



Омский Государственный  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

ЛЕКЦИЯ 3

# ***СБОРКА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ***

## **Технологический процесс сборки** -

процесс, содержащий действия по установке и образованию соединений составных частей заготовки или изделия.

## **Схема расчленения изделия**

Схема разделения изделия на сборочные единицы и детали с изображением их относительного расположения

**Базовая деталь** - Деталь, с которой начинают сборку изделия, присоединяя к ней сборочные единицы или другие детали

## Концентрированная

Изделия собирают **на одном рабочем месте**, выполняя все виды сборочных работ **без расчленения** сборки на узловую и общую.

*Квалификация высокая, характерна для единичного и мелкосерийного производства.*

## Дифференцированная

характеризуется **расчленением** всего сборочного процесса на узловую и общую сборку:

- узловая сборка осуществляется параллельно отдельными сборочными бригадами;
- общая сборка также осуществляется специализированной бригадой

# Классификация видов сборки

## По объекту сборки:

### □ узловая;

*Узел-Сборочная единица, которая может собираться отдельно от других составных частей изделия или изделия в целом и выполнять определенную функцию в изделиях одного назначения только совместно с другими составными частями*

### □ общая

## По последовательности сборки:

□ последовательная;

□ параллельная;

□ последовательно - параллельная.

## По подвижности объекта сборки:

□ подвижная с непрерывным перемещением;

□ подвижная с периодическим перемещением;

□ неподвижная (стационарная).



# Классификация видов сборки

## По стадиям сборки:

### □ **предварительная**

*сборка заготовок составных частей или изделия в целом, которые в последующем подвергаются разборке.*

### □ **промежуточная**

*сборка отдельных заготовок, выполняемая для дальнейшей их совместной обработки.*

### □ **окончательная**

*сборка изделия или его основной части после которой не предусматривается его последующая разборка*

# Классификация видов сборки

По организации производства:

## □ Поточная сборка

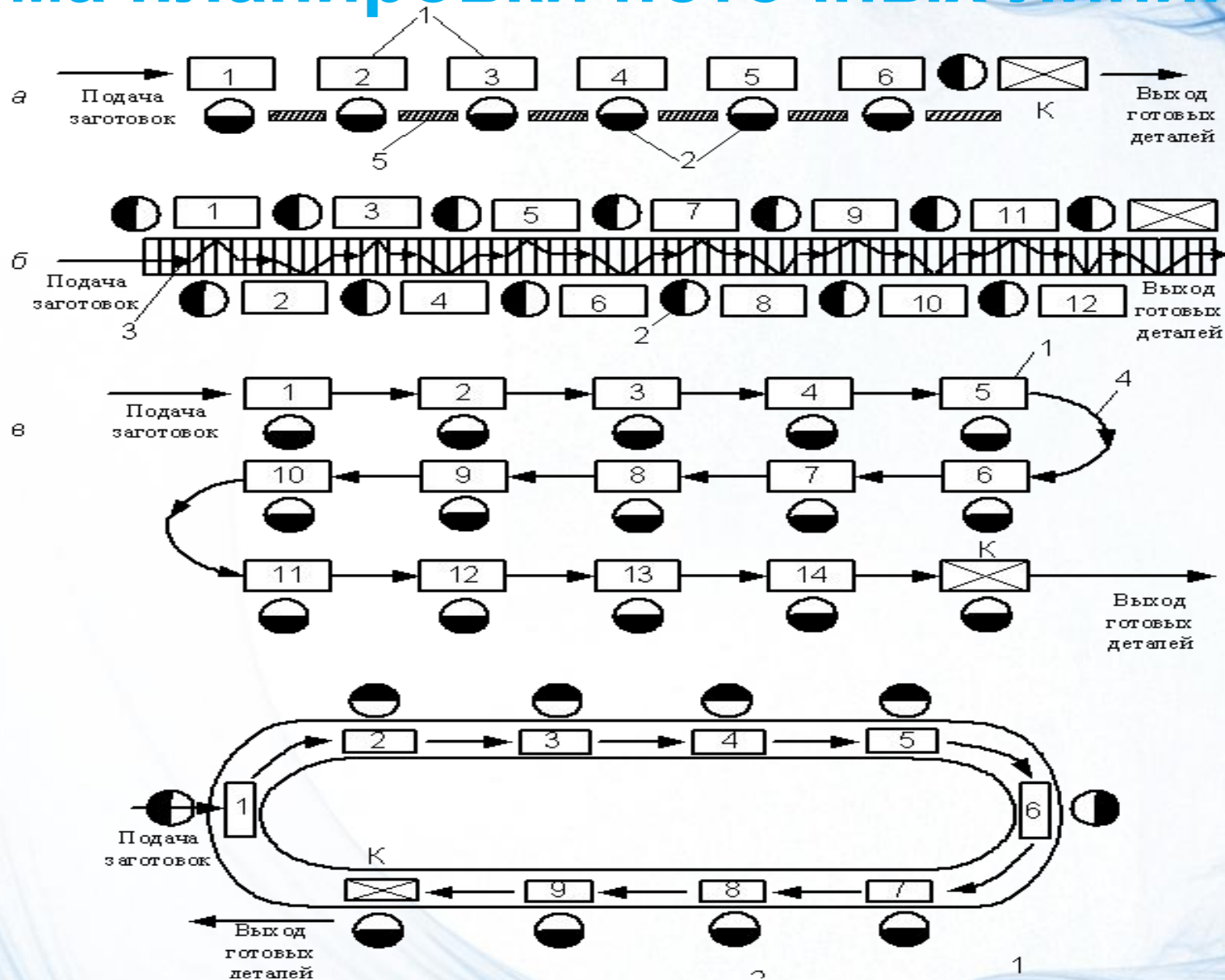
*Сборка изделия или его составной части в условиях поточной организации производства*

## □ Непоточная

*сборка, при которой весь процесс сборки изделия выполняется на одной сборочной позиции (стенд, стол и т.д.).*



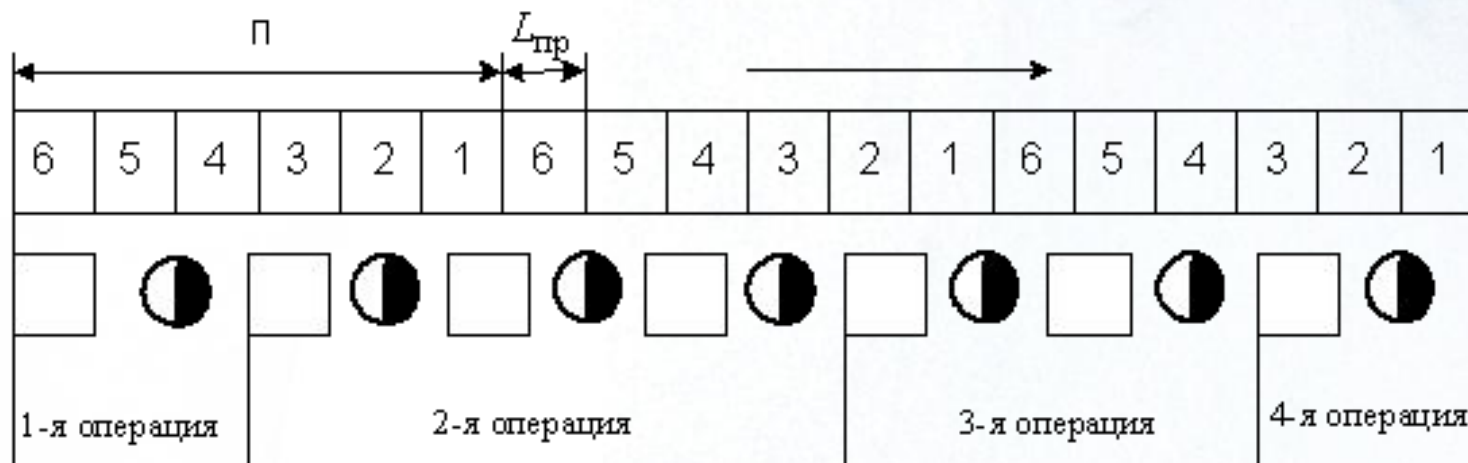
# Схема планировки поточных линий:



1-оборудование (рабочие места); 2-операторы; 3-рольганг;



# Схема планировки непрерывно поточного производства



При организации непрерывно-поточного производства **строго** должен выдерживаться **режим** подачи изделий на рабочие места **равными партиями через равные промежутки** времени

*Изделия снимаются с конвейера и по окончании операции возвращаются на него.  
Рабочие места располагаются вдоль конвейера с одной или двух его сторон!*



# Классификация видов сборки

## По механизации и автоматизации:

- Автоматическая;
- Автоматизированная;
- Механизированная;
- ручная.

