

## Практическое занятие № 9

Выполнил: студент гр. 850701 Филиппов Д. А.

Тема: Оценка технологичности конструкции электронного блока ЭВС

*Расчёт основных коэффициентов технологичности печатного модуля.  
Комплексный показатель технологичности*

### *Задание*

Определить коэффициенты технологичности:

- коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов;
- коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке;
- коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа;
- коэффициент автоматизации операций контроля и настройки;
- коэффициент повторяемости ЭК;
- коэффициент применения типовых процессов;
- коэффициент сокращения применения деталей;
- комплексный показатель технологичности.

### *Ход выполнения работы*

Для оценки технологичности электронных модулей применяют систему базовых коэффициентов, рекомендуемых отраслевыми стандартами. Каждый из коэффициентов технологичности имеет свою весовую характеристику  $\varphi_i$ , определяемую по таблице.

Таблица – Показатели технологичности электронных модулей

$i$	<i>Коэффициенты технологичности</i>	<i>Обозначение</i>	$\varphi_i$
1	Коэффициент автоматизации пайки ЭРЭ	$K_{АП}$	1,0
2	Коэффициент автоматизации установки ЭРЭ	$K_{АУ}$	1,0
3	Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа	$K_{ТСБ}$	0,36
4	Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки	$K_{АКН}$	1,0
5	Коэффициент повторяемости ЭРЭ	$K_{ПОВ\ ЭРЭ}$	0,5
6	Коэффициент применения типовых техпроцессов	$K_{ТП}$	1,0

7	Коэффициент сокращения применения деталей	$K_{\text{СПД}}$	1,0
---	---	------------------	-----

*Коэффициент автоматизации пайки электронных компонентов:*

$$K_{\text{АП}} = N_{\text{АП}} / N_{\text{ЭК}} = 0.68,$$

где  $N_{\text{ЭК}}$  – количество ЭК (электронных компонентов) в модуле, которое подсчитывается по спецификации на сборочный чертеж;

$N_{\text{АП}}$  – количество ЭК, пайка которых осуществляется на автоматах:

$$N_{\text{АП}} = N_{\text{А СКВ}} - N_{\text{СКВ}} + N_{\text{А ПМ}} - N_{\text{ПМ}} = 10,$$

где  $N_{\text{А СКВ}}$  и  $N_{\text{А ПМ}}$  – соответственно количество ЭК сквозного и поверхностного монтажа, монтируемых на автоматах;

$N_{\text{СКВ}}$  и  $N_{\text{ПМ}}$  – соответственно количество вручную монтируемых ЭК обычного и поверхностного монтажа.

Соответственно получим следующие величины:

*Коэффициент автоматизации установки ЭК, подлежащих пайке:*

$$K_{\text{АУ}} = N_{\text{АУ}} / N = 0.68,$$

где  $N_{\text{АУ}}$  – количество ЭК, устанавливаемых на плату автоматизированными способами, которое определяется как:

$$N_{\text{АУ}} = N_{\text{У СКВ}} + N_{\text{У ПМ}} = 10,$$

где  $N_{\text{У СКВ}}$  и  $N_{\text{У ПМ}}$  – соответственно количество ЭК, монтируемых в отверстия платы, и поверхностного монтажа, устанавливаемых на плату автоматизированными способами.

*Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа равен:*

$$K_{\text{ТСБ}} = 1 / N_{\text{ВМ}} = 0.357,$$

где  $N_{\text{ВМ}}$  – вид монтажа, определяется по таблице.

Таблица – Выбор вида монтажа

Вид монтажа	Поверхностный односторонний	Поверхностный двухсторонний	Смешанно-разнесенный	Смешанный
$N_{\text{ВМ}}$	1,2	1,4	1,8	2,8

*Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки:*

$$K_{AKH} = (N_{AT} + N_{AF}) / N_{KH} = 1,5,$$

где  $N_{AT}$  – число автоматизированных операций внутрисхемного тестирования модуля;

$N_{AF}$  – число автоматизированных операций приемочного функционального контроля модуля,

$N_{KH}$  – число операций контроля и настройки.

Контроль детали является обязательным и осуществляется двумя способами: визуальным и электрическим. Если в конструкции имеются регулировочные элементы, то количество операций регулировки увеличивается пропорционально числу этих элементов.

*Коэффициент повторяемости ЭК:*

$$K_{пов} = 1 - N_{ТЭК} / N_{ЭК} = 0,75,$$

где  $N_{ТЭК}$  – количество типоразмеров ЭК в модуле.

Под типоразмером ЭК понимаются его габаритные размеры и конфигурация (например, две микросхемы разного назначения, но в одинаковых корпусах имеют один и тот же типоразмер).

Количество типоразмеров ЭК в модуле  $N_{ТЭК}$  определяется по спецификации к сборочному чертежу электронного модуля.

*Коэффициент применения типовых процессов (ТП) равен:*

$$K_{ТП} = (D_{ТП} + E_{ТП}) / D + E = 1$$

где  $D_{ТП}$ ,  $E_{ТП}$  – число деталей и сборочных единиц, изготавливаемых с применением типовых и групповых ТП;

$D$ ,  $E$  – общее число деталей и сборочных единиц, кроме крепежа.

*Коэффициент сокращения применения деталей:*

$$K_{СПД} = 1 / D = 1,$$

где  $D$  – количество деталей в модуле (без учета нормализованного крепежа).  
Количество деталей  $D$  определяется по спецификации.

Таблица – Показатели технологичности устройства

Коэффициенты технологичности	Обозначение	$i$	Значение
Коэффициент автоматизации пайки ЭРЭ	$K_{АП}$	1,0	1,0
Коэффициент автоматизации установки	$K_{АУ}$	1,0	1,0

ЭРЭ			
Коэффициент снижения трудоемкости сборки и монтажа	$K_{ТСБ}$	0,8	0,56
Коэффициент автоматизации операций контроля и настройки	$K_{АКН}$	0,5	1,0
Коэффициент повторяемости ЭРЭ	$K_{пов\ ЭРЭ}$	0,3	0,82
Коэффициент применения типовых техпроцессов	$K_{ТП}$	0,2	1,0
Коэффициент сокращения применения деталей	$K_{СПД}$	0,1	1,0

*Комплексный показатель технологичности:*

$$K = \frac{\sum_{i=1}^7 K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^7 \varphi_i} = 0,66$$

Для определения базового значения комплексного показателя технологичности вычисляется количество электронных компонентов обычного и поверхностного монтажа в партии изготавливаемых модулей:

$$N_{СКВ} = N \times H_{СКВ}, \quad N_{ПМ} = N \times H_{ПМ},$$

где  $N$  – объем партии изготавливаемых модулей.

Базовое значение комплексного показателя равно:

$$K_B = (K_C * N_{СКВ} + 0,8 * N_{ПМ}) / N_{СКВ} + N_{ПМ} = 0,51$$

где  $K_C = 0,55$ , если  $N_{СКВ} < 50\,000$ , и  $K_C = 0,70$ , если  $N_{СКВ} \geq 50\,000$ .

*Уровень технологичности рассчитывается:*

$$K_{УТ} = K / K_B = 1,13$$

Уровень технологичности  $K_{УТ} \geq 1$ , что свидетельствует о высоком уровне организации производства электронного блока, его ремонтпригодности и эксплуатационных качествах.