

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.Р.БЕРУНИ  
А В И А Ц И О Н Н Ы Й   Ф А К У Л Ь Т Е Т  
КАФЕДРА: «УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ»**

Допустить к защите в ГЭК  
Зав.кафедрой «УВД»  
к.т.н., доц. Эшмурадов Д.Э.

---

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Направление :5620200 – «Управление воздушным движением»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

( п о я с н и т е л ь н а я   з а п и с к а )

Тема: **«Разработка вопросов по организации радиотехнического  
обеспечения в системе УВД»**

---

Выполнил:

Ст-т. гр.132-11  
«УВД» Джураев Мусурмон  
Якубович

---

Руководитель:

Зав. каф. «УВД» к.т.н., доц. Д.Э.  
Эшмурадов

---

Рецензент:

---

**Ташкент – 2015**

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	<b>СТР</b>
<b>Список использованных сокращений.....</b>	<b>3</b>
<b>Введение.....</b>	<b>10</b>
<b>Глава1 Принципы функционирования основных радиотехнических систем наблюдения, навигации и связи.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Физические основы радиотехнических методов наблюдения, навигации и связи.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Общие сведения о радиотехнических системах наблюдения.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Основные понятия и определения радиолокации..</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Основные тактические характеристики радиолокационных средств наблюдения.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Зона обнаружения радиолокационных средств..</b>	<b>18</b>
<b>Глава2 Принципы функционирования и устройство РЛС УВД</b>	
<b>2.1 Точность и разрешающая способность РЛС.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Структурные схемы первичных и вторичных РЛСУВД.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Принципы работы основных систем РЛС.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4. Принципы обработки радиолокационной информации.....</b>	<b>32</b>
<b>2.5. Принципы функционирования радионавигационных систем.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6. Особенности радиолокационных сигналов вторичной Радиолокации.....</b>	<b>38</b>

**2.7. Обнаружение радиолокационных сигналов...46**

### **ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**3.1. Зарботная плата диспетчеров УВД.....52**

**3.2. Зарботная плата руководителя полетов..53**

### **ГЛАВА 4. ОХРАНА ТРУДА**

**4.1. Требования безопасности по охране труда для  
специалистов УВДТашкентского Центра АС УВД..57**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....60**

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ...62**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

<b>АДП</b>	Аэродромный диспетчерский пункт
<b>АДЦ</b>	Аэродромный диспетчерский центр
<b>АИП</b>	Сборника аэронавигационной информации
<b>АМСГ</b>	Авиационная метеорологическая станция (гражданская)
<b>АМЦ</b>	Авиационный метеорологический центр
<b>АНЗ</b>	Аэронавигационный запас топлива
<b>АНИ</b>	Аэронавигационная информация
<b>АОН</b>	Авиация общего назначения
<b>АСК</b>	Аварийно - спасательная команда
<b>АСР</b>	Аварийно - спасательные работы
<b>АСС</b>	Аварийно - спасательная станция
<b>АС УВД</b>	Автоматизированная система УВД
<b>АТБ</b>	Авиационно - техническая база
<b>АР</b>	Авиационные работы
<b>АУ</b>	Аэродромный узел
<b>АХР</b>	Авиационно - химические работы
<b>АЦ УВД</b>	Аэродромный центр УВД
<b>БАИ</b>	Бюро аэронавигационной информации
<b>БПРМ</b>	Ближняя приводная радиостанция с радиомаркером
<b>БСПС</b>	Бортовая система предупреждения столкновений
<b>ВВС</b>	Военно - воздушные силы
<b>ВВПЗ</b>	Высота визуального прерванного захода
<b>ВДПП</b>	Вспомогательный диспетчерский пункт подхода
<b>ВЗЦ ЕС УВД</b>	Вспомогательный зональный центр ЕС УВД

<b>ВЗП</b>	Визуальный заход на посадку
<b>ВК РУз</b>	Воздушный кодекс Республики Узбекистан
<b>ВКК</b>	Высшая квалификационная комиссия
<b>ВЛЭК</b>	Врачебно - летная экспертная комиссия
<b>ВМДП</b>	Вспомогательный местный диспетчерский пункт
<b>ВМУ</b>	Визуальные метеорологические условия
<b>ВНГО</b>	Высота нижней границы облаков
<b>ВПП</b>	Взлетно - посадочная полоса
<b>ВПП</b>	Высота принятия решения
<b>ВРЛ</b>	Вторичный радиолокатор
<b>ВОРЛ</b>	Вторичный обзорный радиолокатор
<b>ВРЦ ЕС УВД</b>	Вспомогательный районный центр ЕС УВД с правом (ВРЦ УВД) самостоятельного УВД или информации РЦ и (или) экипажей воздушных судов
<b>ВРЦ ЕС УИВП</b>	Вспомогательный районный центр ЕС УИВП
<b>(ВРЦ УИВП)</b>	
<b>ВС</b>	Воздушное судно
<b>ВСДП</b>	Вспомогательный стартовый диспетчерский пункт
<b>ВС РЦ ЕС УВД</b>	Военный сектор районного центра ЕС УВД
<b>ВС РЦ ЕС УИВП</b>	Военный сектор районного центра ЕС УИВП
<b>ВТ</b>	Воздушная трасса
<b>ГА</b>	Гражданская авиация
<b>ГВПП</b>	Грунтовая ВПП
<b>ГДПП</b>	Главный диспетчерский пункт подхода
<b>ГосНИИ ГА</b>	Государственный научно-исследовательский

