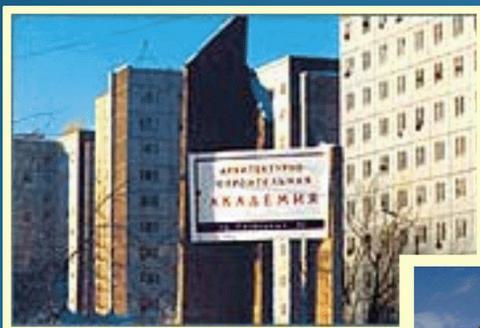




Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра «Приборостроение и телекоммуникации»



Красноярск, 2011



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра «Приборостроение и телекоммуникации»

Авторы: Алдонин Г. М., Алешечкин А.М.,

Валиханов М.М, Желудько С.П.

Обеспечение надежной работы РЭС.





ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра «Приборостроение и телекоммуникации»

ТЕМА 9.

Основные понятия надежности

Тема 9

ПОНЯТИЕ НАДЕЖНОСТИ РЭС

ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ОТКАЗЫ

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
НАДЕЖНОСТИ**

СТРУКТУРНАЯ НАДЕЖНОСТЬ АППАРАТУРЫ

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ



ПОНЯТИЕ НАДЕЖНОСТИ РЭС

НАДЕЖНОСТЬ - свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки при соблюдении режимов эксплуатации, правил технического обслуживания, хранения и транспортировки.



СОСТОЯНИЯ РЭС

В любой момент времени РЭС может находиться:

- **в исправном состоянии** - если РЭА в данный момент времени удовлетворяет всем требованиям, установленным как в отношении основных параметров, характеризующих нормальное выполнение вычислительных процессов (точность, быстродействие и др.), так и в отношении второстепенных параметров, характеризующих внешний вид и удобство эксплуатации, то такое состояние называют **исправным состоянием**;
- **неисправном состоянии**— это состояние РЭА, при котором она в данный момент времени не удовлетворяет хотя бы одному из выше приведенных требований, установленных в отношении как основных, так и второстепенных параметров.





ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Основные эксплуатационные свойства изделий с позиций обеспечения надежной работы:

- безотказность;
- ремонтоспособность;
- долговечность ;
- сохраняемость.



Понятие безотказности

Безотказностью называют свойство изделия сохранять свою работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов. Безотказность измеряется в единицах наработки.

- **Наработка на отказ** - среднее значение наработки ремонтируемого изделия между отказами. Для неремонтируемых изделий этот термин равнозначен понятию средней наработки до отказа.
 - **Гарантийная наработка** - представляет собой наработку изделия, до завершения которой изготовитель гарантирует и обеспечивает выполнение определенных требований к изделию
 - **Долговечность** - свойство РЭА сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов.
 - **Сохраняемость** - свойство изделия сохранять эксплуатационные показатели в течение заданного срока хранения и после него.
 - **Ремонтоспособность** - свойство РЭА, заключающееся в приспособлении к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов
 - **Сбой** (одноразовый) – однократно возникающий самоустраняющийся отказ.
 - **Перебегающий отказ** – многократно возникающий сбой одного и того же характера.
- По характеру устранения отказы делятся:**
- **устойчивые;**
 - **самоустраняющиеся.**

По наличию внешних признаков отказы различают:

- явные;
- неявные (скрытые).

Явные - имеют внешние признаки появления

Неявные (скрытые) – это отказы для обнаружения которых требуется провести определенные действия.

По причине возникновения отказы подразделяют:

- конструкционные;
- производственные;
- эксплуатационные.

Это отказы вызванные нарушением установленных норм и правил при конструировании, производстве и эксплуатации РЭА.



• КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ

- *Средняя наработка на отказ T_{cp}* и вероятность безотказной работы $P(t)$ связаны зависимостью

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt.$$

По статистическим данным

$$T_{i\text{cp}} = \sum_{i=1}^m Dn_i t_{cpi}, \quad t_{cpi} = (t_i + t_{i+1})/2, \quad m = t/Dt$$

где Dn_i - количество отказавших изделий за интервал времени $Dt_{cpi} = (t_{i+1} - t_i)$; t_i, t_{i+1} - соответственно время в начале и конце интервала испытаний ($t_1=0$);

t - интервал времени, за который отказали все изделия;

m - число временных интервалов испытаний.

- *Средняя наработка на отказ T_{cp}* и вероятность безотказной работы $P(t)$ связаны зависимостью

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt.$$

По статистическим данным

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^m Dn_i t_{cpi}, \quad t_{cpi} = (t_i + t_{i+1})/2, \quad m = t/Dt$$

где Dn_i - количество отказавших изделий за интервал времени $Dt_{cpi} = (t_{i+1} - t_i)$; t_i, t_{i+1} - соответственно время в начале и конце интервала испытаний ($t_1=0$);
 t - интервал времени, за который отказали все изделия;
 m - число временных интервалов испытаний.

- При длительной работе РЭА для планирования ее ремонта важно знать не вероятность возникновения отказов, а их число за определенный период эксплуатации. В этом случае применяют распределение Пуассона. Распределение Пуассона применимо для оценки надежности ремонтируемой РЭА с простейшим потоком отказов.

Вероятность отсутствия отказа за время t составляет

$$P_0 = \exp(-\lambda t),$$

а вероятность появления i отказов за то же время

$$P_i = \lambda^i t^i \exp(-\lambda t) / i!,$$

где $i = 0, 1, 2, \dots, n$ - число отказов.

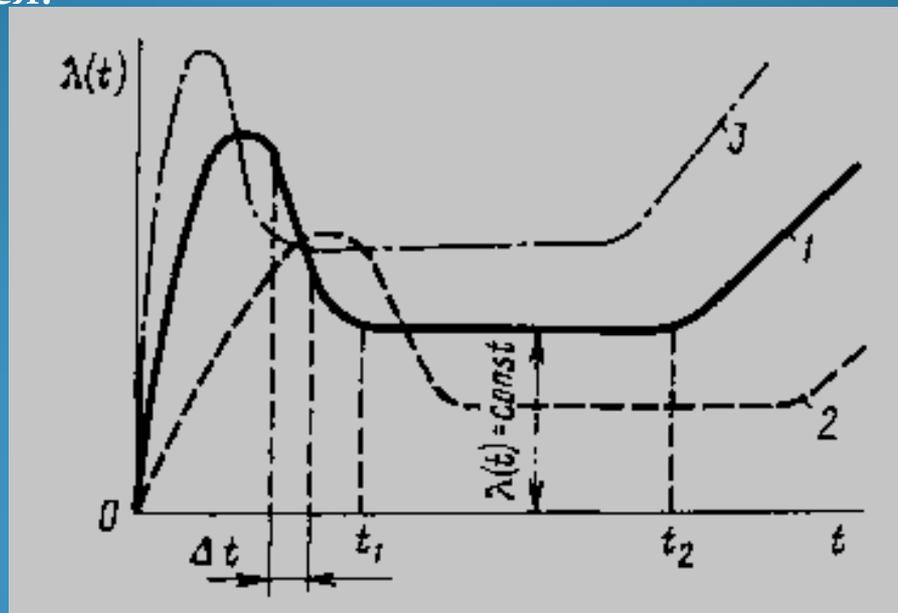
- **Интенсивность отказов.** Критерием, более полно определяющим надежность неремонтируемой РЭА и ее модулей, является интенсивность отказов $\lambda(t)$. Интенсивность отказов $\lambda(t)$ представляет условную вероятность возникновения отказа в системе в некоторый момент времени наработки при условии, что до этого момента отказов в системе не было. Величина $\lambda(t)$ определяется отношением

$$\lambda(t) = f(t)/P(t) = (1/P(t)) dQ/dt.$$

«Кривая жизни» изделия



1) от 0 до t_1 — время приработки (1—1,5%) всего времени испытаний, 2) от t_1 до t_2 — время нормальной работы, 3) от t_2 до ∞ — время старения. Время приработки характеризуется повышенным числом отказов и определяется проявлением технологических и производственных дефектов, время нормальной работы — высокой надежностью испытуемых изделий (интенсивность отказов на этом интервале практически постоянна). При ослаблении (кривая 2) или ужесточении (кривая 3) условий испытаний зависимость $k(t)$ изменится, но три характерных временных интервала сохранятся.



СТРУКТУРНАЯ НАДЕЖНОСТЬ АППАРАТУРЫ

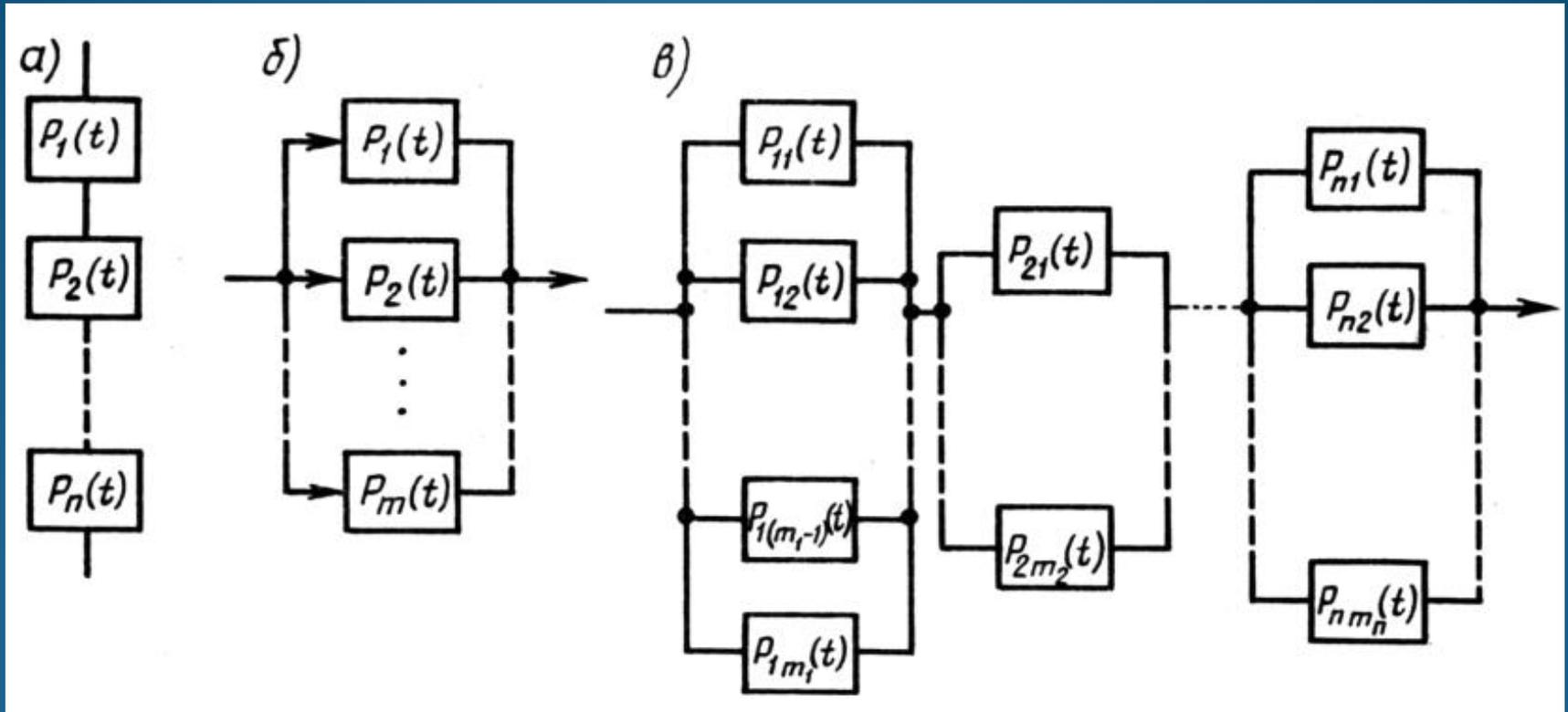


Рис.9.2 Схемы последовательного (а), параллельного (б) и параллельно-последовательного (в) включения элементов в надежностной структурной схеме.