## По методу обеспечения точности сборки:

- с полной взаимозаменяемостью;
- с неполной взаимозаменяемостью;
- групповой взаимозаменяемостью;
- с пригонкой;
- с компенсационными механизмами;
- с компенсационными материалами.

# **СХЕМА СБОРОЧНОГО СОСТАВА**

**Схема сборки** - это графическое изображение всех деталей (Д) и сборочных единиц (СЕ) входящих в собираемое изделие в последовательности их вхождения, в последовательности установки в изделие

Наиболее полное и наглядное представление о сборочных свойствах изделия, о его технологичности и возможностях организации процесса сборки дают **схемы сборочного состава (ССС)** компонентов:

- **базовой деталью**- с выделением базовых компонентов
- **веерного типа** - без выделения базовых компонентов .

## Технологическая схема сборки -

Схемы сборочного состава, **дополненные поясняющими краткими надписями**

*например, "отрегулировать зазор", "покрыть лаком", "совместно сверлить",*  
помещенными у той сборочной единицы, к которой они относятся.

Для сложного изделия целесообразно строить укрупненную технологическую схему для общей сборки и технологические схемы для сборки отдельных сборочных единиц.



# Основными положения построения схемы сборки

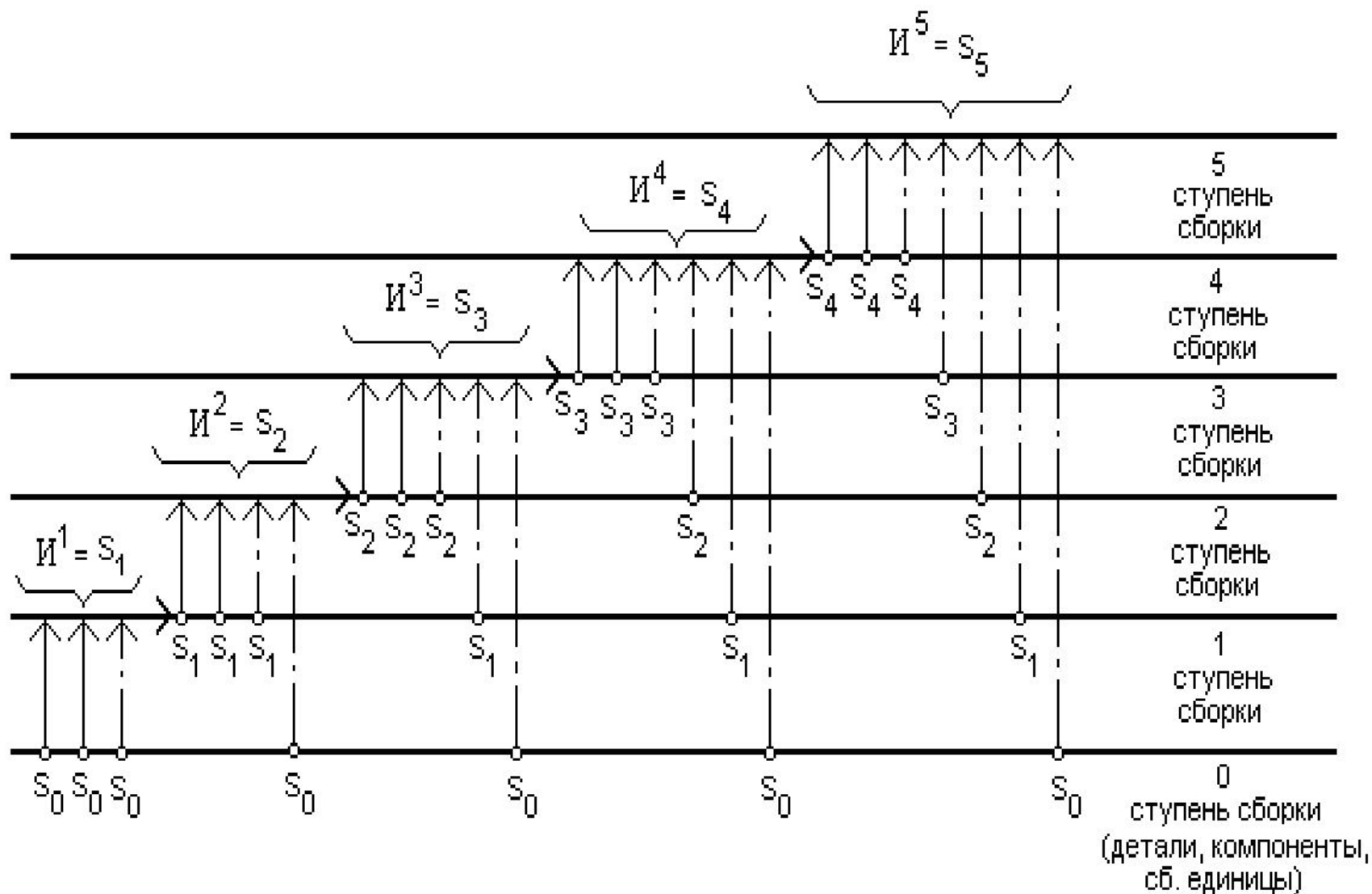
- На основе технологического анализа сборочных свойств изделия строятся исходные схемы сборочного состава, служащие основанием для последующей разработки рабочих схем сборки.
- Исходные схемы сборочного состава строятся при независимости их от программы выпуска изделий.
- Сборочные единицы исходных схем сборочного состава образуются при условии независимости их технологического существования.

*(то есть предполагается, что они могут отдельно собираться, храниться, транспортироваться, контролироваться и т.д. )*

## Основными положения построения схемы сборки

- Минимальное количество сборочных компонентов (сборочных единиц или деталей), необходимых для образования: сборочной единицы первой ступени сборки, равно двум.
- Минимальное количество сборочных компонентов (сборочных единиц или деталей), присоединяемых к сборочной единице данной ступени, необходимое для образования сборочной единицы высшей ступени, равно единице.
- Исходная схема сборочного состава обладает свойством непрерывности, то есть предполагается, что каждая последующая ступень сборки не может быть образована без наличия порядковой предыдущей ступени сборки.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРОЧНОГО СОСТАВА ВЕЕРНОГО ТИПА



# КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СХЕМЫ СБОРОЧНОГО СОСТАВА

**Степень сложности сборочного состава, отражающая количество ступеней сборки**

$$I_n = S_{n+1}, \text{ где}$$

I - изделие;

S - компонент изделия;

n - ступень сборки.

**Минимальный сборочный состав компонента последовательных ступеней сборки**

$$S_1 = S_0 + S_0 = 2 S_0$$

$$S_2 = S_1 + S_0$$

$$S_3 = S_2 + S_0$$

.....

$$S_n = S_{n-1} + S_0$$



## Средний сборочный состав компонента последовательных ступеней сборки

$$S_1 = 2 S_0 + m_0 S_0$$

$$S_2 = m_1 S_1 + m_0 S_0$$

$$S_3 = m_2 S_2 + m_1 S_1 + m_0 S_0$$

.....

$$S_n = m_{n-1} S_{n-1} + \dots + m_0 S_0$$

$m_1, m_2, m_3, \dots, m_{n-1}$  - коэффициенты кратности

**коэффициент кратности** = количеству сборочных единиц на  $i$ -й ступени сборки по схеме сборочного состава.

# Средняя полнота сборочного состава изделия

Средняя полнота сборочного состава— $P$  (количество сборочных единиц на каждой ступени сборки) равна:

$$P = \frac{Q}{n-1} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n-1},$$

где  $Q$ — общее количество сборочных единиц по схеме сборочного состава;

$m_i$ — коэффициент кратности, равный количеству сборочных единиц на  $i$ -й ступени сборки по схеме сборочного состав

## Модуль расчлененности для сравниваемых технологических процессов сборки

Отношение числа операций, запроектированных для конкретных организационно-технических условий по рабочей схеме сборочного состава, к числу операций по теоретической схеме

$$M = N/Q, \text{ где}$$

M - модуль расчлененности данного процесса сборки;

N - число рабочих операций, определенных для данных конкретных организационно-технических условий;

Q- общее количество сборочных единиц на схеме сборочного состава.