институт гражданской авиации

**ГСМ** Горюче - смазочные материалы

**ГС ГЦ ЕС УВД** Гражданский сектор главного центра ЕС УВД

**ГС ГЦ ЕС УИВП** Гражданский сектор главного центра ЕС УИВП

**ГС РЦ ЕС УВД** Гражданский сектор районного центра ЕС УВД

**ГС РЦ ЕС УИВП** Гражданский сектор районного центра ЕС УИВП

**ГЦ ЕС УВД** Главный центр ЕС УВД

**ДПК** Диспетчерский пункт круга

**ДПК МВЛ** Диспетчерский пункт круга МВЛ

**ДПП** Диспетчерский пункт подхода

**ДПР** Диспетчерский пункт руления

**ДПРМ** Дальняя приводная радиостанция с маркером

**ДПСП** Диспетчерский пункт системы посадки (в аэропортах, где ПДП и ДПК совмещены)

**ЕС УВД** Единая система управления воздушным движением (в СНГ)

**ЕС УИВП** Единая система управления использованием воздушного пространства (в Республике Узбекистан)

**ЗЦ ЕС УВД** Зональный центр ЕС УВД

**ИАС** Инженерно-авиационная служба

**ИВПШ** ВПП с искусственным покрытием

**ИПП** Инструкция по производству полетов в районе аэродрома (аэроузла)

**КВ** Короткие волны

**КДП** Командно-диспетчерский пункт

**КДП МВЛ** Командно-диспетчерский пункт местных

воздушных линий

<b>КТА</b>	Контрольная точка аэродрома
<b>ЛМО</b>	Летно-методический отдел
<b>ЛИП</b>	Летно-испытательное подразделение
<b>ЛЭП</b>	Линия электропередачи
<b>МБВ</b>	Минимальная безопасная высота
<b>МБУ</b>	Морская буровая установка
<b>МВК ЕС УВД</b>	Межведомственная комиссия ЕС УВД
<b>МВЛ</b>	Местная воздушная линия
<b>МВС</b>	Минимальная высота снижения
<b>МДП</b>	Местный диспетчерский
<b>МСС</b>	Медико-санитарная служба
<b>МСЧ</b>	Медико-санитарная часть
<b>НГЭА</b>	Нормы годности эксплуатации аэродромов
<b>НМО</b>	ГАНаставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации
<b>НОТАМ</b>	Извещение пилотам о состоянии аэродромов, радиотехнических средствах, системах посадки и т.д.
<b>НТЭРАТ ГА</b>	Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации
<b>ОВД</b>	Обслуживание воздушного движения
<b>ОДВС</b>	Организация движения воздушных судов
<b>ОВИ</b>	Огни высокой интенсивности
<b>ОЛС</b>	Очень легкий самолет
<b>ОМИ</b>	Огни малой интенсивности
<b>ОПРС</b>	Отдельная приводная радиостанция
<b>ОСП</b>	Оборудование системы посадки
<b>"ПАН"</b>	Сигнал срочности
<b>ПВО</b>	Противовоздушная оборона
<b>ПВП</b>	Правила визуальных полетов

<b>ПДО</b>	Производственно-диспетчерский	отдел
<b>ПДП</b>	Пункт диспетчера	посадки
<b>ПДСП</b>	Производственно-диспетчерская	служба предприятия
<b>ПДСА</b>	Производственно-диспетчерская	служба авиакомпания
<b>ПОД</b>	Пункт обязательных донесений	
<b>ППГЭА</b>	Правила полета	в гражданской и экспериментальной авиации
<b>ППЛС</b>	Программа подготовки	летного состава
<b>ППП</b>	Правила полетов	по приборам
<b>ПРД</b>	Посадочный радиолокатор	
<b>РВЦ УВД</b>	Район вспомогательного центра	УВД
<b>РВЦ УИВП</b>	Район вспомогательного центра	УИВП
<b>RVR</b>	Дальность видимости	на ВПП
<b>РД</b>	Рулежная дорожка	
<b>РДЦ</b>	Районный диспетчерский	центр
<b>РЛЭ ВС</b>	Руководство по летной	эксплуатации воздушного судна
<b>(MOM, FCOM)</b>		
<b>РМДП</b>	Район местного диспетчерского	пункта
<b>РМС</b>	Радиомаячная система	посадки
<b>РНТ</b>	Радионавигационная	точка
<b>РОЛР ГА</b>	Руководство по организации	летной работы в ГА
<b>РПА</b>	Руководитель полетов	на аэродроме
<b>RPL</b>	Повторяющийся план	полета
<b>РП АДЦ</b>	Руководитель	полетов аэродромного диспетчерского центра
<b>РПИП</b>	Руководство по производству	испытательных

полетов

<b>РПР</b>	Руководитель полетов в районе УВД
<b>РСБН</b>	Радиотехническая система ближней навигации
<b>РСДН</b>	Радиотехническая система дальней навигации
<b>РСП</b>	Радиолокационная система посадки
<b>РТО</b>	Радиотехническое оборудование
<b>РТС</b>	Радиотехнические средства
<b>РУВД</b>	Район управления воздушным движением
<b>РЦ</b>	Районный центр УВД
<b>РЦ ЕС УВД</b>	Районный центр ЕС УВД
<b>РЦ ЕС УИВП</b>	Районный центр ЕС УИВП
<b>САИ</b>	Служба аэронавигационной информации
<b>САР</b>	Специальные авиационные работы
<b>СДП</b>	Стартовый диспетчерский пункт
<b>СВС</b>	Сверхлегкое воздушное судно
<b>СОПГП</b>	Служба организации почтово-грузовых перевозок
<b>СОПП</b>	Служба организации пассажирских перевозок
<b>СПУ</b>	Самолетное переговорное устройство
<b>ТА</b>	Транспортная авиация
<b>ТВГ</b>	Точка входа в глиссаду
<b>УВД</b>	Управление воздушным движением
<b>УИВП</b>	Управление использованием воздушного пространства
<b>УКВ</b>	Ультракотковолновый
<b>УЦ</b>	Учебный центр
<b>УТЦ</b>	Учебно - тренировочный центр
<b>ЦАИ</b>	Центр аэронавигационной информации
<b>ЦВЛЭК</b>	Центральная врачебно-летная экспертная

комиссия

**ЦУАН** Центр управления аэронавигации

**БББ** Международный сигнал срочности

**ЭРТОС** Эксплуатация

радиотехнического оборудования и связи

**ЭСП** Эксплуатационный справочник пилота

**QNH** Атмосферное давление на аэродроме, приведенное к среднему уровню моря, выраженное в мм.рт.ст или в Мбар

**QFE** Атмосферное давление на уровне аэродрома (или на уровне порога ВПП) в мм.рт.ст или в Мбар

**QNE** Атмосферное давление, соответствующее уровню 760 мм.рт.ст(1013,2 Мбар)

## 1. Введение

Гражданская авиация является из крупных отраслей экономики Республики Узбекистан. Современный этап развития авиационной техники характеризуется широким внедрением современных радиоэлектронных средств навигации, наблюдения и связи, а также массовым использованием автоматизированных систем управления на воздушных судах, в сфере организации и обслуживания воздушного движения.

В условиях ежегодного возрастания интенсивности и плотности воздушного движения более остро ставится проблема обеспечения безопасности полётов при достижении максимальной эффективности использования наличного парка авиационной техники. Её решение требует учёта особенностей воздушного движения: четырёхмерный характер воздушного движения (трёхмерное пространство + время), высокие скорости движения, невозможность приостановки движения, существенная зависимость воздушного движения от метеоусловий.

Эти особенности предъявляют высокие требования к различным техническим средствам обеспечения полётов.

Радиотехническое обеспечение полетов и авиационная электросвязь являются комплексом организационных и технических мероприятий, выполняемых службами авиапредприятий, государственных предприятий по ИВП и УВД, других юридических лиц и направленных на обеспечение безопасности полетов ВС.

При обеспечении полётов используется сложный комплекс бортовых и наземных радиотехнических средств: трассовые и аэродромные средства радионавигации, инструментальные системы посадки, трассовые и аэродромные средства радиолокационного наблюдения, средства связи ВЧ и ОВЧ диапазонов. В последние годы

традиционные средства радиотехнического обеспечения полётов дополнены оборудованием спутниковой радионавигации. Ожидается поступление оборудования автоматического зависимого наблюдения.

Существенно возросло число используемых для обеспечения полётов автоматизированных систем управления и комплексов средств автоматизации. Широкое использование в них современных ЭВМ и методов цифровой обработки позволяет на качественно новом уровне получать информацию о воздушной обстановке от местных и удалённых первичных и вторичных радиолокационных средств наблюдения, а также от других источников наблюдения.

Использование традиционных и перспективных радиотехнических средств требует правильного понимания существующих возможностей по наблюдению, навигации и связи и грамотного их использования в интересах повышения безопасности полётов.

