

2. КЛАССИФИКАЦИЯ РЭС

Всё многообразие конструкций РЭС можно классифицировать по нескольким признакам.

Классификация по радиотехническим функциям позволяет разделить РЭС на приёмную, передающую и обрабатывающую сигналы.

Тракты приемников, такие как входные цепи, каскады УВЧ, преобразователи, УПЧ, детекторы и УНЧ в схемном отношении имеют много общих черт для всех приемников. Эти общие черты позволяют говорить об отдельной группе конструкций аппаратуры, называемой радиоприёмными устройствами. В таком же смысле следует говорить и о радиопередающих устройствах.

Усложнение задач по обработке сигналов с целью помехозащищенности и уровня насыщенности информацией, переносимой сигналами, вызвало необходимость выделить аппаратуру – устройства обработки сигналов.

Классификация РЭС по радиотехническим функциям, правильная и необходимая в других случаях, с конструкторской точки зрения не является чёткой.

Классификация конструкций РЭС по мощности хорошо применима к передающим устройствам, не вскрывает различия конструктивных черт радиоприёмной РЭС и устройств обработки сигналов.

Классификация по рабочей частоте. Рабочая частота существенно влияет на конструкцию, и классификация по частотному диапазону отражает особенности конструирования только высокочастотных каскадов приёмной и передающей РЭС.

Классификация по виду активного элемента (например конструкция магнетрона) будет определять всю конструкцию оконечного передатчика. Вид охлаждения мощной генераторной лампы (водяное или воздушное) подчиняет себе компоновку каскада. Ламповая или транзисторная схема выполняется в разных конструкторских решениях.

Классификация по воздействию окружающей среды:

- работа в помещении
- работа в полевых условиях.

Конструкция РЭС различного назначения, устанавливаемые на различные объекты техники – так называемые носители, имеют особенности, вытекающие из специфики назначения и условий эксплуатации.

По мере развития миниатюризации происходит уменьшение габаритов и массы РЭС, приводящие к стиранию резких границ между конструкциями РЭС различного назначения, устанавливаемыми на различные объекты, т.е. к *универсализации*.

Универсализация конструкции предполагает разработку конструкций пригодных для работы на любых объектах и в любых условиях. Универсальная конструкция должна обладать функциональной избыточностью и соответствовать наиболее жестким условиям эксплуатации из всех возможных условий применения. Это может быть оправдано в тех

случаях когда достигается простыми средствами и позволяет значительно увеличить масштаб производства.

Для электронно-вычислительной аппаратуры универсализация конструкций предпочтительна. Для РЭС, функциональное назначение которой существенно связано с объектом установки, универсализация не всегда оправдана.

Поэтому при конструировании РЭС наряду с универсализацией сохраняется значение специализации конструкции.

Специализация РЭС обусловлена тем, что объект установки задает специальное функциональное назначение для РЭС данной категории, класса или группы.

Наиболее общей с конструкторской точки зрения является классификация конструкции РЭС по назначению, тактике использования и объекту установки.

Согласно этой классификации РЭС разделяют по категориям, классам и группам.

Категория характеризует РЭС по продолжительности работы. Различают 4 категории РЭС:

1. Многократного применения
2. Однократного применения
3. Непрерывного применения
4. Общего применения.

РЭС категории многократного применения способна выполнять свои функции несколько раз по мере необходимости.

РЭС однократного применения – один раз за период эксплуатации.

РЭС непрерывного применения – предназначена для непрерывной работы все время, за исключением плановых и вынужденных перерывов в работе.

РЭС общего применения – работает в смешанном режиме (например бытовая техника)

Классы подразделяют РЭС по трём глобальным зонам использования:

1. Наземная РЭС (суша)
2. Морская РЭС (океан)
3. Бортовая РЭС (воздушное и космическое пространство)

Внутри классов различаются **специализированные группы** в зависимости от объекта установки.

Классообразующий признак группы – комплексный: назначение и тактика использования, условия совместимости с объектом, требования к составляющим надёжности, к защите от внешних воздействий и т.д.

