

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

С.М. Соленко, Т.В. Матюхина, Т.А. Рыжикова

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ

Часть 2

Санкт-Петербург
2019

УДК 621.396.69

Рецензент
кандидат технических наук, профессор СПбГУТ
Ю.Ф.Болтов

*Утверждено редакционно-издательским советом СПбГУТ
в качестве методических указаний*

Сотенко С.М.,

Основы конструирования электронных средств. : Лабораторный практикум / Матюхина Т.В., Сотенко С.М., Рыжикова Т.А. – СПб: Издательство СПбГУТ, 2019. – 80 стр.

Даны методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы конструирования электронных средств», вопросы для самопроверки и список рекомендуемой литературы.

Предназначен для студентов направлений: **11.03.03** - конструирование и технология электронных средств; **11.03.01** – радиотехника; **11.03.02** – инфокоммуникационные системы и технологии (прикладной бакалавриат); **12.03.04** - биотехнические системы и технологии; **27.03.01** – метрология и стандартизация.

УДК 621.396.69

© Матюхина Т.В., Сотенко С.М., Рыжикова Т.А., 2019

© Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2019

Содержание

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	
Разработка конструкции сборочной единицы второго структурного уровня	4
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4	
Разработка конструкции блока РЭС	19
 Список использованных источников	

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ ВТОРОГО СТРУКТУРНОГО УРОВНЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с современными конструкциями сборочных единиц второго структурного уровня РЭС и разработать конструкцию кассеты (ячейки) на основе ранее спроектированного печатного узла (лабораторная работа №2) и предложенных условий эксплуатации.

2. ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

Задание на лабораторную работу содержит:

- количество функциональных узлов размещаемых в кассете (ячейке);
- количество низкочастотных и высокочастотных соединителей кассеты (ячейки);
- конструктивные особенности кассеты (ячейки), связанные с ее входимостью в блок;
- условия эксплуатации и входимости блока в РЭС;
- программу выпуска.

Задание может содержать указания по способу формообразования несущих конструкций кассеты (ячейки), кроме того задание должно содержать указания о конструктивном исполнении блока, которые влияют на конструкцию кассеты (ячейки). В задании указывается схема расположения и соединения кассет (ячеек) в блоке.

Студенту необходимо:

2.1. Проанализировать исходные данные технического задания и разработать тактико-технические требования к конструкции кассеты (ячейки).

2.2. Разработать эскиз кассеты (ячейки), ориентируясь на выбранный прототип типовой конструкции и согласовать его с преподавателем.

2.3. Разработать сборочный чертеж кассеты (ячейки) с учетом требований технического задания и тактико-технических требований к конструкции.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАДАНИЯ

1. В соответствии с ГОСТ 26.632-85 «Уровни разукрупнения РЭС» кассеты (ячейки) относятся к элементам второго структурного уровня, т. е. они состоят из электрорадиоэлементов (ЭРЭ), печатных плат и элементов конструктивного исполнения.

Кассеты и ячейки являются основной единицей первого и второго уровня разукрупнения радиоэлектронных средств. Конструкции кассет весьма разнообразны как по числу и форме деталей, так и по применяемым материалам. Так, конструкции кассет для морских РЭС отличаются большей жесткостью и сложностью. Это связано с обеспечением ударопрочности этих конструкций. Аналогично можно отметить большую сложность кассет наземной РЭС, эксплуатируемой на открытом воздухе. Кассеты бортовых РЭС отличаются облегченной конструкцией с сохранением высокой механической прочности.

При проработке конструкции рамки ячейки или кассеты следует иметь в виду следующие основные моменты.

Каждая плата с элементами, размещаемая на рамке ячейки должна устанавливаться таким образом, чтобы исключить ее боковое перемещение. Это достигается за счет создания боковых упоров по периметру печатной платы, либо упоров, располагаемых в углах печатной платы. Эти упоры можно получить за счет установки небольших угольников (2x5 мм) на рамке ячейки, а если рамка ячейки изготавливается путем литья или прессования, соответствующих выступов по контуру печатных плат.

Введение таких упоров разгружает винты крепления печатных плат от срезающих нагрузок в условиях механических воздействий.

Платы располагают на рамке ячейки таким образом, чтобы между ними было небольшое расстояние (приблизительно 10...12 мм) где должен располагаться жгут проводников, соединяющих платы между собой и с выходными контактами ячейки. Желательно в рамке предусмотреть углубление в котором будет располагаться жгут. Жгут должен быть механически закреплен на рамке.

Плата должна опираться на рамку только по контуру, чтобы не повредить контактные узлы печатной платы и сделать конструкцию рамки менее материалоемкой.

Электрическое соединение кассеты с монтажом блока осуществляется с помощью врубного разъема, а соединение ячейки - с помощью жгута либо плоского кабеля (шлейфа). Для этого на рамке ячейки или кассеты необходимо предусмотреть место для расположения переходной колодки от

жгутового монтажа на плоский кабель (шлейф) или для расположения разъема.

Ячейкой называют сборочную единицу, в которой печатная плата обеспечивает электрические соединения между ЭРЭ и одновременно является несущей конструкцией, воспринимающей все механические нагрузки. Ячейка может иметь печатный или объемный соединитель. В этом случае такую конструкцию называют врубной. В качестве направляющих используются два противоположных края печатной платы (см. рис. 1, рис. 2).

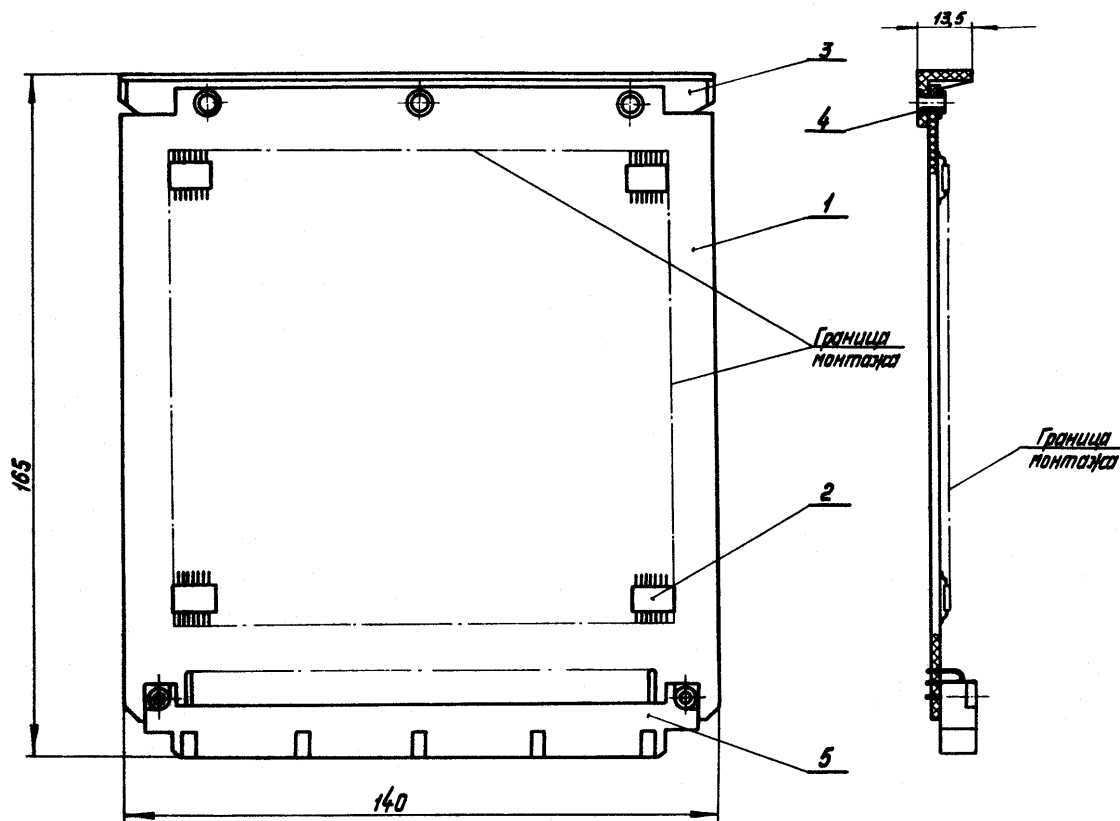


Рис. 1. Одноплатная ячейка с разъемом СНП-34.

1 - плата печатная; 2 - микросхема; 3 - верхняя планка; 4 - заклепка трубчатая; 5 - розетка разъема СНП-34

На стороне печатной платы, противоположной врубному соединителю, располагается планка для установки и фиксации ячейки в блоке. Для электрического соединения врубных ячеек наиболее часто используют соединители типа ГРПМ с гиперболическими контактными группами, которые обладают повышенной надежностью. В ряде случаев на передней планке располагают индикаторы (например светодиоды), сигнализирующие об отказе или состоянии ячейки.

Ячейка может не иметь врубного разъема. В этом случае для электрического соединения используют гибкий печатный кабель или шлейф (см. рис. 3 и рис. 4). Соединение гибких печатных кабелей с ячейкой (печатной платой) осуществляется с помощью колодки для подпайки гибкого печатного кабеля (рис. 5).

Пример использования колодки для соединения гибкого печатного кабеля с печатной платой приведены на рис.6.