Светотехническое обеспечение полётов представляет комплекс организационных и технических мероприятий, выполняемых службами авиапредприятий для обеспечения конечного этапа захода на посадку посадки и взлёта ВС ночью и днём при установленных для конкретного аэродрома минимумах, а также для обеспечения руления, регулирования движения ВС по аэродрому. Для светотехнического обеспечения используются светосигнальные системы огней малой интенсивности (ОМИ) и огней высокой интенсивности (ОВИ-I, ОВИ-ОВИ-II, ОВИ-III).

В сборнике рассмотрены принципы функционирования средств радиосветотехнического обеспечения полётов, их основные тактико-технические характеристики и перспективы развития.

## **Глава 1. Принципы функционирования основных радиотехнических систем наблюдения, навигации и связи**

### **1.1. Физические основы радиотехнических методов наблюдения, навигации и связи**

Решение задач наблюдения, навигации, связи радиотехническими методами и средствами основывается на использовании электромагнитных полей и волн радиотехнического диапазона, обладающих следующими основными свойствами:

1. Конечной и достаточно стабильной скоростью распространения(в вакууме -  $299\,792\,456,2 \pm 0,8$  м/с);
2. Высокой степенью постоянства направления распространения (определяется степенью однородности среды, в которой распространяется волна);
3. Способностью преломляться и отражаться (проявляется на границах раздела физических сред и используется в первичных радиолокационных измерителях);
4. Когерентностью (Под когерентностью понимают высокую степень согласованности радиоволновых процессов (корреляцию), протекающих в различные моменты времени и в разных точках поля. Благодаря когерентности обеспечивается концентрация энергии волн по частотному спектру и в пространстве).

Радиосигналы - носители радионавигационной, радиолокационной и связной информации, применяемые в пределах зон действия радиотехнических систем, претерпевают изменения определяемые свойствами радиоволн различных диапазонов и условиями их распространения.

Волнами радиотехнического диапазона называют электромагнитные

волны с частотой колебаний  $f$  от 3 кГц до 3...6.ТГц и длиной волны  $\lambda$  в свободном пространстве от 100 км до 0,1 ... 0,005 мм.

**Длина волны  $\lambda$** - расстояние, проходимое волной за время периода  $T$  одного колебания.

Сигнал РТС представляет собой в исходной точке излучения обычную периодическую функцию времени.

Электрическую составляющую ЭМП, создаваемую излучателем РТС,

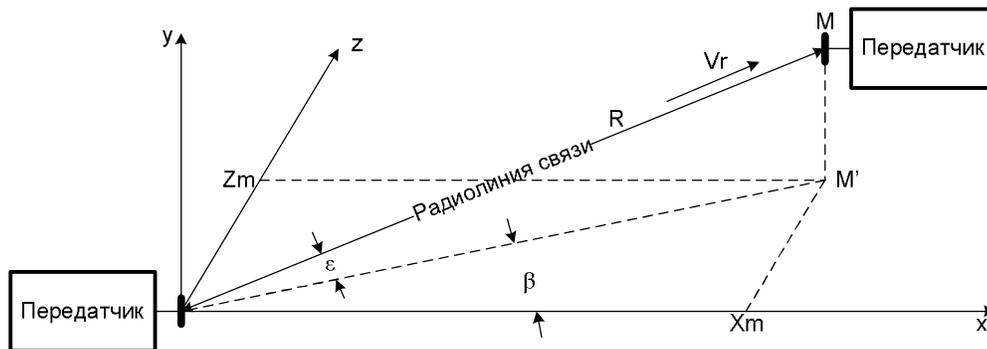
$$E(t) = E_m(t) * e^{-j[\omega t + \varphi(t)]}$$

можно записать в следующем виде:

где  $E_m(t)$ — амплитуда, определяемая видом АМ от времени;

$\omega$ - несущая частота;

$\varphi(t)$  – фаза сигнала, определяемая законом ФМ или ЧМ в



зависимости от времени

Радиолиния в радиотехнической системе

В результате изменения взаимного положения элементов РТС в пространстве радиолиния связи, соединяющая передатчик и приемник, изменяет свою длину  $R$  и направление, заданное угловыми координатами  $\beta$  и  $\epsilon$ . Поэтому принимаемая в месте расположения  $M$  подвижного объекта радиоволна представляет собой пространственно-временную функцию вида где запаздывание сигнала  $\tau = R(t)/C$  несет информацию о расстоянии между передатчиком и приемником РТС.

$$E(t-\tau, \epsilon, \beta) = E_m(t-\tau, \epsilon, \beta) \times e^{-j[\omega(t-\tau) + \varphi(t-\tau, \epsilon, \beta)]}$$

Амплитуда сигнала, принятого антенной с нормированными диаграммами направленности (ДНА) в горизонтальной  $G(\beta)$  и вертикальной  $G(\varepsilon)$  плоскостях, может быть описана зависимостью

Оценивая значения, соответствующие максимуму (или минимуму) амплитуды принимаемого сигнала, можно получать информацию об угловом положении излучателя (путем определения направления перемещения фронта волны принимаемого радиосигнала).

$$U(t - \tau, \varepsilon, \beta) = U_{\text{пр.макс}}(t - \tau) \times G(\varepsilon)G(\beta)$$

Если приемник РТС перемещается относительно передатчика, например, в радиальном направлении, то длина радиолинии связи будет изменяться по закону

$$R(t) = R_0 + V_r t + V_r' t^2 / 2$$

где коэффициенты  $V_r = dR/dt$   $V_r' = d^2R/dt^2$  — соответственно радиальные скорость и ускорение взаимного перемещения излучателя и приемника сигналов.

Из этого выражения следует, что несущая частота  $\omega$  получит доплеровское приращение

$$\Omega_d = \omega V_r / C + \omega V_r' / 2C$$

Очевидно, что анализируя изменения параметров радиосигнала при прохождении радиолинии можно находить такие параметры, как дальность  $R$ , азимут  $\beta$ , угол места  $\varepsilon$  и радиальную скорость  $\Omega$ . Если же на передающей стороне РТС менять параметры излучаемого сигнала, то возможна передача различной по функциональному смыслу информации.

Переносчиками информации для навигации, наблюдения и связи могут быть как немодулированные (монохроматические), так и модулированные сигналы.

Частотную область, занимаемую электромагнитными волнами, принято делить на следующие радиодиапазоны

Диапазоны радиочастот		Диапазоны радиоволн		Виды РТС, использующие диапазон	
Название	Границы	Название	Границы		
Очень низкие частоты (ОНЧ)	VLF	3-30 кГц	Сверхдлинный (Мириаметровый) СДВ	10-30 км	РСДН «Омега»
Низкие частоты (НЧ)	LV	30-300 кГц	Длинный (Километровый) ДВ	1-10 км	Радиокомпасы, РСДН «Лоран»
Средние частоты (СЧ)	MF	300-3000 кГц	Гектометровый (средний) ГКМВ	0,1-1 км	Радиокомпасы, Приводные радиомаяки (радиостанции), Средства ГКМВ связи
Высокие частоты ВЧ	HF	3-30 МГц	Декаметровый (короткий) ДКМВ	10-100 м	Радиопеленгаторы, средства ВЧ связи
ОВЧ	VHF	30-300 МГц	Метровый МВ	1-10 м	РМС, АРП, VOR, средства ОВЧ связи
УВЧ	UHF	300-3000 МГц	Дециметровый ДЦВ	0,1- 1 м	РСБН, DME, ССН, РРС, ССС, ОРЛ-А, ВРЛ, БСПС
СВЧ	SHF	3-30 ГГц	Сантиметровый СМВ	1-10 см	ДИСС, ССН, ОРЛ-Т, РЛС ОЛП, ПРЛ, РРС, MLS

Радиоволны распространяются в пределах зоны действия радиотехнической системы и проходят при этом через различные слои земной атмосферы. В зависимости от диапазона используемых волн, атмосфера оказывает различное влияние на характер распространения.

