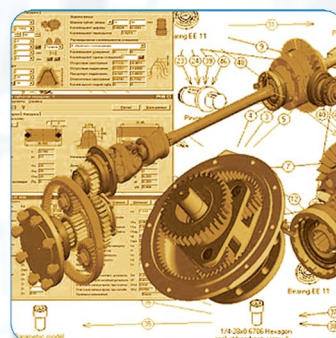
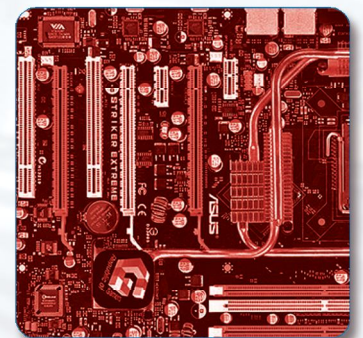
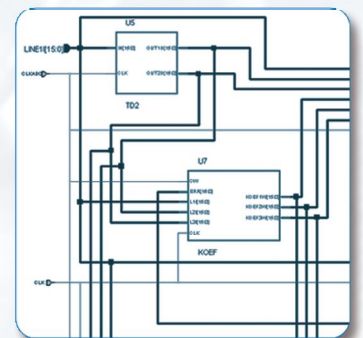




1938 - 2008

Технологии Проектного Обучения



Содержание:

1. Развитие научной школы	2
2. Направления научных исследований	12
3. Схемотехническое проектирование ЭС	23
4. Технологическое проектирование ЭС	31
5. Проектирование ЭС на базе ПЛИС	43
6. Проектирование элементной базы ЭС	48
7. Конструкторское проектирование ЭС	56
8. Эргодизайн ЭС	59
9. Автоматизация проектирования ЭС	60
10. Гибкие производственные комплексы и автоматизация производства	61
11. Система управления качеством ЭС	62
12. Международное сотрудничество	63



Курсовой проект по схемотехнике

Цели курсового проекта:

Подготовка специалистов к разработке конструкций и освоению в производстве микроэлектронных устройств, ориентированных на использование бескорпусных интегральных микросхем высокой степени интеграции с применением нетрадиционных методов микромонтажа.

Задачи курсового проекта:

1. Выбор и обоснование физической структуры компонентов — схемотехнический расчет функциональных элементов и узлов на их основе
2. Конструирование модулей различного уровня (компонентов, микросборок, микроячеек)
3. Разработка маршрутных техпроцессов изготовления модулей
4. Внедрение и отладка операционных техпроцессов

Методика анализа и моделирования:

Классификация комплектов «Мастер-Кит»:

Генераторы

- АК059 — высокочастотный пьезоизлучатель
- АК157 — ультразвуковой пьезоизлучатель
- НК127 — передатчик на 27 МГц
- ...и другие

Усилители

- ВМ2118 — предварительный усилитель
- МК063 — усилитель НЧ на 3.5 Вт
- МК072 — универсальный усилитель НЧ на 18 Вт
- НК137 — микрофонный усилитель
- ...и другие

Источники питания, стабилизаторы

- NF276 — источник питания 6/9/12 В
- НК045 — сетевой фильтр
- NM1021 — регулируемый источник питания 1,2 — 20 В
- ...и другие

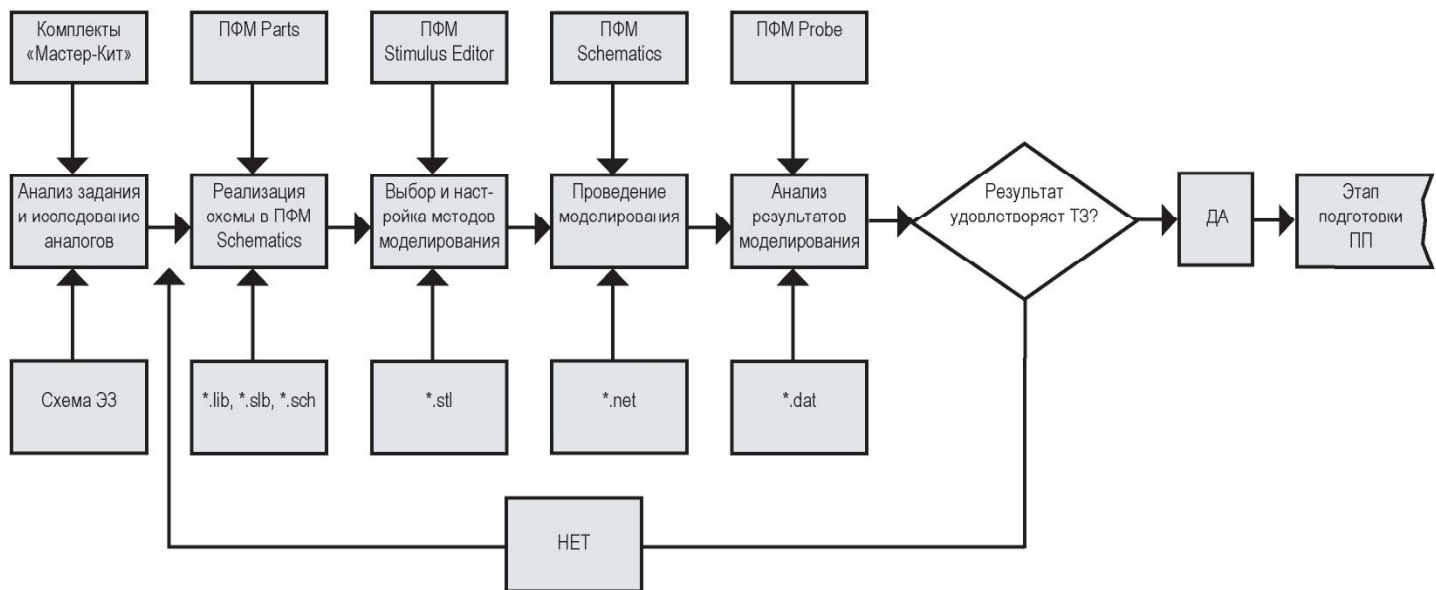
Таймеры, блоки задержки

- ВМ005 — сумеречный переключатель
- МК113 — таймер на 0-10 минут
- МК319 — модуль защиты от накипи
- NF280 — индикатор уровня воды
- ...и другие

Детекторы, датчики

- NF402 — металлоискатель
- НК314 — детектор лжи
- NS311 — детектор валюты
- ...и другие

Алгоритм проведения схмотехнического моделирования



- *.lib и *.slb — файлы с библиотеками элементов
- *.stl — файл с описанием входных воздействий
- *.sch — файл с электрической принципиальной схемой
- *.net — файл со списком цепей
- *.dat — файл с результатами моделирования
- Schematics — графический редактор для построения электрических схем.
- PSpice — программа для моделирования электрических схем
- Parts - программа для расчета и составления математических моделей элементов

Классификация разновидностей схмотехнического моделирования:

Основные типы моделирования

- Расчет схемы по постоянному току - статический режим
- Расчет схемы по постоянному току с вариацией параметров
- Расчет чувствительности характеристик по постоянному току
- Расчет частотной характеристики
- Моделирование шумовой характеристики
- Моделирование во временной области
- Спектральный анализ Фурье

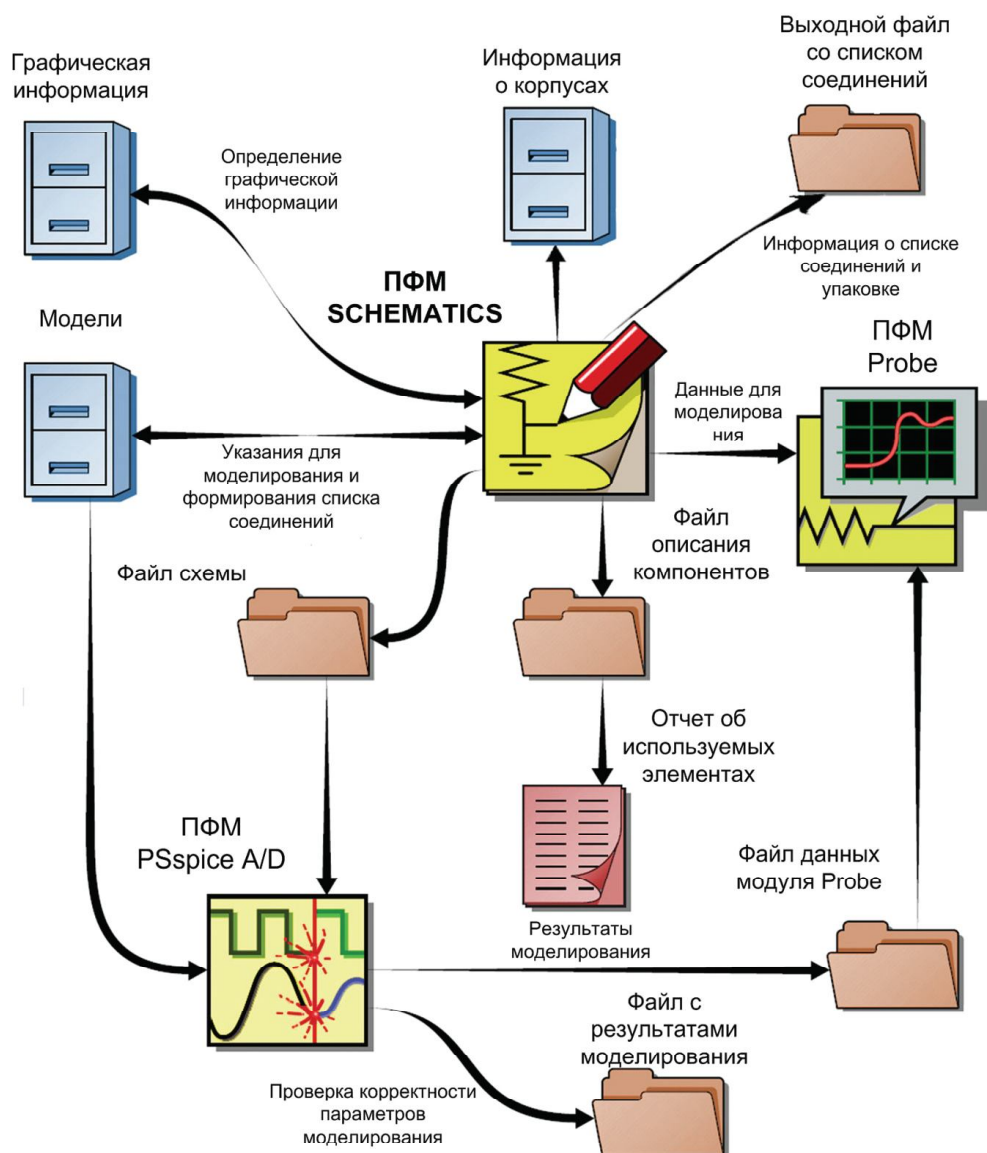
Дополнительные типы моделирования

- Параметрический
- Температурный

Статистические типы моделирования

- Статистический анализ по методу Монте-Карло
- Расчет наихудшего случая

Структура и работа ПФМ Schematics:

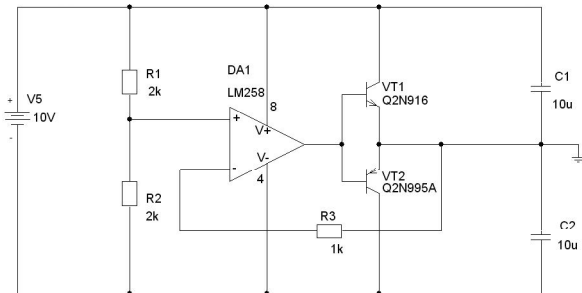


Используемые в ПФМ Schematics библиотеки элементов:

- Диоды
- Транзисторы
- Источники сигнала
- Соединители
- Аналоговые элементы
- Пассивные элементы (резисторы, конденсаторы, индуктивность, трансформаторы)
- Аналоговые микросхемы
- Цифровые микросхемы

Схемотехническое моделирование:

Моделирование по постоянному току



Назначение:

расчет и анализ значений напряжений и токов в определенных точках схемы при неизменяемом входном воздействии.

Пример:

NK1031 — преобразователь напряжения.

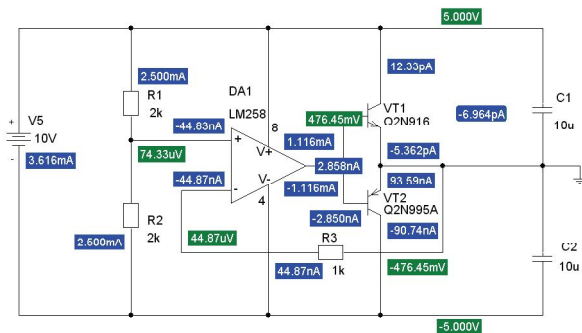
Исходные данные:

- Характеристики элементной базы
- Номиналы элементов
- Величина напряжения питания

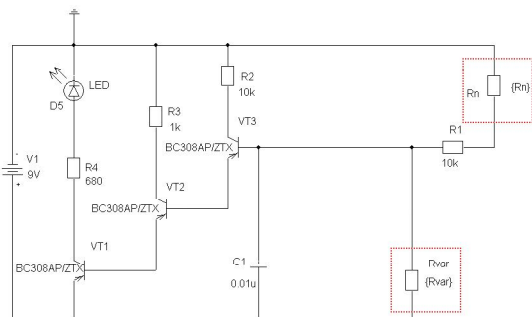
Задание:

- Провести расчет и моделирование схемы в статическом режиме
- Проанализировать полученные результаты
- Величины напряжений во всех узлах схемы
- Величины токов, протекающих через элементы схемы

полученные результаты:



Моделирование по постоянному току с вариацией параметров



Назначение:

расчет и анализ значений напряжений и токов в определенных точках схемы при вариации параметров схемы: источника напряжения, источника тока, глобального параметра схемы, температуры.

Пример:

NK314 — детектор лжи.

Исходные данные:

- Характеристики элементной базы
- Номиналы элементов
- Величина напряжения питания
- Тип, значение и диапазон изменения входного сигнала
- Изменение номиналов резисторов Rn и Rvar

Задание:

- Провести расчет и моделирование схемы по постоянному току с вариацией параметров — значения сопротивления резисторов Rn и Rvar
- Проанализировать полученные результаты
- Показать порог срабатывания детектора

полученные результаты:

График зависимости тока, протекающего через светодиод от величины сопротивления R_n

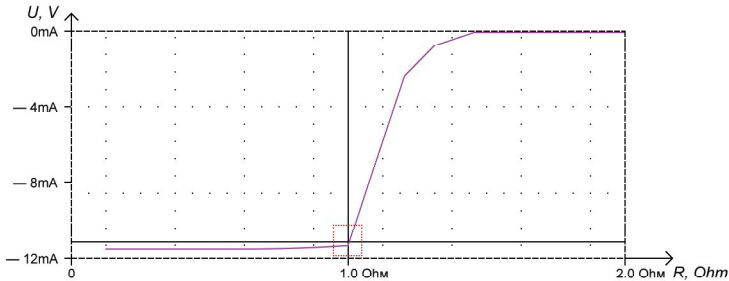
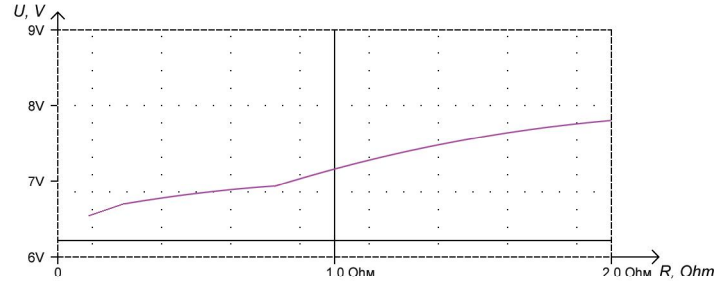
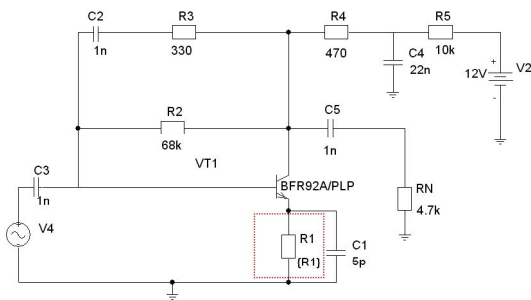


График падения напряжения на нагрузочном сопротивлении R_n в зависимости от его величины



По полученным графикам определяем порог срабатывания - значение $R_n = 0,9 \text{ МОм}$

Малосигнальное моделирование в частотной области



Назначение:

расчет и анализ характеристик линеаризованной цепи в частотной области в определенных точках схемы при воздействии одного или нескольких сигналов.