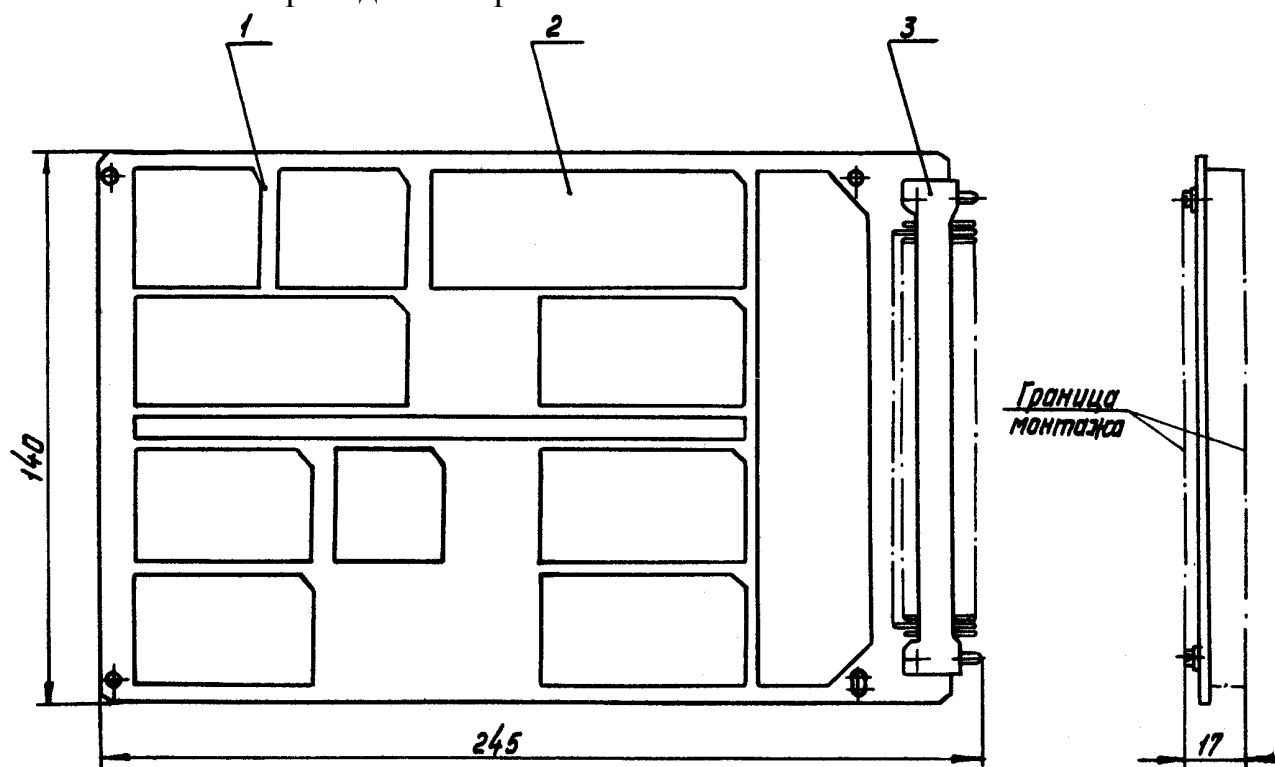


Рис.2. Гибкий печатный кабель с двухрядными контактными лепестками.
n - число шагов (не более 44); 1 - ширина печатного кабеля (не более 57,5 мм);
L - длина печатного кабеля (не более 250 мм)

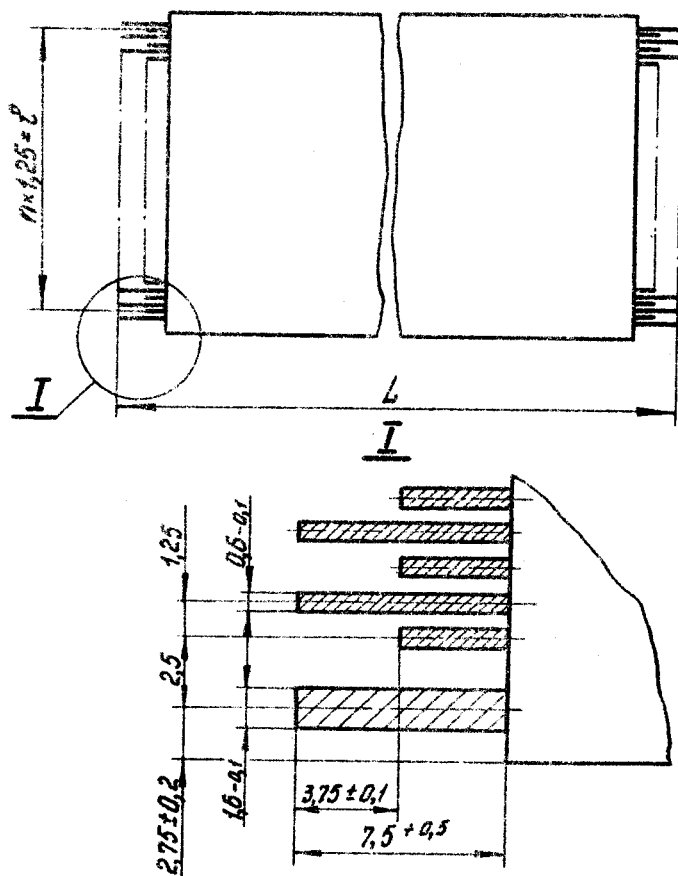


Рис. 3. Гибкий печатный кабель с двухрядными контактными лепестками.
 n - число шагов (не более 44); l - ширина печатного кабеля (не более 57,5 мм);
 L - длина печатного кабеля (не более 250 мм)

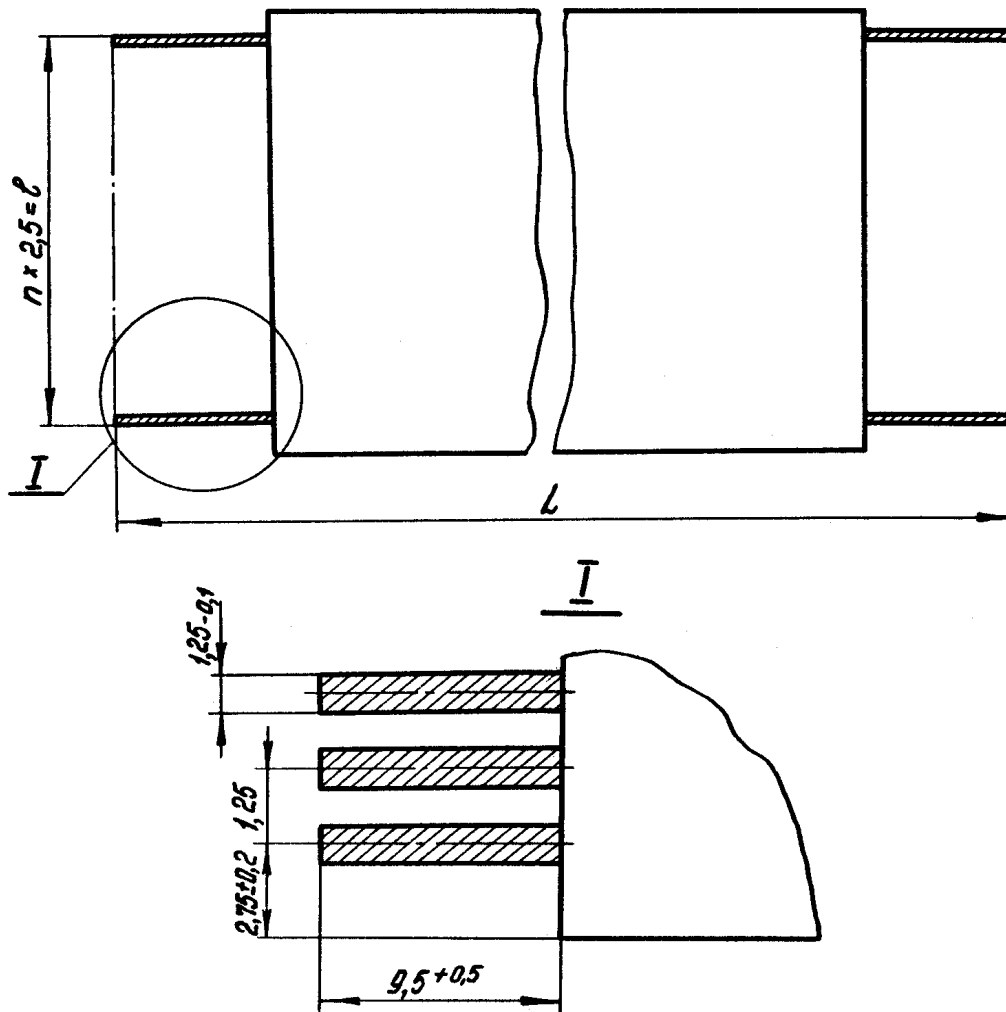


Рис. 4. Гибкий печатный кабель с однорядными контактными лепестками одинаковой длины: L - длина кабеля (не более 348 мм); l - ширина кабеля (не более 57,5 мм)