- При **последовательном** включении элементов (*рис. 9.2, а*) для надежной работы схемы необходима работа всех функциональных элементов.

Тогда вероятность безотказной работы схемы будет равна произведению вероятностей безотказной работы всех функциональных элементов:

$$P(t) = P_1(t) P_2(t) \dots P_n(t),$$

где n – число элементов схемы.

Для случая экспоненциального распределения наработки до отказа $P_i(t) = \exp(-\lambda_i t)$ среднее время наработки на отказ составит:

- $T = 1 / \sum_{i=1}^n \lambda_i$

- Для другого простейшего случая построения структурной схемы **параллельного соединения** элементов (*рис. 9.2 б*) при вероятности отказов $Q_i(t)$ для каждого из элементов, входящих в схему, отказ всей схемы будет иметь место тогда, когда откажут все элементы, т.е.
- $Q(t) = Q_1(t) Q_2(t) \dots Q_m(t)$,
- где m - число параллельно соединенных элементов.
При этом вероятность безотказной работы всей схемы:
- $P(t) = 1 - Q(t)$.



МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

- **Методы повышения надежности можно разделить на:**
- **структурные**
 1. **резервирование**
 - а) **постоянное** (резервные элементы включены вместе с основным и функционируют в тех же режимах);
 - б) **резервирование замещением** (обнаружение отказавшего элемента и замена его резервным);
 - в) **скользящее резервирование** (любой резервный элемент может замещать любой отказавший).
- **информационные.**
- **Резервирование** - способ повышения надежности аппаратуры, заключающийся в дублировании РЭА в целом или отдельных ее модулей или элементов.

- Простейший и наиболее распространенный вид функции решения - «закон большинства», или мажоритарный закон.

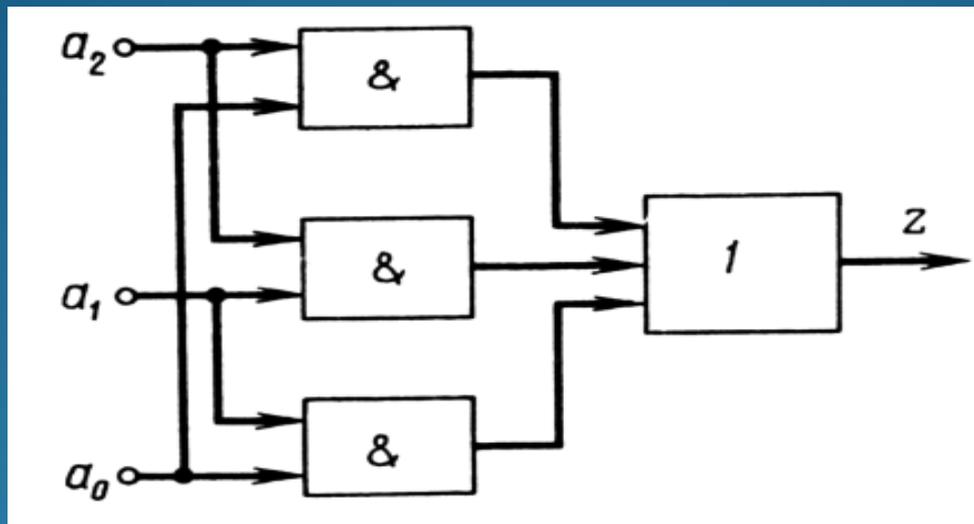


Рис. 9.3. Схема мажоритарного элемента «2 из 3»

Схема мажоритарного элемента, работающего по закону «2 из 3» и построенного из логических элементов И и ИЛИ, основана на выражении $z = x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1 x_3$ и имеет вид, изображенный на *рис. 9.3.*

- *Информационные методы повышения надежности РЭА.* Основное применение информационных методов находят в вычислительной технике. Реализуются они в виде корректирующих кодов. Назначение этих кодов состоит в том, чтобы обнаруживать и исправлять ошибки в РЭА без прерывания их работы.

Корректирующие коды предусматривают введение в изделия некоторой избыточности.

Различают :

- временную избыточность;
- пространственную избыточность.



Тема 10. Основы защиты от воздействий окружающей среды.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТУРЫ

Условия эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры и измерительно-вычислительных систем, имеют различную природу и изменяются в весьма широких пределах. Факторы, воздействующие на приборы и в определенной мере ограничивающие работоспособность аппаратуры, разделяют:

- климатические;
- механические ;
- радиационные.



К климатическим факторам относят: изменение температуры и влажности окружающей среды, тепловой удар, атмосферное давление, присутствие агрессивных веществ и озона в окружающей среде, солнечное облучение, грибковые образования (плесень), наличие микроорганизмов, насекомых и грызунов, взрывоопасность и воспламеняемость атмосферы, водные воздействия (дождь, брызги).

- *К механическим факторам относят:* вибрацию, механические и акустические удары, линейные ускорения.
- *К радиационным факторам относят:* все виды космической, естественной и искусственной радиации.

Эти факторы принято называть дестабилизирующими факторами. Каждый из них может проявлять себя и независимо от остальных, и в совместном действии с другими факторами той или другой группы.



ЗАЩИТА ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СРЕДЫ

покрытия: защитные, защитно-декоративные

- **специальные.**
- **Защитные покрытия** предназначены для защиты деталей от коррозии, старения, высыхания, гниения и других процессов, вызывающих выход аппаратуры из строя.
- **Защитно-декоративные** покрытия наряду с обеспечением защиты деталей придают им красивый внешний вид.
- **Специальные** покрытия придают поверхности деталей особые свойства или защищают их от влияния особых сред.

Для борьбы с *плесневыми грибами* применяют три способа:

- **Способ 1** - использование материалов, не склонных к образованию на них плесени;
- **Способ 2** - изменение внутреннего климата в аппаратуре, имеющее цель лишить плесневые грибки благоприятной базы для развития;
- **Способ 3** - добавление в состав лака или эмали, которыми покрывают поверхность деталей, специальных химических веществ - фунгицидов.



ЗАЩИТА АППАРАТУРЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЙ ВЛАЖНОСТИ

Защита аппаратуры от воздействия влажности осуществляется соответствующими материалами, покрытиями, применением усиленной вентиляции сухим воздухом, поддерживанием внутри изделий более высокой температуры, чем температура окружающей среды, использованием поглотителей влаги, разработкой герметичной аппаратуры.



Электрохимические потенциалы металлов

Таблица. 1

Пресная вода		Морская вода	
Металл	Потенциал, мВ	Металл	Потенциал, мВ
Серебро	+194	Серебро	+149
Медь	+140	Никель	+46
Никель	+118	Мель	+10
Алюминий	-169	Свинец	-259
Олово	-175	Цинк	-284
Свинец	-283	Сталь	-335
Сталь	-350	Кадмий	-519
Кадмий	-574	Алюминий	-667
Цинк	-823	Олово	-809

Коррозия протекает более интенсивно при контактировании материалов с существенно различными электрохимическими потенциалами.

Металлические покрытия



- *Металлические покрытия* образуют с основным материалом детали контактную пару. В зависимости от полярности потенциала различают покрытия:
- **анодные** (отрицательный потенциал покрытия по отношению к основному металлу)
- **катодные** (положительный потенциал покрытия).
- *Оксидирование* - получение окисной пленки на стали, алюминии и его сплавах.
- *Анодирование* - декоративное покрытие алюминия и его сплавов электрохимическим способом.
- *Фосфатирование* - процесс образования на стали защитной пленки с высокими антикоррозионными и электроизоляционными свойствами
- *Лакокрасочные покрытия* защищают детали от коррозии.



ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПЫЛИ

- **Пыль** - смесь твердых частиц малой массы, находящаяся в воздухе во взвешенном состоянии.

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ РЭА

- Герметизация узлов, блоков и шкафов РЭА является надежным средством защиты от воздействия влажности и вредных веществ окружающей среды, пыли, изменения барометрического давления.

Модули первого уровня защищают покрытием лаком, заливкой эпоксидной смолой, пропиткой, особенно точечных изделий, опрессовкой герметизирующими компаундами

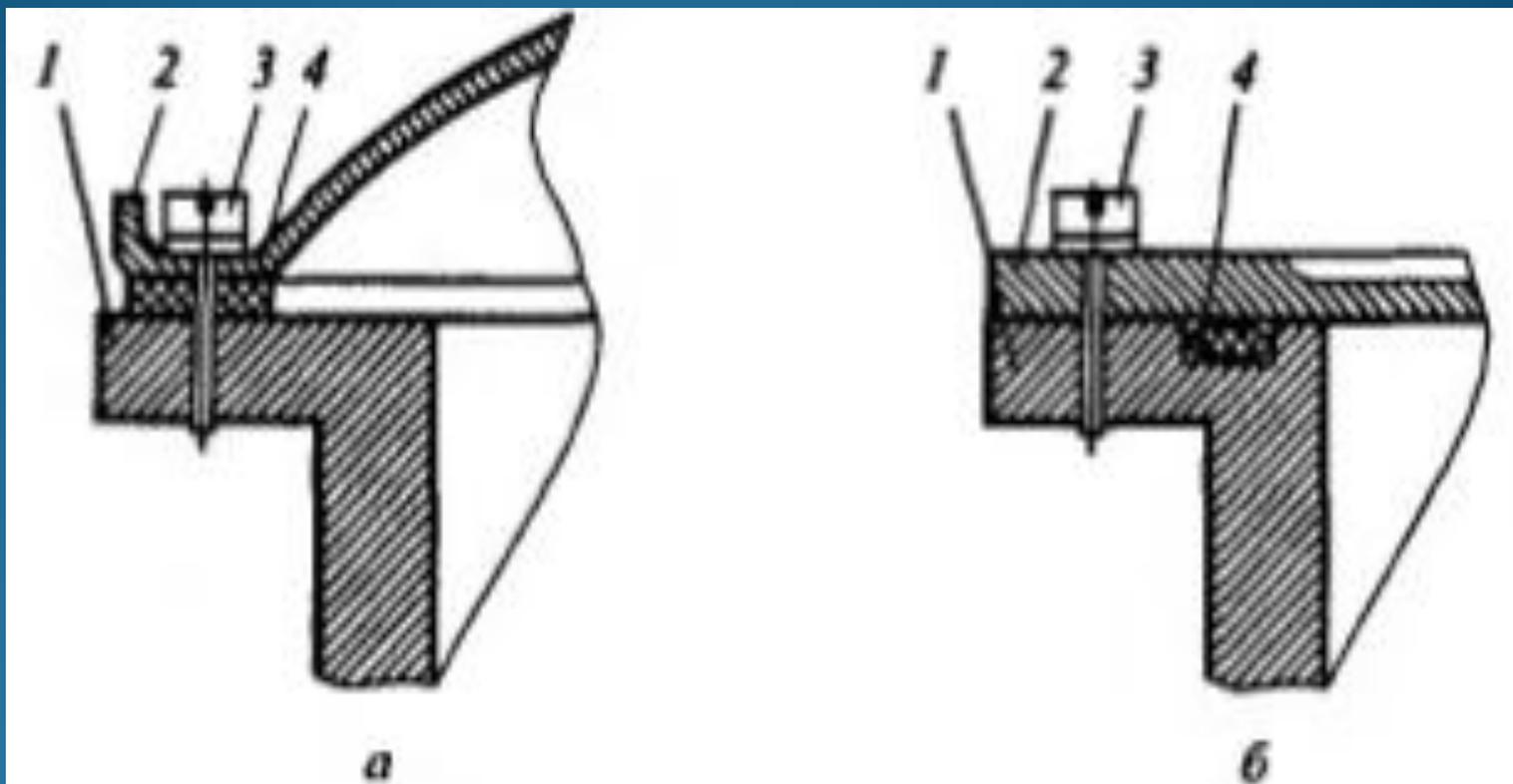


Рис. 9.4. Герметизация упругой (резиновой) прокладкой:

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — винт; 4 — прокладка

При жестких требованиях к герметичности герметизацию выполняют сваркой или пайкой (рис. 9.5)

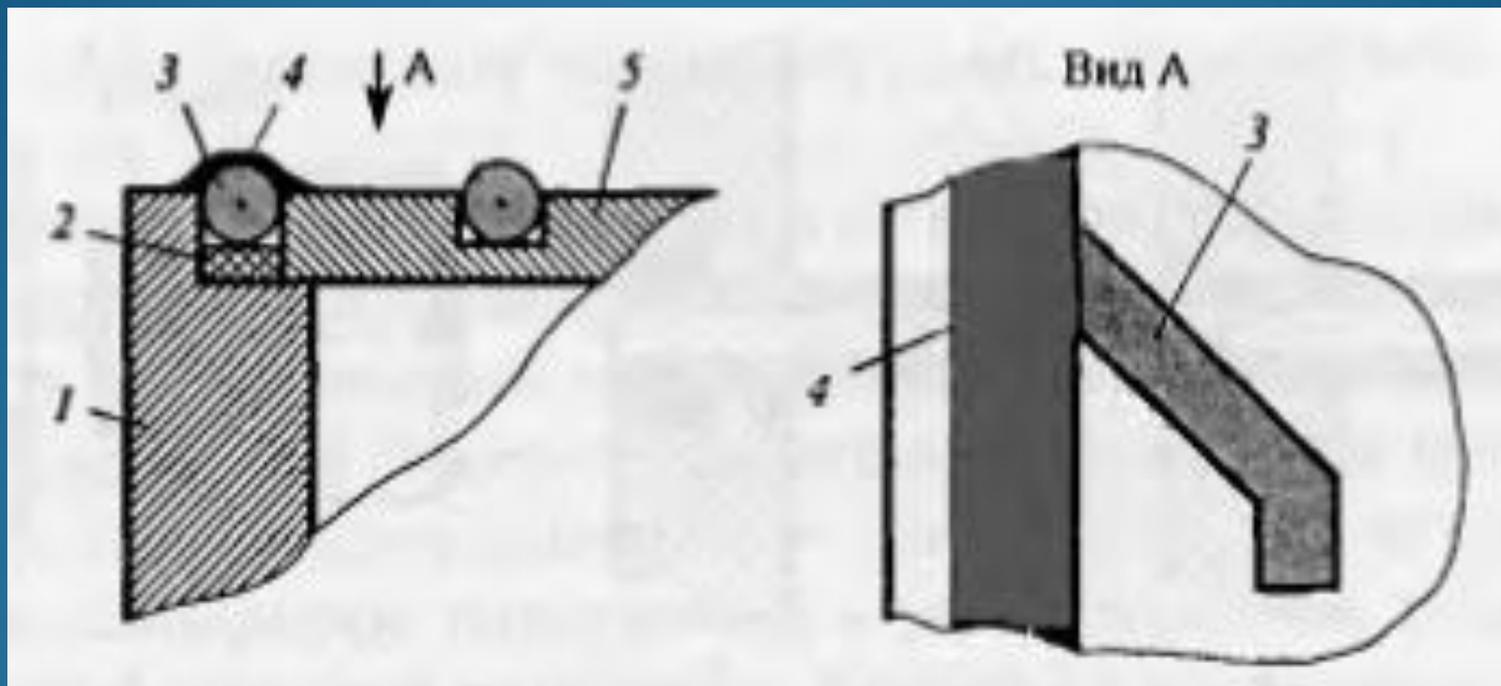


Рис. 9.5. Герметизация паяным швом и проволокой:
1 - корпус, 2 - прокладка; 3 – проволока, 4 - припой,
5 – крышка

При герметизации внутренний объем герметизируемой аппаратуры заполняется инертным газом (аргоном или азотом) с небольшим избыточным давлением.

Закачка газа внутрь корпуса осуществляется через клапаны-трубки. Клапаны-трубки привариваются к корпусу или заливаются компаундом (рис. 9.6, а, б), затем заземляются. Заземленная часть трубки при разгерметизации изделия срезается и при необходимости повторно заземляется. Более удобна герметизация винтом 5 с острой кромкой, врезающейся при заворачивании в мягкий материал трубки-клапана (рис. 9.6, в).

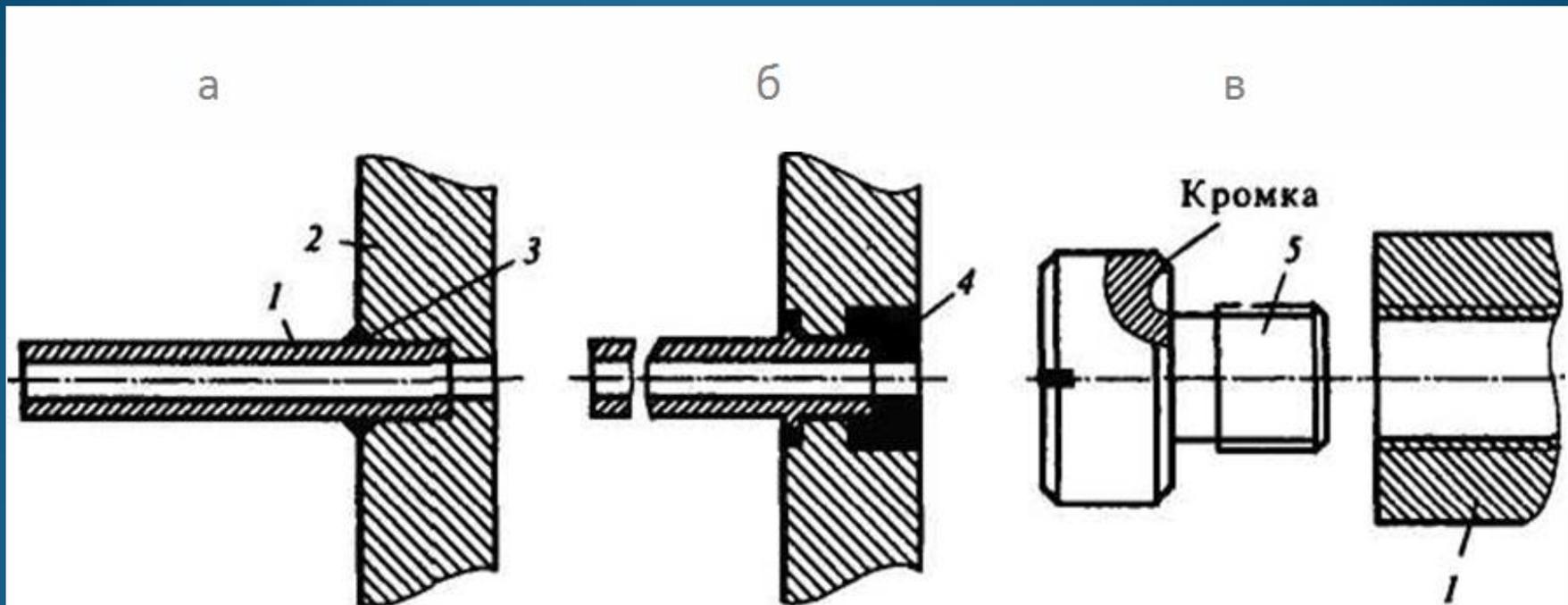


Рис. 9.6. Трубки-клапаны откачки воздуха:
 1 — трубка-клапан; 2 — корпус; 3 — сварной шов; 4 — компаунд; 5 — винт

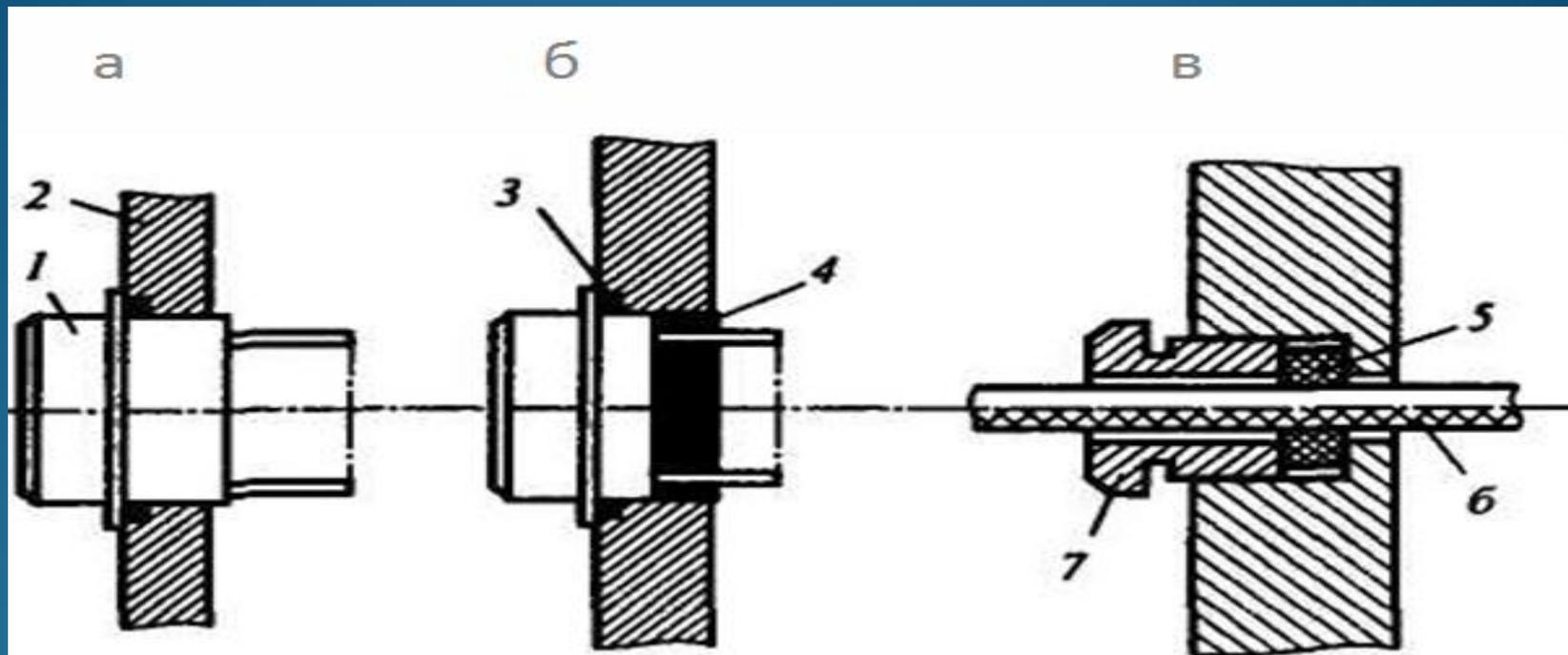


Рис. 9.7. Герметизация соединителя (*а, б*) и выхода жгута (*в*):

1 — соединитель; 2 — корпус; 3 — прокладка; 4 — компаунд; 5 — зажимная шайба; 6 — жгут; 7 — втулка



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра «Приборостроение и телекоммуникации»

Тема №11

Основы защиты РЭС от тепловых воздействий



СОДЕРЖАНИЕ

Тема 11

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ

ОХЛАЖДЕНИЕ АППАРАТУРЫ

ВЫБОР СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ АППАРАТУРЫ



ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ

Тепловой режим аппаратного блока

характеризуется совокупностью температур отдельных его точек — *температурным полем*.