Пример:

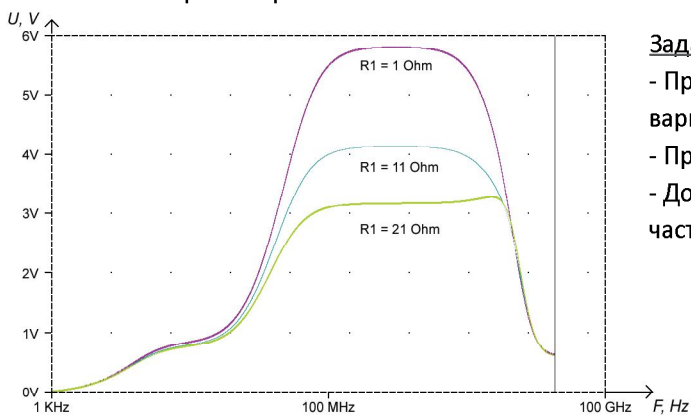
НК147— антенный усилитель.

Исходные данные:

- Характеристики элементной базы
- Номиналы элементов
- Величина напряжения питания
- Тип и значение входного сигнала
- Изменение номинала резистора R_1
- Частотный диапазон моделирования

полученные результаты:

АЧХ выходного напряжения при различных значениях резистора R_1



Задание:

- Провести расчет и моделирование схемы частотной области с вариацией параметра — значение сопротивления резистора R_1
- Проанализировать полученные результаты
- Добиться постоянного коэффициента усиления в диапазоне частот от 0,01 ГГц до 1 ГГц

Постоянный коэффициент усиления в диапазоне частот от 0,01 ГГц до 1 ГГц

Моделирование во временной области

Назначение:

расчет и анализ переходных процессов при воздействии на схему сигналов различной формы и длительности.

Пример:

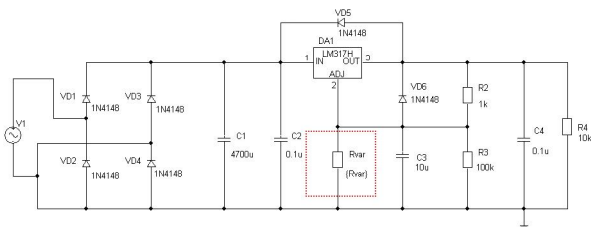
NM1021 — стабилизированный источник питания.

Исходные данные:

- Характеристики элементной базы
- Номиналы элементов
- Изменение номинала резистора Rvar
- Библиотеки используемых микросхем

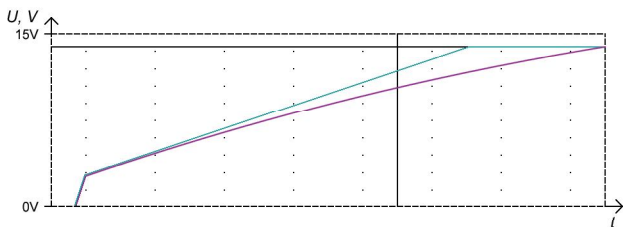
Задание:

- Провести расчет и моделирование схемы во временной области с вариацией параметров — значения сопротивления резистора Rvar
- Проанализировать полученные результаты
- Определить время достижения требуемого значения выходного напряжения.

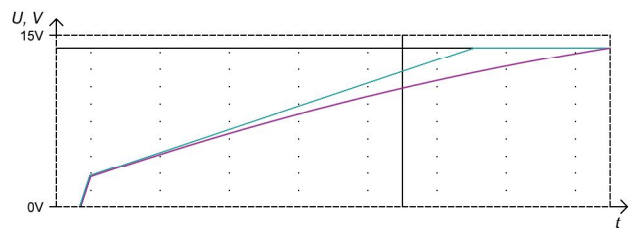


полученные результаты:

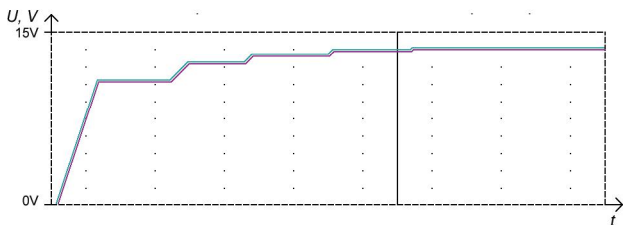
Значение напряжения на нагрузочном сопротивлении R4



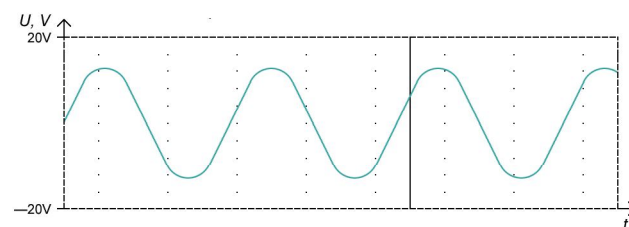
Значение напряжения на выходе стабилизатора напряжения DA



Значение напряжения на выходе стабилизатора напряжения DA1



Значение напряжения на выходе от источника сигнала V1

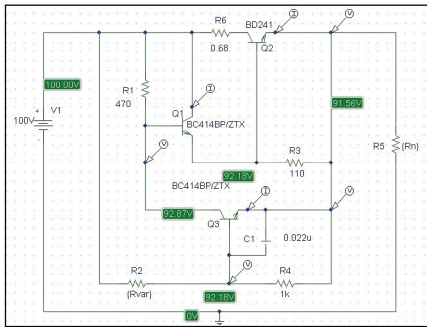


Время установления стабилизированного напряжения - 130 мс.

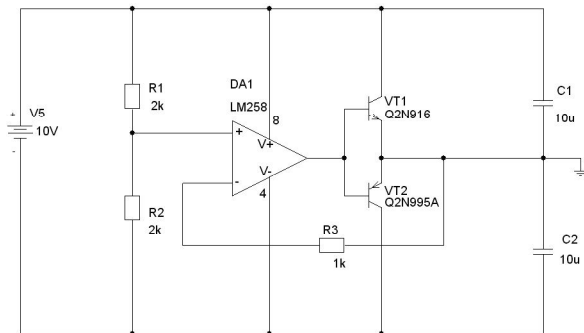
Методика разводки проводящего рисунка печатных плат с применением систем P-CAD и Design Lab.

Входная документация на проектирование печатных плат:

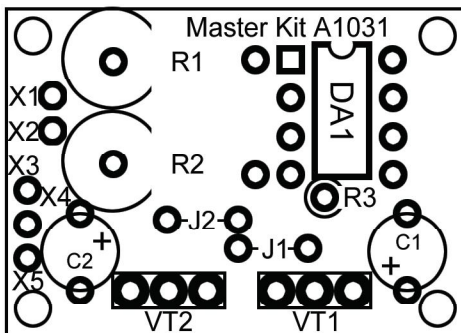
- Схемы электрические принципиальные в электронном виде после схемотехнического моделирования (.sch)



- Схемы электрические принципиальные в печатном виде из каталога и спецификации к ним



- Эскизы печатных плат

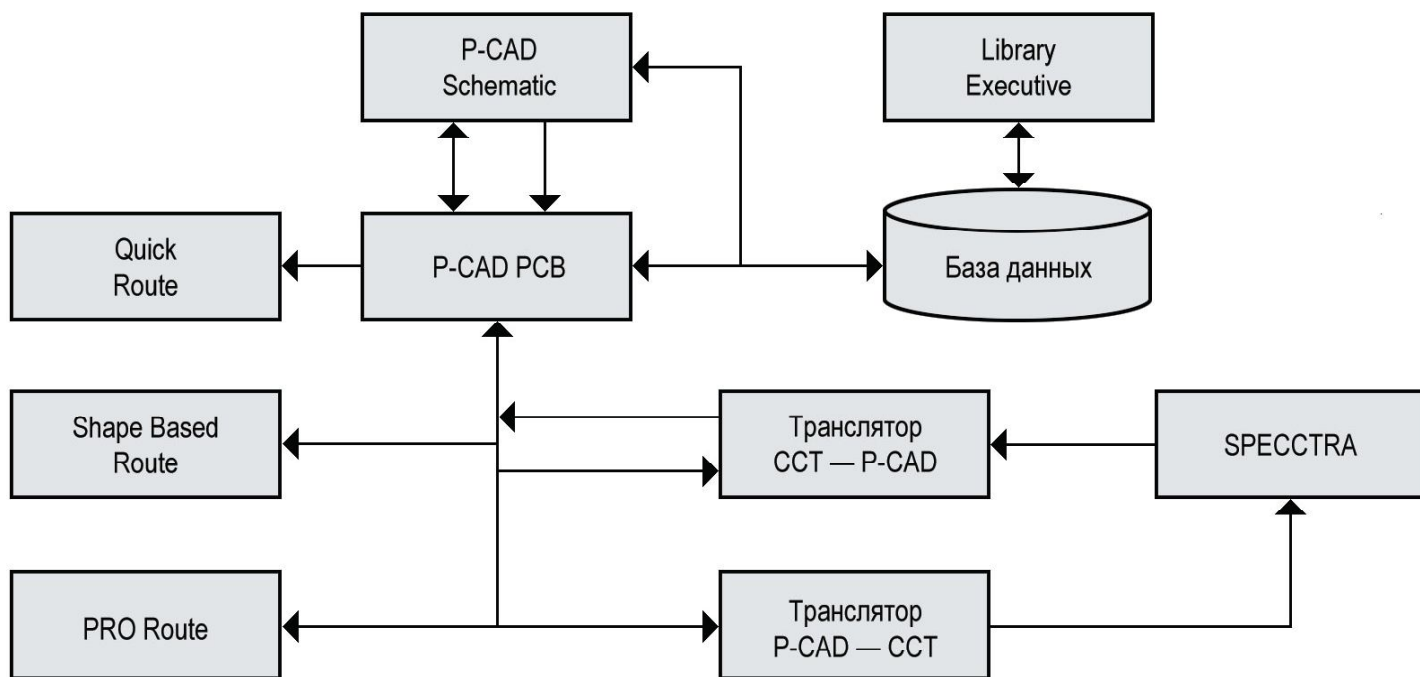


Система проектирования печатных плат P-CAD:

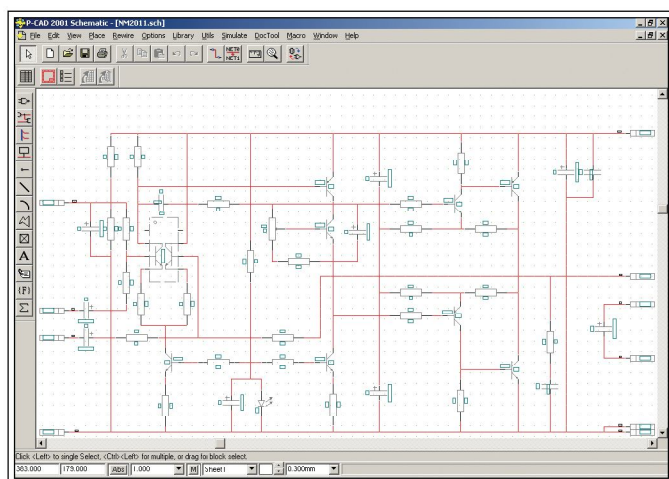
Система P-CAD предназначена для проектирования многослойных печатных плат (ПП) электронных устройств.

В состав P-CAD входят четыре основных модуля:

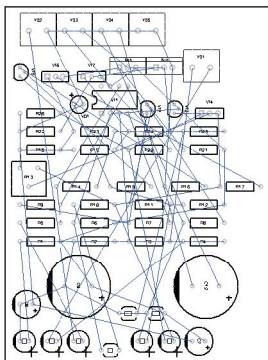
- P-CAD Schematic
- P-CAD PCB
- P-CAD Library Executive
- P-CAD Autorouters



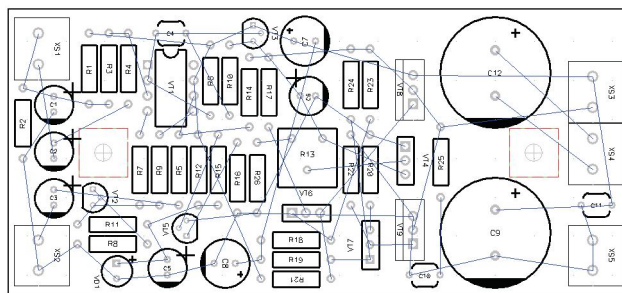
- Вид экрана графического редактора P-CAD Schematic



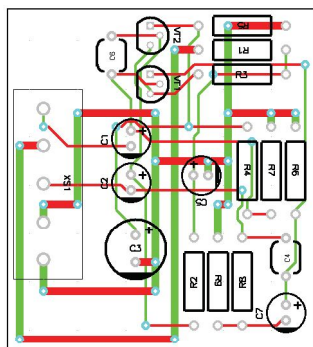
- Вид экрана редактора печатных плат P-CAD PCB



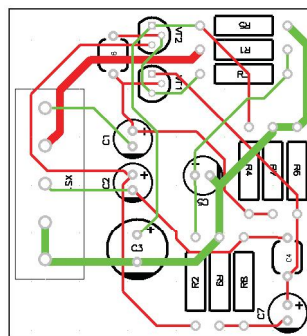
Загрузка компонентов после создания электрической принципиальной схемы



Размещение компонентов на печатной плате



Автоматический трассировщик Quick Route



Автоматический трассировщик Shape-Based

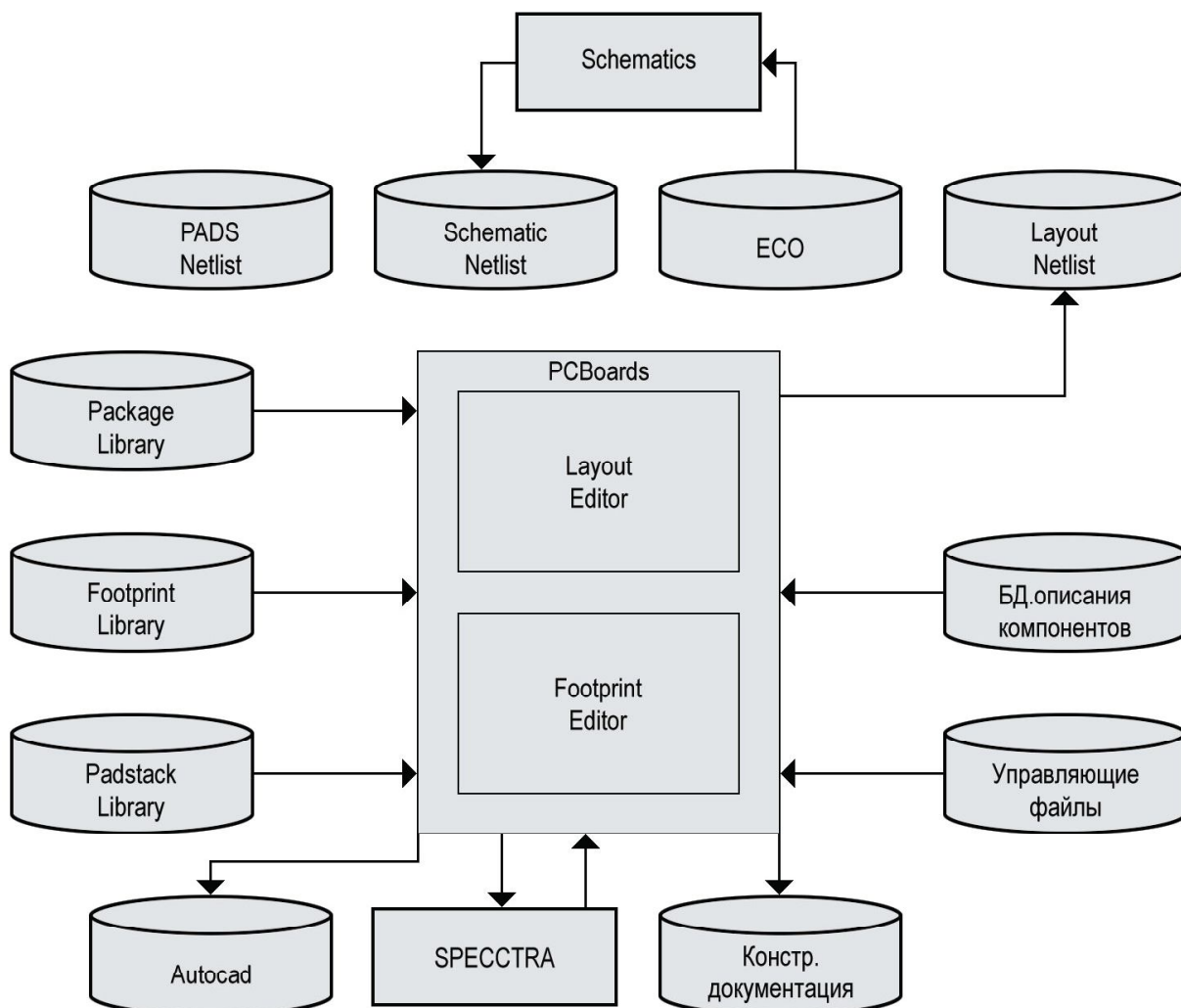
Система сквозного проектирования DesignLab:

В состав DesignLab входят три основных модуля:

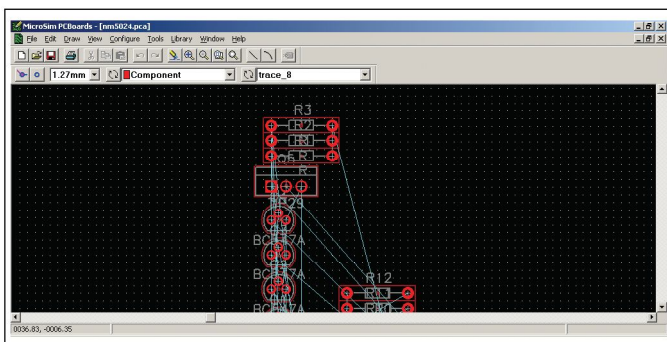
- PCBoards
- Footprint Editor
- SPECSTRA

Редактор печатных плат PCBoards позволяет проектировать многослойные печатные платы с двусторонним размещением компонентов.