Рис. 5. Колодка для соединения гибкого печатного кабеля с печатной платой

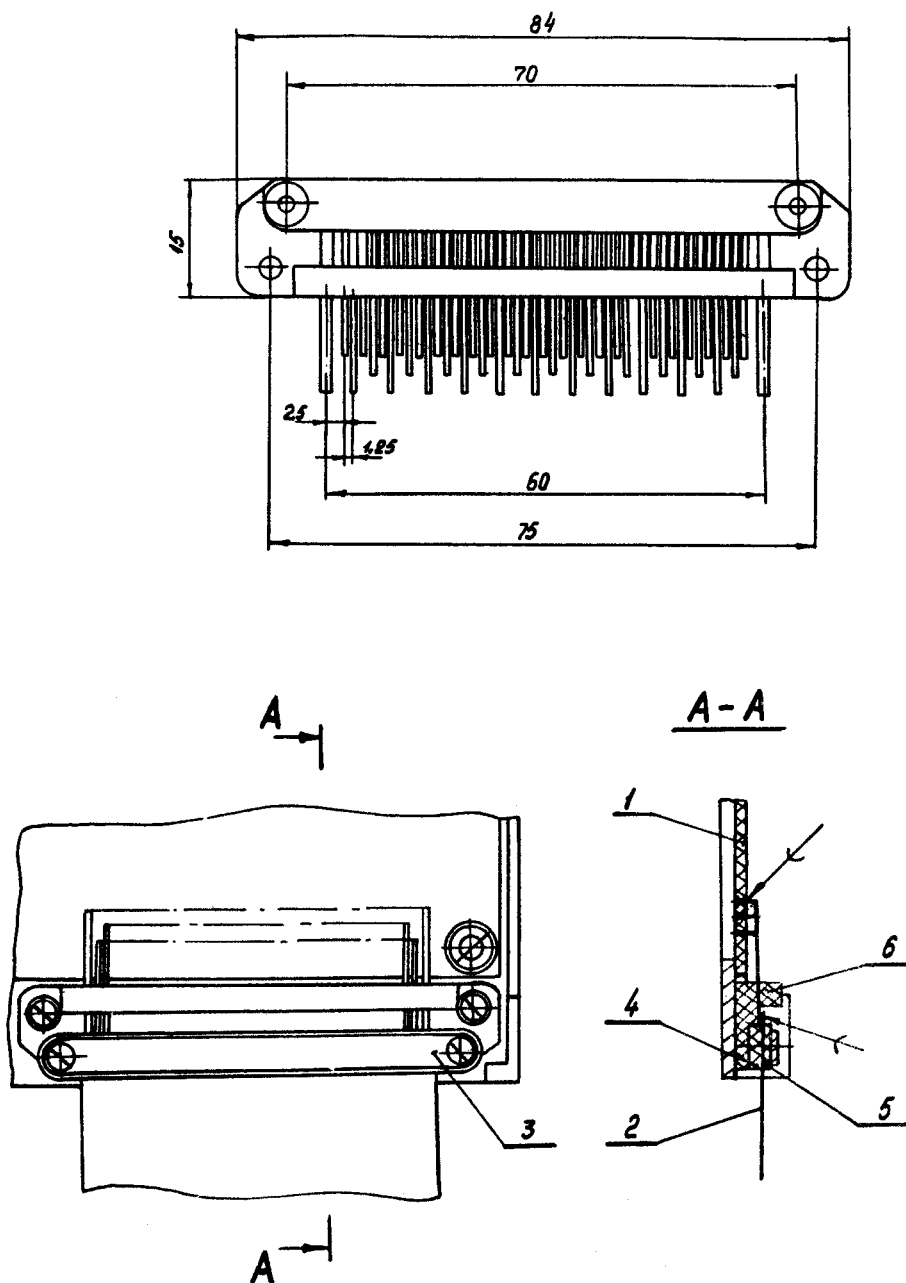


Рис. 6. Гибкий печатный кабель с колодкой и его установка на печатную плату: 1 - плата печатная; 2 - кабель гибкий печатный; 3 - планка прижимная; 4 и 5 - прокладки; 6 – колодка

Следует обратить внимание на обязательность технического применения гибкого печатного кабеля к печатной плате с помощью прижимной планки. Для подобных целей можно использовать и плоский объемный кабель, но в этом случае количество жил в кабеле будет значительно меньше, а расстояние между проводниками кабеля будет увеличено до 2,5 мм.

При использовании гибкого плоского печатного кабеля или плоского объемного кабеля, ячейка конструктивно может быть выполнена в виде

поворотного узла. В этом случае на стороне, где располагается плоский кабель, устанавливают металлические проушины, которые выполняют роль петель, позволяющих поворачивать ячейку не вынимая ее из блока (см. рис. 7). Как правило, ячейка содержит одну печатную плату.

Сборочные единицы первого структурного уровня, в которых печатная плата (или несколько печатных плат) не является несущей конструкцией (не несет функции механической детали), называются *кассетой*.

Кассета обязательно содержит несущую конструкцию в виде рамки. Рамка может быть цельной или состоять из нескольких частей, соединенных между собой. В такой конструкции печатная плата выполняет роль только электрического соединителя расположенных на ней ЭРЭ. Все механические нагрузки воспринимает рамка.

По своему конструктивному исполнению рамка кассеты может быть металлической, полученной литьем или штамповкой из тонколистового материала. В качестве материалов используют сплавы алюминия, магния или

сталь. Обычно рамки, выполненные из стали (1X18Н10Т), используют для бортовой аппаратуры, в которой необходимо наряду с малой массой обеспечить высокую механическую жесткость и прочность. Материалом для пластмассовой рамки кассеты служат прессматериал АГ-4 или полиамид.

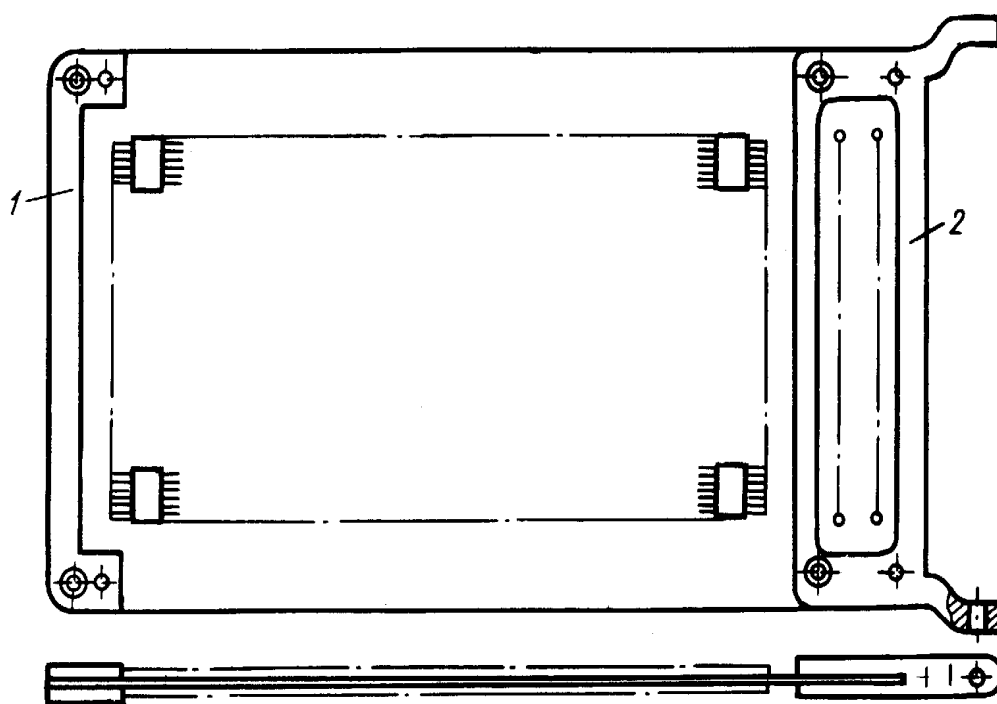


Рис. 7. Ячейка с микросхемами и шарниром с осью вращения параллельной плоскости печатной платы: 1 - верхняя планка; 2 - нижняя планка с шарнирами

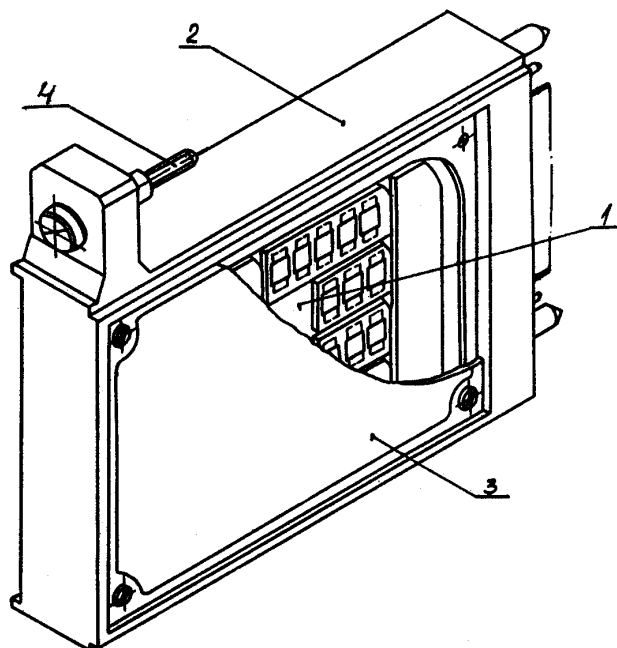


Рис. 8. Кассета разъемной конструкции с разъемом ГРПМ1: 1 - плата печатная с разъемом ГРПМ1; 2 - рама кассеты; 3 - боковая крышка - экран; 4 - винт крепления - экстрактор

Конструкции кассет весьма разнообразны как по числу и форм деталей, так и по применяемым материалам. Так, конструкции кассет для морских РЭС отличаются большой жесткостью и сложностью. Это связано с обеспечением ударопрочности этих конструкций (см. рис. 8). Можно отметить большую сложность кассет бортовых РЭС, эксплуатируемых на открытом воздухе. Кассеты бортовых РЭС отличаются облегченной конструкцией с сохранением высокой механической прочности.

По общему конструктивному решению все кассеты можно разделить на две группы. К первой группе относятся кассеты у которых основным несущим элементом является П-образная рама, к которой с одной стороны или с двух сторон крепится печатная плата. С разомкнутой стороны рамы устанавливается передняя панель с органами индикации, контроля и элементами фиксации кассеты в блоке. Для съема кассеты могут иметь собственные приспособления (уголки, выступы) или только специальные замки для закрепления съемника, общего для всех кассет такого типа. При выполнении рамки кассеты литьем, передняя панель может быть выполнена как одно целое с П-образной рамкой. На задней стенке рамки размещаются разъемы или гибкие кабели (рис. 9).

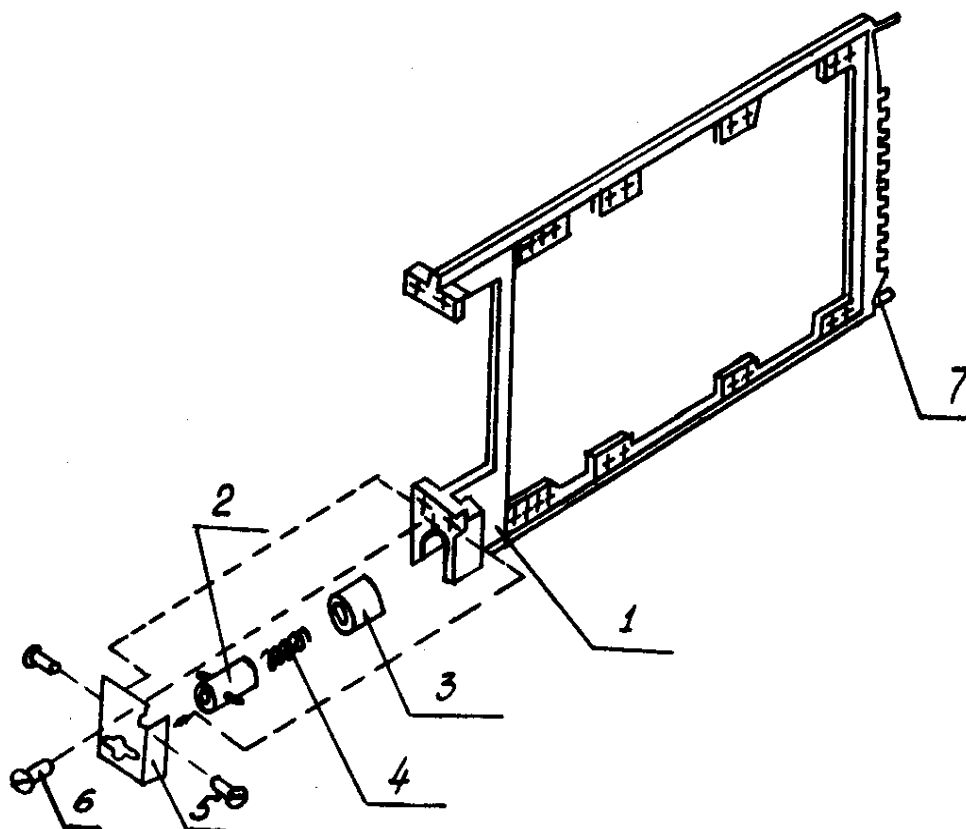


Рис. 9. Рамка кассеты: 1 - рама; 2 - затвор; 3 - кулачок; 4 - пружина; 5 - планка; 6 - винт М3х6; 7 - ловитель

Второй вариант построения конструкций кассет основан на том, что несущая конструкция выполняется в виде отдельных деталей: держателей платы, направляющих передней и задней стенок и элементов соединяющих эти детали (рис. 10).