При  $M < 1$  - процесс концентрирован;

$M > 1$  - процесс дифференцирован.

# ВАРИАНТЫ МОДУЛЕЙ, СИМВОЛИЗИРУЮЩИЕ ИСХОДНЫЕ ДЕТАЛИ И КОМПОНЕНТЫ ИЛИ КОМПОНЕНТЫ ПОСЛЕДУЮЩИХ СТУПЕНЕЙ СБОРКИ.

1	2	3		1	3	2
3		1	2			

1 – номер элемента сборки по спецификации , в случае сборочной единицы указывается **Сб** и номер сборки;

2 – количество элементов сборки;

3 – наименование.

Пример: **2Сб1** - 2-я ступень сборки с базовой деталью №1



**Схема сборки с базовой деталью** указывает временную последовательность сборочного процесса.

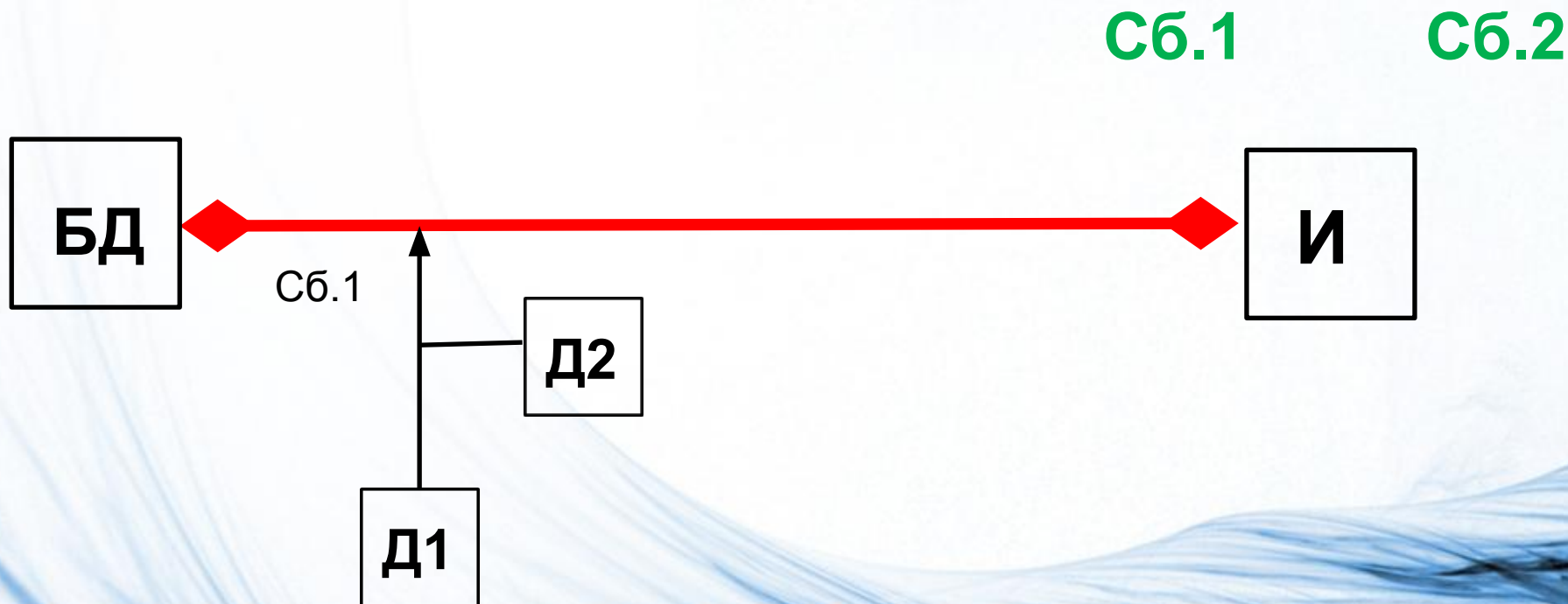
При такой сборке **необходимо выделить базовый элемент**, т.е. базовую деталь или сборочную единицу.

В качестве базовой выбирают ту деталь, поверхности которой будут впоследствии использованы при установке в готовое изделие.

В большинстве случаев базовой деталью служит плата, панель, шасси и другие элементы несущих конструкций изделия.

Направление движения деталей и сборочных единиц на схеме показывается стрелками, а прямая линия, соединяющая базовую деталь и изделие, называется **главной осью сборки**.

Точки пересечения осей сборки, в которые подаются детали или сборочные единицы, обозначаются как элементы сборочных операций




Для упорядочения схемы сборки справа от главной линии по ходу сборки изображаются сборочные единицы, слева — детали и материалы .

**Материалы** -обозначение **по ГОСТу** в прямоугольнике сплошными линиями.

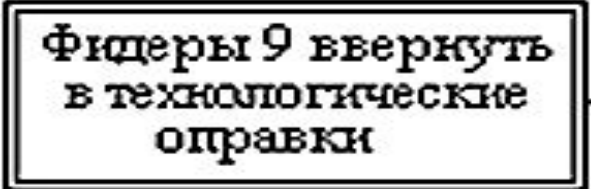


Припой ПОС-40  
ГОСТ1499-70

**Для обозначения специфических особенностей** сборочных операций на схеме сборки делают необходимые пояснения, размещаемые **в двойных рамках**.



Пять фидеры 9 и  
заглушки к корпусу



Фидеры 9 ввернуть  
в технологические  
оправки

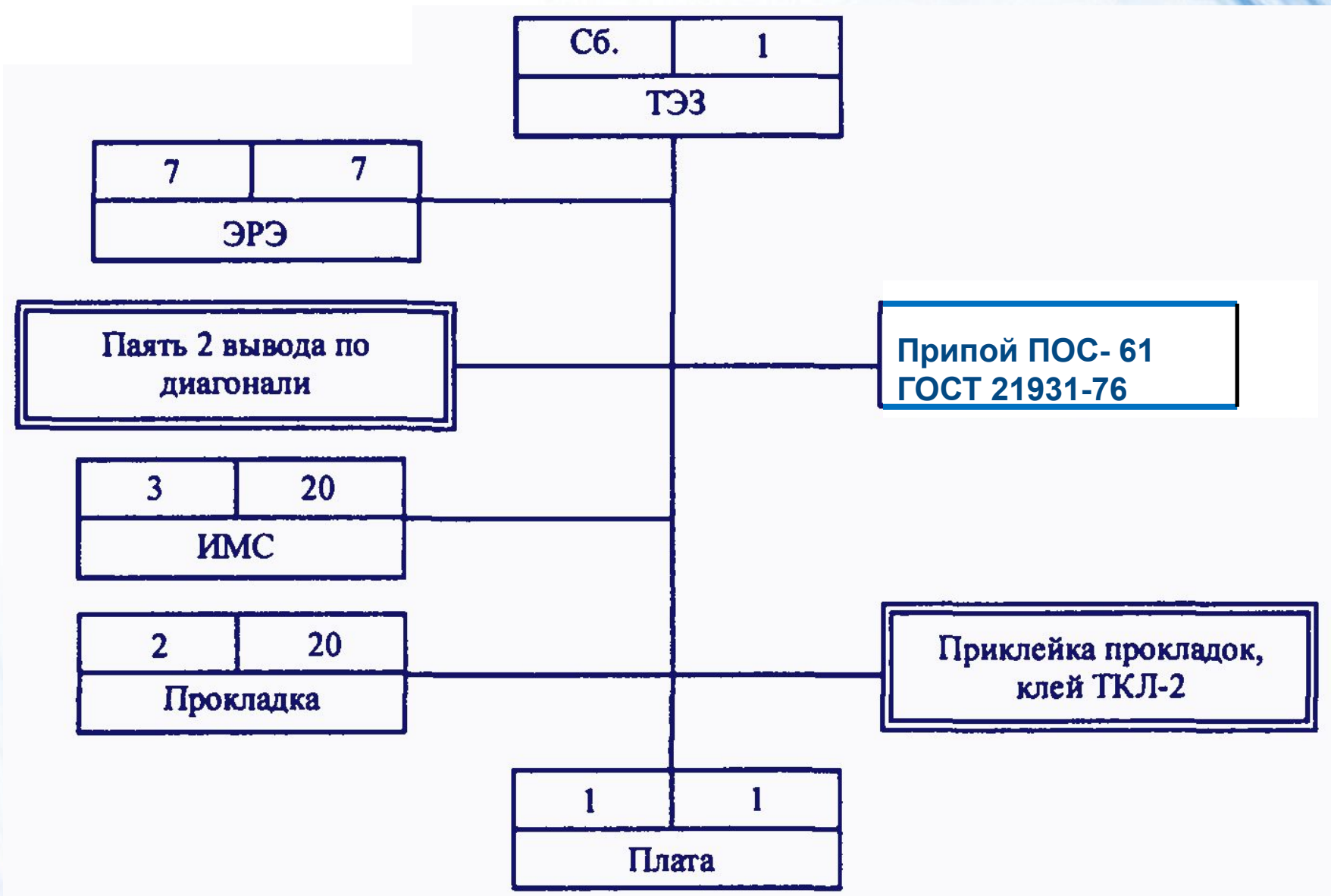
*Если текст занимает много места, то операции могут быть пронумерованы, а расшифровка их сделана вне схемы сборки.*