Температурный режим создается как внешним температурным воздействием окружающей среды, так и тепловой энергией, выделяемой радиоэлементами самой аппаратуры. В зависимости от стабильности во времени тепловой режим может быть:

- *стационарным*
- *нестационарным.*

- По характеру направленности теплового потока элементы разделяют:

- *термоактивные;*
- *термопассивные.*

Термоактивные элементы служат источниками тепловой энергии, а *термопассивные* – ее приемниками.

- Передача теплоты от нагретой аппаратуры в окружающую среду осуществляется:

- кондукцией;
- конвекцией;
- **излучением** (*Перенос теплоты излучением* происходит за счет превращения тепловой энергии в энергию излучения (лучистая энергия)).

Кондукция - процесс переноса тепловой энергией между находящимися в соприкосновении телами или частями тел за счет теплопроводности тел. Передача тепловой энергии от нагретого элемента к элементу с меньшей температурой.

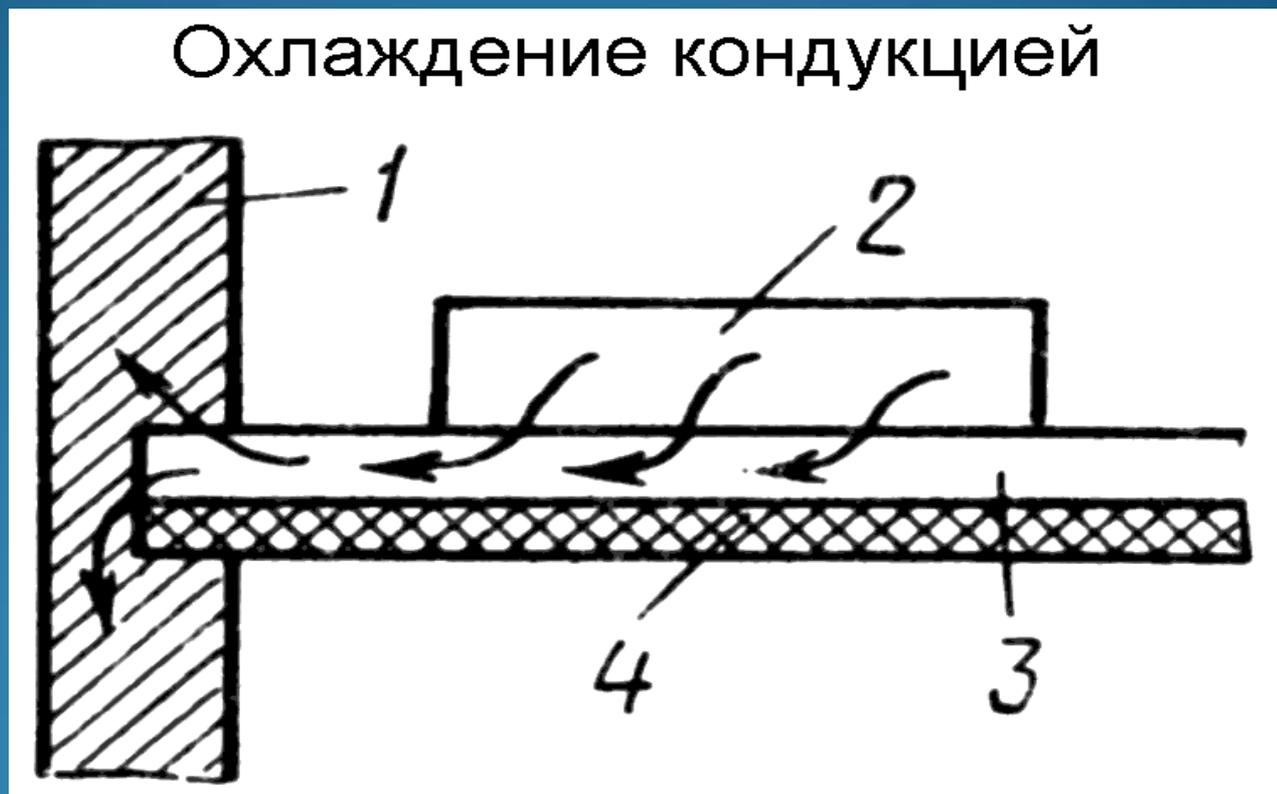


Рис. 9.7. 1- стенка прибора, 2- интегральная схема, 3- теплоотвод, 4-печатная плата.

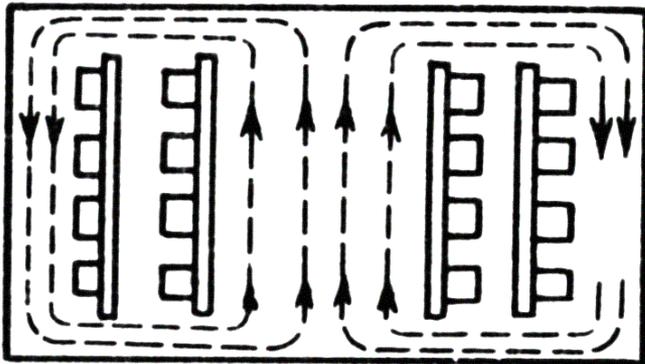
Конвекция — перенос энергии макрочастицами газа или жидкости.

Конвекция бывает:

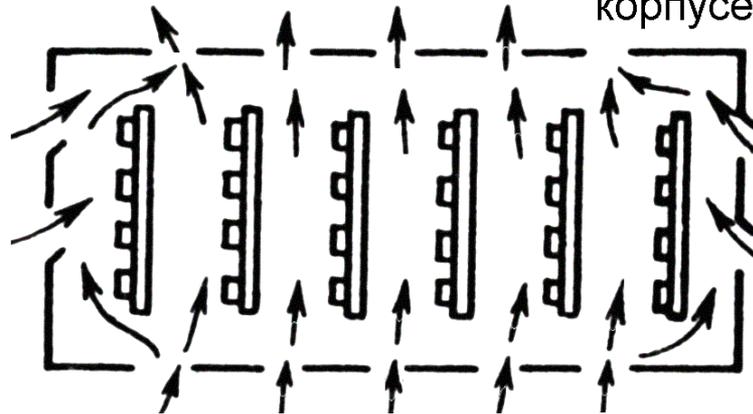
естественная;

принудительная (вынужденное охлаждение)

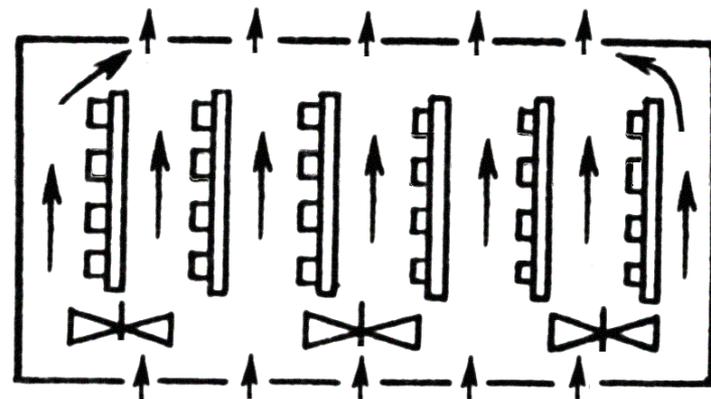
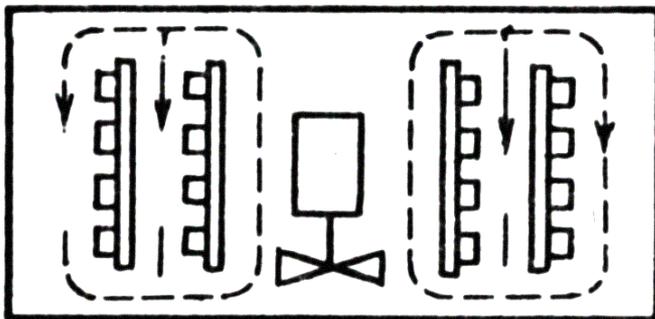
Естественное воздушное в герметизированном корпусе



Воздушное в негерметизированном корпусе



Принудительное воздушное в герметизированном и негерметизированном корпусе



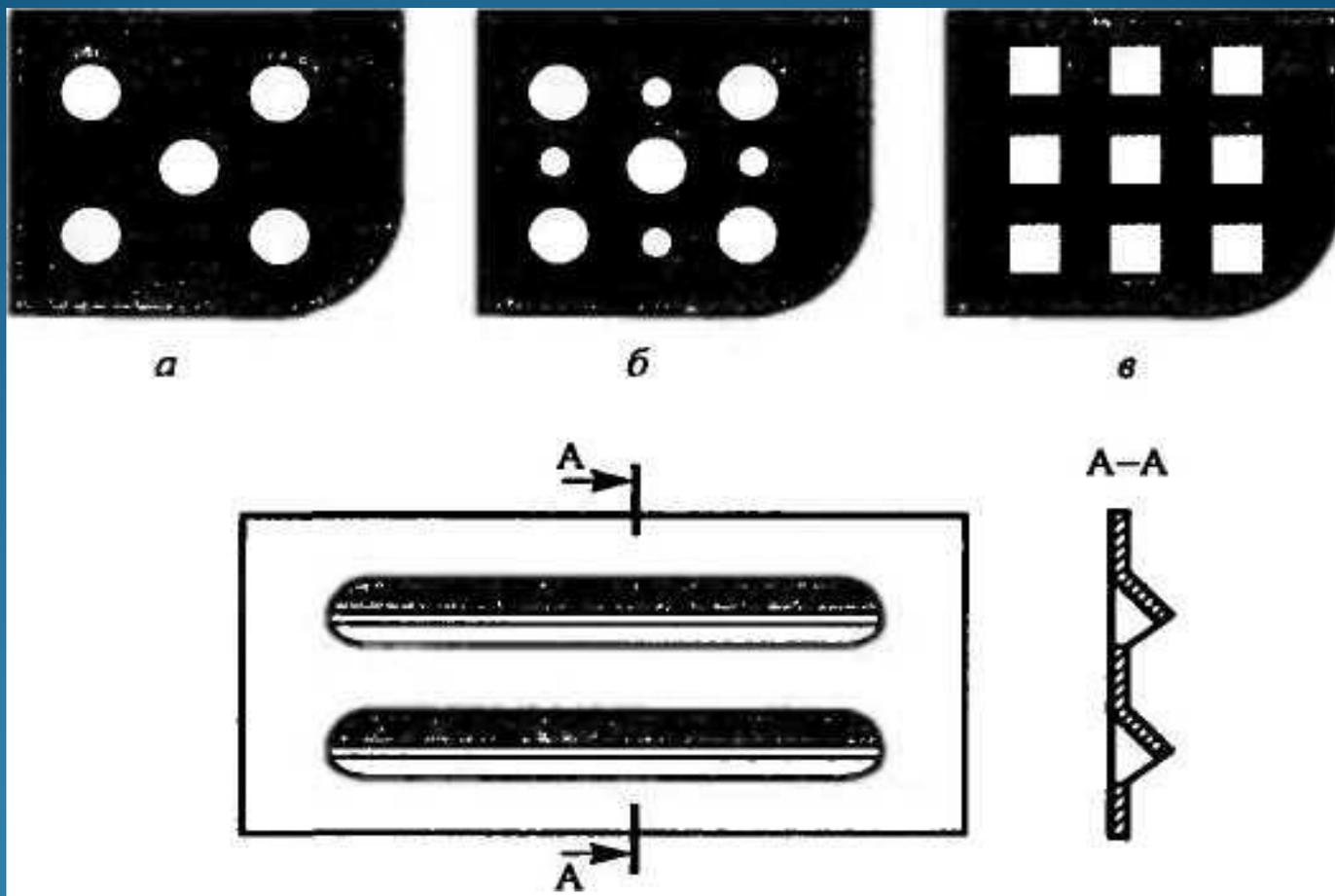
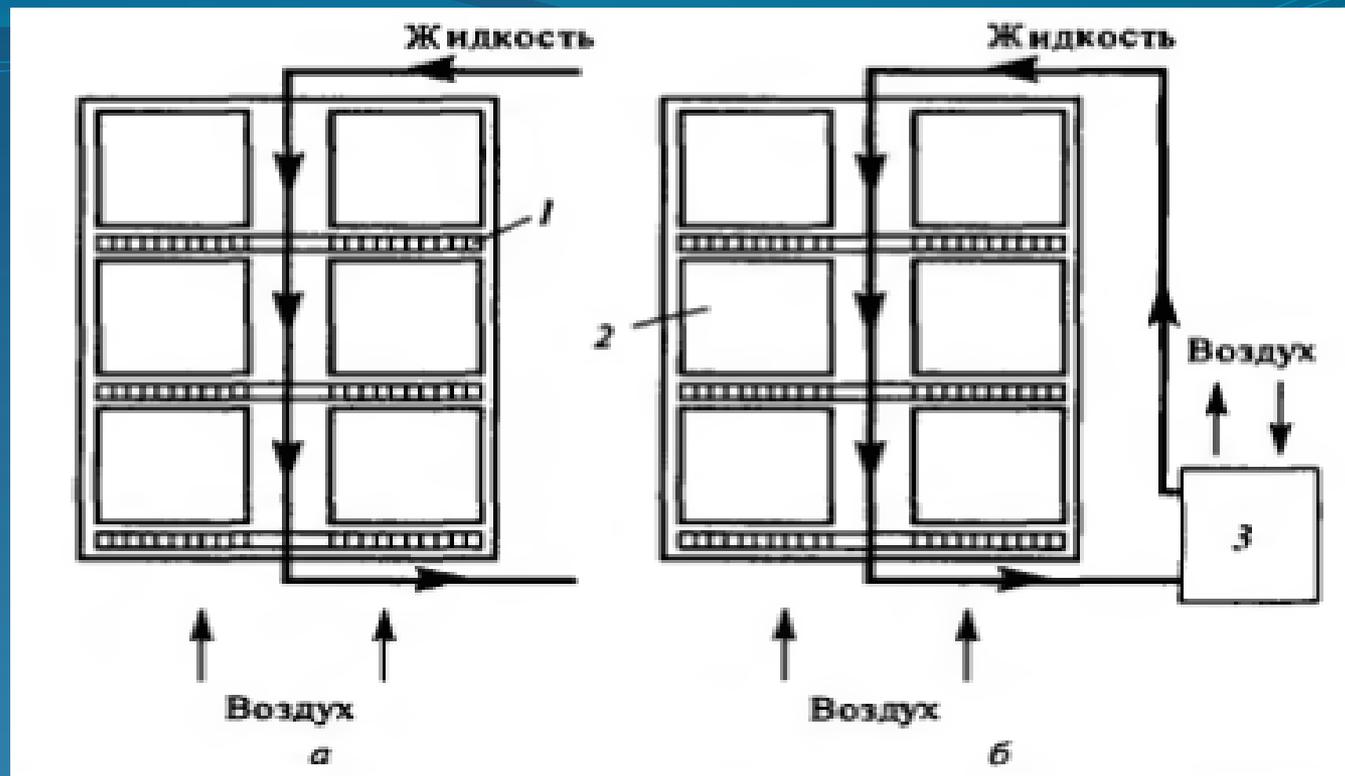