Составной корпус кассеты из литых, штампованных и профилированных деталей можно использовать при мелкосерийном производстве. Корпус составлен из четырех деталей: двух стоек, скобы и стяжки. Стойки (левые 1 и правые 2) имеют опорные поверхности для крепления плат, направляющие для вставления кассеты в блок и опорные лапки для фиксации в блоке. Скоба 3 соединяет стойки между собой и является несущей конструкцией для установки соединителя. Стяжки 4 являются опорой для крепления средней платы. Для изготовления стоек применяют литые из алюминиевого сплава Ал-9 с последующей

механической обработкой. Скоба нижняя выполнена из листового материала марки АМцП толщиной 1,5 мм в виде коробчатого сечения (для повышения жесткости). Для стяжки верхней используется стандартный профиль таврового сечения, средняя полка которого механически дорабатывается до нужного размера. Проводка отверстий в сопрягаемых деталях под резьбовые втулки и шарнирные оси для обеспечения необходимой точности предусматривается в сборке.

В зависимости от принятого варианта установки кассет в блоке конструкции их может быть различна. Принципиально могут иметь место следующие варианты конструкций кассет:

- врубные;
- поворотные с осью вращения перпендикулярной плоскости кассеты;
- поворотные с осью вращения параллельной плоскости кассеты;
- кассеты с двойным раскрывом.

Врубные кассеты на задней стенке имеют врубные разъемы и штырей-ловители (см. рис. 10). В качестве таких разъемов используют разъемы типа ГРПМ. Они удобны тем, что позволяют перейти от печатного монтажа на объемный монтаж. Особенно необходимо иметь в виду, что эти разъемы хорошо работают в цепях где предельная частота переменного тока не превышает 30 МГц, или длительность импульсного сигнала не меньше $1 \cdot 10^{-9}$ сек. Конструкции врубных кассет должны обеспечивать однозначность их установки в блоки. Это можно достигнуть за счет несимметричности направляющих или разнотолщинности штырей-ловителей. При этом направляющие кассеты могут различаться по высоте или ширине.

Кассеты поворотного типа соединяют с монтажом блока с помощью плоского печатного кабеля. Кабель располагают вблизи оси поворота кассеты, с тем, чтобы получить наименьшую петлю сгиба кабеля. На рис. 11 показана конструкция поворотной кассеты с осью перпендикулярно плоскости кассеты. Для фиксации кассеты в блоке в рабочем положении кассета в противоположном углу от оси поворота имеют элемент фиксации (стопорный винт, пружинный фиксатор и т.п.). Расположение таких кассет в блоке представлено на рис. 12.

Конструкции кассеты с осью поворота параллельной плоскости кассеты показана на рис. 13. Кассета имеет двойной шарнир, который позволяет соединять кассеты между собой. Для соединения пакета кассет (2...3 шт.) с блоком в последнем предусматривают проушины с которыми соединяют пакет. Со стороны, противоположной гибкому кабелю должно быть предусмотрено крепление кассет между собой и с блоком. Таким элементом крепления может выступать резьбовая стяжка.

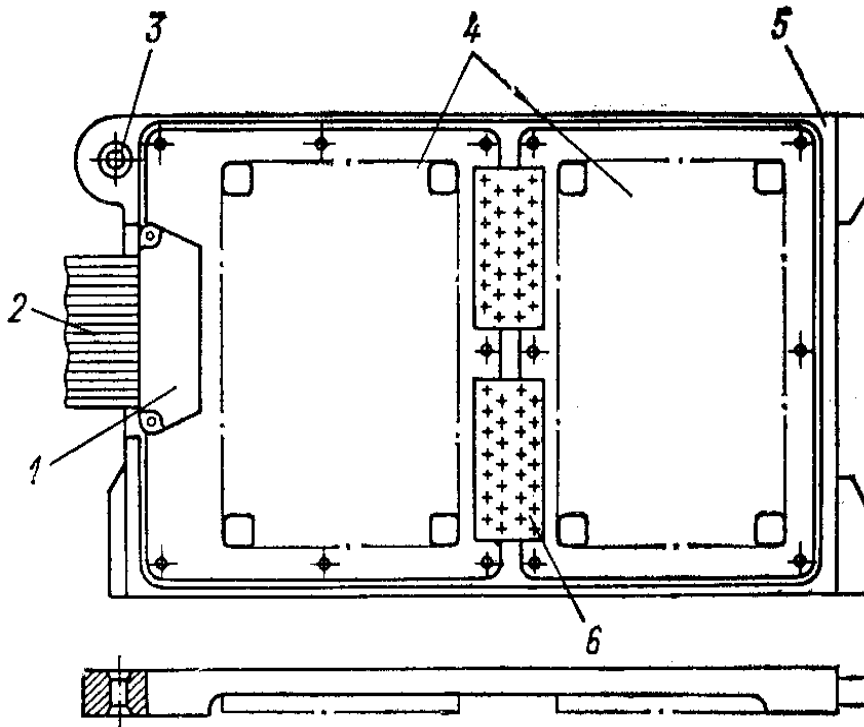


Рис. 11.

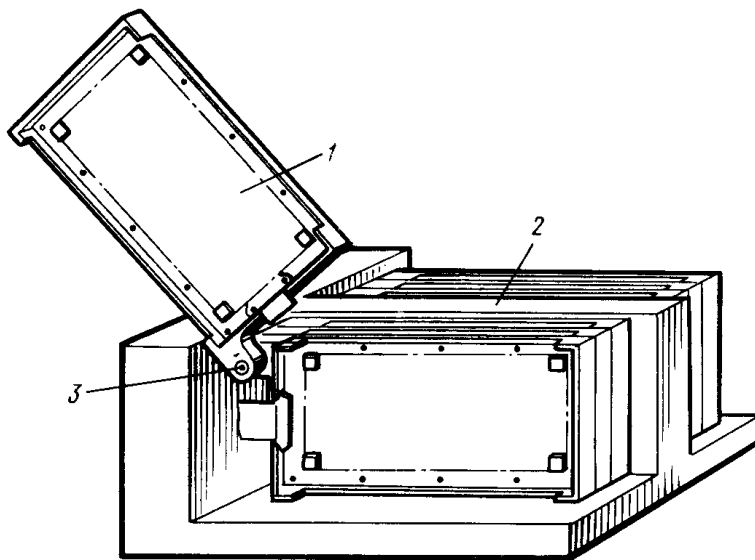


Рис. 12

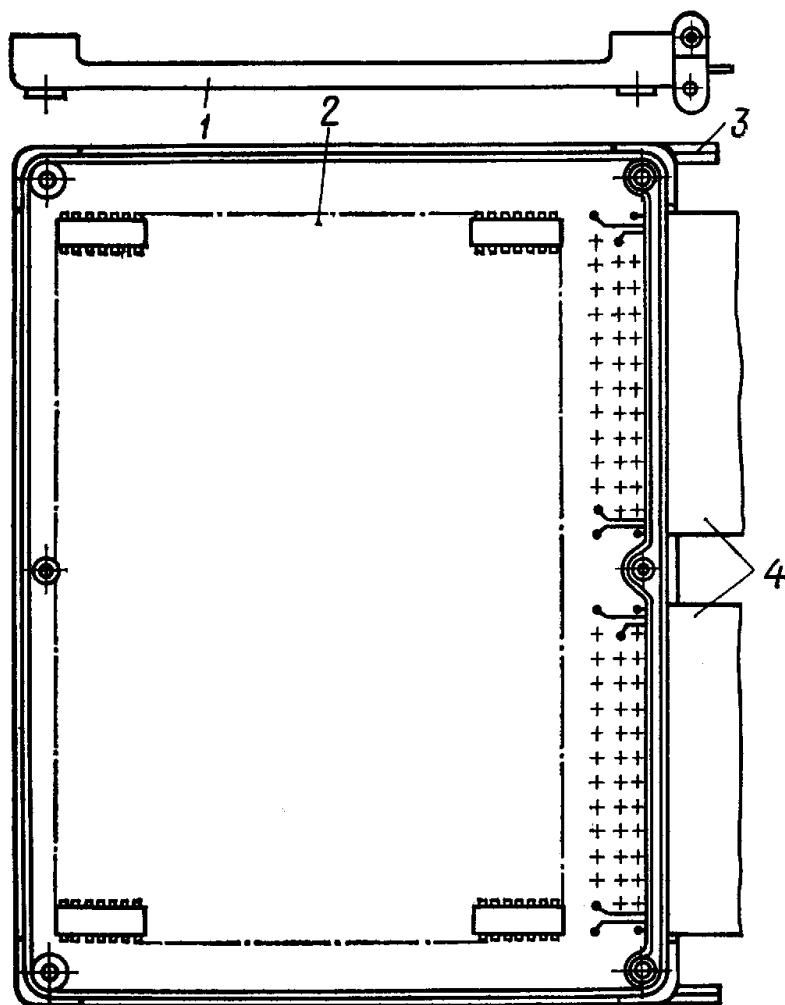


Рис. 13.

Расположение кассет с двойным раскрытием показано на рис. 14. Такая конструкция предусматривает расположение петлевых проушин с двух противоположных сторон кассеты.