# РАБОЧАЯ СХЕМА СБОРОЧНОГО СОСТАВА (Д – ДЕТАЛЬ; СБ – СБОРОЧНАЯ ЕДИНИЦА)

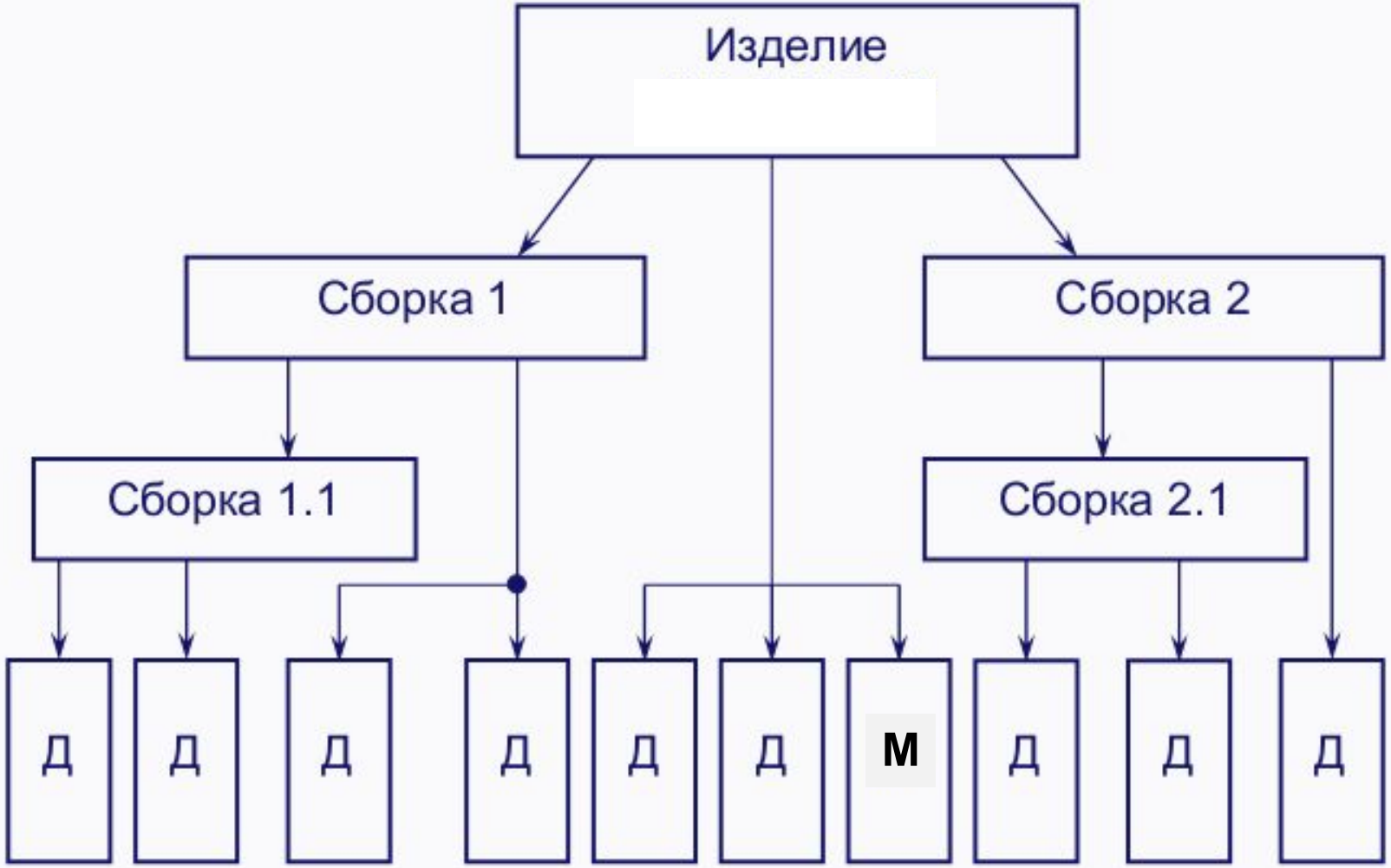
Ступень																				Коэффициент кратности																																										
Схемы	Сборки																			$m_0^Д$	$m_3$	$m_2$	$m_4$																																							
V	4	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>4СБ.01</td><td>1</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Изделие</td></tr> </table>																		4СБ.01	1	Изделие		$m_0^Д=1$	$m_3=1$	$m_2=1$	$m_4=1$																																			
4СБ.01	1																																																													
Изделие																																																														
IV	3	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>3СБ.01</td><td>1</td></tr> </table>																		3СБ.01	1	$m_0^Д=2$	$m_3=1$	$m_2=1$	$m_4=1$																																					
3СБ.01	1																																																													
III	2	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>2СБ.01</td><td>1</td></tr> </table>									2СБ.01	1	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>2СБ.02</td><td>1</td></tr> </table>									2СБ.02	1	$m_0^Д=7$	$m_2=2$	$m_1=3$																																				
2СБ.01	1																																																													
2СБ.02	1																																																													
II	1	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>СБ.01</td><td>1</td></tr> </table>						СБ.01	1	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>СБ.02</td><td>1</td></tr> </table>						СБ.02	1	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>СБ.03</td><td>2</td></tr> </table>						СБ.03	2	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>СБ.04</td><td>1</td></tr> </table>						СБ.04	1	$m_0^Д=9$	$m_1=4$																											
СБ.01	1																																																													
СБ.02	1																																																													
СБ.03	2																																																													
СБ.04	1																																																													
I	0	4	Д	1	2	Д	1	3	Д	1	15	СБ.	1	1	Д	1	5	Д	1	9	Д	2	10	СБ.	2	16	СБ.	1	12	Д	2	13	СБ.	2	11	Д	2	6	СБ.	2	17	Д	1	7	СБ.	1	14	Д	1	8	СБ.	1	6	Д	1	18	СБ.	1	$m_0^Д=14$	$m_0^СБ=11$	$\sum m_0=25$	