Рис. 9.10. Вентиляционные отверстия (*a*, *б*, *в*) и жалюзи (*г*) кожухов



Проточная (а) и одноконтурная замкнутая (б) водо-воздушные системы охлаждения:

1 — охладитель; 2 — охлаждаемый блок; 3 — теплообменник

В проточной схеме вентилятор засасывает охлаждающий воздух внутрь изделия.

В вытяжной нагретый воздух выталкивается из изделия.

В приточно-вытяжной используются два вентилятора на входе и выходе воздуха из изделия.



ТЕМА 12. ЗАЩИТА РЭС ОТ МЕХВОЗДЕЙСТВИЙ

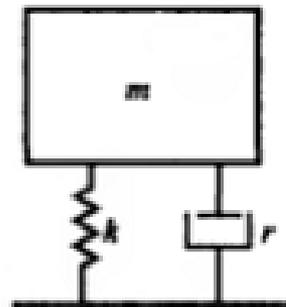
Конструкция как колебательная

Собственная частота конструкции

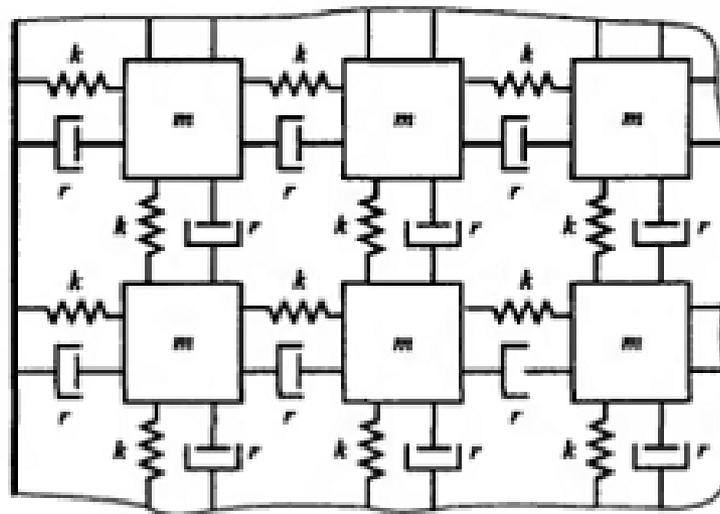
Системы амортизации в РЭС

Обеспечение жесткости конструкции
Параметры материалов, применяющихся
для конструкций ЭА

Конструкция как колебательная система



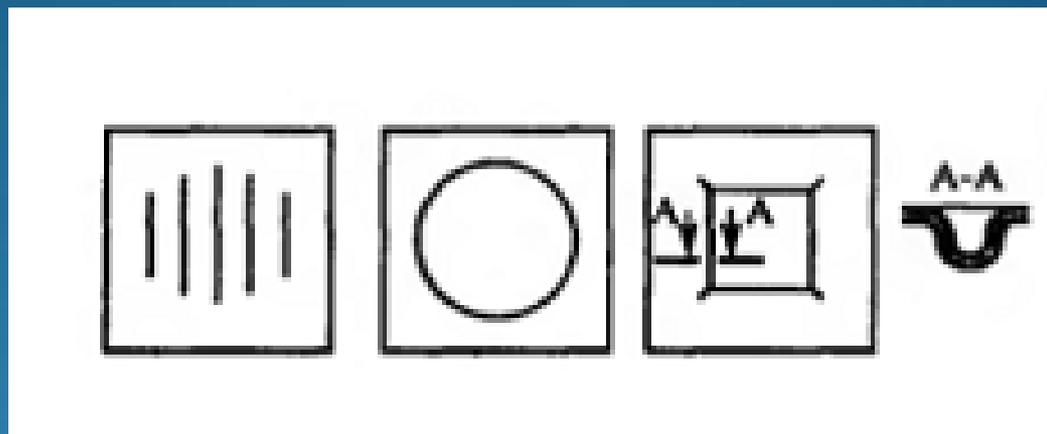
Модель механической системы с одной степенью свободы



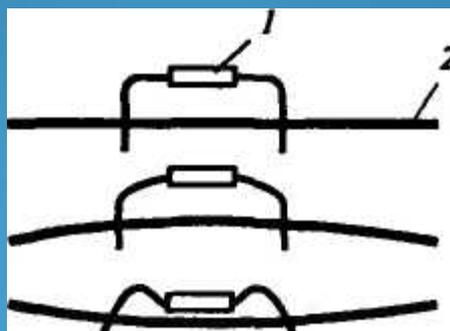
Модель системы с распределенными параметрами



- В правильно сконструированной аппаратуре собственная частота f_0 конструкции **не должна** находиться в спектре частот внешних воздействий



Конфигурация выдавок тонкостенных конструкций деталей



Изменение формы выводов элементов при вибрациях печатной платы:

1 — элемент; 2 — печатная плата

• Параметры материалов, применяющихся для конструкций ЭА

Материал	Марка	σ_p МПа	E, ГПа	ρ г/см ³	Удельная прочность и жесткость		
					$\sigma_p^{уд}$	$\sigma_E^{уд}$	E ^{уд}
Сталь углеродистая	Ст10	334	203	7,85	42,5	12	26
	Ст45	600	200	7,85	76,5	18	25,5
Сталь легированная	30ХГСА	490	198	7,85	62	15,7	25,3
Алюминиевые сплавы	АД-1	58	69	2,7	21	7,7	26
	В-95	275	69	2,8	96	21	24
Магниеые сплавы	МА2-1	255	40	1,8	142	27	23
	МА2-8	275	40	1,8	154	29	22
Медные сплавы	Л-63	294	103	8	35	11	12
	Бр-Б2	392	115	8	48	13	14
Титановые сплавы	BT1-0	687	113	4,5	152	28	25
	BT3-1	1176	113	4,5	218	41	25
Фенопласт	К-21-22	64	8,6	1,4	38	46	6,2
Пресс-материал	АГ-4С	245	34	1,8	273	136	19
Гетинакс	II	98	21	1,4	49	70	15
Текстолит	ПТК	157	10	1,4	70	112	7
Стеклотекстолит	ВФТ-С	245	—	1,85	180	132	—
Фторопласт	4А	14	0,44	2,2	10	6,2	0,2
Стеклопластик	СВАМ-ЭР	687	21	2	221	343	10,3
Пенопласт	ПС-1	—	0,15	0,35	14	—	0,45

ТЕМА 13. ЗАЩИТА РЭС ОТ ПОМЕХ

СОДЕРЖАНИЕ



**Электромагнитная совместимость
усилительных схем**

**Электромагнитная совместимость
цифровых узлов**

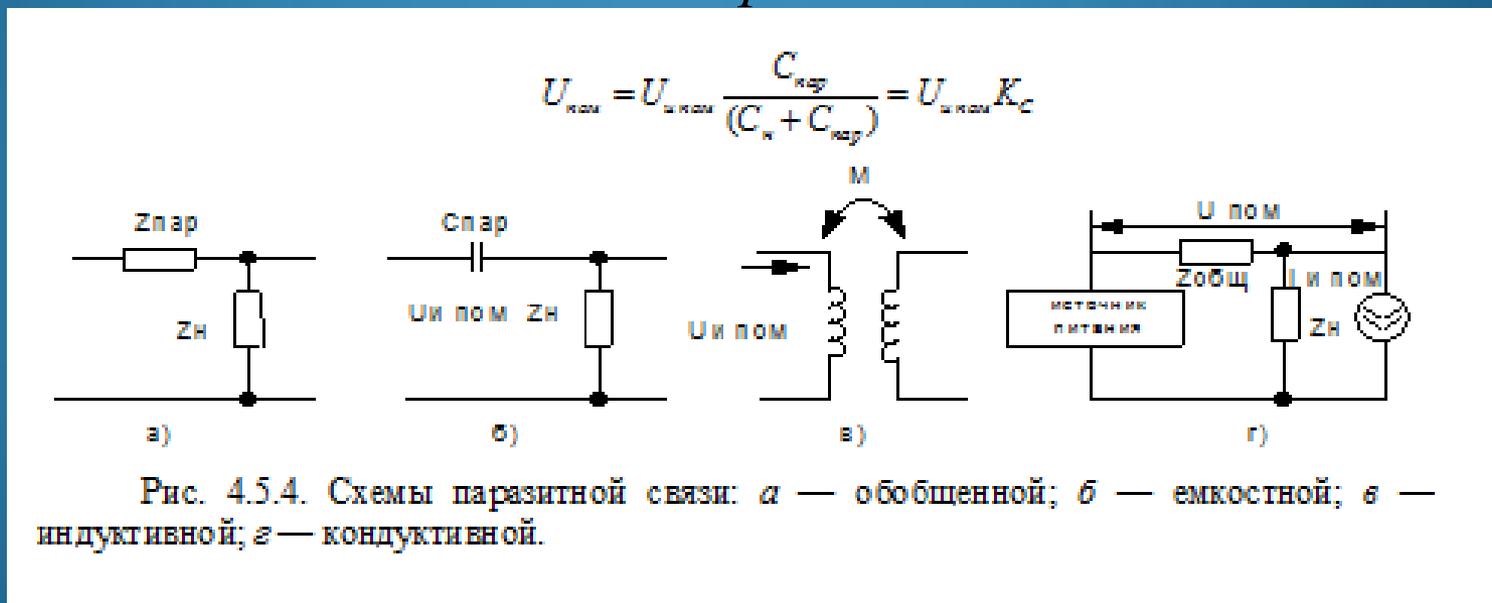
Схемы экранирования

Экранирование проводов линий связи

Электромагнитная совместимость цифровых узлов.