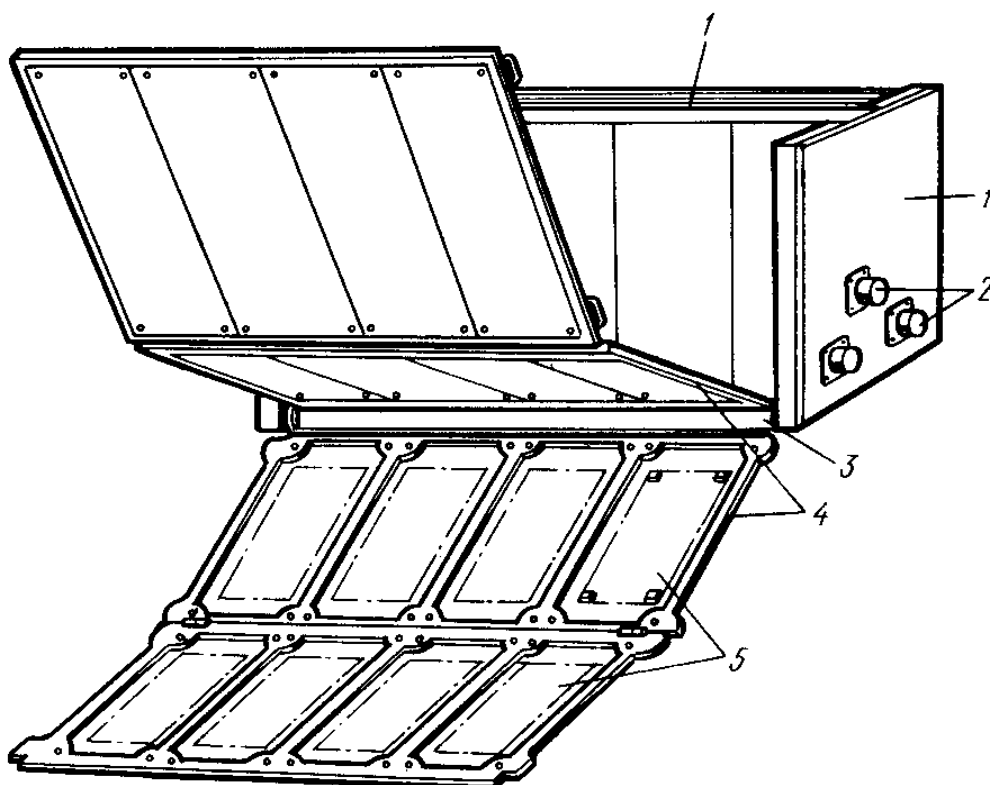


Рис. 14.

Крепление печатных функциональных узлов в кассете производится винтами, диаметр которых зависит от размера функционального узла (его массы) и действующих механических нагрузок. Чаще всего используют винты с резьбой М2,5 и М3. Если рамка кассеты выполнена из тонколистового материала, то в качестве резьбовых отверстий используют резьбовые втулки (см. рис. 15). В литых или прессованных рамках кассет под крепежные винты предусматривают приливы. Это необходимо для того, чтобы получить 6...7 ниток резьбы в винтовом соединении.

2. При создании эскиза кассеты (ячейки) необходимо обратить внимание на детальную проработку отдельных фрагментов кассеты (ячейки). К таким элементам относятся в литых и прессованных деталях: ребра жесткости и их расположение и профиль, приливы под крепежные винты, сечение направляющих, канавки для прокладки соединительных кабелей, расположение соединителей или плоских кабелей и их крепление и т.п.

В несущих конструкциях кассет, выполненных из отдельных составных деталей, надо обратить внимание на профили деталей, узлы соединения

деталей друг с другом, получение резьбовых отверстий для крепления функциональных узлов, соединительных кабелей и т.п.

В кассетах поворотного типа особое внимание следует обратить на механическую прочность проушин шарниров с учетом внешних механических воздействий.

При любом конструктивном варианте несущей конструкции кассеты при установке печатных функциональных узлов, должны быть исключены срезающие напряжения на крепежные винты. Для этих целей могут быть использованы упоры, которые исключают возможность перемещения ФУ вдоль плоскости установки. В этом случае крепежные винты работают только на растяжение и прижимают ФУ к несущей рамке кассеты.

После согласования разработанного эскиза кассеты (ячейки) с преподавателем, студент приступает к разработке чертежа кассеты (ячейки). Чертеж выполняется на уровне рабочего чертежа по всем требованиям ЕСКД. Формат и масштаб студент выбирает самостоятельно, но необходимо учитывать, что все надписи, размеры и обозначения не могут быть меньше 5 мм.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

К защите лабораторной работы необходимо представить пояснительную записку с разработкой тактико-технических требований к кассете (ячейке), эскиз несущей конструкции кассеты, необходимые поверочные расчеты конструкции и сборочные чертежи кассеты (ячейки) со спецификацией.

Пояснительная записка должна содержать анализ ТЗ, разработку тактико-технических требований, обоснование принятого конструктивного решения, необходимые расчеты.

Графический материал состоит из детального эскиза несущей конструкции кассеты (ячейки), сборочного чертежа кассеты (ячейки) и спецификации.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 5.1. Какая сборочная единица называется кассетой?
- 5.2. Какая сборочная единица называется ячейкой?
- 5.3. Как осуществляется электрическое соединение печатных узлов кассеты?
- 5.4. Как обеспечивается электрическая связь кассеты (ячейки) с блоком?
- 5.5. Как осуществить переход от объемного монтажа к печатному?
- 5.6. Как обеспечивается механическая связь кассеты (ячейки) с блоком?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ БЛОКА РЭС

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с современными конструкциями блоков РЭС, в состав которых входят ячейки (кассеты), проанализировать различные варианты базовых несущих конструкций блоков и ячеек, провести компоновку и разработать конструкцию ячейки и блока РЭС применительно к конкретным условиям эксплуатации

2. ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Индивидуальное задание к лабораторной работе содержит:

- структурную схему блока;
- назначение блока;
- условия эксплуатации и входимость блока в состав РЭС;
- массогабаритные ограничения блока и ячейки;
- количество ячеек (кассет) в блоке и схему их компоновки;
- количество функциональных узлов в составе ячейки;
- количество низкочастотных и высокочастотных соединений в ячейках и выходных соединений в блоке;
- органы контроля, регулировки и индикации располагаемые на лицевой панели блока;
- программу выпуска блока.

Задание может содержать указания по способу формообразования несущих конструкций блока и ячеек, кроме того задание должно содержать указания о конструктивном исполнении блока (врубной, обособленный, обособленный на амортизаторах, врубной на амортизационной раме и т. п.) и расположение соединителей (на передней панели, на задней стенке и пр.). В задании указывается схема расположения и соединения ячеек в блоке.

Студенту необходимо:

2.1. Проанализировать исходные данные к техническому заданию и разработать тактико-технические требования к конструкции ячейки и блока.

2.2. Проанализировать различные варианты конструкций ячеек (кассет) и выбрать прототип наиболее приемлемый к полученному заданию.

2.3. Разработать эскиз ячейки (кассеты) ориентируясь на выбранный по альбому прототипу типовой конструкции и согласовать его с преподавателем.

2.4. Разработать конструкцию ячейки (кассеты) с учетом требований технического задания и тактико-технических требований к конструкции.

2.5. На основании разработанной конструкции ячейки (кассеты), технического задания и ТТТ к конструкции блока, разработать эскиз конструкции блока и согласовать его с преподавателем.

2.6. Разработать сборочный чертеж блока.

2.7. Выполнить необходимые расчеты и оформить пояснительную записку.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАДАНИЯ

В соответствии с ГОСТ 26.632-85 "Уровни разукрупнения РЭС", кассетой называется вставная плоская несущая коробчатая конструкция, предназначенная для размещения функциональных узлов и ЭРЭ.

Кассета - это всегда врубная конструкция с обязательным для врубного исполнения элементами: направляющими, ловителями, фиксаторами положения, устройством для съема и жестким каркасом, несущим одну или несколько печатных плат.

Отличие ячейки от кассеты будет лишь в том, что ячейка не является врубной конструкцией. Чаще всего ячейка имеет механическую связь с блоком с помощью шарнирного соединения. В ряде случаев в ячейке может отсутствовать несущий каркас - рамка. В этом случае роль несущей конструкции выполняет печатная плата. Если ячейка выполнена на одной печатной плате, которая имеет врубной разъем и переднюю панель, то такую ячейку следует называть кассетой.

Кассеты и ячейки являются основной единицей первого и второго уровня разукрупнения радиоэлектронных средств. Конструкции кассет весьма разнообразны как по числу и форме деталей, так и по применяемым материалам. Так, конструкции кассет для морских РЭС отличаются большей жесткостью и сложностью. Это связано с обеспечением ударопрочности этих конструкций. Аналогично можно отметить большую сложность кассет наземной РЭС, эксплуатируемой на открытом воздухе. Кассеты бортовых РЭС отличаются облегченной конструкцией с сохранением высокой механической прочности.

С точки зрения общего конструктивного решения можно выделить два варианта построения кассет.

Первый основан на том, что основным несущим (опорным) элементом кассеты является П-образная рама, к которой с одной стороны или с двух сторон крепятся печатные платы. С разомкнутой стороны рамы

устанавливается лицевая панель с органами индикации и контроля (или без них) и элементами фиксации кассеты в блоке. Для съема кассеты она может иметь собственные приспособления (ручку, уголки) или только специальные замки для закрепления съемника, общего для всех кассет такого типа. На замкнутой стороне рамы размещаются ловители, соединители и кодирующие элементы для однозначной установки кассеты в блок. Направляющими в таком варианте служат параллельные стороны рамы. Материалом деталей кассеты могут быть как металлические сплавы, так и широко распространенные в настоящее время различные смолы. Как правило, рама бывает достаточно сложной конструкции и выполняется методом точного литья.

Второй вариант построения конструкций кассет основан на том, что все ее составные части выполнены в виде отдельных деталей: держателя платы, направляющих, передней и задней стенок.

В этом случае можно расширить номенклатуру материалов, например, при металлических панелях поставить унифицированные пластмассовые направляющие.

В обоих вариантах конструкции кассет при необходимости могут быть установлены как механические, так и электрические экраны.

Электрические соединения ячеек осуществляются жгутом, печатным шлейфом или плоским кабелем. На рис. 1 представлена конструкция ячейки с двойным шарниром, позволяющим соединять ячейки между собой. На рис. 2 показана конструкция поворотной ячейки. Ячейка двойного раскрыва в составе блока представлена на рис. 3.