## Характеристика слоев атмосферы

Земная атмосфера состоит из ряда слоев, имеющих различную степень ионизации.

**Слой D.** Высота 60 - 80 км. Существует только в дневные часы. Критическая частота слоя D (т. е. самая большая частота радиоволн, которая при вертикальном падении на ионизированный слой последним отражается) около 0,7 МГц ( $\lambda = 450$  м). Волны длиной менее 450 м слоем D не отражаются. В целом роль слоя D в распространении радиоволн по сравнению с другими невелика.

**Слой E** является наиболее устойчивым по отношению к суточным и годовым изменениям. Он существует зимой и летом в любое время суток. Высота почти постоянна. Нижняя граница на высоте 110 - 120 км. Критическая частота слоя около полудня достигает 4,5 МГц ( $\lambda = 70$  м). С наступлением темноты критическая частота снижается до 0,88 - 0,90 МГц ( $\lambda = 350$  м).

**Слой F1.** Существует только летом и днем. Высота нижней границы около 200 - 250 км. Критическая частота 5,5 МГц ( $\lambda = 50$  м).

**Слой F2.** Подвержен сильным дневным и годовым изменениям. Зимой в дневное время расположен на высоте 220 - 240 км. В ночное время высота возрастает до 300 - 325 км. Критическая частота слоя колеблется от 3 МГц ( $\lambda = 100$  м) ночью до 13 МГц ( $\lambda = 23$  м) в дневные часы зимних месяцев. Летом суточные изменения в слое F2 умереннее.

### 1.2. Общие сведения о радиотехнических системах наблюдения

В настоящее время наблюдение за воздушной обстановкой в ГА производится при помощи средств первичной и вторичной радиолокации. Рассмотрим принципы, положенные в основу работы радиолокационных

средств наблюдения.

### 1.3. Основные понятия и определения радиолокации

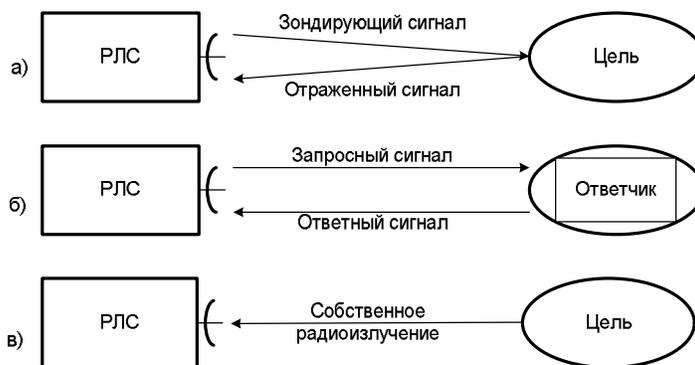
Радиолокация - область радиотехники, занимающаяся вопросами обнаружения и определения местоположения различных объектов с использованием электромагнитных волн (ЭМВ) различных диапазонов.

Радиолокационная цель- любой материальный объект, который можно обнаружить и измерить его координаты методами радиолокации.

Виды радиолокации:

#### 1. Активная радиолокация:

активная радиолокация с пассивным ответом (первичная радиолокация)



Виды радиолокации

активная радиолокация с активным ответом (вторичная радиолокация).

#### 2. Пассивная радиолокация.

**Активная радиолокация с пассивным ответом (первичная радиолокация)** основана на облучении цели электромагнитной энергией радиолокатора и приёме от неё радиосигналов. Радиосигналы, облучающие цель называют зондирующими, а пришедшие от неё – отражёнными.

**Активная радиолокация с активным ответом (вторичная радиолокация)** основана на излучении целью радиосигналов в ответ на принятые от радиолокатора. В этом случае излучаемые радиолокатором радиосигналы называются запросными, а приходящие от цели – ответными.

**Пассивная радиолокация** основана на приёме собственного

радиоизлучения цели, как физического тела, температура которого выше абсолютного нуля.

В целях обеспечения наблюдения при УВД используется первичная и вторичная радиолокация.

Для наблюдения за объектами (ВС, метеообразований и др.) и получения о них радиолокационной информации (РЛИ) используются специальные радиосигналы.

РЛС по принятым отражённым или ответным сигналам решает задачи обнаружения радиолокационного объекта и определения его координат (обычно азимута  $\beta$  и наклонной дальности  $R$ , угол места  $\varepsilon$  измеряется только в посадочных РЛС).

Возможности радиолокационных средств по наблюдению воздушной обстановки определяются их тактико – техническими характеристиками.

#### **1.4. Основные тактические характеристики радиолокационных средств наблюдения**

К тактическим характеристикам, определяющим возможности использования РЛС как источников информации, относятся:

- зона действия;
- точность;
- разрешающая способность;
- помехозащищённость;
- вид, количество измеряемых координат и пропускная способность;
- объем и качество получаемой дополнительной информации.

#### **1.5. Зона обнаружения радиолокационных средств**

**Зоной действия первичной РЛС** называется область пространства, в пределах которого РЛС обнаруживает цели с определённой ЭПР с заданными

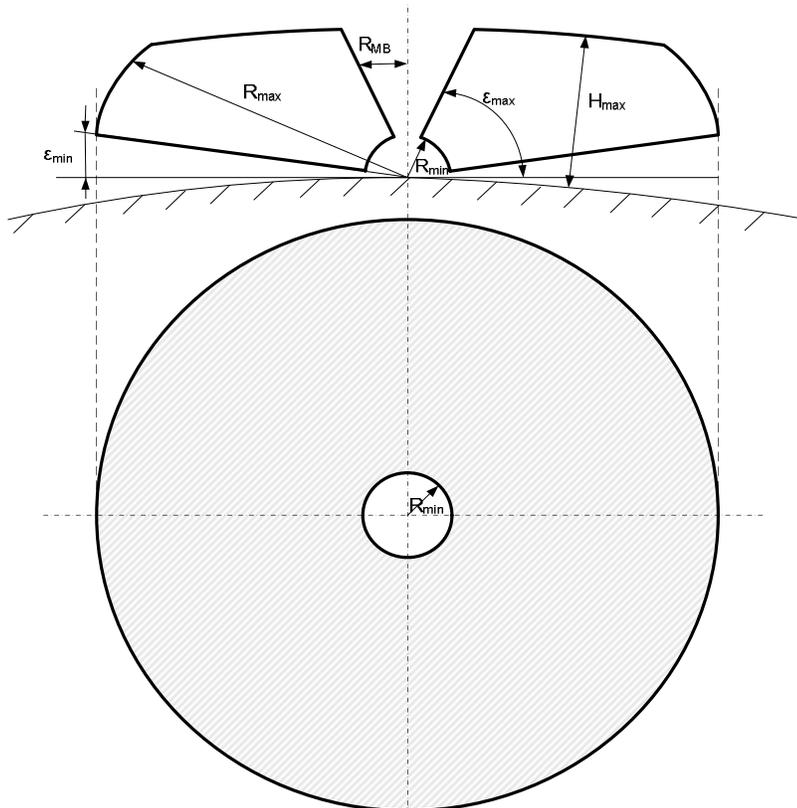
вероятностями правильного обнаружения  $D$  и ложной тревоги  $F$  и измеряет координаты с требуемой точностью.