Все электрические соединения можно разделить на электрически длинные и электрически короткие. Электрически длинной называется линия связи, геометрическая длина которой соизмерима с длиной волны наиболее высокочастотной составляющей спектра дискретного сигнала. линия считается электрически длинной, если $t_l < 0,1\tau_{\phi}$ – электрически короткой.



Электромагнитная совместимость усилительных схем.



- Внешние помехи могут поступать на усилитель различными путями :
- через емкостные, индуктивные и кондуктивные паразитные связи.
- ,

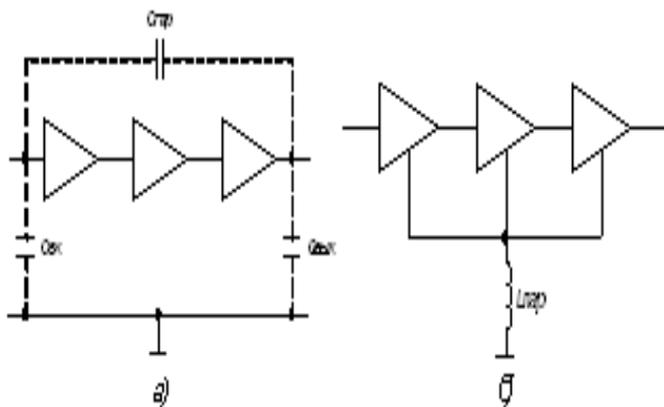


Рис. 4.5.10. Образование паразитной связи в многокаскадном усилителе: *а* – емкостная связь между входом и выходом; *б* – индуктивная связь по земляной шине

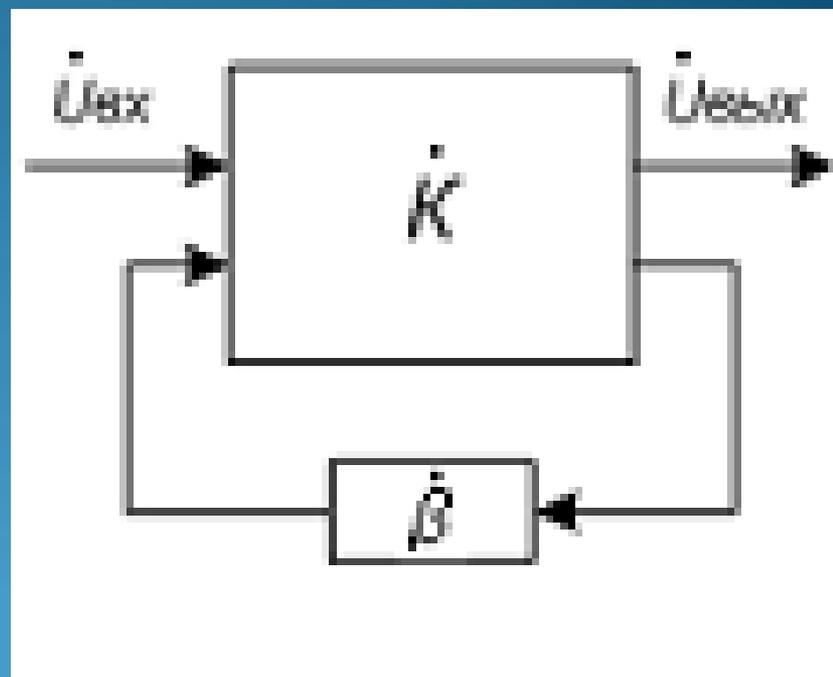


Схема усилителя с обратной связью

Уменьшение кондуктивной помехи

В РЭА шины с нулевым потенциалом (земляные шины) должны выполняться отдельно для входных цепей приемника, исполнительных цепей автоматики и выходных каскадов передатчиков

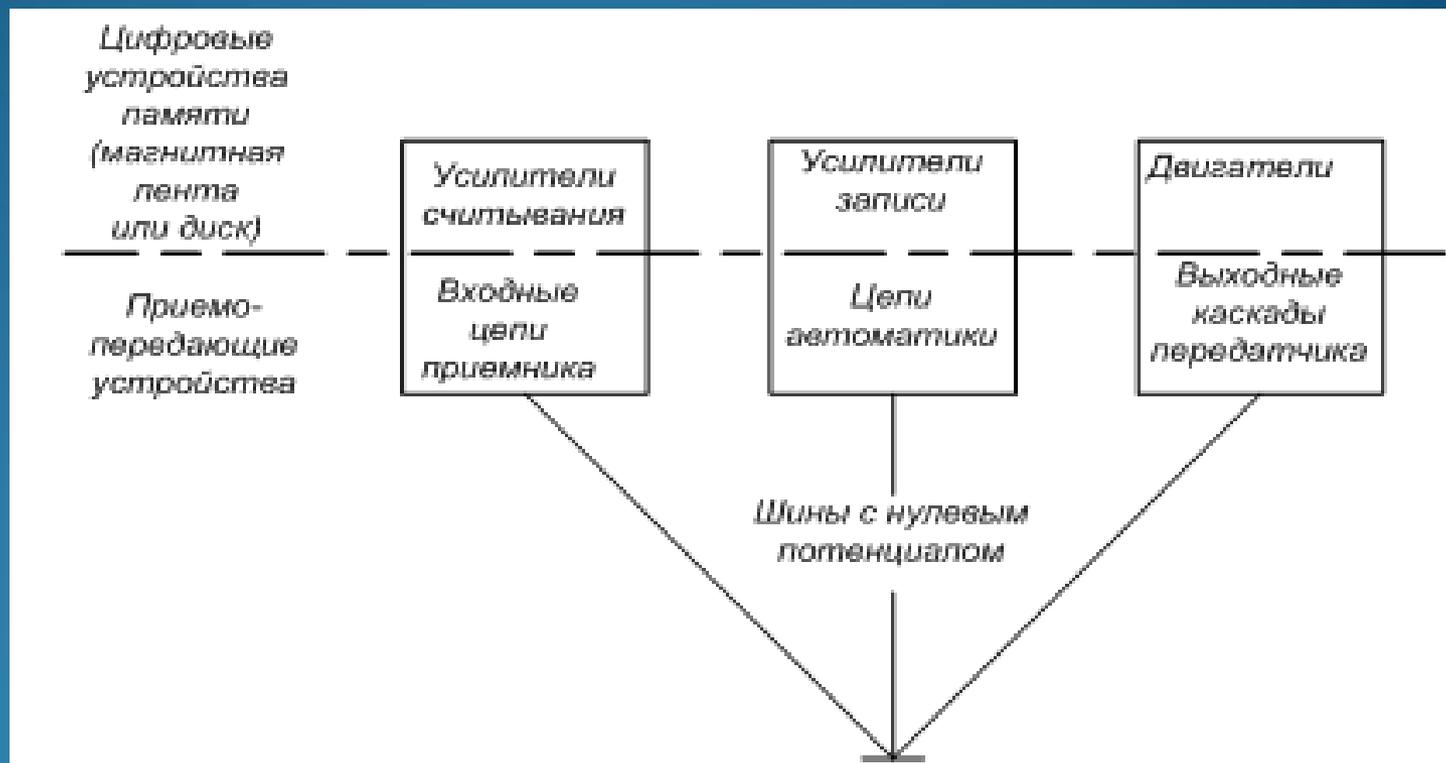


Схема выполнения индивидуальных шин с нулевым потенциалом (земляных шин) для каждой группы устройств (цифровых, аналоговых)

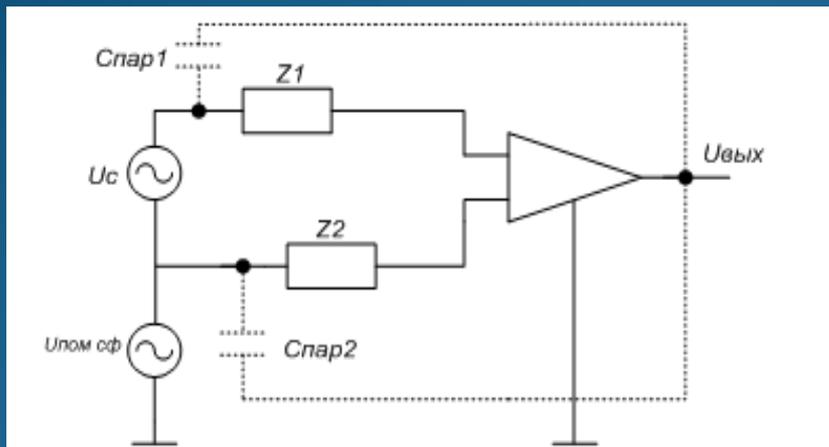
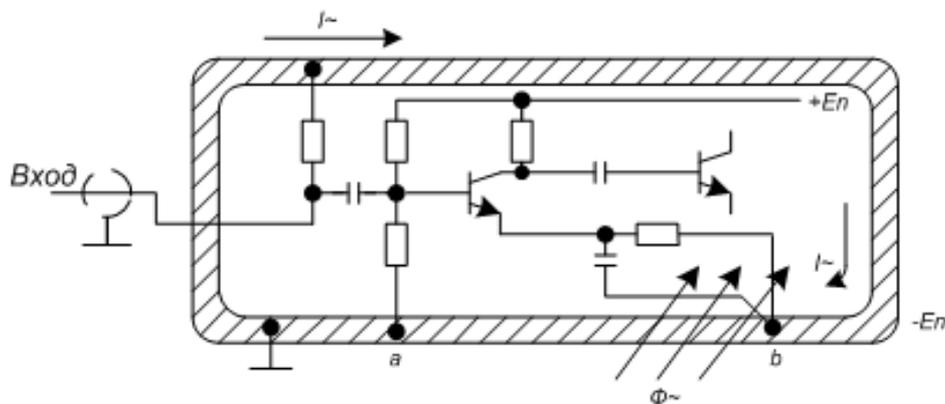