- структура редактора PCBoards

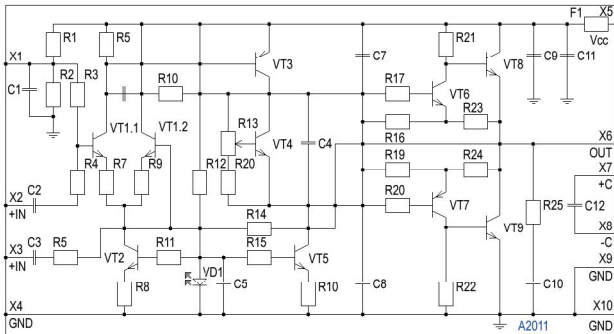


- Вид экрана редактора печатных плат PCBoards

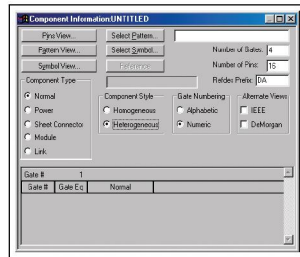
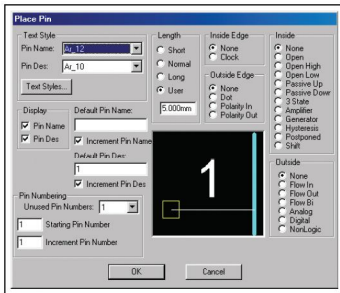


Поэтапное выполнение задания по начальному обучению проектированию печатной платы в P-CAD (на примере электронного модуля NM2011)

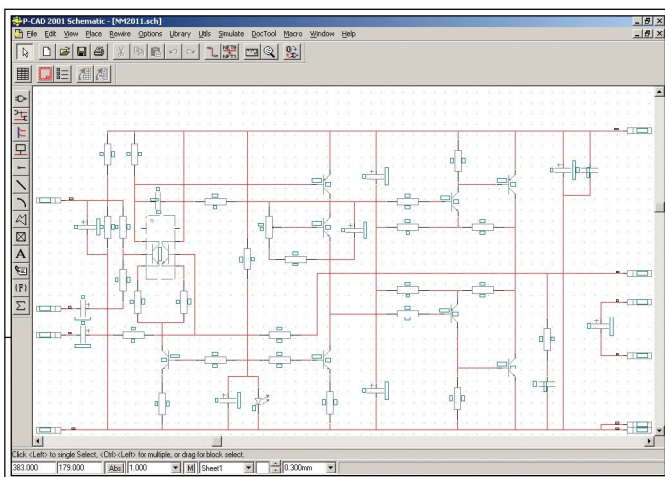
- Анализ электрической принципиальной схемы модуля



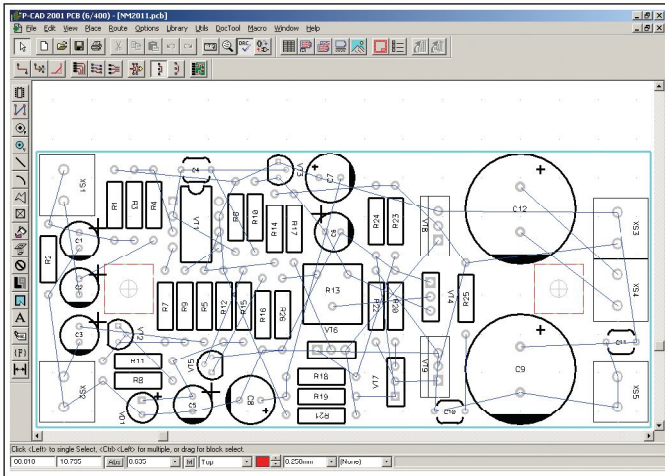
- Создание компонентов



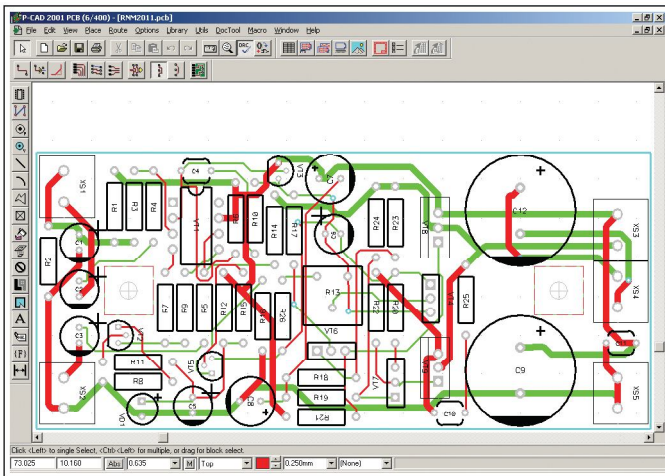
- Создание схем в P-CAD Schematic



- Установка элементов на плате в P-CAD PCB

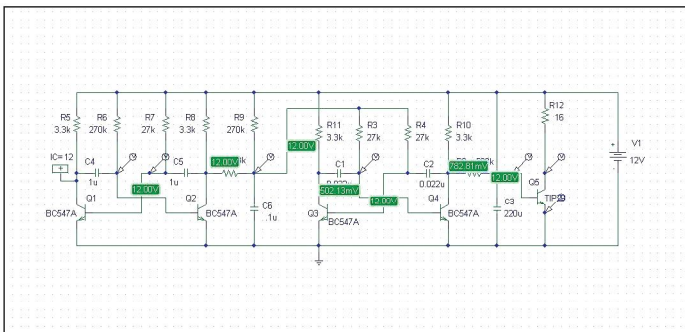


- Трассировка в P-CAD PCB

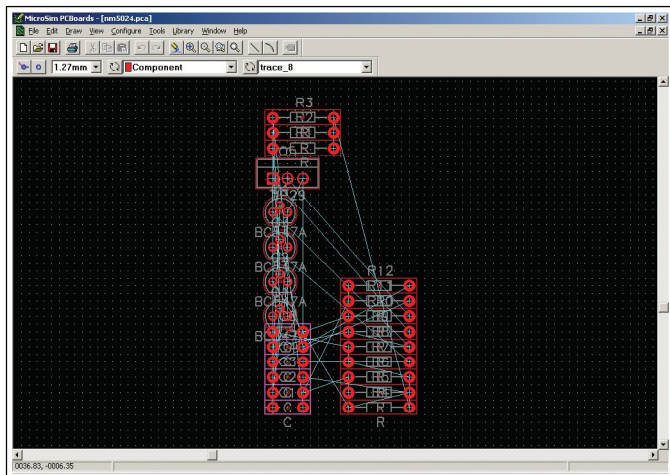


Поэтапное выполнение задания по начальному обучению проектированию печатной платы в DesignLab (на примере электронного модуля NM5024)

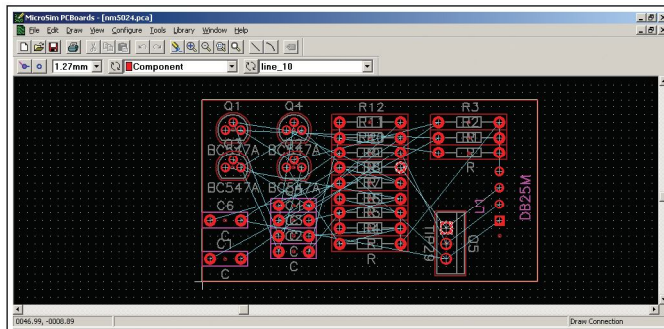
- Чтение схемы в Schematics



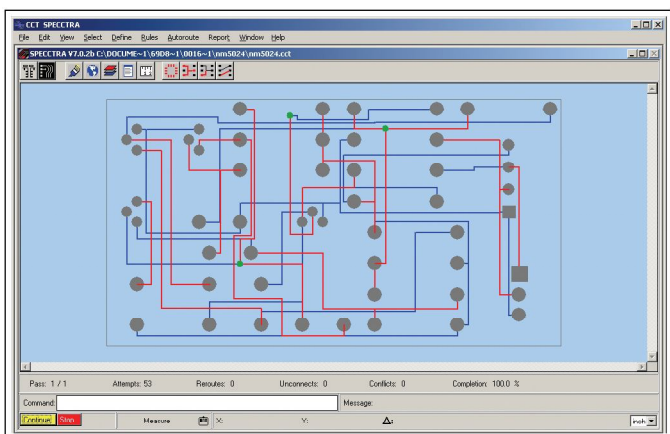
- Упаковка схемы на печатную плату



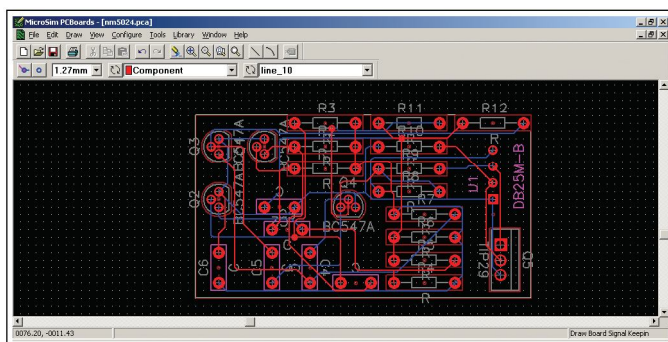
- Установка элементов на плате



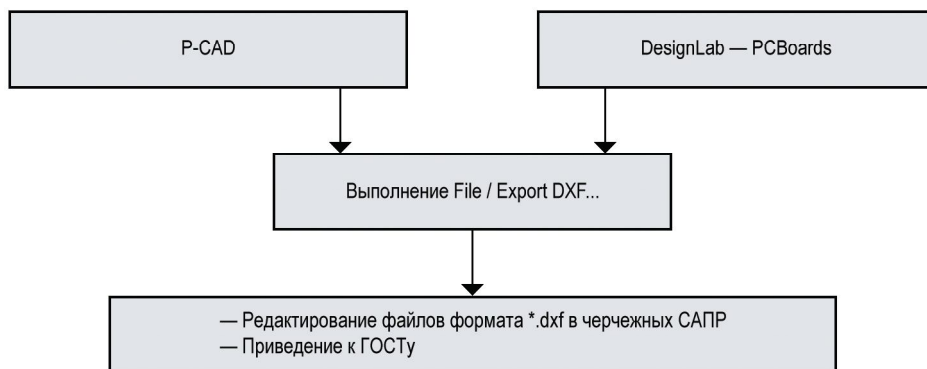
- Трассировка платы с помощью автоматического трассировщика Spectra



- Оттрассированная плата



Разработка конструкторской документации, необходимой для производства ПП



Пример проектирования электронного устройства «Голосовой коммутатор»:

Анализ устройства:

Внешний вид устройства показан на Рис. 3.1.

Устройство предназначено для использования в передатчиках, радиоприемниках, магнитофонах, усилителях. Коммутатор автоматически включает и выключает внешнее устройство при появлении и исчезновении сигнала на входе.

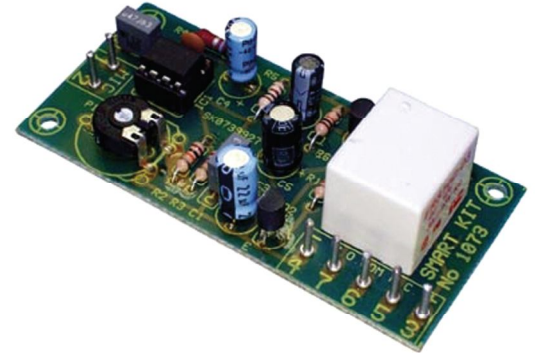


Рис. 3.1. Внешний вид устройства

Технические характеристики устройства:

- Напряжение питания: 12 В;
- Ток потребления: 30 мА;
- Коммутируемый ток: 2 А;
- Размер печатной платы: 76x35 мм.

Принципиальная схема устройства приведена на Рис. 3.2.

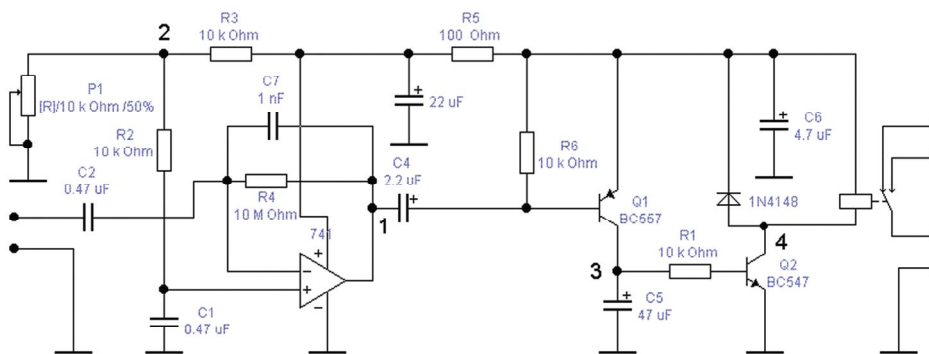


Рис. 3.2. Принципиальная схема устройства «Голосовой коммутатор»

Теоретический расчет:

Расчет схемы по постоянному току проводится при отсутствии внешнего сигнала. Т.к. нет входного сигнала, то транзисторы закрыты и практически не потребляют ток. Поэтому ток в схеме потребляет только операционный усилитель.

Моделирование работы схемы с помощью ПЭВМ:

Схема, собранная в программе PSpice Schematics пакета OrCAD, показана на Рис. 3.3.

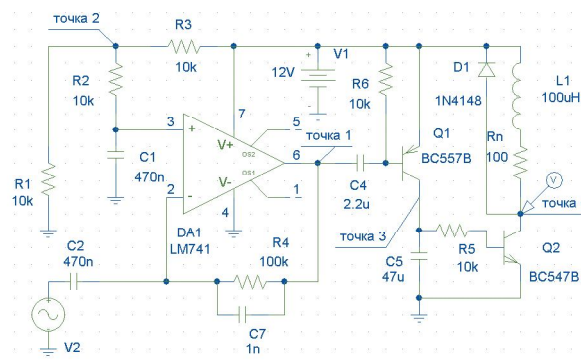


Рис. 3.3. Схема электрическая принципиальная в программе ORCAD PSpice Schematics

При моделировании работы схемы на ПЭВМ измеряют напряжение в базовых точках, получают виды сигналов при разных режимах работы схемы.