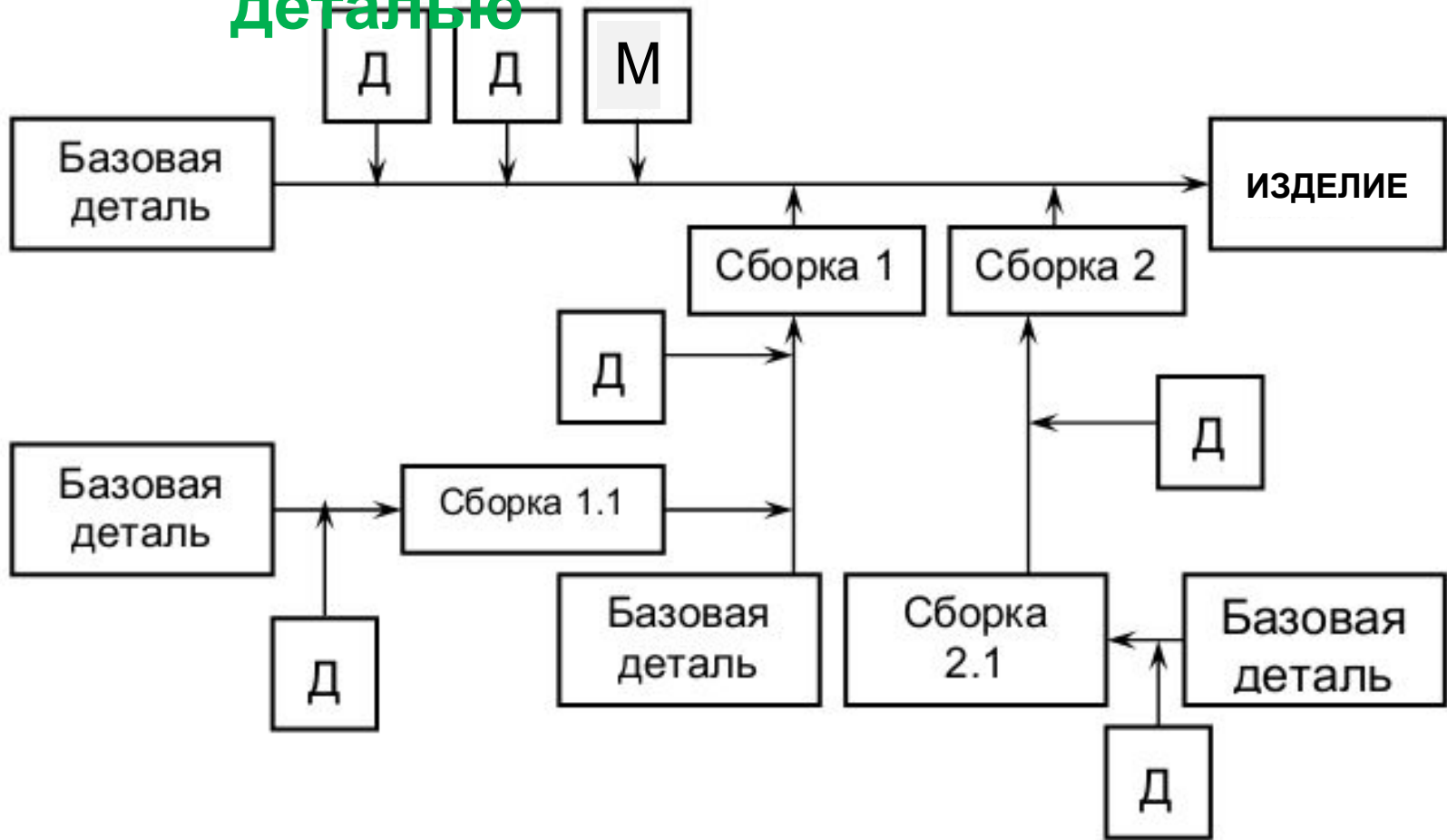
# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРКИ



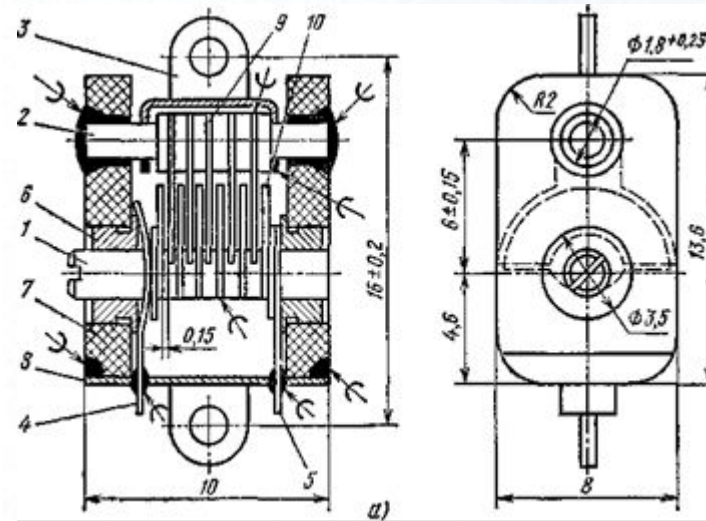
# СХЕМА СБОРКИ ВЕЕРНОГО ТИПА



# Схема сборки с базовой деталью



## ПРИМЕР: Разработка ССС и ТСС конденсатора переменной емкости



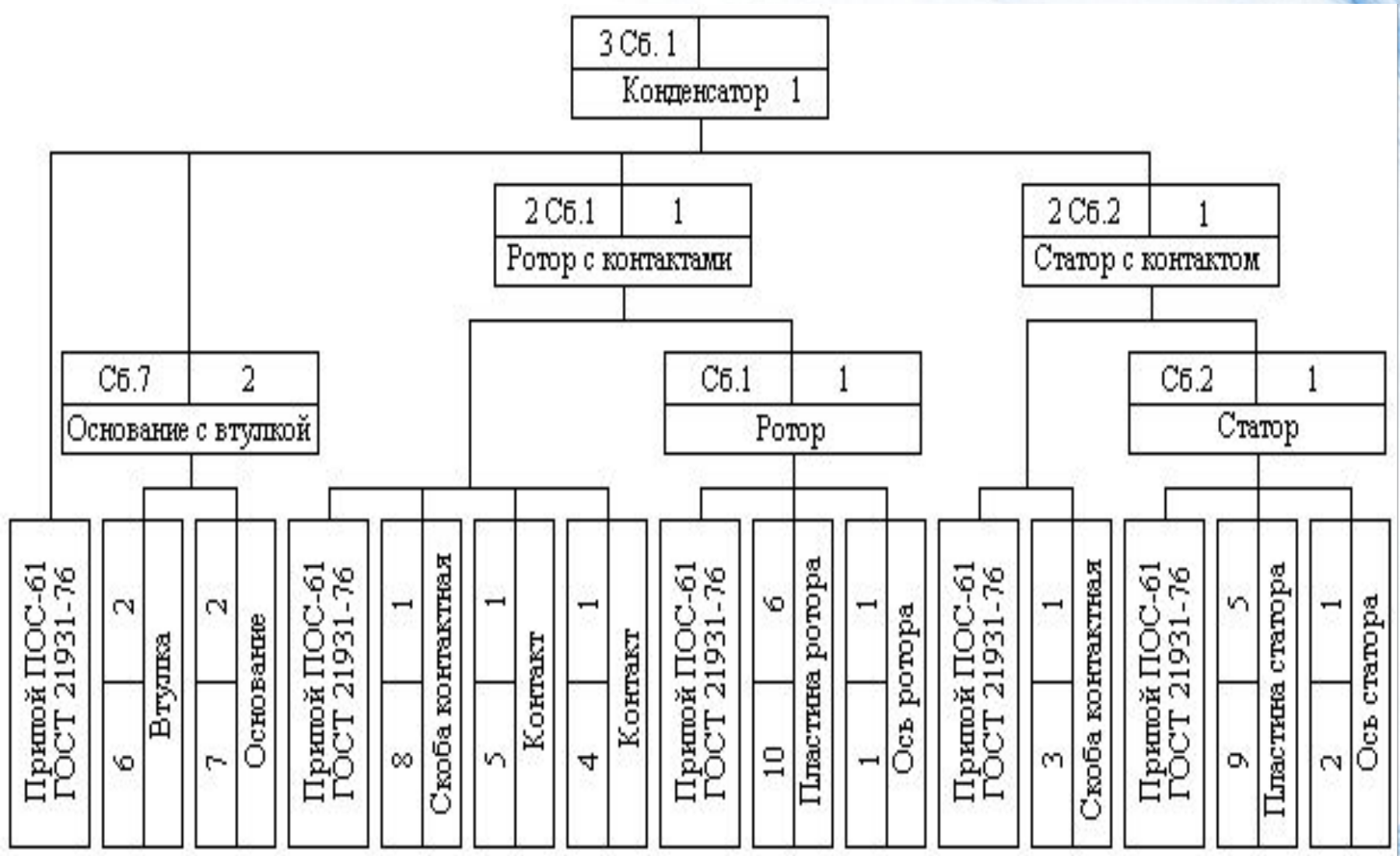
Конденсатор переменной емкости с воздушным диэлектриком состоит из ротора 1 и статора 2, установленных в двух керамических платах 7.