Класс	НАЗЕМНАЯ РЭС	МОРСКАЯ РЭС	БОРТОВАЯ РЭС
Группы	Стационарная	Судовая (гражданский флот)	Самолётная (Вертолётная)
	Возимая	Коробельная (военный флот)	Ракетная
	Переносная	Буйковая	ИСЗ
	Носимая		Космические корабли
	Бытовая		

НАЗЕМНАЯ РЭС

При конструировании РЭС наземного назначения возникает общая задача защиты РЭС от вибраций, ударов, пыли в условиях нормального атмосферного давления.

Стационарная РЭС.

Особенность – не подвергается воздействию внешних механических факторов во время работы. Защита от ударов, вибраций и др. внешних воздействий должна обеспечиваться при доставке на место установки.

Характеризуется:

1. Особая продолжительность эксплуатации и необходимость постепенной модернизации. Конструкция должна допускать модернизацию путем незначительного усовершенствования, замены отдельных блоков или введения приставок. Конструкция должна обеспечивать на длительный период (иногда десятилетия) совместимость устаревшей, но ещё работающей РЭС с новой РЭС.
2. Работа в помещениях с нормальными климатическими условиями: температура – 25градС, относительная влажность – 65%. Атм.давление 1033гПа.
3. Отсутствие механических перегрузок во время работы.
4. Транспортирование в амортизирующей упаковки.
5. Хранение в складских условиях изготовителя и потребителя.
6. Высокая ремонтпригодность при ремонте на месте установки.

Ограничения для стационарной РЭС (ГОСТ 12863-67) на габариты и массу одной стойки или шкафа, определяемые удобством транспортирования, выгрузки, передвижения внутри помещения и т.д.

Стационарная РЭС по ГОСТ 16019-78 разделяется на стационарную работающую в отапливаемых наземных и подземных сооружениях (подгруппа1) и стационарную, работающую на открытом воздухе или в неотапливаемых наземных и подземных сооружениях (подгруппа2).

В процессе нормальной эксплуатации стационарная РЭС не подвержена воздействию внешних механических факторов, следовательно, защиту от

ударов и вибраций при доставке на место установки обеспечивают за счёт транспортной упаковки, крепление тяжелых деталей и узлов с помощью временных винтов и прокладок, а не увеличением прочности самой конструкции РЭС.

Стационарная РЭС конструктивно выполняется в виде шкафов или стоек, причём радиотехнические комплексы и системы могут быть размещены не только на большой площади, но и в разных аппаратных помещениях, поэтому для эффективной работы аппаратуры широко используются пульты.

При конструировании стационарной РЭС необходимо учитывать:

1. Условия эксплуатации позволяют использовать недорогие материалы, защитные покрытия и комплектующие изделия.
2. Высокая функциональная сложность стационарных устройств требует наличия несущих конструкций большой вместимости.
3. Уменьшение габаритов вызвано общими требованиями минимизации.
4. Возможность доступа с разных сторон при техническом обслуживании и ремонте.
5. При размещении РЭС подгруппы² необходимо учитывать деление территории на климатические зоны.

Возимая РЭС

Объект установки – устанавливается на подвижные объекты.

К РЭС для подвижных объектов относят мобильные связные, радиолокационные и пеленгаторные станции, диспетчерские станции строительных, с/х и транспортных предприятий, передвижные телевизионные студии, автомобильные приемники, магнитолы и т.д.

Возимая РЭС согласно ГОСТ 16019-78 делится на (подгруппу³), для легкового транспорта и (подгруппу⁵) для грузового, автобусов, тракторов и т.д.