**Зоной действия вторичной РЛС** называется область пространства, в пределах которого РЛС обнаруживает сигналы ответчика ВС с заданными вероятностями правильного обнаружения  $D$  и ложной тревоги  $F$ , измеряет координаты с требуемой точностью и получает дополнительную полётную информацию с требуемой достоверностью.

Зона действия характеризуется формой, размерами по азимуту, углу места, дальности и высоте.

Форма зоны обнаружения определяется диаграммами направленности антенной системы РЛС и способом обзора пространства.

В большинстве РЛС ГА используется одновременный способ обзора по углу места и последовательный – по азимуту. Поэтому по азимуту форма зоны круговая, а по углу места – косекансная. Исключение составляют посадочные РЛ, в которых обзор по азимуту и углу места – последовательный.



Размер зоны обнаружения по азимуту составляет в обзорных РЛС  $360^0$ .

Угол  $\varepsilon_{\min}$  выбирается из условий формирования ДН антенны с учётом влияния подстилающей поверхности и составляет от 10 угловых минут в РЛС сантиметрового диапазона до единиц градусов в дециметровом диапазоне.

Угол  $\varepsilon_{\max}$  в современных РЛС составляет от 20 до 45 градусов. Дальнейшее увеличение  $\varepsilon_{\max}$  связано с усложнением конструкции антенн и повышением мощности передающих устройств РЛС.

Максимальная дальность  $R_{\max}$  обнаружения зависит от технических характеристик РЛС (импульсной мощности передатчика  $P_u$ , чувствительности приёмника  $P_{с.мин}$ , длины волны  $\lambda$ , коэффициента усиления антенны  $G_{\max}$ ), ЭПР цели  $\sigma_c$ , условий распространения радиоволн и заданных вероятностных

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_u G_{\max}^2 \sigma_c \lambda^2}{(4\pi)^3 \gamma P_{с.мин}}}$$

характеристик обнаружения и определяется уравнением радиолокации

Минимальная дальность  $R_{\min}$  в основном определяется длительностью зондирующего сигнала РЛС

$$R_{\min} = Ct/2.$$

Высота изовысотного участка зоны действия  $H_{\max}$  выбирается из условий обнаружения аэродинамических ВС ГА и составляет в зависимости от функционального назначения от 8 км до 20 км. Средства радиолокации двойного назначения могут иметь  $H_{\max}$  30 км и более.

Размеры зоны действия РЛС должны обеспечивать радиолокационный контроль за полётами ВС в пределах районов и зон УВД.

## Глава 2.

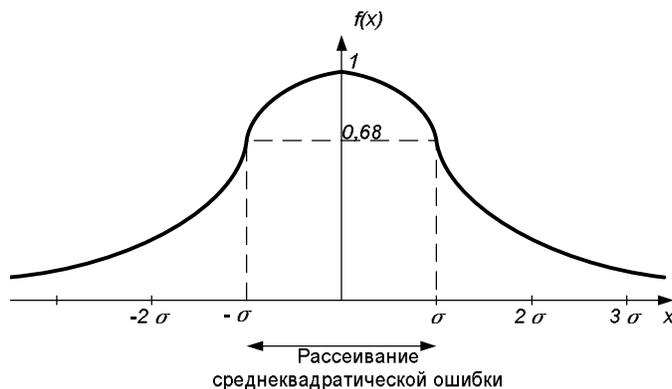
### Принципы функционирования и устройство РЛС УВД

#### 2.1. Точность и разрешающая способность РЛС

Точность РЛС оценивается величиной ошибки (погрешности), которая может сделана при измерении координат ВС.

Ошибка – это отклонение результата измерения параметра от его истинного значения.

Ошибки измерений бывают грубыми, систематическими и случайными.



Функция распределения ошибок измерения

Грубые ошибки (промахи) измерений допускает персонал, поэтому они устраняются автоматизацией измерений.

Систематические ошибки в основном определяются выбранным методом измерений и могут быть скомпенсированы.

Случайные ошибки измерений распределены по нормальному (гауссовскому) закону и характеризуются средним значением (математическим ожиданием) и величиной отклонения от него (дисперсией или среднеквадратическим отклонением).

Практически точность измерения обычно оценивают среднеквадратической ошибкой  $\sigma$ , т.е. ошибкой, вероятность появления которой равна 0,68.

Среднеквадратическая ошибка равна

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}},$$

где  $x_i = a_i - X$  -случайная ошибка  $i$ -того измерения;

$a_i$  – результат  $i$ -того измерения;

$X$  – истинное значение измеряемой координаты;

$n$  – число измерений.

Разрешающая способность РЛС по параметру – это такая минимальная разность этих параметров между двумя ВС с одинаковыми отражающими (ответными) свойствами, при которой возможно раздельное наблюдение и измерение координат каждого ВС. Другие параметры обоих ВС при этом одинаковы.

Различают разрешающие способности по дальности, азимуту и углу места.

Для импульсной РЛС с индикатором кругового обзора (ИКО) разрешающая способность по дальности равна

$$\delta R = (C\tau/2) + \delta R_u,$$

где:  $C$  – скорость распространения ЭМВ;

$\tau$  – длительность принятого(сжатого) импульса;

$\delta R_u$  – разрешающая способность ИКО.

$C\tau/2$  – потенциальная разрешающая способность по азимуту.

Разрешающая способность той же РЛС по угловым координатам

$$\delta\theta = \theta_{0,5P} + \delta\theta_u$$

где:  $\theta_{0,5P}$ - ширина ДН антенны по уровню половинной мощности;

$\delta\theta_u$ - разрешающая способность индикатора.

В современных РЛС с автоматическим обнаружением и измерением разрешение приближается к потенциально возможному, т.е.

по дальности к  $C\tau/2$ ;

по азимуту к  $\theta_{0,5P}$ .

## 2.2. Структурные схемы первичных и вторичных РЛС УВД

РЛС УВД являются активными радиолокаторами и реализуются с использованием импульсного метода радиолокации.

**Импульсный метод радиолокации** заключается в периодической послылке кратковременных сигналов (импульсов) с большими паузами между ними и в приеме отраженных (ответных) сигналов от объекта в периоды между очередными посылками импульсов.

Первичный импульсный радиолокатор работает следующим образом.

Передающая система РЛ формирует периодическую последовательность зондирующих импульсов, которые излучаются вращающейся антенной в зону обнаружения. В промежутки времени между излучением происходит приём отражённых от объектов импульсов.

Выходные сигналы приёмника обрабатываются с целью защиты от пассивных помех в системе селекции движущихся целей и подаются в аппаратуру первичной обработки, позволяющую обнаруживать эхо-сигналы и измерять дальность  $R$  и азимут  $\beta$  отражающего объекта.