Статор запаивают в металлизированные отверстия плат, ротор закрепляют в двух бронзовых втулках 6. Напряжение на обкладки конденсатора подается через контакты 3,4,5 и 8

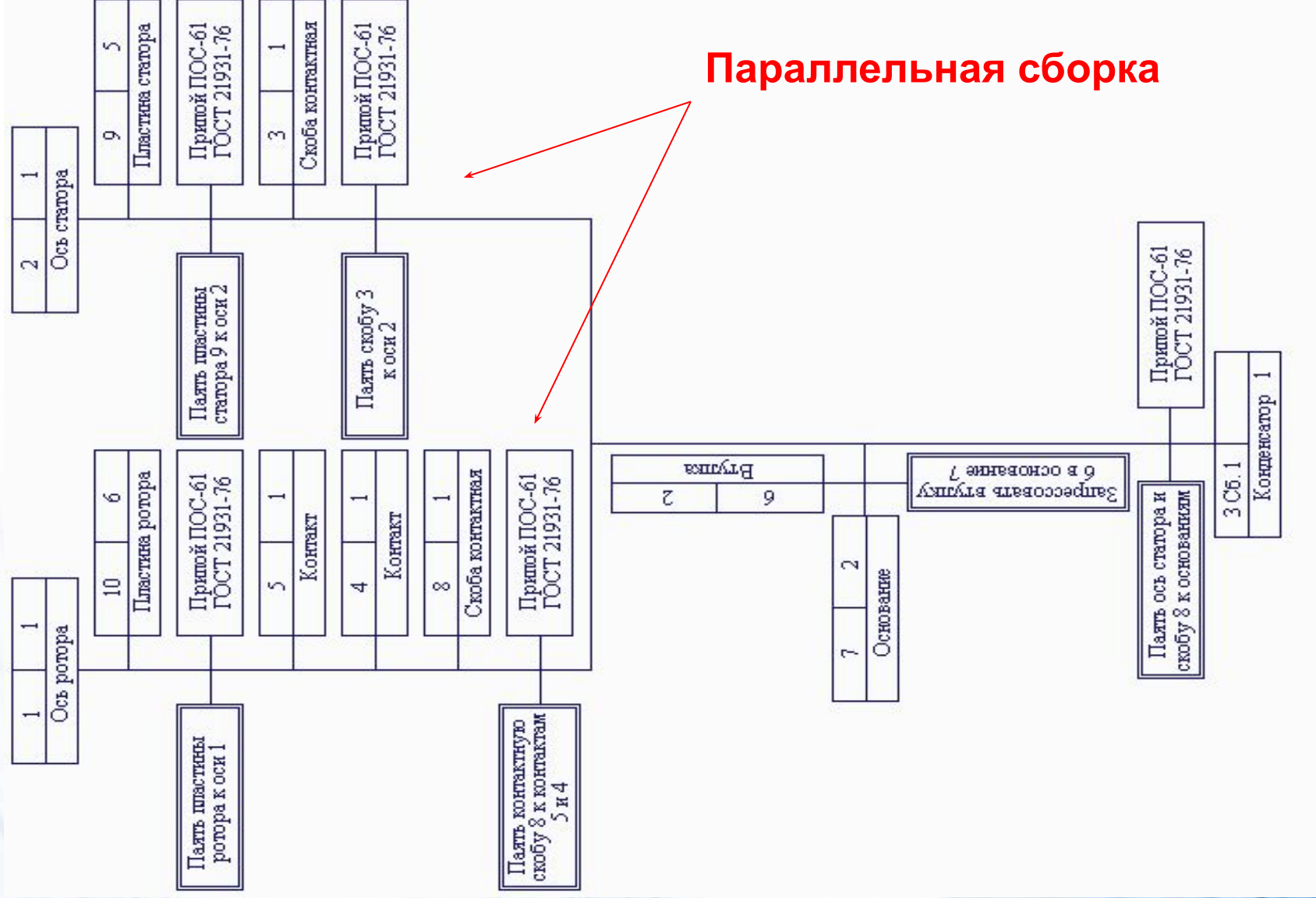
Статор и ротор собирают независимо друг от друга, окончательную сборку осуществляют в приспособлении, обеспечивающем требуемую величину зазора между пластинами ротора и статора.



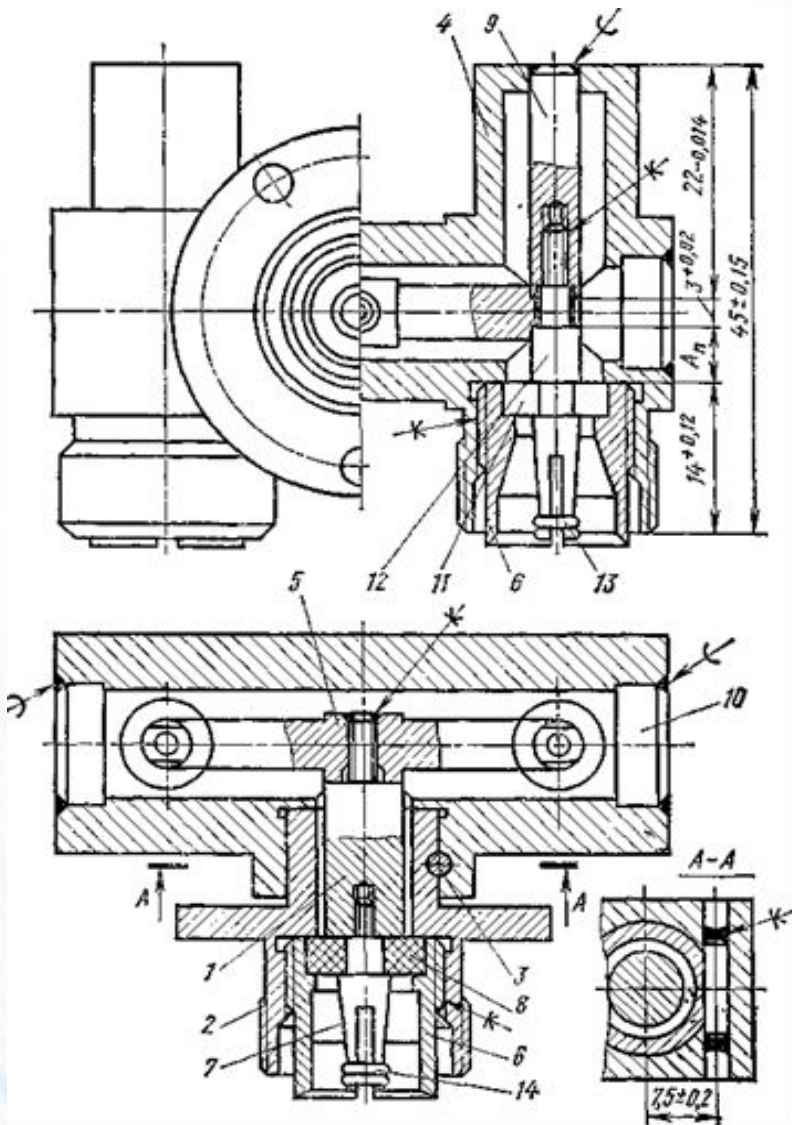
# Схема сборочного состава КПЕ



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРКИ



# Разработка ССС и ТСС делителя мощности СВЧ



- 1 - фидер;
- 2 - штуцер;
- 3 - штифт;
- 4 - корпус-тройник;
- 5 - плечо фидера ;
- 6 - втулка;
- 7 - гнездо;
- 8 - изоляционное опорное кольцо;
- 9 - короткозамкнутый поршень с фидером;
- 10 - заглушка ;
- 11 - изолирующее полукольцо ;
- 12 - гнездо;



Делитель выполнен в виде корпуса-тройника 4, внутри которого помещены фидеры, соединяемые с коаксиальной линией через гнездовые разъемы.

Сигнал от источника подводится к фидеру 1 через разъем, состоящий из гнезда 7, втулки 6 и изоляционного опорного кольца 8.

Корпусом этого разъема служит штуцер 2, запрессованный в корпус и зафиксированный штифтом 3.

Делитель симметричен относительно оси фидера 1, поэтому подводимая мощность делится пополам и по двум равным плечам фидера 5 и одинаковым разъемам, состоящим из гнезд 12, втулок 6 и изолирующих полуколец 11, поступает в линию.

Постоянство коэффициента деления и уменьшение отраженного сигнала обеспечивается двумя одинаковыми короткозамкнутыми поршнями с фидерами 9.



Отверстие вдоль продольной оси корпуса, в котором расположен фидер 5, сквозное. Это облегчает обработку корпуса и сборку делителя.