Особенности:

1. Повышенные требования к защите от вибраций и ударов, включая необходимость работы в условиях механических воздействий (а также паров бензина и масел)
2. Требования к конструкции допускать погрузку и разгрузку легко расчленяемых частей силами двух человек.
3. Усиленное воздействие абразивной дорожной пыли.
4. Общая масса комплекта РЭС для одной грузовой автомашины должна составлять приблизительно $\frac{2}{3}$ её грузоподъёмности. Масса каждого блока не должна превышать 60 кг для осуществления демонтажа с автомашины в аварийных условиях.
5. Особенностью РЭС, размещённой в кузове автомашины является ограничение мощности рассеивания. Нормальная мощность рассеивания на единицу объёма фургона для естественного воздушного охлаждения составляет $0,5 \text{ кВт/м}^3$, предельная мощность – 1 кВт/м^3 .

Переносная РЭС

Является разновидностью стационарной РЭС.

К переносной РЭС относят лабораторную, медицинскую, контрольно-измерительную, аппаратуру связи и иную РЭС, объектом установки для которой является поверхность стола, пульта и т.д.

Согласно ГОСТ 16019-78 – это подгруппа 4.

Особенности:

1. Переносная РЭС всегда работает в комнатных условиях, не работает во время переноса с места на место. Перенос осуществляется силами 1-2 человек.
2. Аппаратура в приборном исполнении для которой характерна эксплуатационная автономность. Сложность приборов обычно не превышает сложности блоков стационарной РЭС.
3. Ограничение массогабаритных показателей, связанные с возможностями человека при переносе.
4. Высокий уровень стандартизации и унификации габаритных размеров, совместимость с другими приборами.
5. Учёт механических воздействий при перемещении и транспортировке.
6. Насыщенность передних панелей.

Носимая РЭС

Характеризуется размещением на человеке.

К носимой РЭС относятся станции ближней связи, портативные радиопеленгаторы, некоторые виды медицинской аппаратуры, мобильные телефоны и т.д.

Согласно ГОСТ 16019-78 – это подгруппа 6 и подгруппа 7.

Особенности:

1. Необходимость защиты от случайных ударов, неизбежных в полевых условиях
2. Задача миниатюризации принимает важное значение.
3. Масса носимой аппаратуры определена ГОСТом в зависимости от продолжительности времени, носимую одним человеком:
 - за плечами-10кг
 - на ремне через плечо – 3 кг
 - в кармане – 0,7 кг.
4. Большая зависимость конструкции от габаритов и массы источников питания.
4. Кроме общих климатических требований. При работе носимой РЭС добавляются усложненные условия в холодное время года, связанные с конденсацией росы в результате отпотевания при внесении с холодного воздуха в теплое помещение.
5. Носимую РЭС для полевых условий выполняют в герметичном исполнении.

Бытовая РЭС

Особенности:

1. Повышенным эстетическим значением внешнего вида.
2. Акустическими данными.
3. Приспособленностью к эксплуатации совершенно неподготовленным человеком.
4. Массовое производство, что определяет стоимость изделия.

Пути развития бытовой РЭС:

1. Создание принципиально новой РЭС, вызывающей новые потребности у населения, не зависящее от наличия у потенциальных покупателей старых конструкций РЭС.
2. Совершенствование ранее выпускавшихся конструкций с целью максимальной автоматизации управления и улучшения характеристик.
3. Повышения технологичности с целью снижения стоимости.
4. Особые вопросы технической эстетики.

МОРСКАЯ РЭС

Включает в себя три основные группы - судовая, корабельная и буйковая РЭС и отличается тремя особенностями:

1. Комплексное воздействие климатических и механических факторов:
100% влажность при повышенной температуре и солевом тумане в сочетании с непрерывной вибрацией от двигателей, ударными перегрузками и линейными ускорениями.
2. Длительное автономное плавание с отрывом от ремонтных баз.
3. Акустические, магнитные и радиационные воздействия.

Морская среда, окружающая судно, является постоянно действующим фактором, опасным для РЭС. Соленость океанской воды велика и достигает 35г солей на 1 литр. Наличие солей активизирует воздействие окружающей среды на металлические и изоляционные материалы.

Морская РЭС должна разрабатываться в тропическом исполнении, предусматривать коррозионную стойкость и плеснестойкость. На случай прямого попадания воды должна обеспечиваться водозащищенность и брызгозащищенность. В ряде случаев морская РЭС предназначена для работы в погруженном состоянии.