Сделаем следующие допущения: реле заменено сопротивлением $R_n = 100 \text{ Ом}$ и катушкой индуктивности $L_1 = 100 \text{ мН}$. Источник синусоидального напряжения V_2 имеет амплитуду сигнала, равную 50 мВ , и частоту $F = 200 \text{ Гц}$. Для лучшей иллюстрации работы схемы примем $R_4 = 100 \text{ кОм}$.

Изучение работы устройства проводится в 3х режимах при одинаковом входном напряжении:

- $R_1 = 10 \text{ кОм}$ (1);
- $R_1 = 5 \text{ кОм}$ (2);
- $R_1 = 2 \text{ кОм}$ (3).

Работа схемы в режимах 1, 2 и 3 представлена соответственно на Рис. 3.4, Рис. 3.5 и Рис. 3.6.

Результаты моделирования:

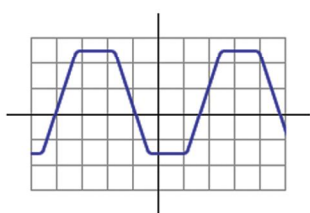


Рис. 3.4

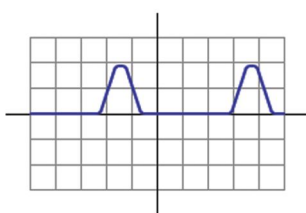


Рис. 3.5

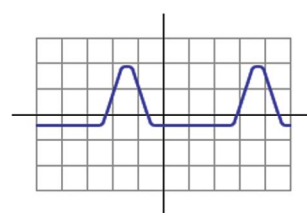


Рис. 3.6

Экспериментальные исследования:

Проводятся с помощью осциллографа, генератора синусоидального сигнала, источника питания и цифрового фотоаппарата для переноса результатов на компьютер.

Изучение работы устройства проводится в трех режимах:

- $R_1 = 10 \text{ кОм}$ (1);
- $R_1 = 5 \text{ кОм}$ (2);
- Сопротивление резистора R_1 таково, что реле не переключено (3).

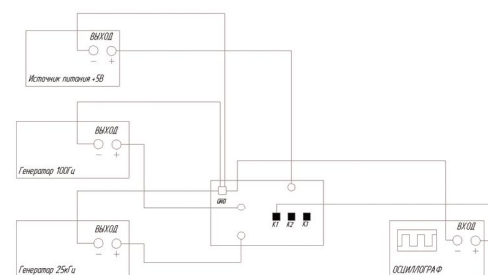


Рис. 3.7. Схема стенда для тестирования

Рассмотрим 4 точки, показанных на Рис. 3.2. (на Рис. 3.8 показано входное напряжение).

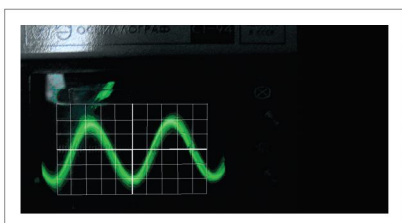


Рис. 3.8

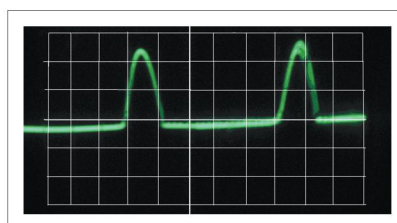


Рис. 3.10

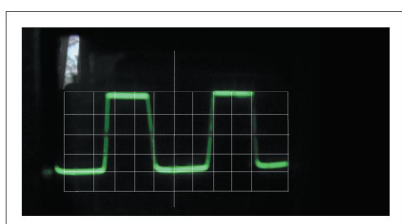


Рис. 3.9

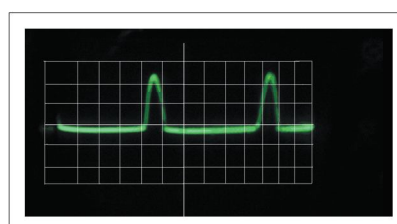


Рис. 3.11

Сравнение результатов эксперимента и теоретического расчета:

- В режиме 1 схема имеет следующие параметры:

Амплитуда импульса: 9В;

Напряжение в точке 1: 5.11В;

Напряжение в точке 2: 10.46В;

Напряжение в точке 3: 0.05В.

Осциллограмма в точке 1 имеет импульсный характер (см. Рис. 9).

- В режиме 2 схема имеет следующие параметры:

Амплитуда импульса: 9В;

Напряжение в точке 1: 2.57В;

Напряжение в точке 2: 10.46В;

Напряжение в точке 3: 0.05В.

Осциллограмма в точке 1 представлена на Рис. 10.

Экспериментально установлено, что сопротивление $R_1=3,8\text{кОм}$ является пороговым для данного входного напряжения. При меньшем сопротивлении схема перестает срабатывать.

- В режиме 3 схема имеет следующие параметры (реле отключено):

Напряжение в точке 1: 1.48В;

Напряжение в точке 2: 0.52В;

Напряжение в точке 3: 10.5В.

Осциллограмма в точке 1 представлена на Рис. 11.

В результате анализа осциллограмм и полученных экспериментальных данных установлено соответствие между результатами эксперимента и теоретического расчета.

Выводы:

В ходе выполнения курсовой работы студенты: проанализируют схему устройства, выявляют основные функциональные блоки; описывают основные элементы, используемые в схеме; обосновывают выбор элементной базы по критерию простоты изготовления и дешевизны; проводят макетирование схемы и ее исследование в реальных условиях; проводят расчет напряжения в характерных точках; полученные результаты сравнивают с результатами макетирования и компьютерного моделирования.

Курсовая работа по технологии производства ЭС

Оборудование

Оборудование для пробивки базовых отверстий.



FSM

Расстояние между отверстиями: 90 мм min — 620 мм max устанавливаемое
Размеры плат: 815 мм длина, ширина неограничена
Точность: $\pm 0,18$ мм
Глубина: 20 мм max
Диаметр штифта: 5 мм, штифты другого размера за доп. плату
Габариты: 1150 x 630 x 1200 мм (ШхГхВ)
Вес: 260 кг



Posaiux POSAFOR (Швейцария)

Расстояние между отверстиями: 140 мм min — 780 мм max
Размеры плат: 870 x 610 мм max
Толщина плат: 14 мм max
Точность: $\pm 0,20$ мм
Диаметр отверстий: до 5 мм, варьируемый Установка штифта: автомат., из магазина на 500 шт.
Габариты: 1530 x 800 x 1420 мм (ШхГхВ)
Вес: 300 кг



Billows Protocol APEP 2000 (Великобритания)

Точность совмещения изображения по отношению к заготовке: 0,0127 мм
Размер заготовки: от 305 x 457 мм до 660 x 762 мм с шагом 25,4 мм
Минимальная толщина: 0,05 мм
Максимальная толщина: 1,60 мм
Формат отверстий: 4,76 x 7,11 мм
Точность позиционирования отверстия: 0,025 мм
Точность позиционирования изображения по отношению к заготовке: 0,013 мм
Повторная точность: 0,005 мм
Размеры и масса: 800x1150x1430 мм (Д*Ш*В), 440 кг



Billows Protocol REGISTRONIC (Великобритания)

Время пробивки отверстий: менее 10 сек Высокая повторная точность: не хуже 0,02 мм
Скорость: менее 10 сек/шт
Размеры и масса: 1030 x 840 x 1365 мм (Д*Ш*В), 310 кг
Полуавтоматическая версия требует ручного позиционирования каждого шаблона.

Оборудование для скрайбирования.



DATASCORE 700 SEETRAX (Великобритания)

Индикатор износа фрезы, алмазная фреза
Глубина V-подреза: 0,2—5 мм
«Прыгающая» фреза На длинной 0,02—690 мм
Размер фиксирующих штифтов: 1—5 мм
Максимальный размер заготовки: 700 x 700 мм
Максимальная толщина заготовки: 0,3—5 мм
Точность позиционирования по осям X/Y/Z: 0,02 мм / 0,02 мм / 0,02 мм
Расстояние от центра фиксирующего штифта до первого пропила: 10 мм
Минимальная ширина прореза: 0,2 мм
Габаритные размеры: 1780 x 1850 x 1600 мм
Масса 500 кг



MultiScore Seetrah (Великобритания)

Микрометрическая регулировка по осям X/Y: $\pm 0,05$ мм
Мин. расстояние между дисками: 20 мм
Совмещение заготовки (механический зажим): по штифтам
Регулируемая глубина скрайбирования: микровинт
Максимальный размер заготовки: 710 x 710 мм
Регулировка положения дисковых пил: цифровое
Габаритные размеры (Д x Ш x В) мм: 1574 x 990 x 1300
Вес: 184 кг



CNC-Score RM 650 HML (Германия)

Максимальный размер заготовки: 650 x 650 мм
Минимальный размер заготовки: 120 x 120 мм
Толщина обрабатываемого материала: 0,5—3,2 мм
Точность позиционирования: $\pm 0,03$ мм
Величина зазора между верхним и нижним пропилом или между верхним пропилом и нижней стороной заготовки: не мене 0,2 мм
Габариты (Д x Ш x В): 2000 x 1850 x 1500 мм
Вес: 550 кг

Оборудование для сверления и фрезерования.



KLG SpeedStar 1 (Германия)

Точность позиционирования: $\pm 0,005$ мм
Точность сверления: 0,015 мм
Станция рассчитана на 388 инструментов
Станция имеет лазерный контроль инструмента
Рабочее поле: X/Y 610 x 660 мм
Станция обеспечивает сверление на глубину
Точность измерения глубины: +0,015 мм
Габаритные размеры (Ш x Г x В) 1300 x 1740 x 1750
Вес: 2500 кг



Bungard CCD/2

Напряжение питания: 230 В
Рабочее поле: 300 x 325 мм
Наименьший диаметр отверстия: 0,3 мм
Дискретность шага: 0,0254 мм
Габаритные размеры (Д x Ш x В): 700 x 550 x 300 мм
Вес: около 23 кг

Фотоплоттеры.



Slec 1200A (Китай)

Максимально засвечиваемая поверхность: 406 x 508 мм
Разрешение: 4000dpi
Точность позиционирования: $\pm 0,015$ мм
Минимальная ширина линии и зазора: 50 мкм / 50 мкм
Габариты: 1200 мм x 650 мм x 1050 мм
Вес: 360 кг



Slec 3000A (Китай)

Максимально засвечиваемая поверхность: 610 x 762 мм
Разрешение: 8000dpi
Точность позиционирования: $\pm 0,015$ мм
Минимальная ширина линии и зазора: 25 мкм / 25 мкм
Габариты: 1200 мм x 1180 мм x 950 мм
Вес: 360 кг



Slec 4200A (Китай)

Максимально засвечиваемая поверхность: 508 x 610 мм
Разрешение: 4000dpi
Точность позиционирования: $\pm 0,015$ мм
Минимальная ширина линии и зазора: 50 мкм / 50 мкм
Габариты: 1220 мм x 1185 мм x 950 мм
Вес: 380 кг

Оборудование для экспонирования.



AUTOMA-TECH AFOSA-CA5 (Франция)

Максимально засвечиваемая поверхность: 406 x 508 мм
Совмещение «фотошаблон / фотошаблон»: ± 5 мкм
Повторяемость открытия рамы: ± 5 мкм
Совмещение «фотошаблон / плата»: ± 15 мкм
Размеры плат: 254 x 304 мм min, 610 x 762 мм max
Толщина плат: от 50 мкм до 6 мм
Способ работы: по энергии экспонирования или по времени
Применение: внутренние слои, внешние слои, паяльная маска, лазерные микроотверстия, защитная маска



SUNSCAN P&P5000 AUTOMA-TECH (Франция)

Размеры панелей: 256 x 381 мм min, 533 x 635 мм max
Свободное пространство от края совмещения: 9 мм
Линии и расстояния: От 75 / 75 мкм до 50 / 50 мкм
Совмещение фотошаблонов: ± 30 мкм
Совмещение «фотошаблон / панель»: ± 35 мкм
Время экспонирования для панелей шириной 533 мм:
— сухой пленочный фоторезист: 70 мДж — 4,2 секунды
— жидкая паяльная маска: 300 мДж — 13 секунд



PrintProcess EXPOMAT AEX II (Швейцария)

Обработываемые материалы: сухой фоторезист, жидкий фоторезист и защитная паяльная маска
Размер заготовки: 300 x 200 мм min, 650 x 560 мм max
Толщина заготовки: 0,02 мм min, 4,0 мм max
Точность разрешения: ± 2 мкм
Точность совмещения: ± 5 мкм
Габаритные размеры: 2450 x 1250 x 2000 мм (Д x Ш x В)
Вес: 1400 кг

Оборудование для электроконтроля.

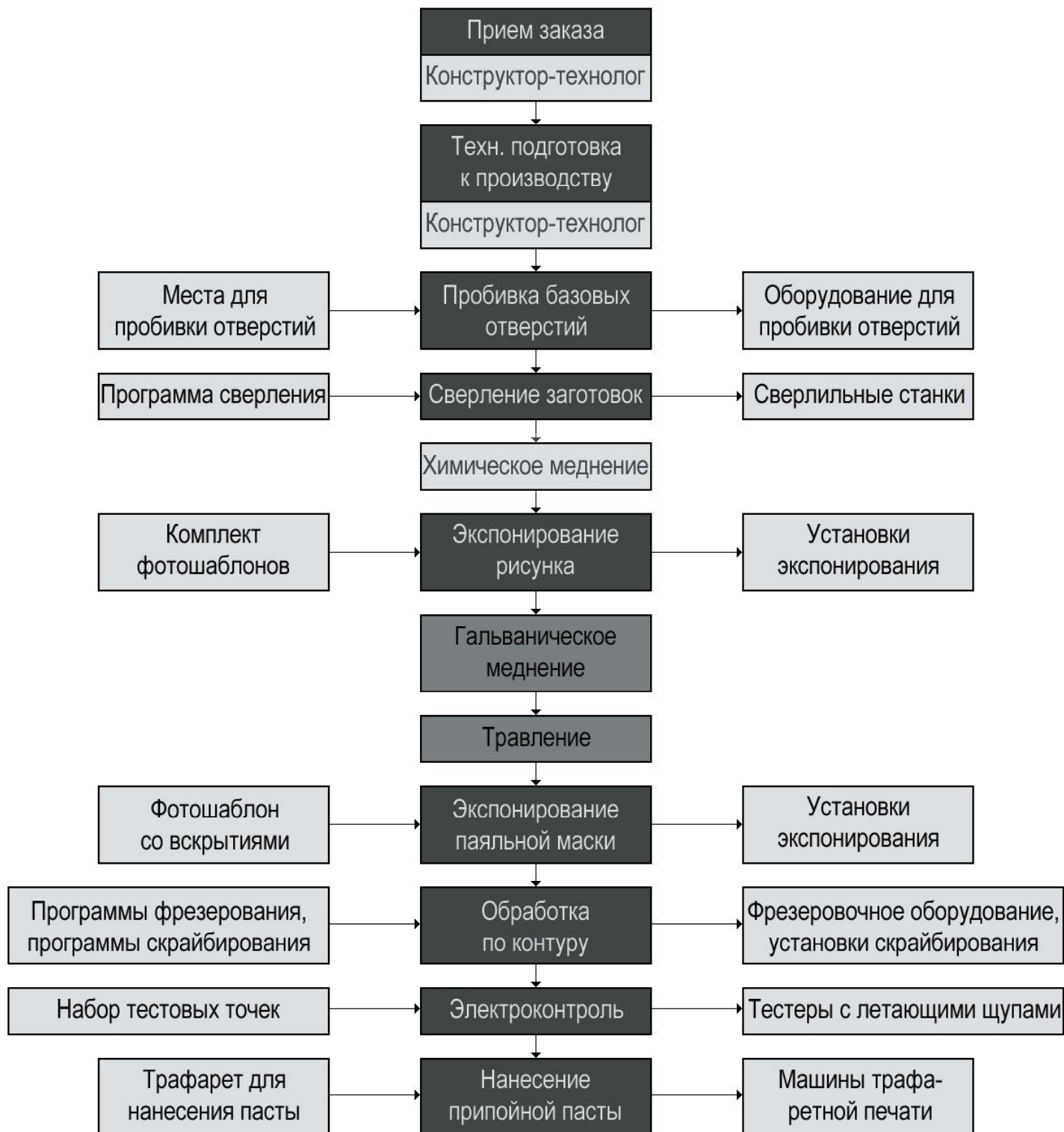


Probot SIX-D (USA)