В процессе сборки оно закрывается двумя заглушками 10. При сборке делителя необходимо припаивать фидер 9 и заглушки 10 к корпусу 4 по окружности припоем ПОС-40, а все резьбовые детали (поз. 1, 6, 7, 12) устанавливать на лаке.

Показатель степени сложности сборочного состава  $n = 6$ ,

Средняя полнота сборочного состава  $p = 9/5 = 1,8$ ;

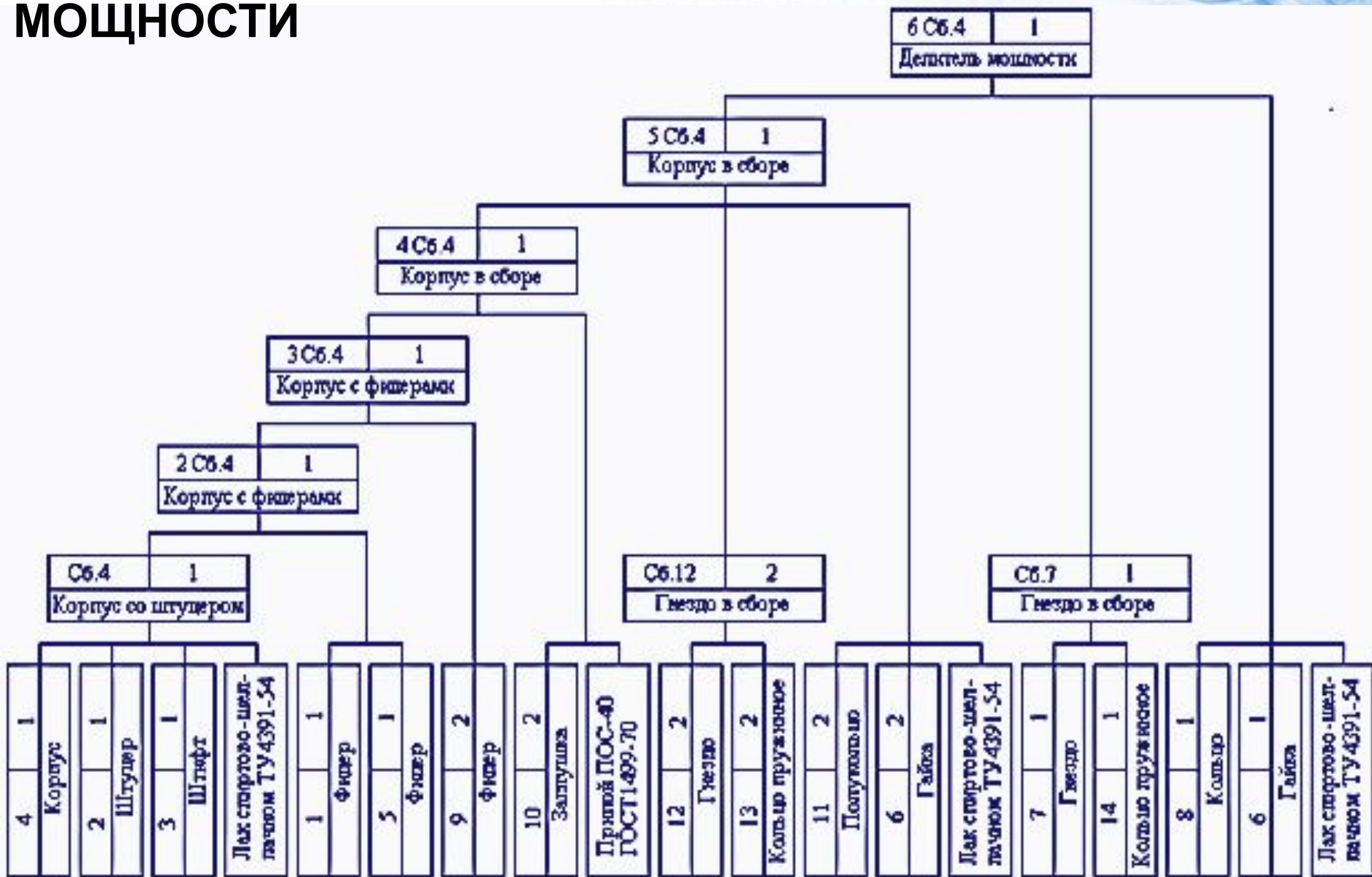
Модуль расчлененности (с учетом разработанного тех. процесса)  $M = 12/9 = 1,33$ .

**Конструкция делителя содержит большое количество точных деталей, легко расчленяется на сборочные единицы, что допускает как дифференциацию, так и концентрацию операций сборки.**

С точки зрения процесса сборки корпус делителя не технологичен. Затруднена сборка фидеров и особенно фидеров 9, 5, гнезда 12.

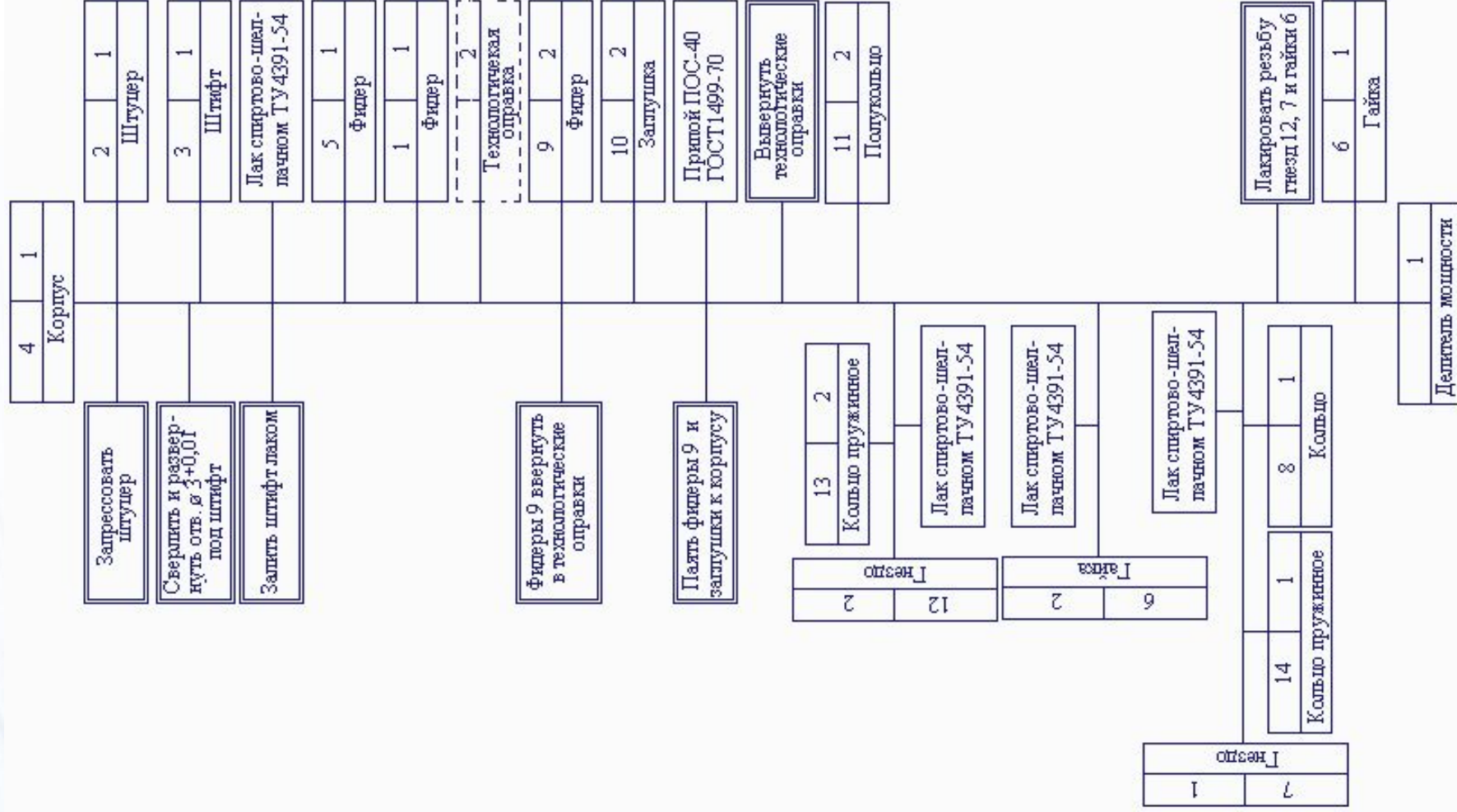
Для сборки этой части делителя мощности необходимо использовать специальную оправку, которая удаляется из корпуса после пайки фидера 9.