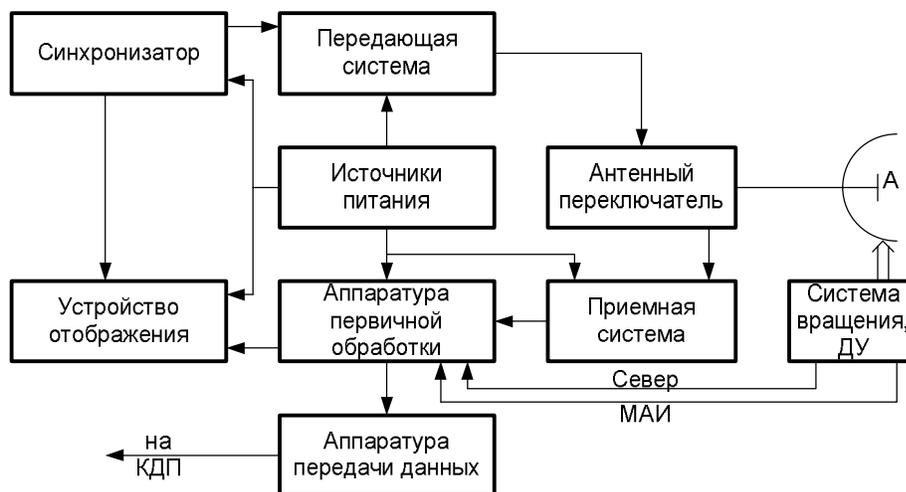
Дальность до радиолокационных целей  $R$  измеряется по времени

$$R = \frac{C t_{\text{зан}}}{2}$$

запаздывания отражённых сигналов

Измерение азимута производится амплитудным методом радиоуглометрии по обнаруженному сигналу с использованием импульсов Север и малых азимутальных импульсов (МАИ) от датчика угла поворота антенны.

Синхронизатор предназначен для формирования импульсов запуска, синхронизирующих работу передатчика и индикатора, с требуемой величиной периода повторения  $T_{п.}$



Структурная схема импульсной первичной РЛС

Антенный переключатель переключает антенну с выхода передатчика к входу приёмника.

Антенное устройство обеспечивает излучение в пространство зондирующих сигналов и приём отражённых и содержит совмещённую приёмо-передающую антенну и привод вращения.

Полученная РЛИ подаётся для контроля на местное устройство отображения и, через аппаратуру передачи данных, на систему автоматизации или АСУВД КДП.

РЛИ от первичных РЛС представляет собой данные о координатах обнаруженных ВС, границ метеообразований и (или) оцифрованные видеосигналы с обнаружителя (так называемое «сырое эхо»).

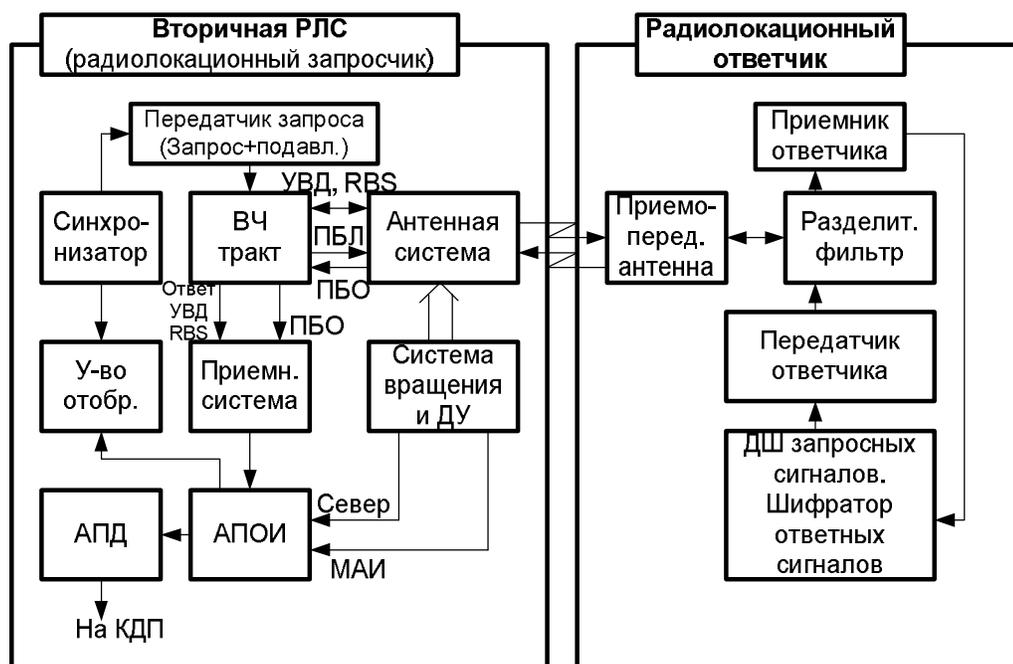
Вторичный радиолокатор работает следующим образом.

Запросчик через антенну, вращающуюся по азимуту, излучает на частоте запроса  $f_3$  кодированные импульсные посылки. Они принимаются радиолокационными ответчиками ВС, находящихся в зоне действия запросчика. Радиолокационные ответчики декодируют принятые запросные сигналы, формируют ответные кодированные сигналы, несущие координатную и полётную информацию, и излучают их на частоте  $f_{отв.}$

Для исключения ложных запросов с направлений боковых лепестков антенны запросчика излучается специальный импульс подавления боковых лепестков (ПБЛ), которым блокируется работа ответчика.

Ответные сигналы усиливаются в приёмной системе ВРЛ, «очищаются» от ложных ответов, принятых с направления боковых лепестков ДН приёмной антенны ВРЛ (ПБО) и подаются на АПОИ.

АПОИ ВРЛ декодирует ответные сигналы, принятые по главному лепестку ДН приёмной антенны, и выдает на отображение координатные



метки и дополнительной полётную информацию.

Структурная схема импульсной вторичной РЛС

Кодирование запросных и ответных сигналов производится по стандартам ICAO (режим RBS) и СССР (режим УВД).

Отечественные ВРЛ обеспечивают двухрежимную работу.

**Состав дополнительной (полётной) информации:**

в режиме RBS - код номера ВС и высота;

в режиме УВД - бортовой номер ВС, высота, запас топлива, вектор скорости или только координатная метка.

В режиме RBS предусмотрена передача служебных сообщений (аварийное состояние ВС - 7700, потеря радиосвязи - 7600, незаконное

вмешательство в действия экипажа - 7500).

Обзорные первичные и вторичные РЛС УВД (трассовые и аэродромные) работают в диапазонах длин радиоволн  $\lambda = 10...35$  см.

В этих диапазонах волн затухание электромагнитной энергии при метеорологических осадках относительно невелико. Кроме того, на этих длинах волн при приемлемых размерах раскрыва антенн, могут быть получены удовлетворительные разрешающие способности РЛС по углу и дальности.

Посадочные РЛС работают в сантиметровом диапазоне, так как должны иметь высокую разрешающую способность по углам и дальности. Эти требования легче выполнять в сантиметровом диапазоне. Влияние гидрометеоров в этом диапазоне сильнее, однако, из-за небольшой требуемой дальности действия ПРЛ (20...40 км), уровень сигналов от ВС имеют значительную интенсивность и позволяют решать задачу наблюдения.

Использование сантиметрового диапазона необходимо и для выполнения требования «прижатия» ДН антенны к земле. В этом диапазоне «провалы» в ДН из-за влияния отражения от земли расположены так часто, что не оказывают существенного влияния на форму зоны обнаружения.