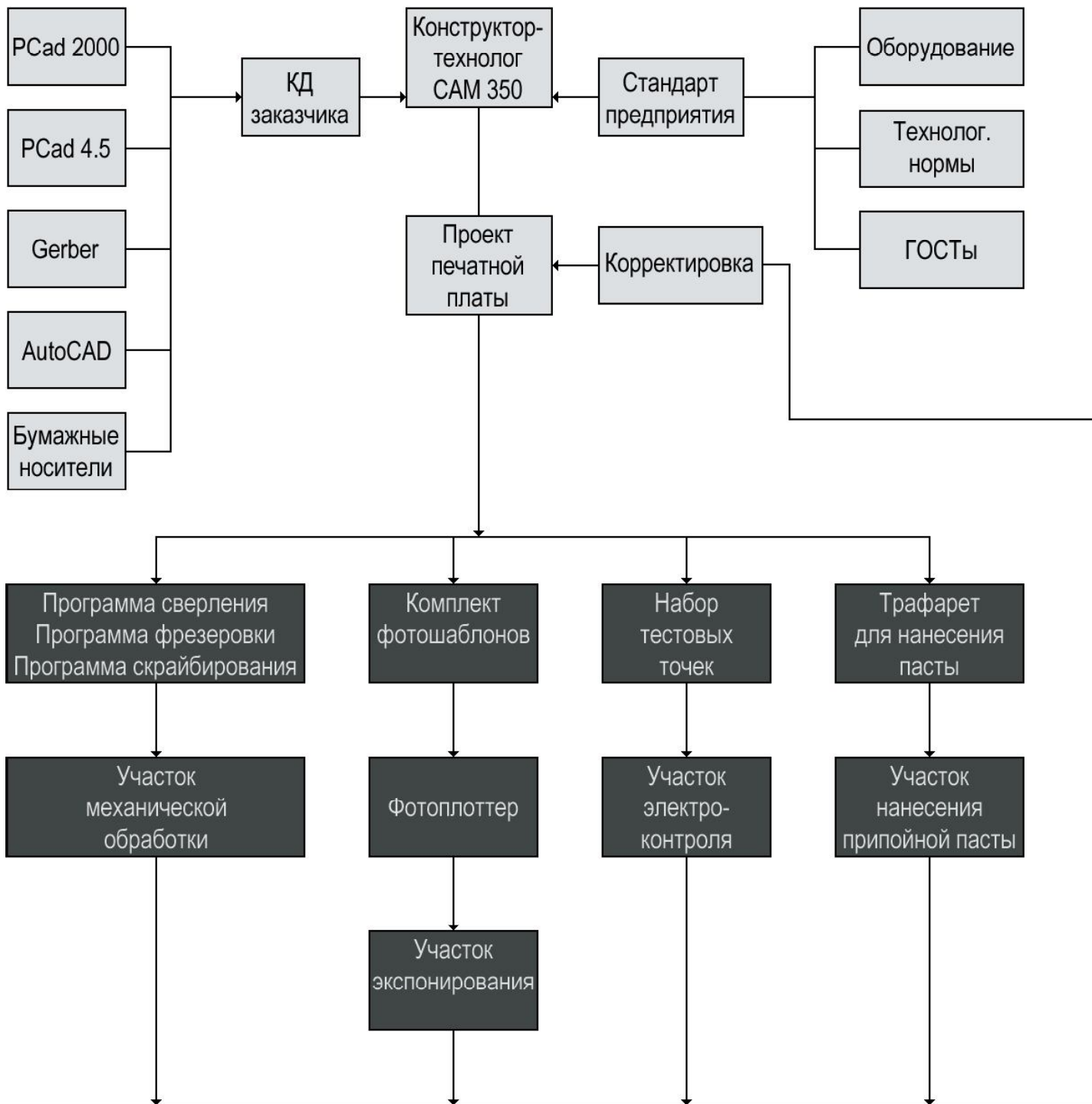
Двусторонний электротестер для немонтированных печатных плат
Имеет 4 подвижных щупа (по 2 с каждой стороны)
Скорость щупа: 406 мм/сек
Площадь контроля: 686 x 610 мм
Контактная площадка: 0,09 мм
Шаг min: 0,018 мм
Габариты: 2300 x 1800 x 2000 мм (Ш x Г x В)
Вес: 900 кг

Методика разработок на базе пакета CAM350

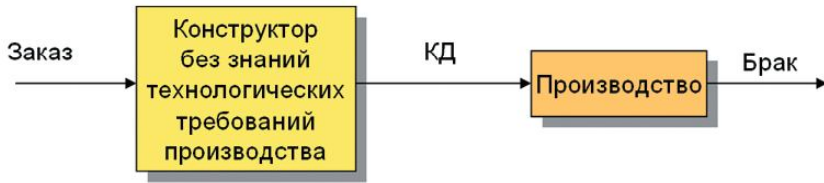
Методика типового ТП с использованием CAM350



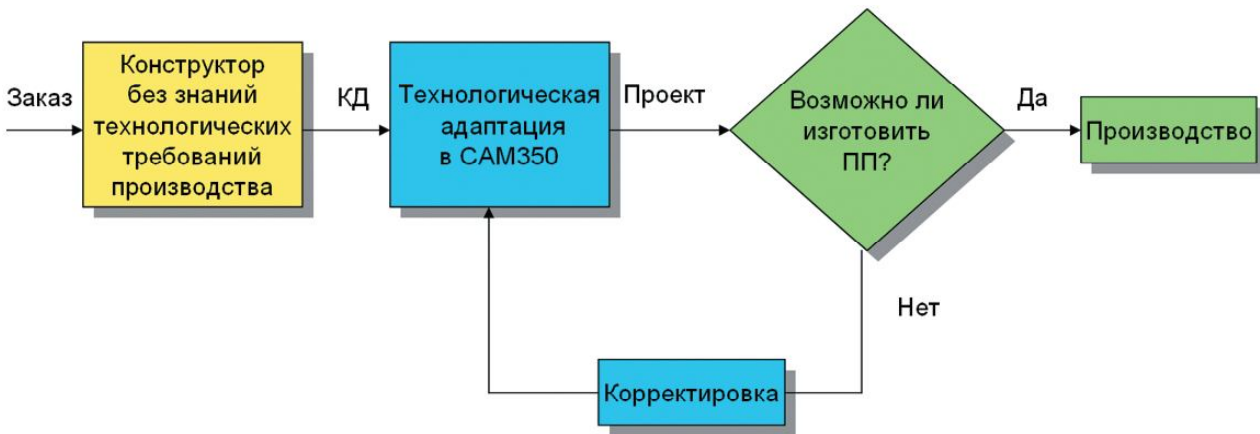
Взаимодействие конструктора-технолога с действующим производством



Необходимость применения САМ350

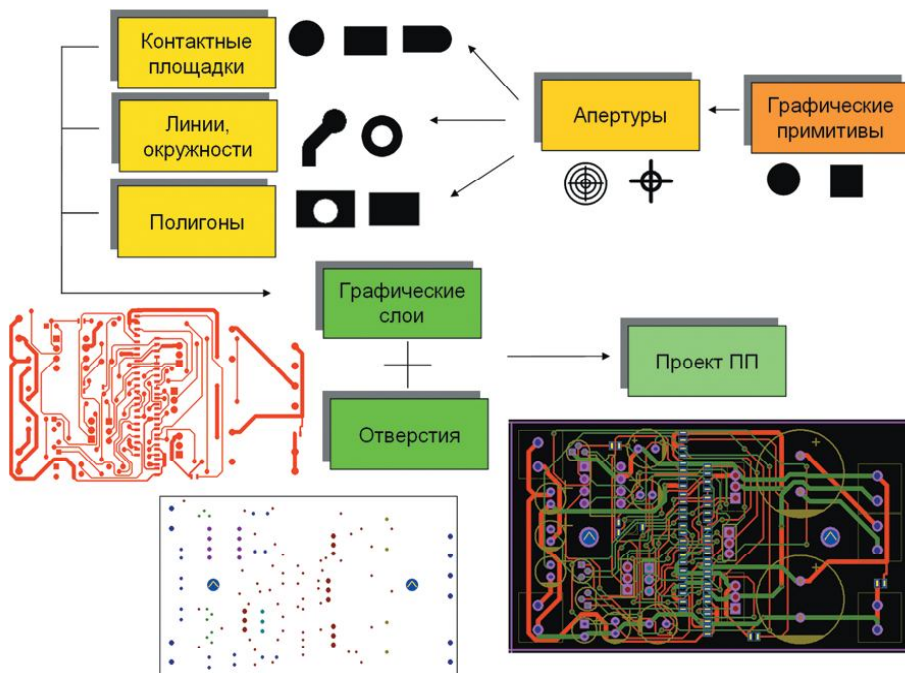


Производство без применения САМ350

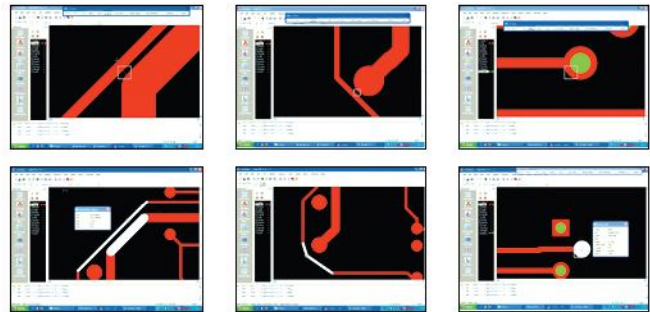
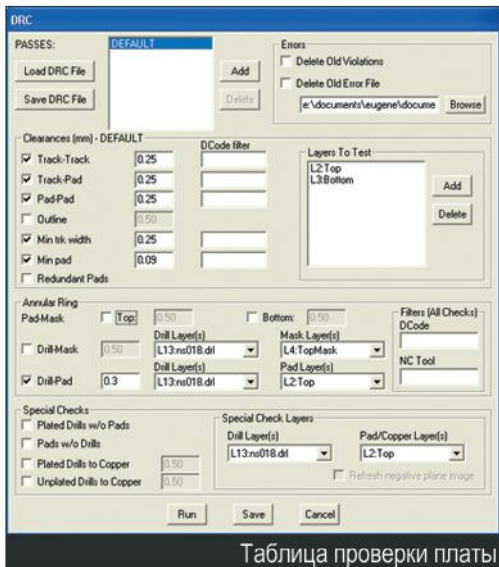
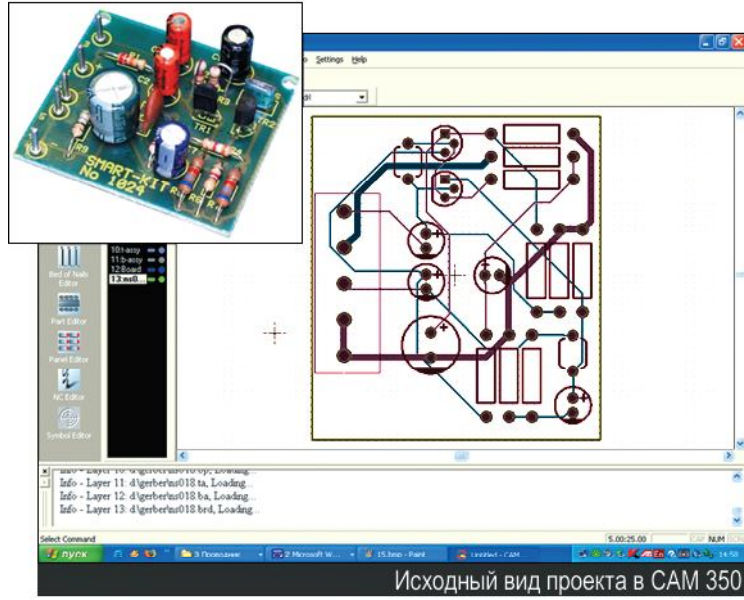


Производство с применением САМ350

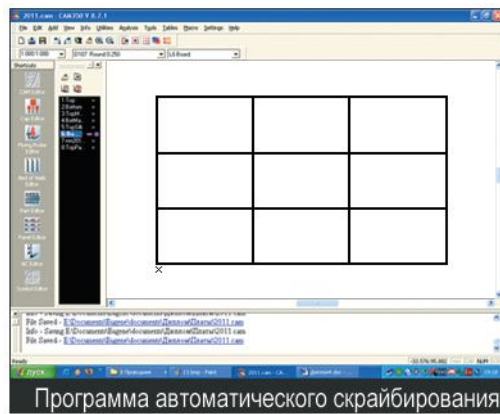
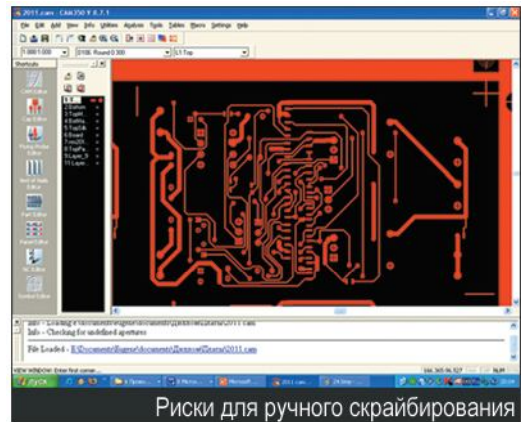
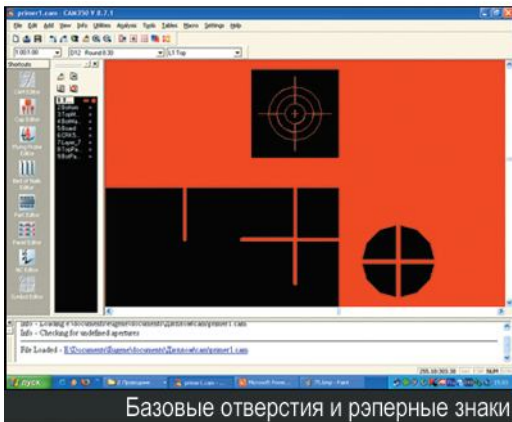
Необходимость применения САМ350



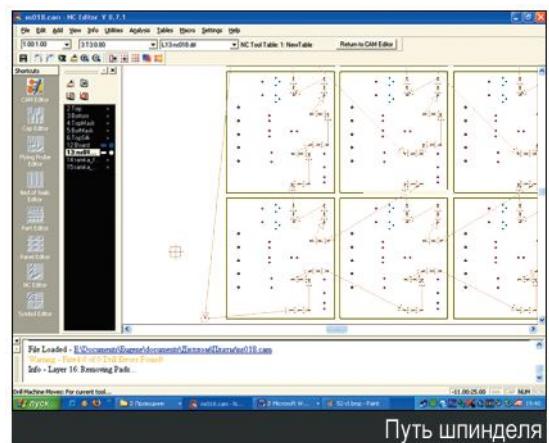
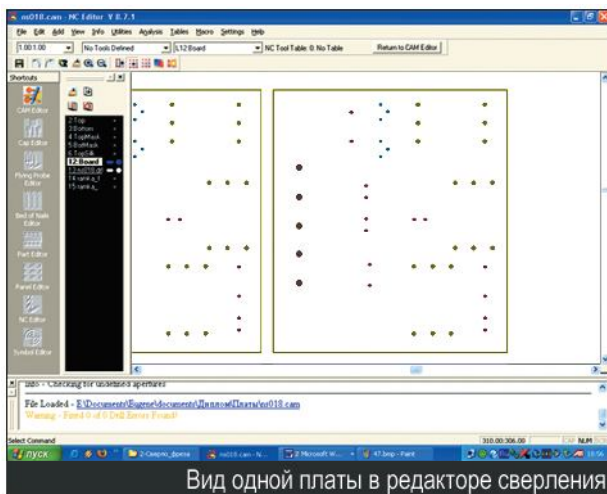
Обработка исходных данных