При проработке конструкции рамки ячейки или кассеты следует иметь в виду следующие основные моменты.

Каждая плата с элементами, размещаемая на рамке ячейки должна устанавливаться таким образом, чтобы исключить ее боковое перемещение. Это достигается за счет создания боковых упоров по периметру печатной платы, (см. рис. 4) либо упоров, располагаемых в углах печатной платы. Эти упоры можно получить за счет установки небольших угольников (2x5 мм) на рамке ячейки, а если рамка ячейки изготавливается путем литья или прессования, соответствующих выступов по контуру печатных плат.

Введение таких упоров разгружает винты крепления печатных плат от срезающих нагрузок в условиях механических воздействий.

Платы располагают на рамке ячейки таким образом, чтобы между ними было небольшое расстояние (приблизительно 10...12 мм) где должен располагаться жгут проводников, соединяющих платы между собой и с выходными контактами ячейки. Желательно в рамке предусмотреть углубление в котором будет располагаться жгут. Жгут должен быть механически закреплен на рамке.

Плата должна опираться на рамку только по контуру, чтобы не повредить контактные узлы печатной платы и сделать конструкцию рамки менее материалоемкой.

Электрическое соединение кассеты с монтажом блока осуществляется с помощью врубного разъема, а соединение ячейки - с помощью жгута либо плоского кабеля (шлейфа). Для этого на рамке ячейки или кассеты необходимо предусмотреть место для расположения переходной колодки от жгутового монтажа на плоский кабель (шлейф) или для расположения разъема (см. рис. 5).

После утверждения преподавателем эскиза ячейки (кассеты) студент приступает к разработке чертежа ячейки. При выполнении этой работы следует ознакомиться с правилами выполнения подобных чертежей приведенных в ОСТ "Конструкторская документация". Этот альбом имеется в конструкторском кабинете.

Чертеж ячейки (кассеты) принимается преподавателем с обязательным проставлением оценки за проделанную работу и только после этого студент приступает к выполнению следующей части работы - разработке корпуса блока.

Приступая к разработке корпуса блока необходимо ознакомиться с основными характерными конструкциями блоков, предназначенных для различных условий эксплуатации. Учесть опыт разработки базовых несущих конструкций и предложить свой вариант конструктивного решения блока с учетом ограничений, оговоренных в задании.

Прежде чем приступить к разработке компоновочного эскиза блока следует четко уяснить особенности работы блока на объекте и его входимость в РЭС. В зависимости от этих условий конструкция блока будет иметь целый ряд специфических особенностей. Прежде всего следует обратить внимание на пункт технического задания, в котором указано, входит ли блок в стойку, располагается ли он на общей амортизационной раме (самолетная РЭС), представляет ли он обособленную конструкцию (моноблок) и т. д. Конструкция блока должна наиболее полно отражать особенности технического задания и удовлетворять разработанным тактико-техническим требованиям к конструкции. Надо помнить что тактико-технические требования всегда делятся на две группы - общие и частные (специальные). Общие требования изложены в ГОСТах применительно к конкретному объекту - носителю.

Так требования к бытовой РЭС изложены в ГОСТ 11.478-88, к связанной в ГОСТ 16019 и содержат параметры дестабилизирующих факторов по климатическим, механическим воздействиям и другим видам воздействий (радиация, пыль, биологические факторы и пр.). Поэтому учет этих требований связан со степенью защищенности конструкции от воздействия климатических и механических факторов.

Частные требования влияют на конкретное конструктивное исполнение блока и связаны с типом производства (программа выпуска), спецификой конструктивного исполнения блока, отражают связь блока с оператором и другой РЭС.

Частные требования включают в себя эксплуатационные, конструкторско-технологические и экономические требования. К *эксплуатационным* требованиям следует отнести: удобство эксплуатации и ремонта, безопасность обслуживания, уровень надежности и восстанавливаемости, транспортабельность. К *конструкторско-технологическим* требованиям относятся: обеспечение жесткости и прочности конструкции, ограничения по массе, габаритам и форме блока, вид электрического соединения блока с РЭС, обеспечение электромагнитной совместимости, ограничения по номенклатуре комплектующих изделий, уровень стандартизации и унификации составных частей, технологичность изготовления и сборки деталей и сборочных единиц, ограничения по использованию технологических процессов, ограничения по использованию материалов и покрытий. К *экономическим* требованиям относят все требования по снижению себестоимости блока и его составных частей.

Выбор конструкционных материалов рекомендуется производить с учетом эксплуатационных, технологических и экономических требований. При выборе материалов следует обратить внимание на такие параметры материала как электропроводность, теплопроводность, плотность, модуль упругости, коррозионная стойкость, электрохимический потенциал.

Технологические требования определяют возможность изготовления изделия в заданных производственных условиях с минимальной трудоемкостью. Применительно к конкретному производству это будет определяться пластичностью материала при обработке давлением, жидкотекучестью и температурой плавления при литье, обрабатываемостью - при механической обработке резанием.

Экономические требования определяются себестоимостью материала и его технологичностью. Следует помнить, что в стоимость изделия входят стоимость материалов и все производственные затраты на изготовление изделия. Поэтому такие технологические процессы обработки конструкционных материалов как прессование, литье под давлением, штамповка являются рентабельными только в условиях крупносерийного или массового производства, когда стоимость технологической оснастки, отнесенная к единице изделия составляет малую часть себестоимости этого изделия.

В задании указывается количество ячеек в блоке и их механическая связь. Наиболее характерные варианты схем конструкций таких блоков приведены на рис. 6. Варианты конструкций 1...4 имеют веерный раскрыв ячеек с вертикальной или горизонтальной осью раскрыва. Варианты 5 и 6 имеют двойной раскрыв.

Компоновочные схемы блоков и их несущих конструкций определяются элементной базой. В нашем случае каждая ячейка (кассета) содержит несколько функциональных узлов, построенных на печатных платах. Принципиальные схемы этих узлов содержат дискретные элементы и микросхемы.

При рассмотрении литературы 1...7 следует обратить внимание на наиболее перспективную модульную компоновку блоков РЭС. Суть этой конструкции в том, что блок состоит из отдельных сборочных единиц - модулей. Модульность конструкции характеризуется тем, что высший конструктивный уровень модуля обеспечивает ограниченное число типоразмеров, при котором размеры входящих в ряд модулей получены в результате деления или умножения размеров исходного модуля, называемого базовым, на целое число.

Модульный метод конструирования и его разновидности (функционально-модульный, функционально-узловой, функционально-блочный) основан на принципах агрегатирования, функциональной и размерной взаимозаменяемости, схемной и конструкторской унификации [6]. Разработка перспективных базовых несущих конструкций (БНК) производится на ранних стадиях конструирования путем минимизации типоразмеров модулей по одному или нескольким параметрам [1]. Задача сводится к определению оптимальных размеров БНК различных структурных уровней. В качестве ограничений в сквозной алгоритм программы задачи оптимизации входят: нормализация теплового режима, обеспечение механической прочности и жесткости конструкции, электромагнитная совместимость и пр. Базовый метод является основным при разработке современной РЭС, и имеет целый ряд преимуществ по сравнению с методом моноконструкций, который в основе которого лежит минимизация связей в конструкции. Метод моноконструкций применяется для создания функциональных узлов и блоков на основе оригинальной несущей конструкции (шасси или каркас). Разработка моноконструкций связана с большими трудозатратами и обладает рядом существенных недостатков: длительное время разработки конструкции и внедрения в серийное производство, ограниченные возможности типизации и унификации, низкая степень ремонтпригодности, высокая стоимость разработки и изготовления РЭС. Однако этот метод имеет и свои преимущества. Он позволяет получать значительное уменьшение размеров РЭС, по сравнению с базовым и может успешно использоваться при массовом производстве.

Преимущества базового (модульного) принципа конструирования: на этапе разработки - сокращение сроков разработки за счет параллельной проработки отдельных узлов; сокращение сроков общей настройки РЭС за счет уже отлаженных модулей; упрощение конструкторской документации и конструкторских работ при разработке и модернизации РЭС. На этапе

производства - сокращение сроков освоения серийного производства: упрощение сборки и монтажа; снижение стоимости РЭС за счет внедрения механизации и автоматизации производства; повышение степени специализации производства; при эксплуатации - сокращение времени ремонтных работ; повышение эксплуатационной надежности; упрощение обслуживания.

При модульной компоновке блоков и стоек РЭС для обеспечения удобства эксплуатации и ремонта используется метод выдвижения, поворота и раскрытия модулей (см. рис. 7, 8, 9, 10, 11).

При выдвижении блоки или кассеты выполняются врубными, при этом они имеют направляющие и устройства для фиксации блока в стойке или кассеты в блоке. Межблочный электрический монтаж осуществляется с помощью врубных разъемов, ответная часть которых устанавливается на стенке стойки, блока или коммутационной плате.

При использовании метода поворота или раскрытия модулей электрический монтаж между модулями и между модулями и блоком осуществляется гибкими плоскими кабелями или печатным шлейфом.

При конструировании блоков с применением микросхем, микросборок различной степени интеграции и навесных ЭРЭ используются все три метода конструирования (выдвижение, раскрытие, поворот). Конструкции блоков с использованием этих методов могут быть выполнены в герметичном и негерметичном исполнении. В блоках использующих метод раскрытия (книжная конструкция) или поворота, обеспечивая свободный доступ к ЭРЭ и монтажу в блоке, находящемуся во включенном состоянии. Модули, использующие метод выдвижения (врубные), должны снабжаться удлинительными кабелями для проведения ремонтно-восстановительных работ.

На рис. 7 показан блок, построенный на принципе выдвижения кассет (модулей). Электрические соединения между кассетами и блоком осуществляются с помощью разъемов типа ГРПМ-9. Кассеты устанавливаются в блок по направляющим, расположенным параллельно лицевой панели блока. Кассеты располагаются в два ряда по высоте блока.

На рис. 8 показан блок с вертикальной осью раскрытия ячеек, расположенных с двух сторон относительно несущей рамы блока. Ячейки соединяются шарнирно между собой и располагаются перпендикулярно передней панели, механически ячейки крепятся к несущей раме корпуса блока. Электрический монтаж между ячейками осуществляется плоским тканым кабелем. В таких конструкциях возможно использование гибкого печатного кабеля или гибких монтажных проводов, объединенных в жгут.

