

и зависит только от двух коэффициентов  $a_0$  и  $a_1$ . Таким образом, для прогнозирования необходимо будет определить лишь коэффициент  $a_1$ . Так как  $a_0^{(j)} = y^{(j)}(t_0)$ , а для логарифмических моделей  $a_0^{(j)} = y^{(j)}(t_1)$ , то сумма (4) будет представлять собой функцию одной переменной –  $g(a_1^{(j)})$ . Она может быть записана в виде:

$$g(a_1^{(j)}) = \sum_{i=1}^n [y^{(j)}(t_i) - f_{\text{кд}}(t_i, y^{(j)}(t_1), a_1^{(j)})]^2,$$

где  $i=1,2,\dots, n$  – количество измерений. Для логарифмической модели минимум функции будет в следующем случае

$$\frac{\partial g(a_1^{(j)})}{\partial a_1^{(j)}} = 2 \left[ \sum_{i=1}^k \frac{(a_0^{(j)})^2 (t_i - t_1) \ln\{a_1^{(j)}(t_i - t_1) + e\}}{a_1^{(j)}(t_i - t_1) + e} - \sum_{i=0}^k \frac{a_0^{(j)}(t_i)(t_i - t_1)}{a_1^{(j)}(t_i - t_1) + e} \right] = 0$$

#### 4. Проверка полученной модели на адекватность

Способ проверки полученной модели на адекватность заключается в определении ошибки прогнозирования по формуле:

$$\Delta^{(j)} = \tilde{y}^{(j)}(t_{\text{пр}}) - y^{*(j)}(t_{\text{пр}}).$$

Бандяева Елена Владимировна, аспирант каф. РЭС, ismagilova.ev@ssau.ru  
Денисюк Алина Алексеевна, инженер каф РЭС, mikki90210@yandex.ru

УДК 621.396

### ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЦЕССУ МОНТАЖА КОМПОНЕНТОВ

Д.С. Богданов, А.А. Лупцов, И.С. Бобров

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

В данной работе предложены основные технические требования к проведению монтажно-сборочных операций при изготовлении электронных модулей первого уровня и первой группы жёсткости, содержащих тороидальные трансформаторы, при установке электрорадиоизделий в отверстия печатной платы. Основной акцент производителей аппаратуры был направлен на технологию поверхностного и смешанного, а внимание к монтажу в отверстия было ослаблено. Это привело к снижению качества изготовления изделий. Однако во многих случаях без использования «устаревших» технологий (монтаж отверстия) обойтись нельзя. В связи с этим необходима модернизация таких технологий. И важное место здесь занимает грамотная и актуализированная формулировка технических требований.

Для разработки технических требований к монтажу конкретных электронных модулей был проведён их конструктивно-технологический

анализ. Установлено, что маршрутный технологический процесс упрощенно можно представить следующим образом (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема маршрутного технологического процесса

Исходя из результатов анализа были предложены технические требования, которые содержат 5 групп требований:

*Требования к подготовке навесных элементов и конструктивных деталей к сборке и заливке тороидальных трансформаторов.*

1.1. Выводы навесных элементов должны быть облужены горячим способом припоем ПОС-61.

1.2. Конструктивные детали, выполненные из меди и ее сплавов, идущие под пайку, должны быть облужены методом химического лужения.

1.3. Луженая поверхность выводов навесных элементов и конструктивных деталей должна иметь глянцевый оттенок. Припой должен покрывать поверхность выводов навесных элементов и конструктивных деталей ровным тонким слоем; наличие пористости, темных пятен, отслоений и наплывов припоя недопустимо.

1.4. Навесные элементы после операции подготовки к установке и пайке (рихтовки, формовки, зачистки, подрезки) не должны иметь вмятин, надломов выводов и трещин корпусов в местах выхода выводов. Антикоррозийное покрытие корпусов не должно быть повреждено. Допускается на выводах навесных элементов следы инструмента.

1.5. Корпуса навесных элементов, имеющих покрытия или маркировочные знаки, не стойкие к воздействию промышленных смесей, должны быть перед установкой на плату покрыты слоем изоляционного лака. Допускается местное покрытие лаком зоны маркировки корпусов навесных элементов, имеющих маркировочные знаки, не стойкие к воздействию промывочных смесей.