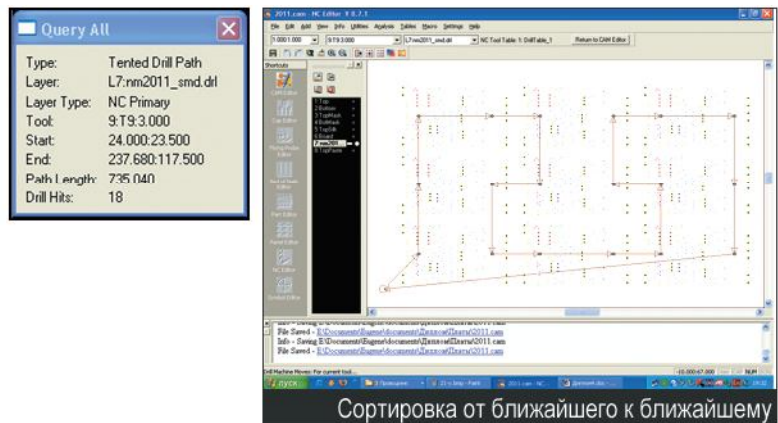
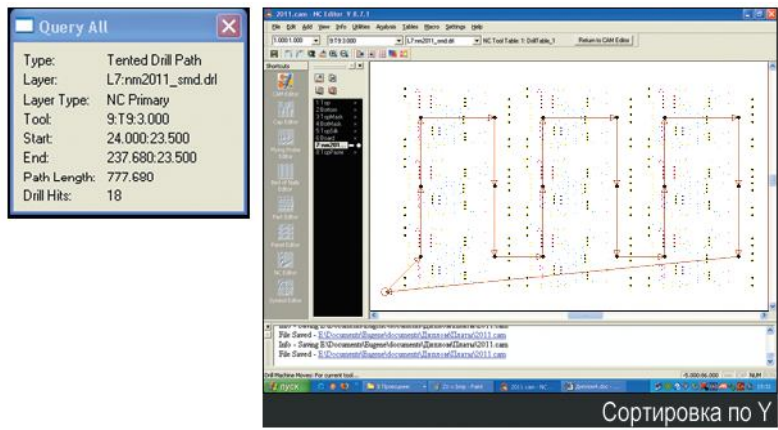
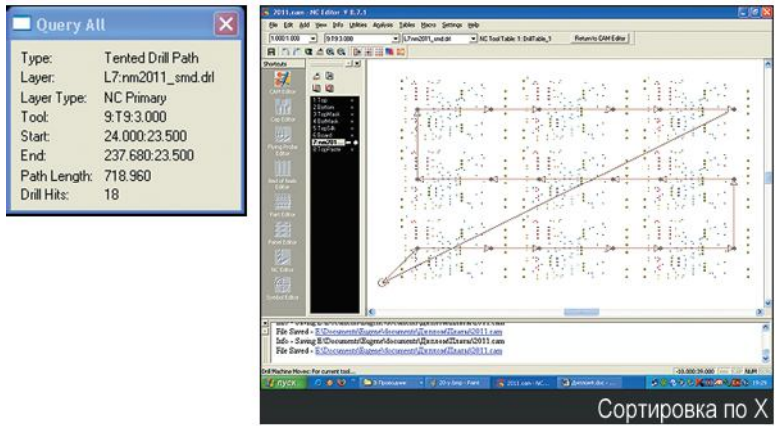
Методика подготовки базовых отверстий и программы скрайбирования



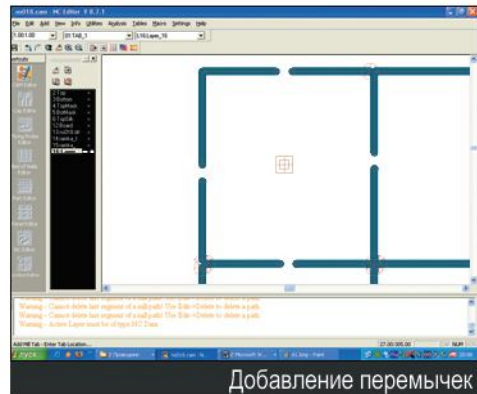
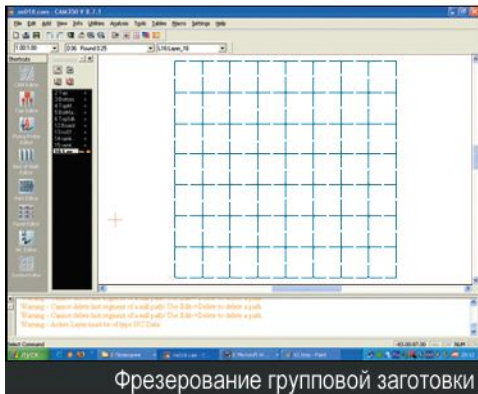
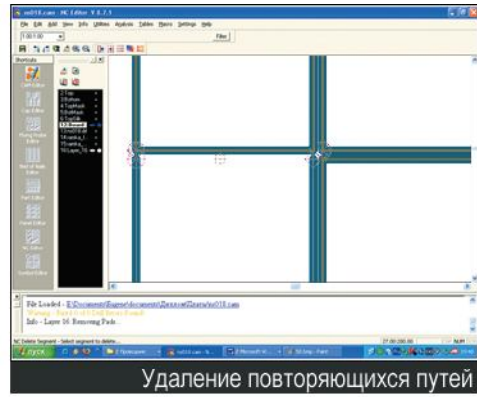
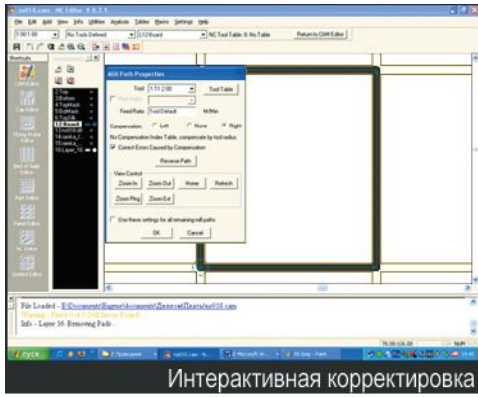
Методика подготовки программы сверления



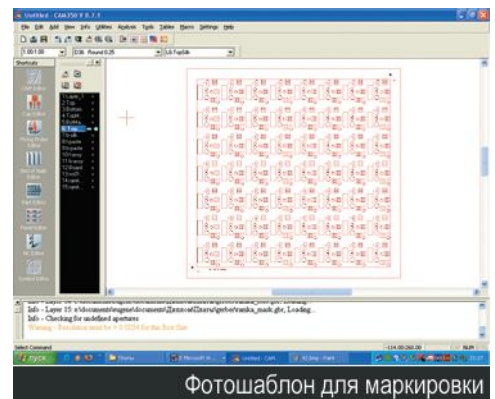
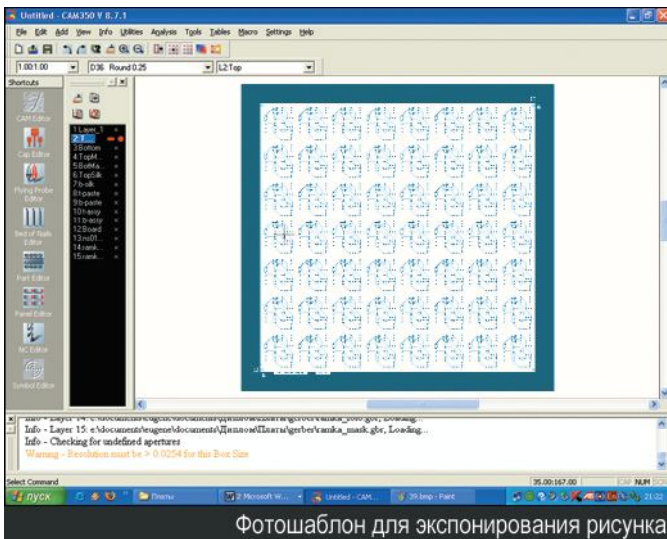
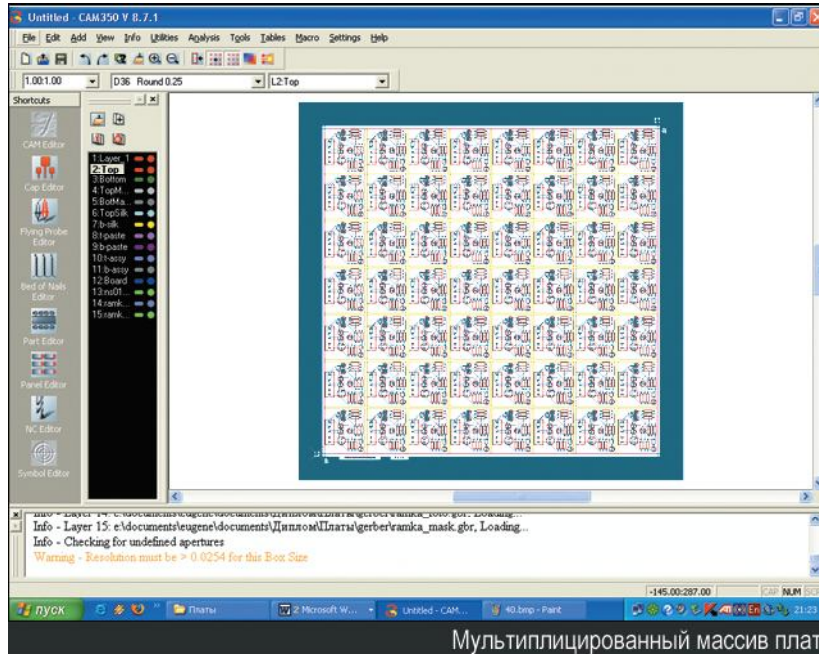
Сортировка отверстий одного диаметра



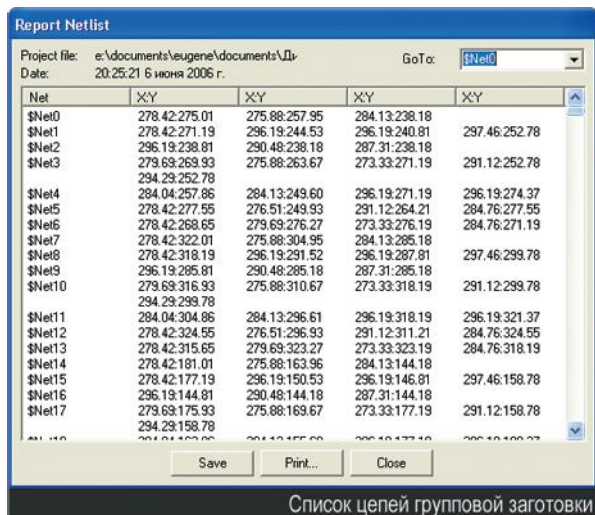
Методика подготовки программы фрезерования



Методика создания групповых фотошаблонов

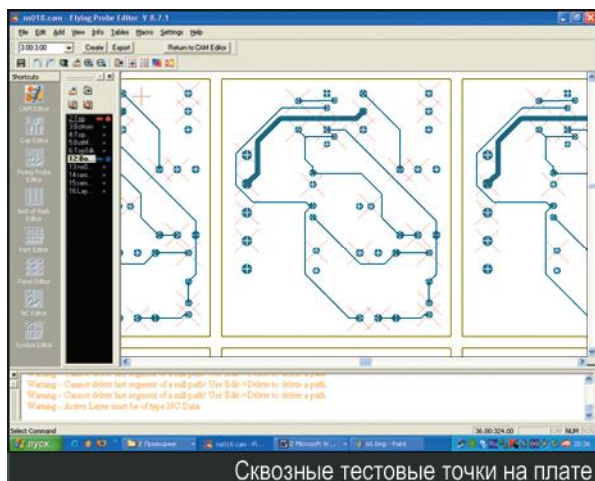


Методика создания программы электроконтроля

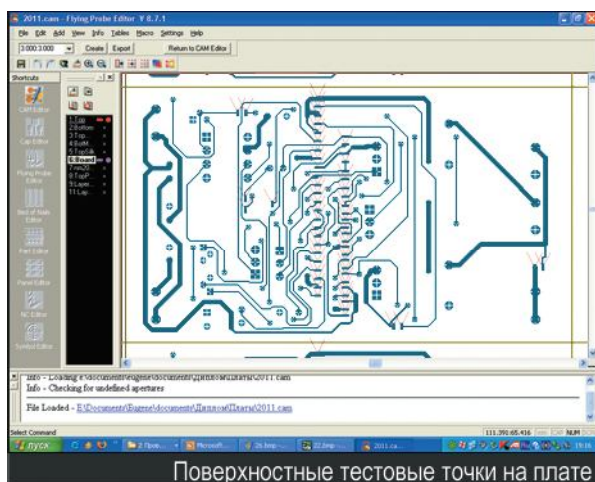


Net	XY	XY	XY	XY
\$Net0	278.42.275.01	275.88.257.95	284.13.238.18	
\$Net1	278.42.271.19	296.19.244.53	296.19.240.81	297.46.252.78
\$Net2	296.19.238.81	290.48.238.18	287.31.238.18	
\$Net3	279.69.269.93	275.88.263.67	273.33.271.19	291.12.252.78
	294.29.252.78			
\$Net4	284.04.257.86	284.13.249.60	296.19.271.19	296.19.274.37
\$Net5	278.42.277.55	276.51.249.93	291.12.264.21	284.76.277.55
\$Net6	278.42.268.65	279.69.276.27	273.33.276.19	284.76.271.19
\$Net7	278.42.322.01	275.88.304.95	284.13.285.18	
\$Net8	278.42.318.19	296.19.291.52	296.19.287.81	297.46.299.78
\$Net9	296.19.285.81	290.48.285.18	287.31.285.18	
\$Net10	279.69.316.93	275.88.310.67	273.33.318.19	291.12.299.78
	294.29.299.78			
\$Net11	284.04.304.86	284.13.296.61	296.19.318.19	296.19.321.37
\$Net12	278.42.324.55	276.51.296.93	291.12.311.21	284.76.324.55
\$Net13	278.42.315.65	279.69.323.27	273.33.323.19	284.76.318.19
\$Net14	278.42.181.01	275.88.163.96	284.13.144.18	
\$Net15	278.42.177.19	296.19.150.53	296.19.146.81	297.46.158.78
\$Net16	296.19.144.81	290.48.144.18	287.31.144.18	
\$Net17	279.69.175.93	275.88.169.67	273.33.177.19	291.12.158.78
	294.29.158.78			

Список цепей групповой заготовки



Сквозные тестовые точки на плате



Поверхностные тестовые точки на плате

Выводы

1. При производстве печатных плат необходимо производить технологическую адаптацию. CAM350 — мощный пакет для адаптации проектов ПП к производству.
2. Использование CAM350 позволяет выявлять и исправлять ошибки, допускаемые конструкторами при проектировании ПП.
3. Создание программ сверления, фрезерования и скрайбирования обеспечивает качественную оптимальную механическую обработку групповой заготовки плат.
4. Создание групповых фотошаблонов для конкретного оборудования позволяет достичь оптимальной загрузки фотоплоттеров и установок экспонирования.
5. Создание программ электроконтроля обеспечивает возможность проверки и корректировки проекта ПП до монтажа элементов. Современное технологическое оборудование обеспечивает необходимую точность при производстве печатных плат 3—4 класса точности, позволяет налаживать как единичное, так и массовое производство.

Перечень разработанных документов:

1. Структура СПО CAM 350
2. Алгоритм СПО CAM 350
3. Листинг исходного кода
4. Чертежи фотошаблонов
5. Список цепей (граф движения инструмента).

Технология производства ПП

Проектирование ТП сборки

Исходные данные.

- Разработанная конструкция ПП (ОПП или ДПП);
- конструктивная компоновка ячейки;
- перечень и конструктивные особенности изделий электронной техники (ИЭТ), входящих в состав устройства.

Для выбранного типа ПП и заданного класса точности проводящего рисунка указывается метод изготовления платы (химический, комбинированный позитивный или какой-либо другой).