Схема воздействия сигнала синфазной помехи на усилитель с двумя входами

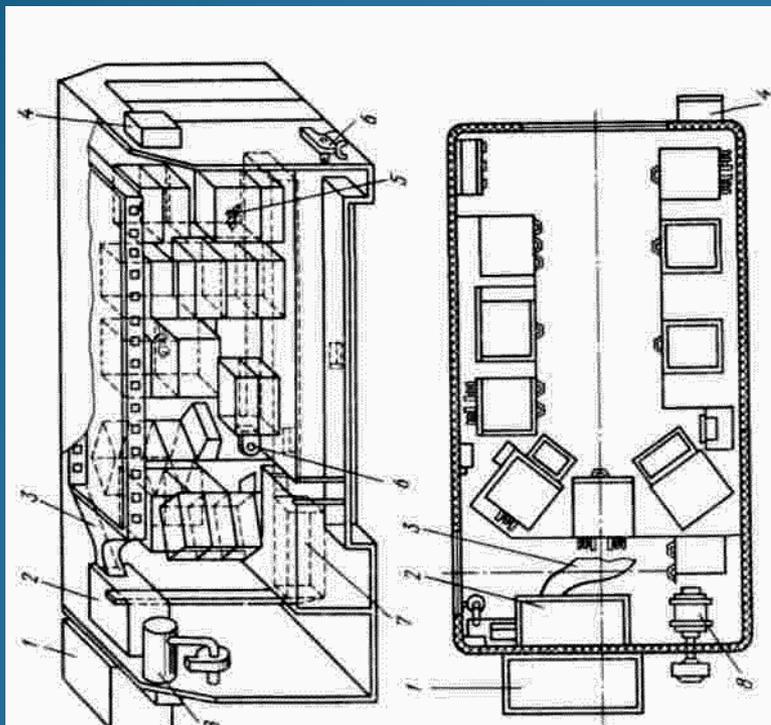


Земляная печатная шина в виде замкнутого контура

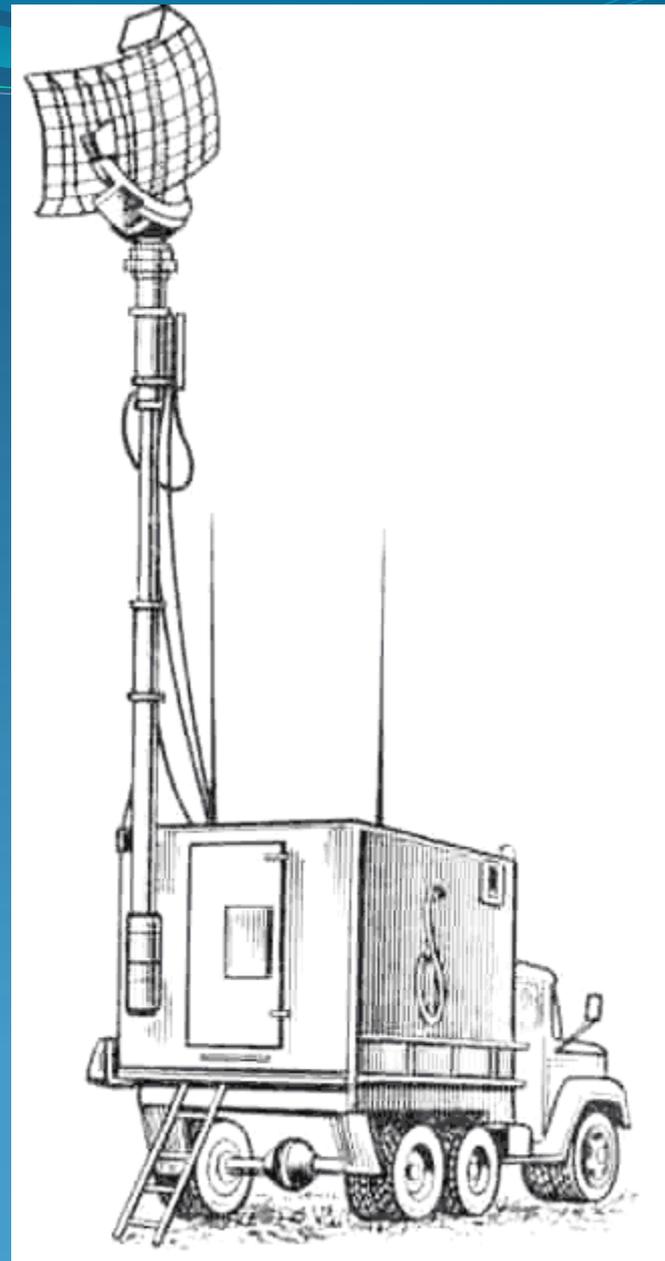
Φ_{\sim} — магнитный поток от поля рассеивания силового трансформатора

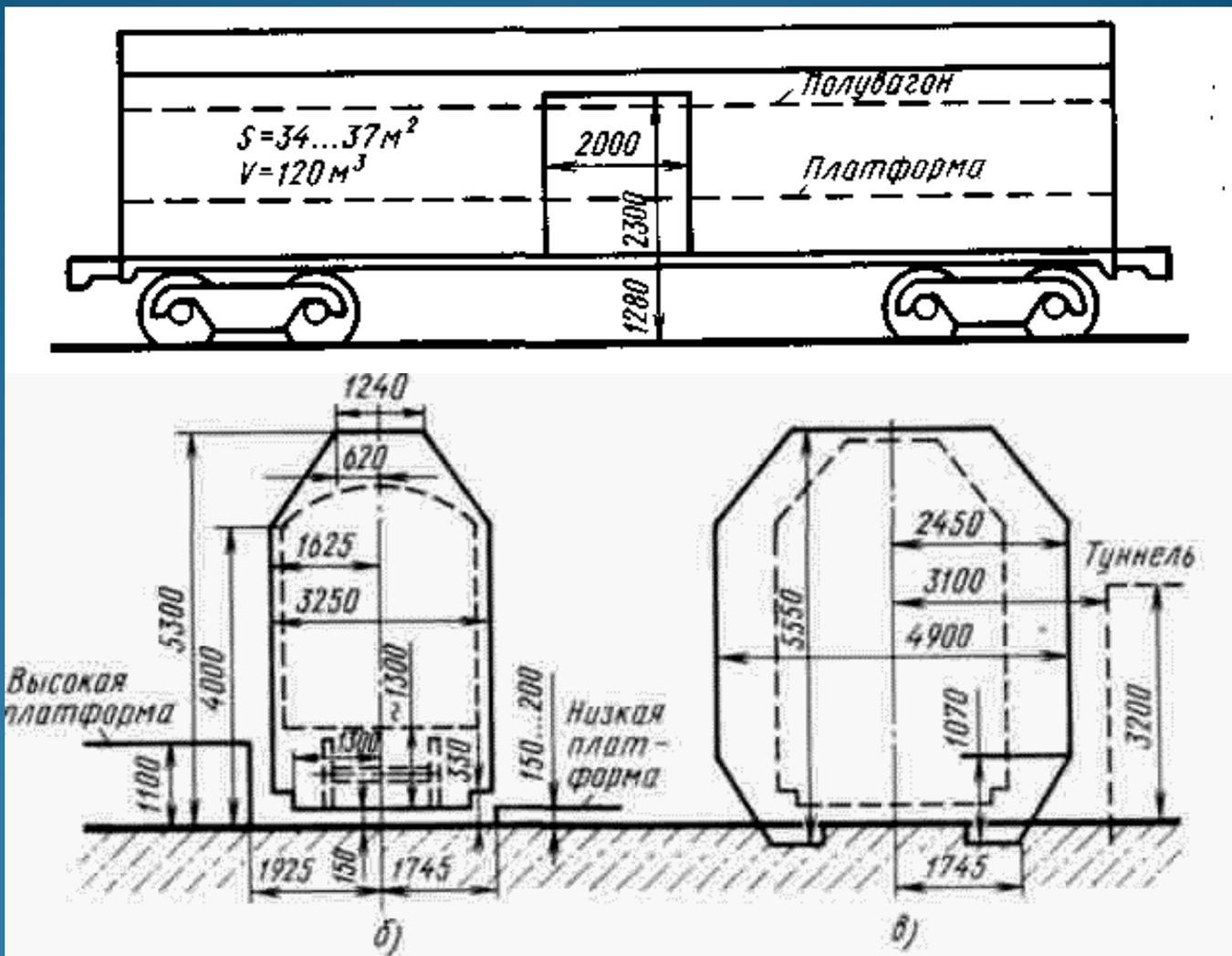
№ схемы	Схема соединения экрана и сигнальных проводов ($R_T < 1 \text{ кОм}$, $R_H < 1 \text{ МОм}$)	Подавление помехи, дБ
1		0
2		0
3		27 (6-27)
4		13
5		13
6		28 (6-28)
7		80 (49-80)
8		55 (12-79)
9		70 (65-70)
10		77 (71-77)
11		83

Тема 14. Особенности проектирования РЭС различного назначения и технология производства РЭС.

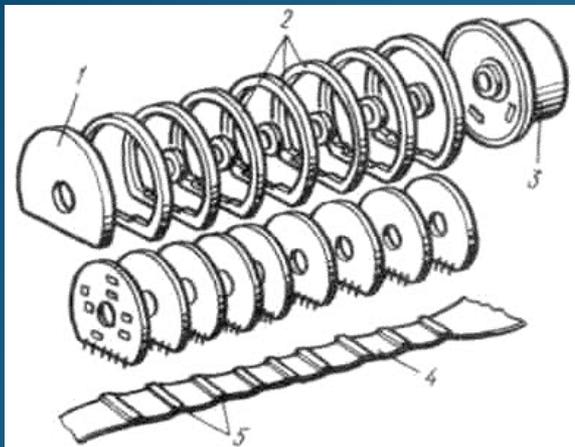


РЭС, размещаемых внутри транспортного средства

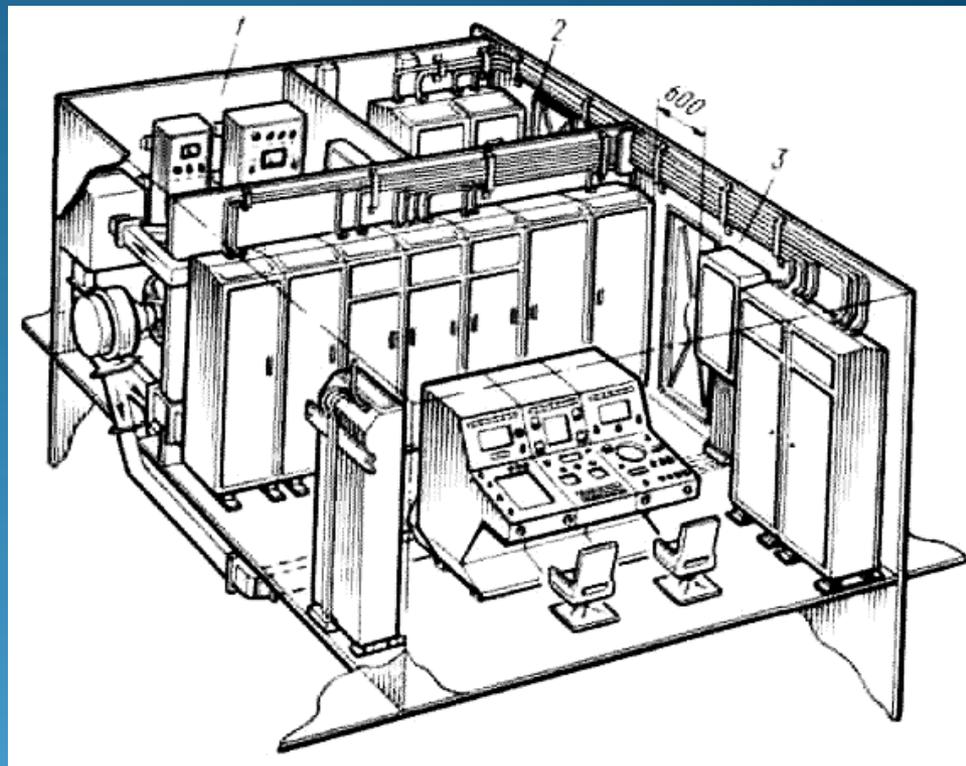




Основные размеры четырехосных железнодорожных платформ, полувагонов, вагонов и дверных проемов в них (а); допустимые габариты подвижного состава железных дорог (б) и габариты расположения строений (в)