*Требования к установке навесных элементов и конструктивных деталей на печатные платы.*

2.1 Навесные элементы должны быть установлены таким образом, чтобы была видна маркировка их номиналов, а у диодов – маркировка полярности.

2.2 Трансформаторы, транзисторы, микросхемы и другие подобные им элементы устанавливать по положению ключа.

2.3 Навесные элементы, имеющие на выводах наплывы компаунда или специальные выступы устанавливать таким образом, чтобы наплывы или выступы не закрывали монтажные отверстия в плате.

2.4 Элементы устанавливать таким образом, чтобы расстояние от места пайки до корпуса элемента было не менее 3 мм.

*Требования к пайке выводов навесных элементов*

3.1. Пайку выводов навесных элементов, перемычек и конструктивных деталей следует производить припоем ПОС-61 с применением флюса ФКС или ФКТС.

3.2. Форма пайки вывода навесного элемента или перемычки должна быть скелетной, т.е. контур вывода или конца перемычки должен просматриваться через припой.

3.3. Пропаи монтажных отверстий должен быть на всю толщину платы (заклепочный пропай).

3.4. Поверхность паяного соединения должна быть блестящей.

3.5 Длительность пайки выводов навесных элементов не должна превышать 5 сек.

3.6 Длительность пайки выводов микросхем и других полупроводниковых приборов не должна превышать 3 сек. При этом пайка каждого вывода должна производиться с временным интервалом не менее 2 мин для выводов, расположенных рядом.

*Требования к промывке узлов на печатных платах.*

4.1 Промывку узлов на печатных платах то остатков флюса и загрязнений следует производить спирто-бензиновой смесью (1:1) непосредственно после пайки.

4.2. Навесные элементы в негерметичном исполнении следует монтировать на платы после промывки, для плат с негерметичными элементами допускается ручная промывка кистью в спирто-бензиновой смеси.

4.3. В процессе промывки узлы следует полностью погружать в спирто-бензиновую смесь.

*Требования к помещению и рабочему месту монтажника.*

5.1. Все работы, связанные с применением клеев, мастик, лаков, заливочных компаундов должны производиться на специально отведенных рабочих местах, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией.

5.2. Температура воздуха в помещении должна быть 18-28<sup>0</sup>С, относительная влажность не более 70%.

5.3. Рабочее место монтажника должно содержаться в чистоте.

5.4. При сборке узлов с применением маломощных полупроводниковых приборов должны быть приняты меры предосторожности против накопления заряда статического электричества.

УДК 621.396

## ПОСТРОЕНИЕ SDR-РАДИОПРИЕМНИКА НА БАЗЕ ПЛИС

Н.А. Фортунова

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, г. Елец

**Ключевые слова:** SDR – радио, ПЛИС, HDL-код, Simulink.

Главным достоинством беспроводных систем передачи информации на основе программно-определяемых платформ Software Defined Radio (SDR) является возможность создания многофункциональных устройств на одной аппаратной платформе путем обновления встроенного программного обеспечения.

Структурная схема идеального программно-определяемого радио включает антенну и аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на стороне приемника. Передающая часть относительно приемной обладает зеркальной структурой: имеет цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и передающую антенну. Базовые параметры будут определяться перепрограммируемыми процессорами.

Для реализации интерфейса была выбрана отладочная плата на базе ПЛИС Atlys Spartan 6 XC6SLX45. Для оценки работы проведено визуальное моделирование из базовых элементов пакета Simulink системы Matlab. В современном радиоприемнике основную роль играет квадратурный демодулятор, модель которого разработана с последующей генерацией HDL-кода и программированием платы ПЛИС. Сгенерированный HDL-код требовал большого количества ресурсов. С целью оптимизации под плату ПЛИС построение модели квадратурного демодулятора (рисунок 1) будут осуществляться базовыми элементами, симуляция его работы проведена в режиме FPGA-in-the-loop. В этом режиме данные передаются в реальном времени и обрабатываются на ПЛИС, а результат обработки передается обратно на компьютер в систему Simulink.

В качестве несущего колебания используется гармонический сигнал с частотой 1кГц, а в качестве передаваемого сигнала - с частотой 10 Гц. Частота дискретизации выбрана с запасом - 500Гц. На ПЛИС реализуются числа в формате с плавающей точкой с помощью инструмента Floating-