Расчетным путем уточняются:

- диаметры монтажных отверстий ($d_{мо}$) при известных размерах выводов компонентов, монтируемых в отверстия (КМО);
- диаметры контактных площадок ($D_{кп}$) для КМО при наличии гарантированного пояса b и с учетом погрешностей сверления отверстия и экспонирования рисунка ПП;
- ширина сигнальных проводников с учетом класса точности, технологических ограничений и наличия узких мест проводящего рисунка.

Размеры КП для компонентов, монтируемых на поверхность (КМП), выбираются из справочной литературы в зависимости от типа корпуса КМП и размера планарных выводов ИМС.

Анализ вариантов установки ИЭТ необходим для оценки технологичности изучаемого или проектируемого ЭМ. Установка элементов с зазором или без зазора относительно ПП требует их фиксации, особенно при групповой пайке волной припоя. Некоторые варианты предусматривают сложную формовку выводов ИЭТ, для которой необходимы специальные инструменты или приспособления для формовки.

Применение изоляционных или теплоотводящих подкладок требует введения дополнительных операций в технологический процесс сборки ячеек. При механической фиксации корпусов навесных элементов в конструкции ячеек появляются детали пространственной компоновки (втулки, пластины, радиаторы, винты, гайки), снижающие технологичность ячейки.

Схемы установки компонентов (КМП), монтируемых на поверхность печатных плат, приведены в Таблице 4.1.

Таблица 4.1. Схемы установки компонентов (КМП), монтируемых на поверхность печатных плат.

Наименование и характеристики ИЭТ	Схемы и характеристики ИЭТ на ПП	Схемы посадочных на ПП	Размер			Типы ИЭТ	
						отечественные	импортные
ИМС с удлиненными планарными выводами			f	a	b	401	SOT
			1,25	2Д	0,8	402	SO
			1,25	2,3	0,8	4112	SSO
			0,75	2,4	0,45	4119	SOP
			0,65	2,15	0,3	411	
			1,27	2,5	0,6	4122	
			0,8	2	0,5	4138	
ИМС с планарными выводами (L-выводы)			t	a	b		SOT
			1,27	1,2	0,7		TSOT
			0,65	1,6	0,4		
			0,3	1,6	0,17		
			0,63	1,8	0,35		
			0,5	1,6	0,3		

Раздел 4: Технологическое проектирование ЭС

ИМС с подогнутыми выводами (J-выводы)			t	a	b			SOJ	
			1,27	2,2	0,6				
			1,27	2,2	0,6				PLCC
			1,27	1,85	0,6				
ИМС с 4-х сторонним расположением планарных элементов			t	a	b			QFP	
			0,635	1,8	0,35				SQFP
			0,3	1,6	0,17				CQFP
			0,5	1,6	0,3				PQFP
			0,8	1,8	0,4				
Дискретные чип-элементы				a	b			диоды SOD	
				0,5	0,6				резисторы 0402, 0805
				1,5	4				конденсаторы 1206, 1812
				3,2	3,2				индуктивности 2012Chip
ИМС в корпусах DIP			t	a	b		201	DIP	
			2,5	2,2	1,2		2104		
							2107		
							2140		
							2127		
							238		
ИЭТ с осевыми выводами			d	a	b			резисторы	
			до 0,5						конденсаторы
			до 1,0						диоды
									дроссели

Разработка маршрутного ТП сборки.

Основывается на типовом ТП сборки электронных модулей 1-го уровня, который состоит из следующих операций:

- комплектация ИЭТ;
- подготовка ИЭТ к монтажу на ПП;
- установка ИЭТ на ПП;
- пайка ИЭТ или другой способ получения контактных соединений;
- контроль качества собранной ячейки.

Способы комплектации ИЭТ (зависят от их типов и состояния поставки фирмами-изготовителями):

- фирменная упаковка;
- транспортировочная тара;
- технологическая тара;
- кассеты-питатели.

Пайка — основной способ получения контактных соединений при сборке и монтаже ячеек. Применяются следующие способы пайки:

- пайка паяльниками с различными конфигурациями жала, с применением трубчатых припоев, с регулированием температуры
- помощью паяльных станций;
- пайка волной припоя (параболической, А - волной, двухкаскадной волной); применяется при монтаже КМО и КМП, если корпуса последних приклеены к поверхности ПП;
- конвекционная пайка в специальных конвейерных печах с предварительным нанесением на контактные площадки проводящего рисунка ПП припойной пасты с помощью трафаретной печати;

Контроль качества ячеек ведется:

- после установки ИЭТ (КМО и КМП) на плату (установка в соответствии с маркировкой на ПП, ориентация ИЭТ по ключу и полярности, смещение КМП относительно КП);
- после пайки ИЭТ (по характеру галтелей припоя, его количеству и отражательной способности);
- на рабочем месте функционального контроля или установках функционального контроля.

Разработка операционного ТП сборки.

Разрабатывается на основе схемы сборки с базовой деталью.

Рис. 4.1 наглядно иллюстрирует последовательность установки ИЭТ на ПП и действия, сопровождающие этот процесс.

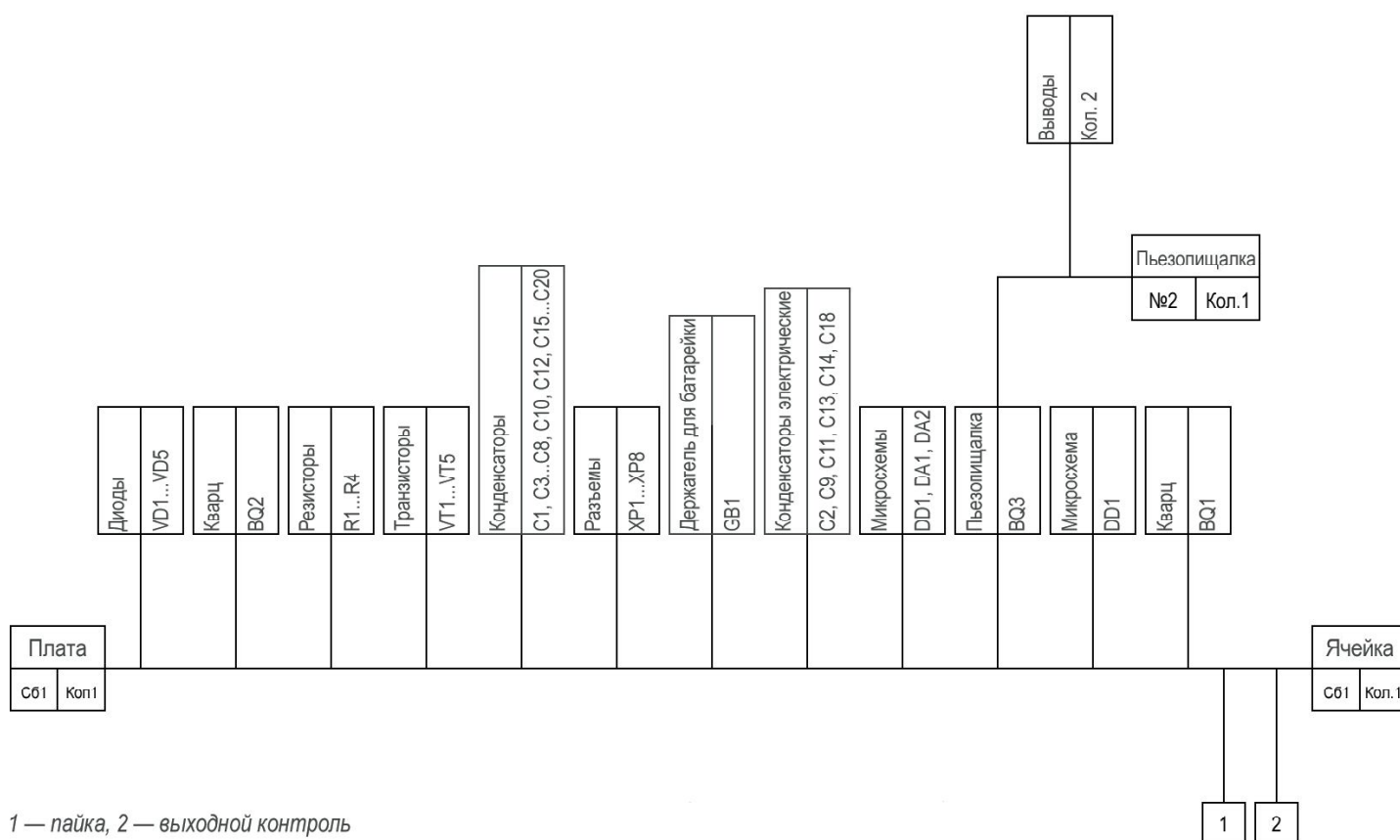


Рис. 4.1 Схемы установки компонентов (КМП), монтируемых на поверхность печатных плат.

Составляя операционный ТП, можно воспользоваться результатами хронометража операций и переходов, полученными в ходе изучения и анализа действующего мелкосерийного производства электронных устройств.

Этапы типового ТП сборки ячеек в мелкосерийном производстве.

- Подготовка ПП к монтажу
- Подготовка ИЭТ (ЭРЭ, ИМС) к монтажу
- Установка ИЭТ на ПП
- Получение контактных соединений пайкой волной припоя
- Получение контактных соединений пайкой вручную
- Изготовление жгутов и кабелей
- Сборка и монтаж ячейки после пайки волной
- Регулировка и контроль

Разработка операционного эскиза сборки ячейки электронного устройства.

На операционном эскизе:

- изображают схему базирования платы или групповой платы;
- в виде таблицы дают схемы базирования основных типов ИЭТ;
- схематично указывают контуры установленных ИЭТ, выделив цветом, цифрами или условными обозначениями последовательность установки согласно разработанной схеме сборки с базовой деталью.

Составляя операционный ТП, можно воспользоваться результатами хронометража операций и переходов, полученными в ходе изучения и анализа действующего мелкосерийного производства электронных устройств.

Фазы управления качеством:

1. Отбраковка 1870-1920

Потребитель должен получать только годные изделия, то есть изделия, соответствующие стандартам. Основные усилия должны быть направлены на то, чтобы негодные изделия (брак) были отсечены от потребителя.

2. Управление качеством 1920-1950

Сохраняется главная цель — потребитель должен получать только годные изделия. Отбраковка сохраняется как один из важных методов обеспечения качества. Но основные усилия должны быть сосредоточены на управлении производственными процессами, обеспечивая увеличение процента выхода годных изделий.

3. Постоянное повышение качества 1950—1960

Основа качества продукции — качество труда и качественный менеджмент на всех уровнях, то есть такая организация работы коллективов людей, когда каждый работник получает удовольствие от своей работы.

4. Планирование качества 1960—н.в.

Эта фаза находится в стадии зарождения, ее концепция еще до конца четко не сформирована.

Задание на курсовую работу

Цель и назначение разработки:

Целью работы является разработка системы управления качеством технологического процесса производства изделия.

В ходе разработки решаются следующие задачи:

1. Анализ входного контроля
2. Разработка подсистемы управления качеством входного контроля
3. Анализ операционного контроля
4. Разработка подсистемы управления качеством операционного контроля
5. Анализ приемочного контроля
6. Разработка подсистемы управления качеством приемочного контроля
7. Разработка системы управления качеством технологического процесса производства яиц

Технические требования:

- Конструктивные требования
- Требования к электрическим параметрам
- Требования по безопасности
- Требования по надежности
- Требования по безопасности
- Требования по надежности

Система менеджмента качества

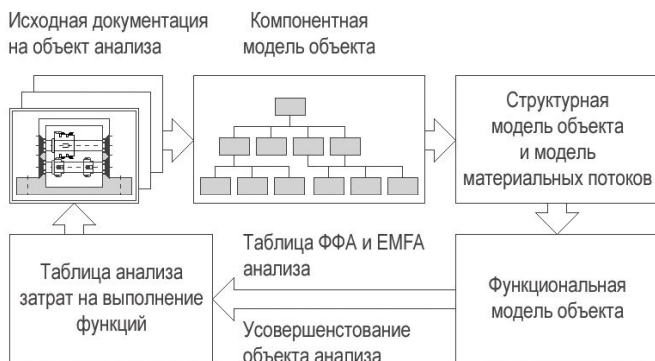


Рис. 1. Функционально-стоимостной анализ

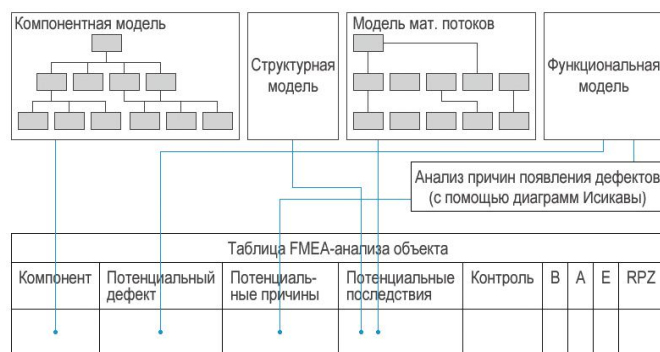


Рис. 2. Схема процесса анализа видов и последствий отказов



Рис. 3. Технология развертывания функций качества

Функционально-стоимостной анализ

Это технология анализа затрат на выполнение изделием его функций.

ФСА проводится для существующих продуктов и процессов с целью снижения затрат, а также для разрабатываемых продуктов с целью снижения их себестоимости.

Графически ФСА показан на Рис. 1.

Анализ видов и последствий отказов

FMEA-анализ (Failure Mode and Effects Analysis) — технология анализа возможности возникновения и влияния дефектов на потребителя.

FMEA проводится для разрабатываемых продуктов и процессов с целью снижения риска потребителя от потенциальных дефектов.

Схема процесса анализа видов и последствий отказов показана на Рис. 2.

Технология развертывания функций качества

Представляет из себя технологию проектирования изделий и процессов, позволяющую преобразовывать пожелания потребителя в технические требования к изделиям и параметрам процессов их производства.

Графически технология показана на Рис. 3.

Семь инструментов управления качеством

- Причинно-следственная диаграмма Исикавы
- Гистограммы
- Анализ Парето
- Контрольные карты
- Контрольные листки
- Диаграммы разброса
- Стратификация

Восемь принципов серии ISO 9000

1. Ориентация на потребителя

Организации должны понимать текущие и будущие потребности потребителей, выполнять требования потребителей и стремиться превзойти их ожидания.

2. Ведущая роль руководства — лидерство

Руководители устанавливают единство целей, направлений и микроклимат в организации.

3. Вовлечение персонала

Полное вовлечение персонала дает возможность использовать их способности для получения максимальной выгоды для организации.

4. Процессный подход

Желаемый результат достигается более эффективным способом, если соответствующими ресурсами и деятельностью управляют как процессом.

5. Системный подход к управлению

Выявление, понимание и управление системой взаимосвязанных процессов, направленных на достижение поставленной цели, повышает ре-зультативность и эффективность организации.

6. Постоянное улучшение

Неизменной целью организации является постоянное улучшение.

7. Подход к принятию решений, основанный на фактах

Эффективные решения основываются на анализе данных и информации.

8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками

Организация и ее поставщики взаимозависимы. Взаимовыгодные отношения между ними способствуют расширению возможностей каждо-го из них создавать ценности

Стандарты и руководства обеспечения качества				
Основные стандарты		Вспомогательные стандарты		
Для договорных ситуаций	Для недоговорных ситуаций	Аудит системы качества	Стандарты по обеспечению качества, критерии выбора	Метрологическое оснащение
ISO 9001 ISO 9002 ISO 9003	ISO 9004	ISO 10011/1 ISO 10011/2 ISO 10011/3	ISO 8402 ISO 9000/1	ISO 10012/1 ISO 10012/2
Рекомендации				
По применению ISO 9001, 2, 3	По применению ISO 9004/1	По составлению руководства и документов по качеству	По проведению обучения и т.д.	По определенным видам деятельности
ISO 9000/2 ISO 9000/3 ISO 9000/4	ISO 9004/2 ISO 9004/3 ISO 9004/4	ISO 10013 ISO 10016	ISO 10005 ISO 10006 ISO 10007 ISO 10014 ISO 10015	EN 40001 EN 40002 ISO 13485 ISO 13488 и др.