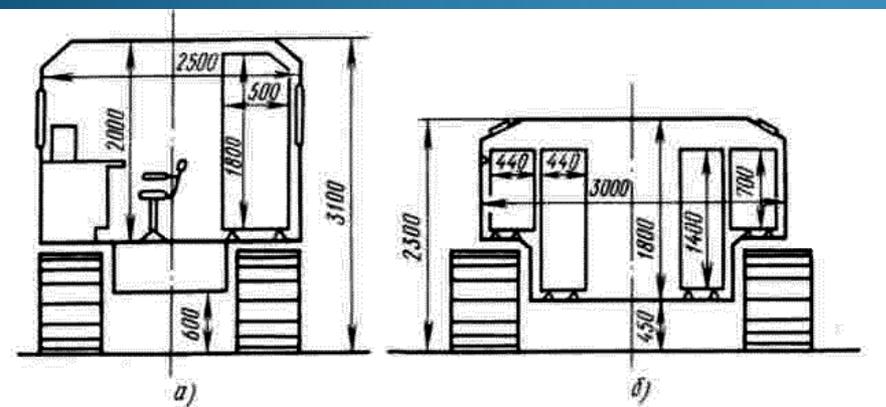
Конструкция РЭС головки самонаведения снаряда



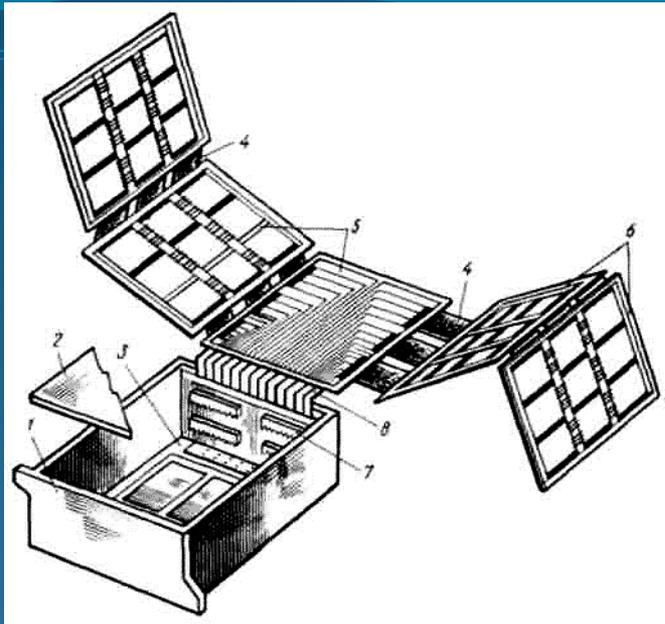
Комплекс РЭС, размещенных в отсеке корабля:

1 — вентиляторная и помещение для запасного

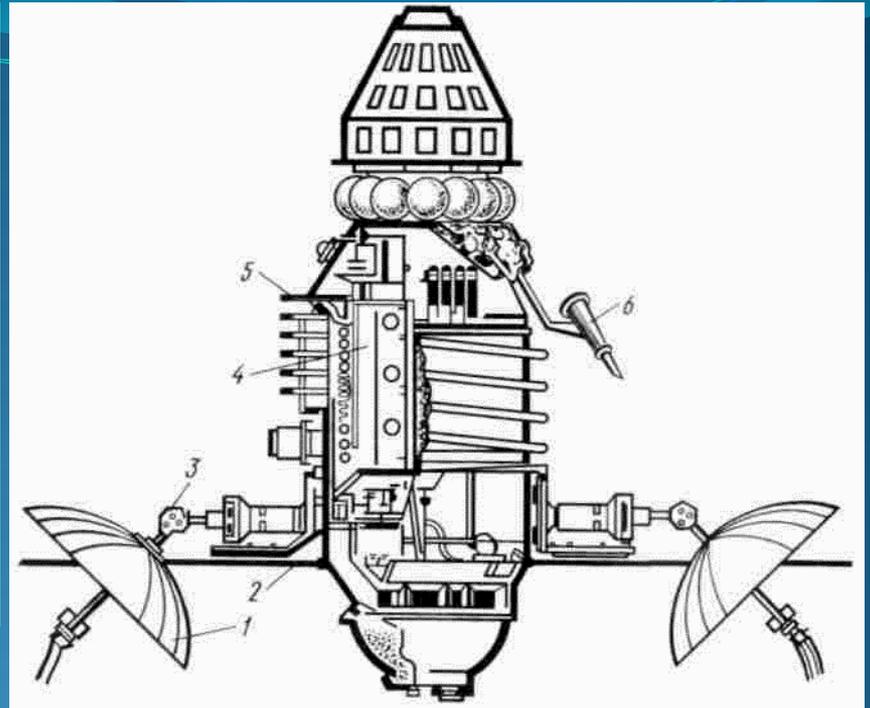
Имущества; 2—генераторная; 3 — помещение для размещения радиоэлектронных средств



Размещение РЭС: в кузове обычной высоты (а) и низком кузове (б) для шасси на гусеничном ходу



Общий вид блока бортовой ЭВМ:

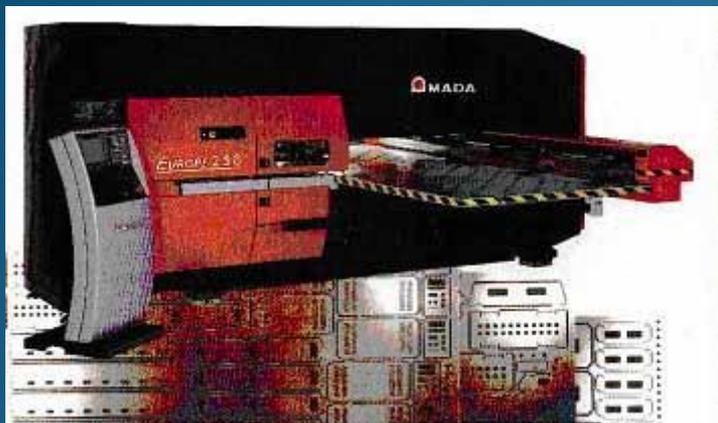


Компоновка спутника «Молния-1»:

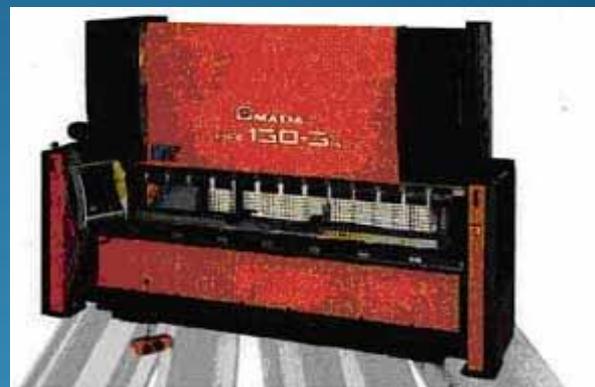
- 1 — антенны ретранслятора;
- 2 — солнечные батареи;
- 3 — привод антенны;
- 4 — блоки РЭС; . 5 — корпус;
- 6 — телевизионная камера с системой самонаведения



- **Этапы разработки ТП монтажа и сборки электронных узлов**
- **Анализ исходных данных**
- Изучение конструкторской документации. Анализ и расчет технологичности конструкции. Анализ объема выпуска изделия и определение типа производства
- **Выбор типового (базового) ТП**
- Формирование технологического кода изделия по классификатору. Определение места изделия в классификационной группе. Принятие решения об использовании действующего ТП
- **Разработка схемы сборки**
- Анализ состава деталей, комплектующих и сборочных единиц изделия. Выбор базовой детали или сборочной единицы. Анализ способов сборки и монтажа. Разработка схемы сборки с базовой деталью
- **Составление маршрутного ТП**
- Определение последовательности технологических операций. Определение штучного времени $T_{шт}$ по заданному коэффициенту закрепления операций $K_{\text{зо}}$ и объему выпуска N изделий. Выбор оборудования и средств технологического оснащения
- **Разработка технологических операций**
- Разработка структуры операции и последовательности переходов. Разработка схем базирования и установки деталей при сборке и монтаже. Выбор средств технологического оснащения (окончательный). Расчет точности операции (собираемости). Расчет режимов, составляющих $\Gamma_{шт}$ и загрузки оборудования
- **Расчет технико-экономической эффективности**
- Определение разряда работ по классификатору разрядов и профессий. Выбор вариантов операций по технологической себестоимости
- **Анализ ТП с точки зрения техники безопасности**
- Выбор и анализ требований по шуму, вибрациям, радиации, воздействию вредных веществ. Выбор методов и средств обеспечения сохранности и устойчивости экологической среды
- **Оформление технологической документации**
- Оформление эскизов технологических операций и карт. Оформление карт маршрутного и операционного техпроцессов
- **Разработка ТЗ на специальную оснастку**
- Схема базирования заготовки (заготовок). Определение погрешностей базирования и точности приспособлений. Определение количества заготовок и схемы их закрепления. Составление схем привязки приспособления к оборудованию



Координатно-револьверного пресс (КРП) с ЧПУ модель
«Europe» 245/27



Листогибочный пресс *HFE 80-25*.

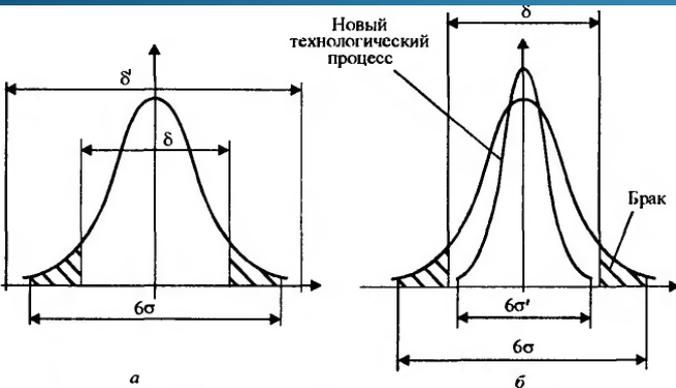


Гидравлические гильотинные ножницы *GS-630*

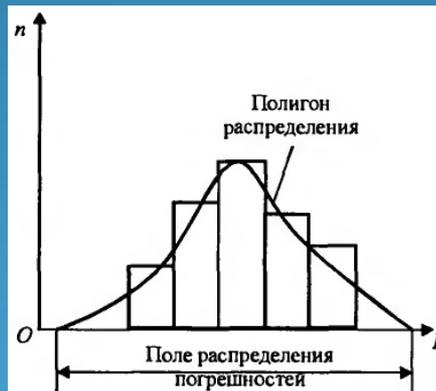
Технологические процессы и качество РЭС



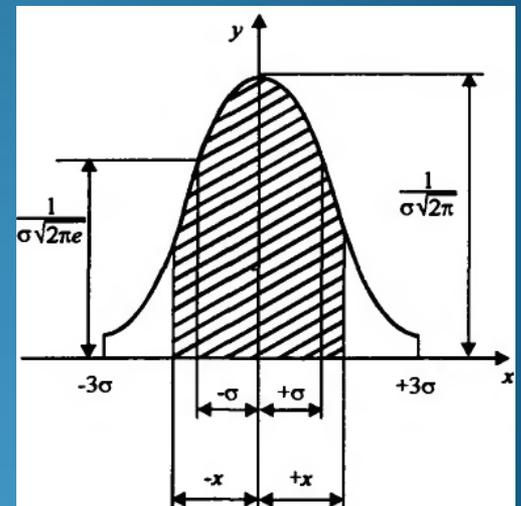
Цикл Деминга



Обеспечение работы без брака:
 а — увеличением поля допуска;
 б — улучшением качества
 техпроцесса



Гистограмма и полигон
 распределения параметров



Кривая распределения Гаусса
 в координатах с началом в центре
 группирования

• Схема сечения детали после обработки