## **2.3. Принципы работы основных систем РЛС**

### **Антенные системы РЛС**

Антенной называется устройство, предназначенное для излучения в пространство энергии в виде радиоволн (передающая антенна) или для приема энергии радиоволн, приходящих в данную область пространства (приемная антенна).

#### **Основные характеристики антенн:**

- характеристика направленности;
- КПД антенны;

- коэффициент направленного действия;
- коэффициент усиления
- эффективная высота (поверхность) антенны
- входное сопротивление антенны.

Основной характеристикой направленности антенны является диаграмма направленности.

**Диаграмма направленности антенны** - зависимость относительной величины напряженности поля или плотности потока мощности от направления в пространстве.

В зависимости от формы различают круговые, игольчатые, веерные, косекансные и другие виды диаграмм направленности. Для зеркальных антенн РЛС диаграмма направленности характеризуется шириной по половинной мощности

$$\theta_{0,5P} = (60...80)\lambda/d,$$

где  $d$  – размер раскрыва зеркальной антенны.

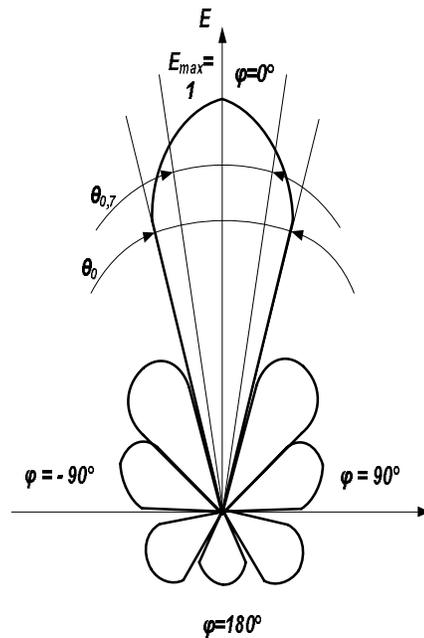
**КПД  $\eta$**  характеризует величину потерь мощности подводимой к антенне

$$\eta = P_{\Sigma}/P_o,$$

где  $P_{\Sigma}$  – мощность, излучаемая антенной;

$P_o$  - мощность, подводимая к антенне.

**Коэффициент направленного действия  $D(\beta, \varphi)$**  - это отношение плотности мощности  $\Pi_{и}$ , излучаемой направленной антенной в направлении, определяемом углами  $\beta, \varphi$ , к плотности мощности  $\Pi_{ви}$ , которая излучалась бы всенаправленным излучателем при условии равенства излучаемых мощностей



$P_{изл.}$

$$D(\beta, \varphi) = \Pi_{и}(\beta, \varphi) / \Pi_{ви}$$

где  $\Pi_{ви} = P_{изл.} / 4\pi$

Рис.2.11. Диаграмма направленности антенны в полярной системе координат

**Коэффициент усиления антенны  $G$**  - это число, показывающее выигрыш в плотности потока мощности направленной антенны и учитывающий потери в антенне:

$$G(\beta, \varphi) = \eta D(\beta, \varphi),$$

где  $\eta$  - коэффициент полезного действия антенны.

**Эффективная поверхность антенны  $A$**  - это поверхность гипотетической антенны, в которой в отличие от реальной антенны с геометрической площадью  $S$ , на которой распределение токов равномерно.

Отношение  $A / S$  - это коэффициент использования поверхности, для линейных антенн он определяет эффективную высоту (длину).

**Входным сопротивлением антенны  $Z_a$**  называют сопротивление, на которое нагружен питающий антенну фидер

$$Z_a = R_A + jR_p,$$

где  $R_A$  – активное входное сопротивление;

$R_p$  – реактивная составляющая входного сопротивления.

Перемещение ДН антенны определяет конфигурацию пространства, называемого зоной обнаружения РЛС.

Обзор пространства РЛС ГА производится последовательным и параллельным способами.

При обзоре по азимуту используется последовательный обзор (круговой), а по углу места – параллельный (одновременный). Исключение составляют посадочные РЛ, в которых обзор и по азимуту, и по углу места – последовательный в требуемых секторах.

### **Передающие и приёмные системы РЛС**

Радиопередающие системы предназначены для формирования модулированных высокочастотных колебаний, энергия которых антенной преобразуется в энергию электромагнитных волн.

Радиопередающая система может состоять из одного или нескольких радиопередающих устройств, формирующих непрерывные или импульсные сигналы радиолокационные сигналы.

### **Виды и параметры радиолокационных сигналов**

В первичных РЛС ГА используются радиолокационные сигналы в виде последовательностей гладких радиоимпульсов и радиоимпульсов с внутриимпульсной модуляцией.

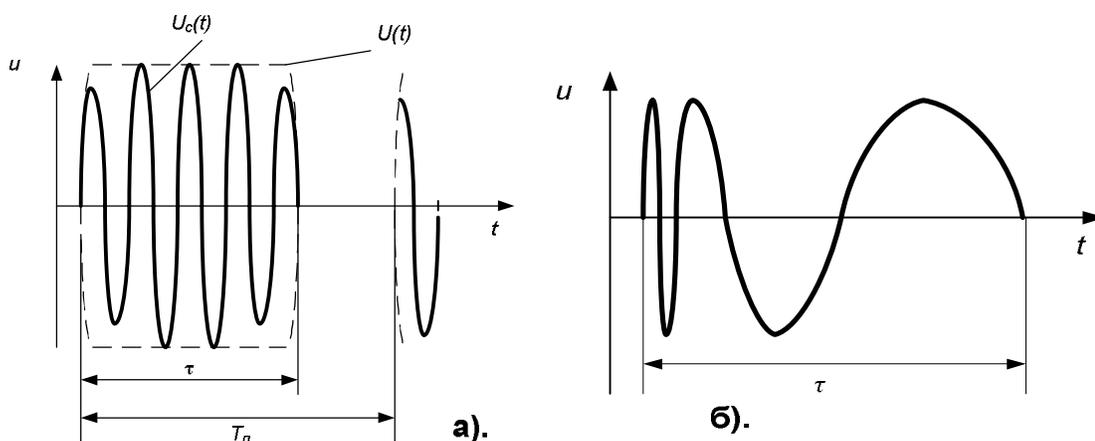
Гладкие (монокроматические) радиоимпульсы образуются путем амплитудной модуляции незатухающих гармонических колебаний

импульсами.

Радиоимпульсы с внутриимпульсной модуляцией несущего колебания по частоте или фазе называются сложными (широкополосными).

Радиоимпульс с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) показан на

Сложные сигналы могут иметь длительность импульсов в десятки раз больше длительности обычных гладких сигналов, что позволяет увеличить



излучаемую мощность РЛС.

Вид радиоимпульсов:

- а) без внутриимпульсной модуляции
- б) с внутриимпульсной частотной модуляцией.

Необходимая разрешающая способность по дальности таких РЛС достигается сжатием длительности импульса при приеме.

В большинстве РЛС, используемых в ГА, применяются радиолокационные сигналы в виде последовательностей прямоугольных «гладких» радиоимпульсов. Сигналы с ЛЧМ применяются в аэродромной РЛС «АОРЛ-85» и её модификациях, а также в РЛК «Урал», «Лири-А10».