На рис. 9 показана конструкция блока с вертикальной осью раскрытия ячеек, расположенной у передней стенки блока. Электрические соединения ячеек выполнены гибким печатным кабелем, который через переходную колодку соединяется с электрическим монтажом ячейки. Для осуществления

коммутации между ячейками служит соединительная печатная плата, которая расположена на раме блока.

На рис. 10 представлена конструкция блока с двойным раскрывом ячеек, имеющих горизонтальную ось раскрыва. Такая конструкция позволяет уменьшить длину соединительных связей между ячейками и входящими в них функциональными узлами. Кроме того, двойной раскрыв ячеек обеспечивает большие удобства при ремонтных работах.

На рис. 11 представлена схема конструкции блока, в которой использован метод поворота ячеек относительно горизонтальной оси, расположенной параллельно лицевой стенке блока. Электрические соединения между ячейками и между ячейками и блоком выполнены с помощью жгута, в котором используются гибкие монтажные провода (сечением $0,07\text{мм}^2$). Такая конструкция позволяет производить ремонт отказавшей ячейки не затрагивая всех остальных ячеек.

Электрические соединения между функциональными узлами внутри ячейки или кассеты, между ячейкой или кассетами или между блоком и ячейками или кассетами осуществляются с помощью соединителей или переходных колодок. Надо помнить, что вопросу миниатюризации монтажных соединений должно уделяться особое внимание. Это связано с тем, что на долю монтажных соединений в современной РЭС приходится до 60% объема. Поэтому сокращению монтажных соединений уделяется особое внимание.

Электрические соединения между функциональными узлами в кассете или ячейке, как правило, осуществляются с помощью жгутов, выполненных из гибких тонких объемных монтажных проводов, например, проводом марки ГФ и, сечением $0,07\text{ мм}^2$ или $0,14\text{ мм}^2$. Наиболее часто используемые марки проводов приведены в приложении . В случае кассеты жгут выводится на врубной разъем. Для этой цели удобно использовать соединители типа ГРПМ. В зависимости от числа коммутируемых проводов и вида соединения (печать - объемный монтаж; печать - печать; объемный монтаж - объемный монтаж) выбирают соответствующий тип соединителя.

Врубные блоки имеют соединители типа РП-14, РБН2, 12Р, РПКМ. Наиболее удобны соединители РПКМ, которые кроме низкочастотных контактов имеют и высокочастотные. При использовании этих соединителей необходимо помнить, что они требуют повышенную точность положения блока в стойке. Для обособленных блоков используют соединители резьбового типа 2РТ, ШР, 2РМ, РС. С помощью этих соединителей блок соединяется с объемным кабелем. Рекомендуемые соединители для блоков приведены в приложении.

При использовании метода поворота или раскрыва, ячейки всегда электрически связаны с блоком. В этом случае переход от объемного монтажа ячейки к монтажу блока производится через промежуточные

колодки, которые устанавливаются на переходных платах ячейки и позволяют перейти к шлейфу или плоскому кабелю.

На рис. 13 показана переходная колодка, позволяющая перейти от переходной печатной платы к гибкому печатному кабелю. Следует обратить внимание на введение обязательного механического крепления плоского кабеля с помощью прижимной планки к корпусу ячейки. На рис. 14 приведен пример перехода от объемного монтажа ячейки через переходную плату к объемному кабелю. В этом случае также предусмотрено крепление объемного кабеля с помощью колодки к ячейке.

Для повышения помехоустойчивости ячеек вводят электрические экраны, которые должны иметь хороший контакт с корпусом ячейки, (если он выполнен из металла) или с земляным полем печатных плат. Экраны могут располагаться и между ячейками (см. рис. 15) в этом случае необходимо обеспечить хороший электрический контакт по контуру экрана с корпусом блока.

Важное значение имеет заземление ячеек. При хорошем заземлении значительно уменьшаются кондуктивные наводки. Заземление ячеек может быть выполнено путем последовательного соединения ячеек монтажным проводом (см. рис. 16) или путем параллельного соединения ячеек. В этом случае в качестве соединительного заземляющего провода удобно использовать земляное поле объединительной платы (см. рис. 17).

По способу изготовления корпуса блоков делятся на сварные, литые, паянные, штампованные, гнутые, собранные на заклепках и винтах и др.

Для повышения жесткости конструкции детали корпуса изготовленные из листового материала должны иметь отбортовку, зиговку, ребра жесткости, пуклевки и пр. Между соединяемыми деталями вводят стяжки, косынки и прочие усилительные элементы.

Детали сборных корпусов блоков изготавливают из листовых материалов, литым или прессованными из пластмасс. В качестве материалов используют углеродистую сталь (например 10КП), нержавеющую сталь (12Х18Н10Т), алюминиевые сплавы (АМц, АМг), магниевые сплавы (МА8), титановые (ВТ1, ВТ3) и медные сплавы (латуни ЛС59-1, Л62). Для изготовления пластмассовых деталей корпуса используют полиимид, ударопрочный полистирол, стекловолокнит (АГ4), полиэтилен (ПЭНД).

В случае необходимости корпус блока может выполнять роль экрана и обеспечивать пыле-, брызго- и влагозащиту. Если корпус выполняет роль экрана, то необходимо обеспечить надежное электрическое контактирование всех его частей.

Для обеспечения пыле-, брызго- и влагозащиты применяют специальные меры, такие как: полная или частичная герметизация, установка протекторов, козырьков, двойных жалюзи, защитных тканевых или металлических сеток, уплотнительных прокладок из эластичных материалов, и т. д.

На рис. 18 представлен блок герметичной конструкции. Уплотнение между отдельными частями блока достигается за счет введения резиновых прокладок. Боковые стенки крепятся винтами, которые ввернуты в глухие отверстия корпуса блока. Для крепления кассет в блоке на верхней и нижней стенках предусмотрены направляющие и приливы с резьбовыми отверстиями в которые входят крепежные винты кассет. Направляющие обеспечивают точную установку кассет в блоке и выполняются в виде полос, угольников, швеллеров и пазов. На рис. 19 приведены варианты конструкций направляющих:

- а) направляющая, полученная из двух гнутых угольников с ребром 3 мм;
- б) направляющая, выполненная из листового материала с последующей фрезеровкой пазов;
- в) направляющая, полученная фрезерованием полос материала;
- г) направляющая, полученная отбортовкой отверстий в листовом материале.

На рис. 20 представлен блок авиационной РЭС, корпус которого выполнен сваркой. Боковые стенки имеют ребра жесткости, выполненные пуклевкой. Введение воздухопроводов позволяет обеспечить нормальный тепловой режим блока с общей герметизацией.

Герметичные микрокорпуса блоков состоящих из некорпусированных микросхем, выполняют фрезеровкой из алюминиевого проката и последующей пайкой крышки к корпусу. На рис. 21 представлен разрез паянного соединения крышки с корпусом. Резиновая прокладка не позволяет припою затекать между крышкой и корпусом. С помощью проволоки осуществляется разгерметизация корпуса и имеется возможность свободно снять крышку.

Нормы требования к несущим конструкциям блоков различного назначения, выполненных на микросхемах, микросборках и навесных ЭРЭ, определены рядом стандартов. Стандарты на базовые несущие конструкции определяют единые конструктивные решения, методы компоновки и требования к конструированию аппаратуры.

При разработке конструкции блока РЭС на базовых несущих конструкциях (БНК) "База-2" основным несущим элементом является шасси блока, состоящее из литой рамы, деталей замка и штырей-ловителей (см. рис. 22). В таких блоках используют печатные платы размером 140x24 мм. Краевое поле платы (технологическая зона) должно быть не менее 2,5 мм вдоль каждой из длинных сторон платы. Крепление печатных плат осуществляется винтами М3. К несущей конструкции крепится лицевая панель высотой 180 мм. Ширина лицевой панели может быть 30, 40, 50, 60, 70 и 80 мм в зависимости от высоты элементов конструкции, располагаемых на шасси блока. На рис. 23 показана лицевая панель размером 40 мм и ее крепление с помощью шпильки к шасси. Лицевая панель с запрессованными шпильками крепится к приливам шасси гайками М3.

Крепление блоков в шкафах (стойках) осуществляется замком расположенным в передней нижней части блока (см. рис. 23). Органы регулировки, управления и контроля, располагаемые на лицевых панелях блоков, устанавливаемых в шкафах, не должны выступать за передний край лицевой панели блока более чем на 25 мм. В шасси предусмотрена возможность установки элементов механического кодирования, исключающих ошибочное включение блоков. На задней стенке шасси устанавливаются штыри-ловители которые обеспечивают точное расположение блока при врубании разъема. Для установки и извлечения блока используется ключ.

Имеется две разновидности БНК "База-2". В первом варианте печатные платы устанавливаются с двух сторон шасси, а соединение со стойкой осуществляется разъемом ГРПМ-1. Во втором типе, шасси печатная плата с соединителем СНП-34 устанавливается только с одной стороны. Конструкция шасси позволяет устанавливать платы на шарнирах (см. рис. 24), что обеспечивает свободный доступ к монтажу.

В случае использования более двух плат рекомендуется их совместная компоновка на первом варианте шасси в виде многоплатного блока с горизонтальной или вертикальной осью раскрытия плат (ячеек) (см. рис. 25). Сборка многоплатного блока приведена на рис. 26 для горизонтальной оси раскрытия. На рис. 27 представлен вариант конструкции с вертикальной осью раскрытия.

Расстояние между платами, расположенными с одной стороны шасси определяется допустимой стрелой прогиба платы. Рекомендуется это расстояние выдерживать с шагом 14,5 или 8,5 мм, в зависимости от размеров плат.

На рис. 28 показано шасси для построения комбинированных блоков. Ширина лицевых панелей комбинированных блоков должна соответствовать ряду 110, 130, 140, 150, 160, 170, 190 и 210 мм. Комбинированные блоки обычно используют для создания моноблочной конструкции, имеющей самостоятельное применение. В этом случае на задней стенке блока устанавливаются разъемы типа 2PM.

На рис. 29 приведен пример построения блока самолетной РЭС. Шасси блока образовано передней и задней панелями, соединенными между собой групповыми направляющими. Все несущие детали блока выполнены штамповкой или литьем под давлением из магниевых или алюминиевых сплавов, что обеспечивает малую массу.