# СХЕМА СБОРОЧНОГО СОСТАВА ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ





# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРКИ ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ





# СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ



## **Монтаж**

Установка изделия или его составных частей на месте использования

## **Электромонтаж**

Монтаж электроизделий или его составных частей, имеющих токоведущие элементы

# Структурная схема типового ТП сборки узлов РЭС

Комплектация ИМС,  
ЭРЭ, деталей

Входной контроль ИМС,  
ЭРЭ, деталей, ПП

Подготовка ИМС, ЭРЭ,  
деталей и ПП к монтажу

Маркировка ПП, ИМС,  
ЭРЭ и деталей

Установка ИМС,  
ЭРЭ на ПП

Выполнение пайки  
ИМС и ЭРЭ на ПП

Выполнение пайки  
контактных соединений

Промывка и сушка  
узла РЭС

Регулировка и  
настройка узла РЭС

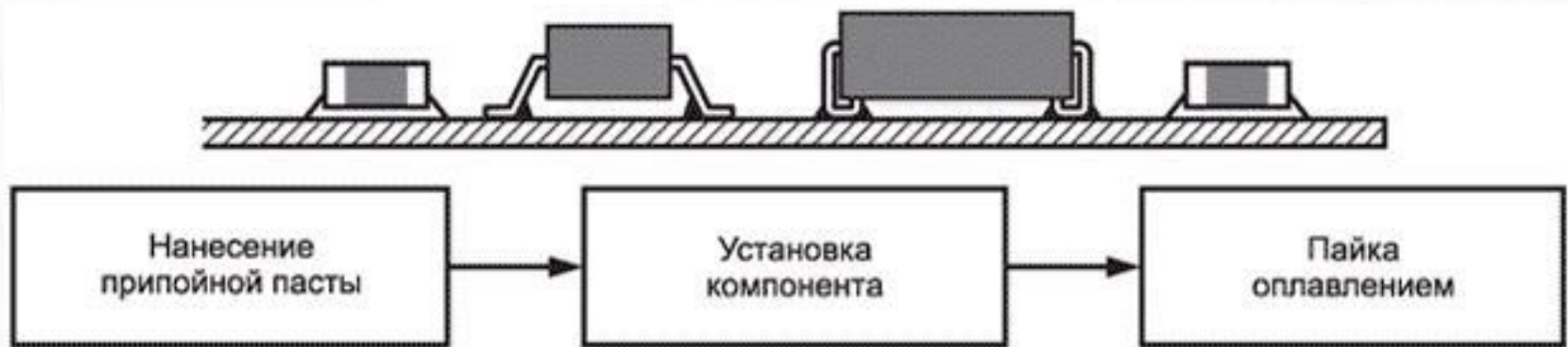
Защита узла РЭС  
(лакирование)

Выходной контроль и  
испытание узла РЭС

# КОНСТРУКТИВНЫЕ ФОРМАТЫ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

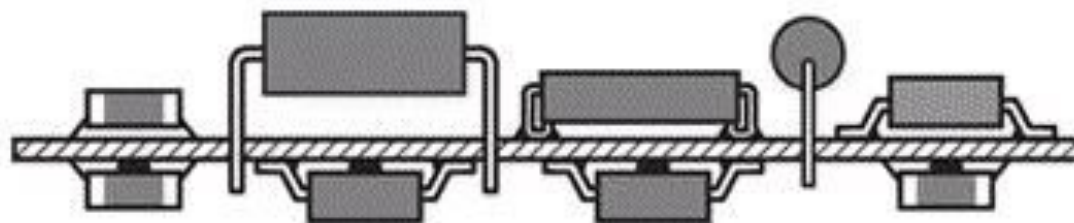
ГОСТ Р МЭК 61192-1-2010 ПЕЧАТНЫЕ УЗЛЫ. ТРЕБОВАНИЯ К  
КАЧЕСТВУ. Часть 1

**Односторонний печатный узел с поверхностным  
монтажом (ПМ) компонентов поверхностного монтажа  
(КПМ). Пайка только оплавлением**

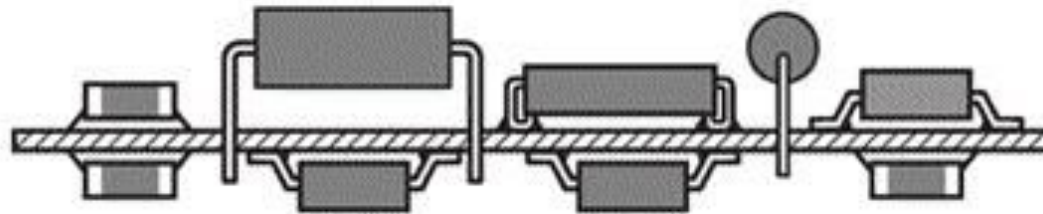




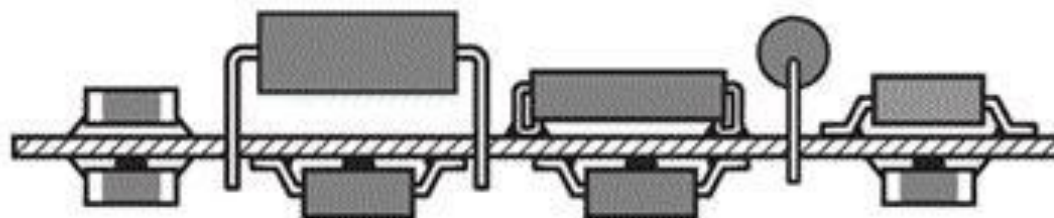
# ДВУСТОРОННИЙ ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ С КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ МОНТАЖА. ПАЙКА ОПЛАВЛЕНИЕМ И ПАЙКА ПОГРУЖЕНИЕМ ИЛИ ВОЛНОЙ ПРИПОЯ



# ДВУСТОРОННИЙ ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ С КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ МОНТАЖА. ПАЙКА ОПЛАВЛЕНИЕМ И РУЧНАЯ ПАЙКА



# ДВУСТОРОННИЙ ПЕЧАТНЫЙ УЗЕЛ С КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ МОНТАЖА. ПАЙКА ТОЛЬКО ПОГРУЖЕНИЕМ



## Технологический процесс сборки узла на ГП состоит из следующих операций:

- комплектация электрорадиоэлементов;
- входной контроль ЭРЭ;
- подготовка ЭРЭ к монтажу (рихтовка выводов производится согласно требованиям к сборочному чертежу);
- подготовка поверхностей ЭРЭ и печатной платы к пайке и фиксация ЭРЭ на плате;
- нанесение дозированного количества припоя и флюса;
- при пайке осуществляется нагрев ЭРЭ до заданной температуры и выдержка в течение 2...3 с;
- очистка соединений от флюса;
- контроль качества пайки и монтажа.



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ РЭС ПРОВОДЯТ В СЛЕДУЮЩЕЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ:

## 1. Механические соединения:

- осуществляют неразъёмные соединения деталей и сборочных единиц с рамой, шасси и платами изделия;
- устанавливаются крепёжные детали;
- устанавливаются перемещающиеся сборочные единицы блока;
- проводится технологическая операция контроля.

# Технологический процесс сборки изделия РЭС проводят в следующей последовательности:

## 2. Электрические соединения:

- осуществляется подготовка электрорадиоэлементов, ИМС;
- подготовка жгутов, кабелей и проводов к монтажу;
- проводится установка ЭРЭ и ИМС на печатную плату;
- выполняется сборка узла на печатной плате, электрическое соединение отдельных узлов и подсоединение жгутов к разъёмам блока;
- проведение технологической операции регулировки и настройки;
- выполнение операции контроля.

**Технологический процесс сборки изделия РЭС проводят в следующей последовательности:**

### **3. Заключительный этап общей сборки:**

- устанавливаются регулировочные детали;
- устанавливаются корпуса, кожухи.

# СХЕМА СБОРКИ И МОНТАЖА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ПРИ СМЕШАННОМ РАСПОЛОЖЕНИИ КОМПОНЕНТОВ