Рис. 4. Стандарты и руководства обеспечения качества серии ISO 9000

Структура и область применения серии ISO 9000

Общность и универсальность стандартов ISO 9000 заключается в том, что модели Обеспечения Качества не были разработаны для какой-либо специфической области — они предназначены для при-менения во всех областях промышленности и для всех стран.

Комитет ISO/TC 176, указывая на назначение стандартов — регла-ментировать деятельность широкого спектра предприятий, признает тем не менее, что стандарт может быть модернизирован для специ-фических нужд.

Стандарты и руководства обеспечения качества серии ISO 9000 показаны на Рис. 4.

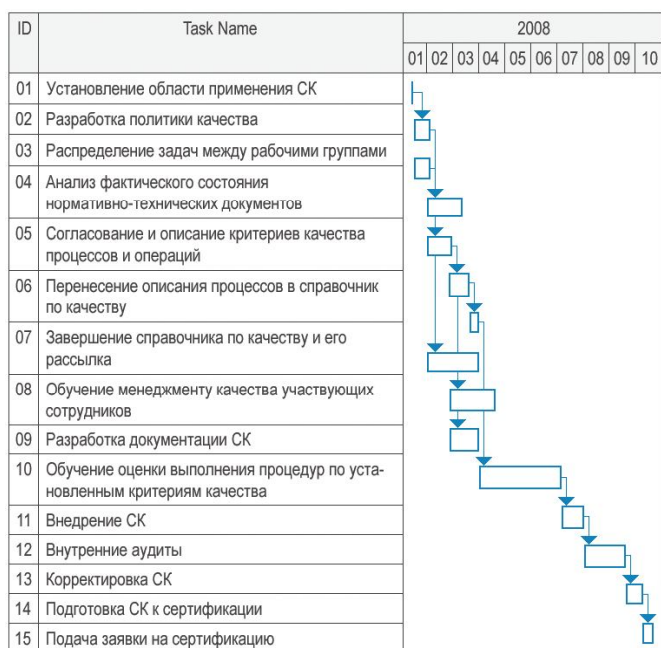


Рис. 5. План внедрения системы менеджмента качества

План внедрения системы менеджмента качества

Для разработанных мероприятий по внедрению систем качества составляется план их внедрения. Аналогичные планы разрабатываются для корректировочных и предупреждающих действий по элементу 4.14 ИСО 9001.

Такой план может быть оформлен в виде диаграмм Ганта или как так называемый NCP-лист (Needs-Concept-Product — Потребность-Концепция-Продукт).

План внедрения системы менеджмента качества показан на Рис. 5.

Внутренний аудит системы менеджмента качества

Главное условия успешного функционирования системы качества — регулярно проводимые внутренние аудиты на предприятии.

Модель проведения внутреннего аудита максимально эффективна при соблюдении следующих условий: поддержка высшим руководством, максимально высокая степень документированности процессов на предприятии, высокий уровень квалификации и опыт аудиторов, высокая мотивация аудиторов.

Документация системы менеджмента качества

Охватывает	Распределение	Документы СОК	Описание
	<i>В открытой части</i> — все работники предприятия и возможные клиенты. <i>В закрытой части</i> — высшее руководство фирмы.	<i>«Политика качества предприятия»</i>	Долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные планы по выполнению политики качества. <i>Содержит маркетинговое ноу-хау фирмы.</i>
Все предприятие	<i>Внутреннее</i> — руководство предприятия, начальники подразделений. <i>Внешнее</i> — при абсолютной необходимости.	<i>Руководство (справочник) по качеству</i>	Принципы обеспечения качества, оргструктура и порядок работы, охватывающие предприятие взаимосвязи, обязанности, компетенции.
Подразделения, отделы	Исключительно внутреннее по отделам	<i>Методологические инструкции СОК</i>	Подробное описание частичных областей СОК.

Качество на предприятии

Цикл жизни изделия. Обеспечение качества

Процесс обеспечения качества на каждом из этапов жизненного цикла изделия показан на Рис. 6

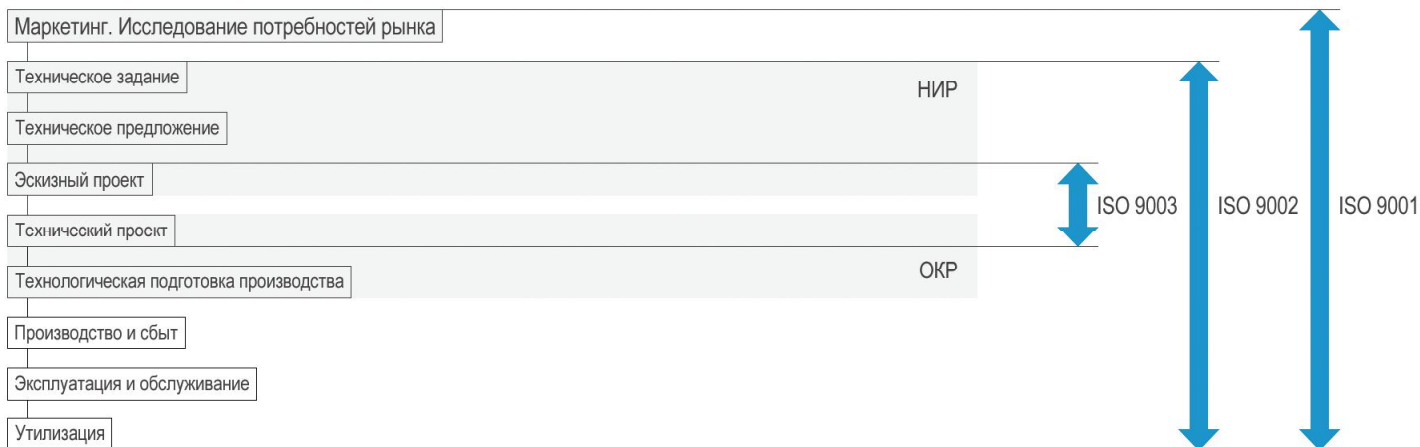


Рис. 6. План обеспечения качества на каждом из этапов жизненного цикла

Цикл разработки изделия

Цикл разработки изделия показан на Рис. 7

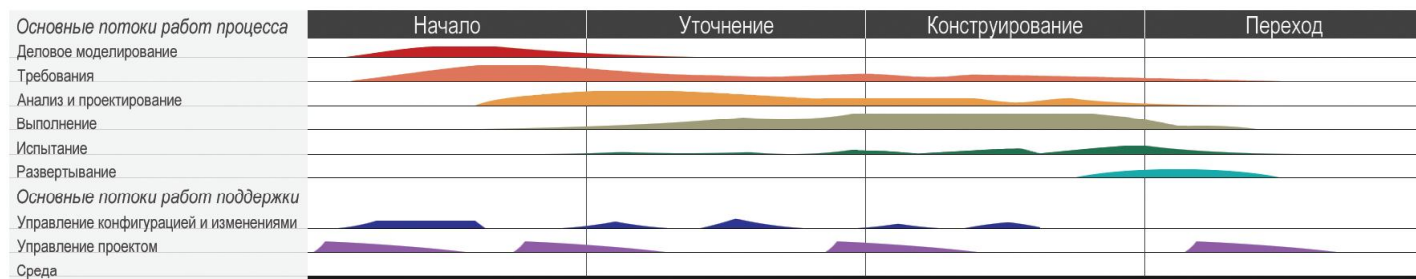


Рис. 7. Цикл разработки изделия

Статистический контроль

Технический контроль качества

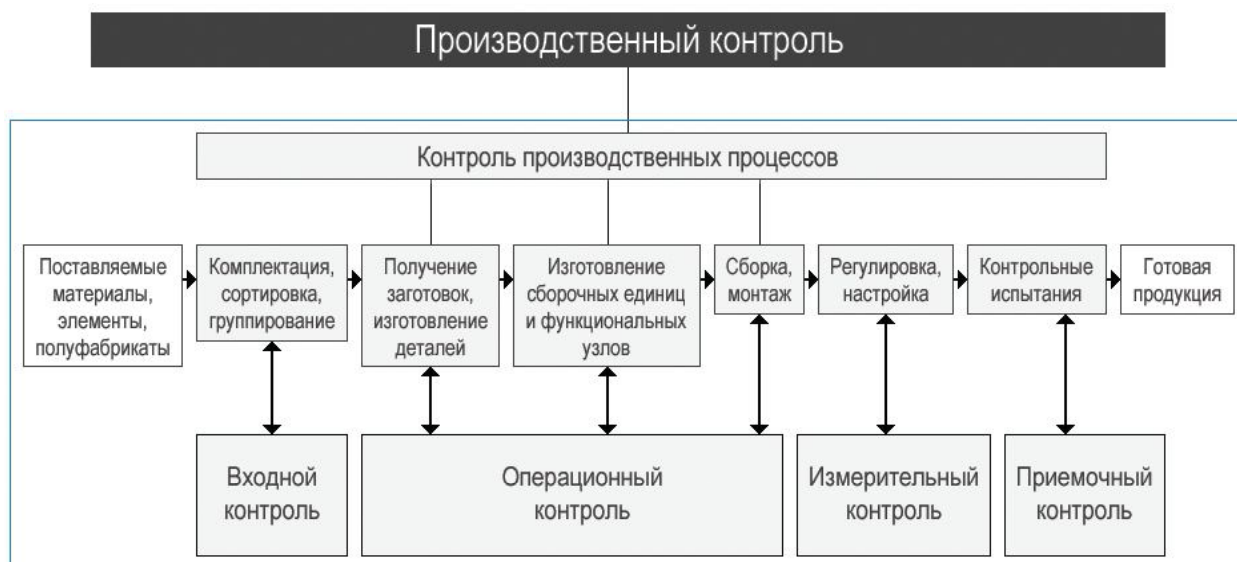


Рис. 8. Технический контроль качества

Виды статистического контроля



Рис. 9. Виды статистического контроля

Проведение входного контроля качества



Рис. 10. Контекстная диаграмма проведения входного контроля качества

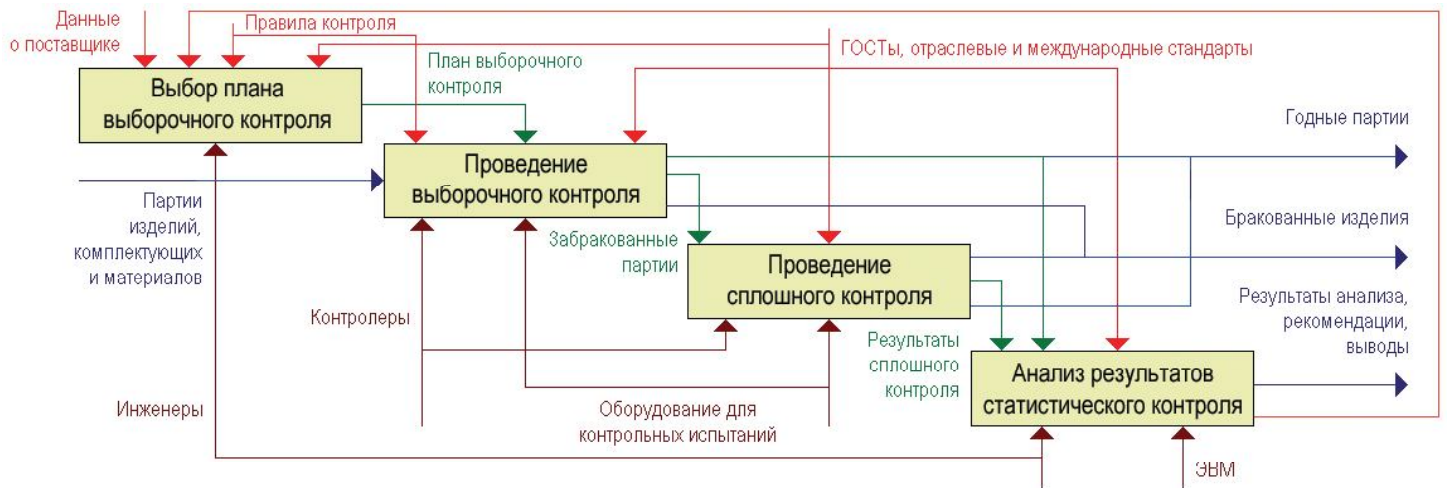


Рис. 11. Декомпозиция контекстной диаграммы проведения входного контроля качества

Система менеджмента качества

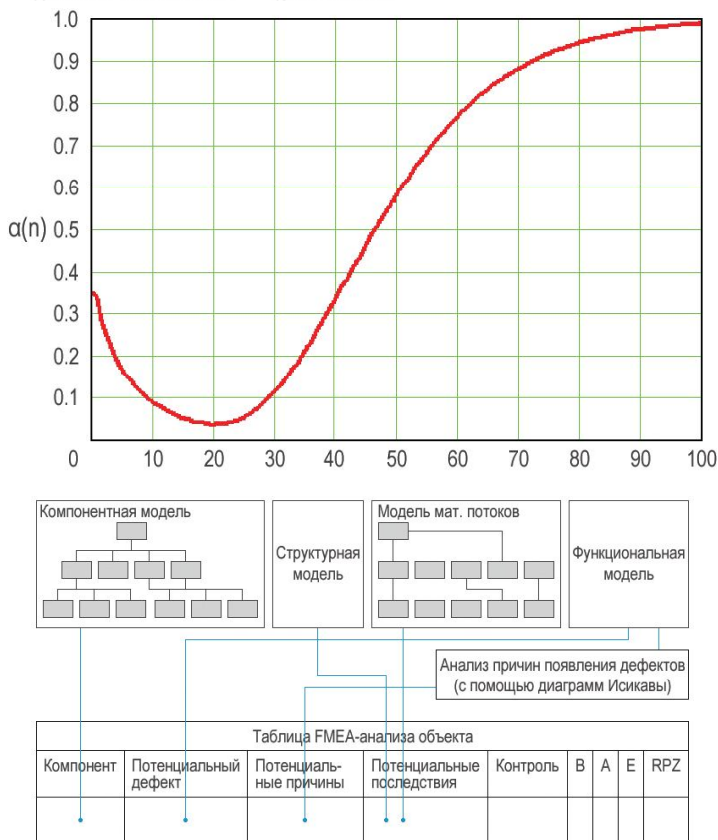


Рис. 2. Схема процесса анализа видов и последствий отказов

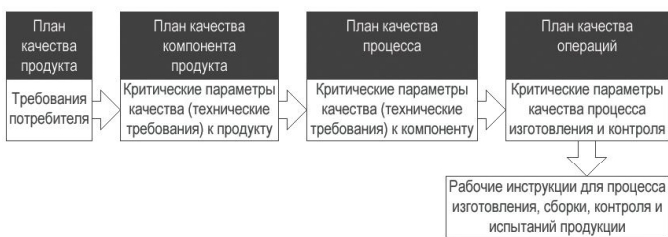


Рис. 3. Технология развертывания функций качества

Пример решения задачи входного контроля с позиции изготовителя

Примем, что частота бракованных изделий распределяется по нормальному закону.

Тогда функциональная зависимость имеет вид:

$$\alpha = 1 - \frac{1}{\sigma_{\bar{Q}}(\bar{Q}) \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{c/n} \exp\left(-\frac{(\bar{Q} - Q_{\bar{Q}})^2}{2\sigma_{\bar{Q}}^2(\bar{Q})}\right) d\bar{Q}$$

Где: α — риск изготовителя;

c — норматив приемки, т.е. сколько бракованных

элементов может быть в выборке;

$\sigma_{\bar{Q}}^2(Q)$ — среднеквадратическое отклонение;

Q — частность брака;

n — количество элементов в выборке.

Примем: $PI = 0.85$, $OI=1$ — $PI = 0.15$, $c=7$.

Результаты расчета в пакете Mathcad на рисунке

Анализ видов и последствий отказов

FMEA-анализ (Failure Mode and Effects Analysis) — технология анализа возможности возникновения и влияния дефектов на потребителя.

FMEA проводится для разрабатываемых продуктов и процессов с целью снижения риска потребителя от потенциальных дефектов.

Технология развертывания функций качества

Схема процесса анализа видов и последствий

отказов показана на Рис. 2.

Представляет из себя технологию проектирования изделий и процессов, позволяющую преобразовывать пожелания потребителя в технические требования к изделиям и параметрам процессов их производства.

Графически технология показана на Рис. 3.