Ряд габаритных размеров блоков самолетной РЭС построен по принципу равного приращения объемов блоков. На рис. 30 приведены возможные габаритные размеры таких блоков и их расположение на стеллажах и амортизационных рамах. Блоки могут выполняться в герметичном и негерметичном вариантах.

Размещение органов управления, индикации и контроля на передней панели блока необходимо провести с учетом функционального назначения, степени важности, частоты пользования и последовательности выполнения операций.

При выполнении этой части задания необходимо разделить все элементы управления, контроля и индикации по функциональным группам. Элементы индикации располагают по степени важности считываемой информации, последовательности и частоты считывания и эстетических требований. При выборе элементов управления следует ознакомиться с общими требованиями эргономики и технической эстетики в системе "человек-машина" по ГОСТ 21.033-73 и ГОСТ 23.000-78 "Пульты управления. Общие эргономические требования".

Необходимо учесть, что форма внешних установочных элементов по возможности должна быть прямоугольной или круглой. При этом поверхности должны быть согласованы по материалам и фактуре. Не рекомендуется применять сложные по форме обрамления отсчетных устройств. Рекомендуется использовать специальные виды креплений приборов, исключая видимый крепеж и второстепенные поверхности (см. рис. 31).

При установке индикаторов и органов контроля необходимо, чтобы они были сгруппированы с органами управления по функциональному признаку, а рука оператора их не заслоняла во время работы.

Цвет световых сигнальных индикаторов выбирают в соответствии с их функциональным назначением: красный - для предупреждения об аварийном состоянии, перегрузке, неправильном включении; желтый - для индикации предупреждения о предельных величинах; зеленый - для индикации нормального режима работы; белый - для индикации включенного состояния прибора. Световые сигнальные индикаторы, предупреждающие о возможности аварии или перегрузки, выполняют с мигающим свечением, при этом отображаемая информация должна хорошо просматриваться не только спереди, но и с боковых сторон. Конструкции съемных фонарей-индикаторов показаны на рис. 32.

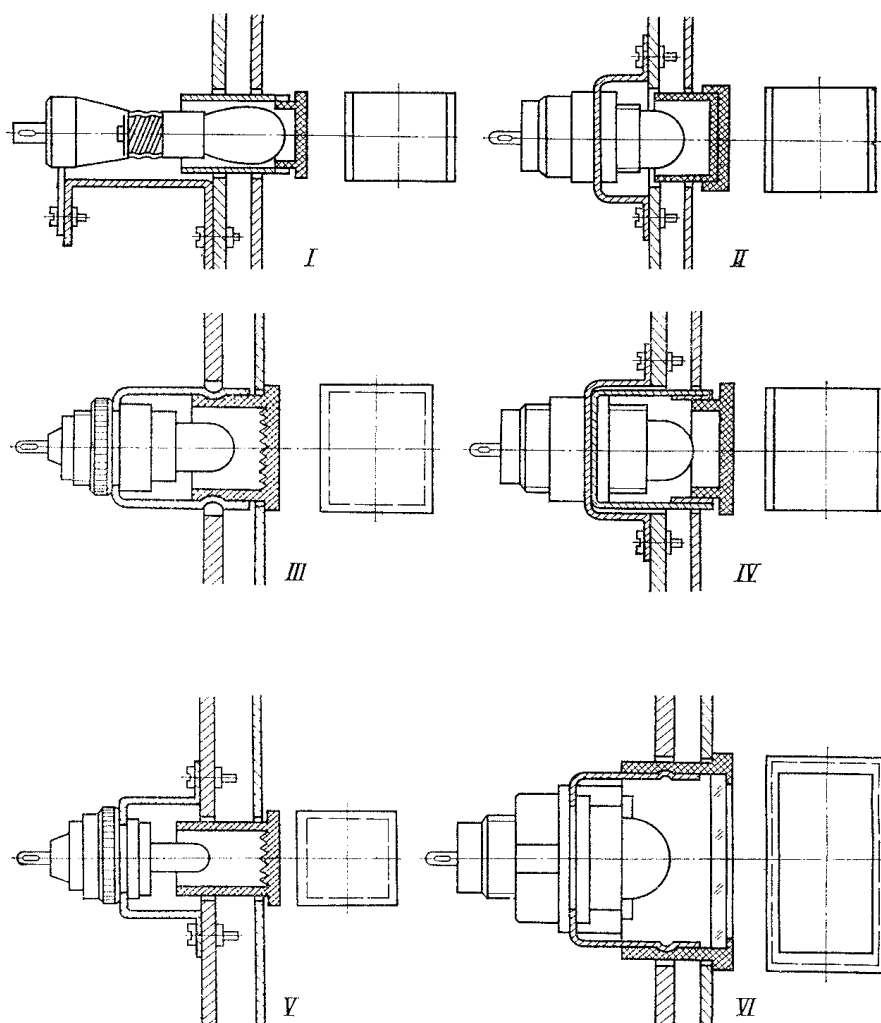


Рис. 32. Конструкции съемных фонарей для информационных табло

Форма световых сигнальных индикаторов должна быть характерной для индикатора, чтобы ее нельзя было ошибочно принять за кнопку или другой установочный элемент. Исключение составляют кнопочные выключатели в которых вмонтированы лампы накаливания. При нажатии такой кнопки лампочка загорается. Допускается не ставить индикатор включения сети, если на лицевой панели имеются элементы, светящиеся при включении прибора.

Для частого и выборочного переключений (например, для установки частоты, амплитуды и т. д.) рекомендуется использовать кнопочные и клавишные переключатели. Тумблеры следует применять для простых коммутаций, при этом необходимо помнить, что положение вверх или вправо соответствует режиму включения. Поворотные переключающие ручки галетных переключателей необходимо использовать для последовательного и редкого переключений.

Диаметр поворотной ручки плавного регулирования должен быть тем больше, чем больший момент вращения. Исключение составляют рукоятки

точной установки, диаметр которых должен быть 40...50 мм. При необходимости многооборотного быстрого вращения с точной установкой маховичок снабжается откидной рукояткой. При размещении органов управления необходимо в первую очередь заполнить среднюю часть лицевой панели. В этой зоне должны быть расположены наиболее ответственные индикаторы. Ручки настройки измеряемой величины индикатором должны располагаться в непосредственной близости от индикатора снизу и справа или слева от него, в зависимости от того, какой рукой будет работать оператор.

Основное требование при разработке лицевой панели прибора - удобство работы оператора. Поэтому необходимо обеспечить: совместимость индикаторов и элементов управления по внешнему виду; совместимость с окружающей средой (с другими РЭС).

Часто лицевая панель состоит из двух частей - внутренней (основной), к которой крепятся все элементы, и внешней (лицевой), на которой размещаются внешние ручки, кнопки, шкалы и т. д. и наносятся надписи. Часто такую внешнюю панель называют - фальшпанель.

Для удобства компоновки и выполнения требований технической эстетики на лицевую панель прибора условно наносят координатную сетку с шагом по горизонтали 25 мм и по вертикали 30 мм. Оси симметрии всех органов управления, индикации и контроля должны размещаться в узлах координатной сетки.

Цвет лицевых панелей рекомендуется выполнять в малонасыщенных тонах. Цвет передней панели должен быть более светлым по сравнению с цветом корпуса прибора. При необходимости выделения определенной зоны по значимости располагаемых элементов и при необходимости объединения или разделения группы органов управления, индикации и контроля по функциональным признакам можно использовать окраску панели в два цвета. Кроме того, можно пользоваться дополнительными цветами для цветового кодирования - разделения цветом ручек управления и относящихся к ним надписей или объединения внешних установочных элементов в группы.

Для графического обозначения на панелях функциональных связей между внешними установочными элементами и относящимися к ним надписями следует применять разделительные, объединительные и соединительные функциональные линии или тональное объединение функциональных связей.

Разделительные линии используют для разделения на панели внешних установочных элементов или надписей, имеющих различное функциональное назначение. Объединительные линии используют для объединения внешних установочных элементов или надписей в функциональные группы. Соединительные линии служат для соединения элементов в группы общего назначения. Фиксированные положения ручек управления обозначают на панелях точками.

Надписи и знаки следует выполнять по ОСТ 4ГО.010.040 и нормами НО.010.007. При этом можно пользоваться типографскими шрифтами по ГОСТ 3489.2-71. ЖР1р - журнальной рубленой гарнитуры прямого нормального светлого очертания; ЖР5р - журнальной рубленой гарнитуры прямого нормального жирного очертания; ДЗр - древней гарнитуры прямого нормального полужирного очертания.

Рекомендуется выполнять надписи и знаки методом гравирования с последующей затиркой краской. Способ выполнения надписей и знаков оговаривается на поле чертежа данной детали. Количество надписей на передней панели должно быть минимально необходимым для обеспечения точной информации.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

К защите лабораторной работы необходимо представить пояснительную записку и конструкторскую документацию.

1. Пояснительная записка должна содержать: анализ технического задания и технические требования к конструкции; расчет потребной площади печатной платы функционального узла; обоснование конструктивного решения кассеты (ячейки) и блока; описание выбранной схемы компоновки, несущей конструкции, электрического монтажа, выбор материалов, покрытий, описание способов изготовления деталей.
2. Графический материал: схема электрическая принципиальная функционального узла с ПЭ; топологический эскиз размещения элементов на плате; компоновочный эскиз блока; сборочный чертеж кассеты (ячейки); сборочный чертеж блока.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличаются общие и частные требования.
2. В чем отличие ячейки от кассеты.
3. Какие основные задачи решаются при компоновке блока РЭС.
4. В чем особенность модульного метода конструирования и его разновидности.
5. Что понимают под базовой несущей конструкцией (БНК).
6. Как влияют условия эксплуатации на конструкторское решение.
7. Какие функции выполняет несущая конструкция (корпус) блока РЭС.
8. Какие способы электрического монтажа используются в конструкциях РЭС первого и второго структурных уровней.
9. Какие меры принимает конструктор для повышения помехоустойчивости ячеек (кассет) и блоков РЭС.

10. Способы повышения жесткости и прочности конструкций.
11. Как защитить блок РЭС от воздействия влаги и пыли.
12. По каким критериям выбираются материалы покрытия корпуса блока РЭС.
13. Правила расположения элементов контроля, индикации и управления на лицевой панели блока РЭС.