Судовая РЭС (Корабельная РЭС)

Обладают следующими классообразующими признаками:

1. Высоким уровнем типизации в целях упрощения материально-технического снабжения судов запасными узлами.

2. Возможностью ремонта на месте установки при минимальном количестве персонала и ограниченных ремонтных средствах.
3. Необходимостью учёта ограниченности размеров люков и проходов на судне.
4. Защищённостью от сильных ВЧ и НЧ полей.
5. Вибростойкостью и ударостойкостью при ударах волн и при стрельбах, стойкостью к ускорению, возникающим при качке.

Судовая РЭС устанавливается на пассажирские, грузовые суда.

Корабельная РЭС на подводные лодки и военные корабли.

При конструировании судовых РЭС в первую очередь необходимо обратить внимание:

1. На максимальную унификацию и типизацию конструкций РЭС различного назначения.
2. Выбор массогабаритных показателей, которые должны учитывать их транспортировку к месту размещения. (люк 600х600мм)
3. Обеспечение механической прочности и устойчивости при постоянном воздействии ударов и вибраций вызванных волнением, работой двигателей и винтов.
4. Повышение требований к стойкости защитных покрытий металлов и изоляционных материалов.
5. Обеспечение электромагнитной совместимости.
6. Высокая контроле и ремонтпригодность.
7. Часть блоков судовых РЭС должна быть размещена вблизи антенн на надстройках или мачтах. Такие блоки имеют литые корпуса оригинальной конструкции с обязательной влагозащитой.
8. Для аварийной аппаратуры, размещенной на открытом воздухе обязательна герметизация.

Буйковая РЭС

Служит навигационным и другим целям и характеризуется:

1. Особой продолжительностью необслуживаемой эксплуатации.
2. Воздействием сильных ударов, связанных с волнением моря и с постановкой буя способом сбрасывания.

Температурные условия для буйковой РЭС считаются хорошими благодаря интенсивному теплоотводу от корпуса.

Спасательная РЭС должна выполняться в легком герметичном корпусе, стойком к соленой воде, обладать дополнительной плавучестью и выдерживать без повреждения удар о воду при сбрасывании с высоты 10 метров.

БОРТОВАЯ РЭС

Бортовой называют РЭС, устанавливаемую на летательных объектах. Включает в себя группы авиационной, космической и ракетной техники.

Постоянная потребность в усложнении РЭС бортового класса ограничивается возможностями летательных объектов по массогабаритным показателям, поэтому *уменьшение габаритов и массы* бортовой РЭС принято считать *1-й задачей* при конструировании.

2-я задача – связана с необходимостью для РЭС располагаемой вне гермоотсека, работать в условиях разряженной атмосферы (на высоте 25км – до 2кПА(5мм РТ ст) и низкие температуры 30-50 градС)

На большой высоте воздух разряжен, следовательно снижается электрическая прочность. На участках конструкции, имеющих острые углы и находящихся под высоким потенциалом, возможно коронирование.

Герметизированная РЭС, расположенная вне гермоотсека, испытывает внутренние разрывающие усилия.

Самолётная и вертолётная РЭС

Кроме общих задач РЭС данной группы имеет особенности:

1. Характеризуется относительной кратковременностью непрерывной работы, измеряемой часами. В остальное время РЭС находится под контролем персонала ремонтной базы, подвергается периодическому осмотру и контролю перед каждым вылетом предполетная проверка.
2. Конструкции такой РЭС должна обеспечивать свободный доступ к внутренним частям для уменьшения времени на поиск неисправности, следовательно, высокие требования к контролепригодности и ремонтпригодности конструкции.
3. Быстрый рост сложности при жестких массогабаритных ограничениях и высоких требованиях надежности.
4. Допустимо применение новейших комплектующих изделий, материалов повышенной стойкости с высокими физико-механическими характеристиками.
5. Необходимостью дистанционного контроля и управления.
6. Несущие конструкции должны иметь высокий уровень унификации, несмотря на возможность установки модулей в отсеки различных размеров и формы.
7. Высокая загрузка оператора задачами управления самолётом требует тщательной проработки передних панелей.
8. Относительно короткие циклы использования по назначению (часы)
9. Наличие развитого ЗИП, ремонт модулей в специализированном подразделении.

Температура корпуса самолёта изменяется в широких пределах от – 50 градС до + 50 градС на высоте до 10км. На сверхзвуковых самолётах при полете в плотных слоях атмосферы корпус может нагреваться до +150градС.

В результате РЭС, расположенная вне гермоотсека, испытывает тепловые удары.

Вибрационные, ударные и линейные перегрузки для конструкций самолётной РЭС- значительны.

Во всех случаях задается диапазон частот вибрации. Нижние частоты возникают во время движения самолёта по взлетно-посадочной полосе, а верхние связаны с работой двигателей.

На взлете и посадке образуются ударные перегрузки с хаотическим чередованием ударов. При любом изменении скорости возникают линейные перегрузки.

Самолётная РЭС должна работать автоматически, самостоятельно обрабатывать результаты и выдавать их в виде удобном для быстрого восприятия: отклонение стрелки влево-вправо, зажигание сигнала, совмещение визиров.

Разрабатывая конструкцию самолётной РЭС надо учитывать, что заняты не только зрению, слух и руки летчика, но и ограничено место, где могут быть установлены органы управления и средства отображения информации.

Блоки самолетной РЭС приходится выносить в те места самолета, где есть удобный доступ для смены и осмотра. Поэтому характерной особенностью являются коммуникации дистанционного управления. На самолётах и вертолётах – радиоотсеки, компоновка РЭС в виде стоек.

Ракетная РЭС

Отличается:

1. Разовость использования.
2. Необходимость в особой кратковременности предстартовой проверки и высокой ремонтпригодности в предстартовых условиях.
3. Особая ограниченность объема и массы в связи с необходимостью иметь минимальную стартовую массу ракеты-носителя.
4. Чрезвычайно высокая безотказность
5. Совместное действие вибрационных и линейных нагрузок во время старта. Большие ударные нагрузки.
6. Работа в условиях быстрого возрастания температур. На обшивке ракеты до нескольких сотен градусов.
7. Длительная сохранность при многолетнем хранении.

Космическая РЭС

При выводе на орбиту космическая РЭС испытывает те же воздействия что и ракетная. Затем исчезают механические воздействия и наступает состояние невесомости, так что в течении длительного времени эксплуатации РЭС не испытывает никаких механических нагрузок.

С другой стороны, невесомость приводит к прекращению конвекции даже в заполненном газом гермоотсеке, поэтому основным способом передачи тепла внутри РЭС – теплопроводность, а в космическом пространстве – излучение. Космические объекты не только излучают тепловые лучи, но и поглощают солнечное излучение, что в условиях глубокого вакуума может привести к значительному перегреву на освещенной стороне (до 473 К) и охлаждению на теневой стороне (около 4 К). Это требует разработке специальных систем терморегуляции.

Кроме того дополнительные требования:

1. Особая ограниченность объема и массы в связи с необходимостью иметь минимальную стартовую массу ракеты-носителя.
2. Чрезвычайно высокая безотказность
3. Высокая ремонтпригодность в предстартовый период.
4. Совместное действие вибрационных и линейных нагрузок во время старта.
5. Выбор материалов и покрытий.

Весь успех космической экспедиции в конечном счете определяется безотказностью работы РЭС. Поэтому функциональные узлы многих систем должны иметь резервирование.

Пульт управления проектируется с учетом состояния невесомости оператора.

ИСЗ

РЭС ИСЗ относится к группе космической, но является необслуживаемой РЭС. Для неё характерно:

1. Особая продолжительность эксплуатации без обслуживания (годы).
2. Работа в условиях атмосферы с постоянным газовым составом низкой влажности и в вакууме.
3. Циклическое изменение температуры.
4. Отсутствие механических нагрузок во время работы.
5. Опасность воздействия радиации.