К параметрам последовательностей радиолокационных сигналов относятся (рис.2.13.):

- длительность импульсов;
- период повторения импульсов;
- форма огибающей импульсов;
- средняя и импульсная мощность.

От длительности зондирующих импульсов  $\tau_u$  зависит излучаемая в зону

обнаружения РЛС энергия, разрешающая способность по дальности, возможности по защите от пассивных помех.

При использовании в РЛС «гладких» радиоимпульсов увеличение дальности обнаружения при сохранении неизменного разрешения по дальности практически невозможно. Поэтому в современных РЛС преимущество отдаётся сложным сигналам.

**Период повторения  $T_n$**  — это временной интервал между импульсами в последовательности зондирующих посылок РЛС.

**Частота повторения  $F_n = 1/T_n$ .**

Период повторения  $T_n$  выбирается из условия однозначного измерения дальности.

Так как при определении максимальной дальности  $R_{max}$  время запаздывания отражённого сигнала составляет

$$t_{з. max} = 2R_{max}/C,$$

$$\text{то } T_n \geq t_{з. max}.$$

Генерируемая передатчиком РЛС мощность импульсных  $P_{и}$  колебаний — это количество излучаемой импульсной энергии  $E$  в единицу времени,  $P_{и} = E/\tau_{и}$ .

При импульсном излучении различают максимальную (пиковую)  $P_{и. max}$  мощность и импульсную  $P_{и}$ , являющуюся средней мощностью за время действия импульса прямоугольной формы.

Средняя мощность излучения за время периода повторения

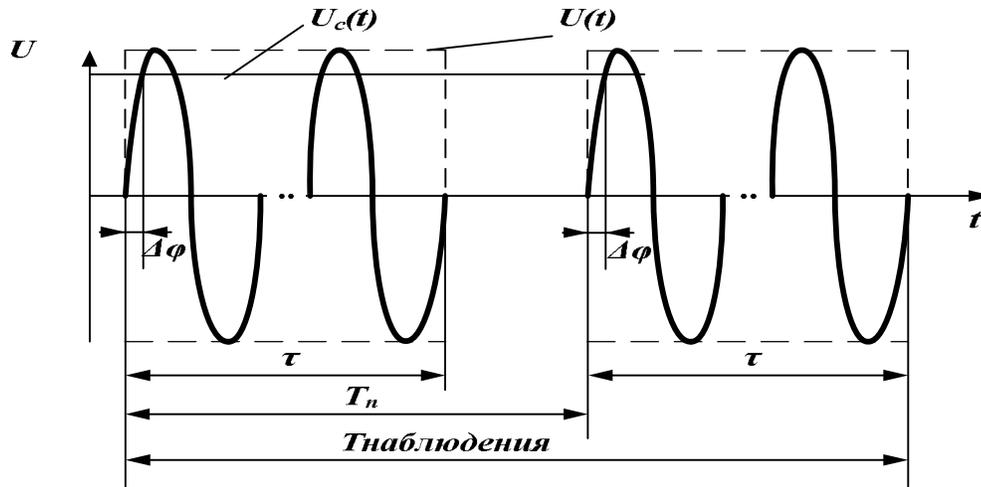
$$P_{cp} = (E/T_n) = P_{и}\tau_{и}/T_n.$$

В радиолокации могут использоваться когерентные и некогерентные радиосигналы.

Физический смысл понятия когерентности ( *cohaerentia* (лат)— находящийся в связи) заключается в согласовании во времени колебательных процессов.

Два колебания когерентны, если их разность фаз  $\Delta\phi$  за время наблюдения  $t_n$  постоянна (рис.4.6.) или изменяется по известному закону.

Некогерентные колебания — это колебания, у которых фаза изменяется беспорядочно и быстро по сравнению с периодом колебания. Когерентность колебаний импульсов пачки отраженных сигналов обеспечивает более эффективную их обработку, например накопление для обнаружения сигналов цели и возможность использования их для селекции движущихся целей (СДЦ).



Когерентные колебания

В радиолокации в 60-е – 70-е годы применяли некогерентные сигналы в связи с тем, что создание РЛС, использующих когерентные сигналы, было связано с достаточно серьезными техническими трудностями, а при обработке сигналов использовали квазикогерентные (почти когерентные) методы. Все последние образцы первичных РЛС для аэронавигационной системы строятся по схемам истинной когерентности.

## 2.4. Принципы обработки радиолокационной информации

Радиолокационное поле, для решения задач УВД, создаётся первичными и вторичными РЛС, размещёнными на значительных по размерам территориях.



Структура обработки РЛИ

В связи с этим возникает задача обработки получаемой радиолокационной информации (РЛИ) как от радиолокаторов, установленных на одной позиции, так и от удалённых средств наблюдения.

**Первичная обработка РЛИ** - это обработка принятого радиолокационного сигнала одним радиолокатором за один контакт с целью (один проход ДН антенны).

**Вторичная обработка радиолокационной информации**- процесс объединения во времени первичной радиолокационной информации от обзора к обзору. При вторичной обработке завязываются и сопровождаются трассы ВС.

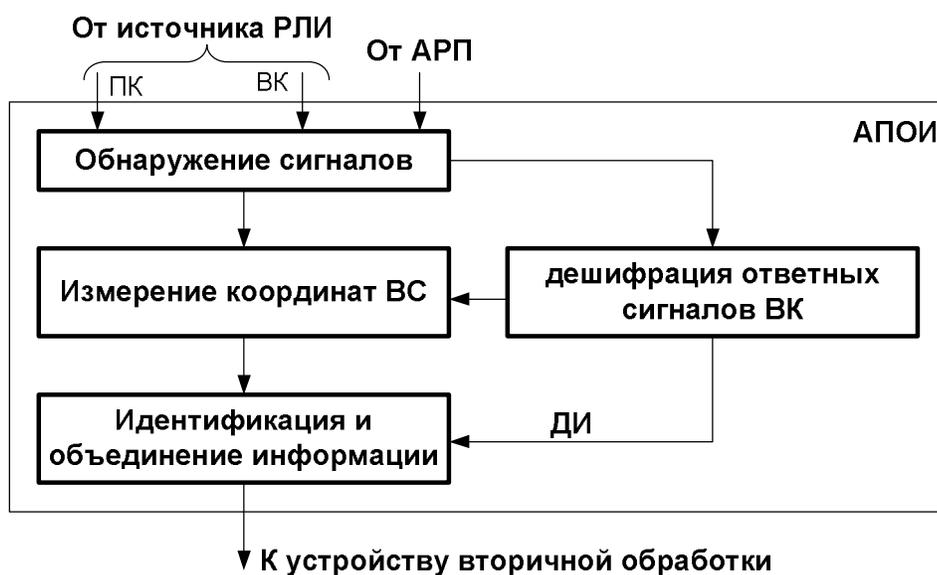
**Третичная обработка радиолокационной информации** - процесс объединения по пространству вторичной информации о целях, наблюдаемых разнесёнными по территории радиолокаторами.

## Первичная обработка РЛИ

Первичная обработка РЛИ проводится преимущественно на радиолокационной позиции и решает следующие задачи:

- обнаружение радиолокационных сигналов;
- измерение координат ВС;
- декодирование ответных сигналов и дополнительной полётной информации( для ВРЛ);
- объединение информации от первичных и вторичных РЛС с единой зоной обзора.

**Обнаружение** состоит в принятии решения о наличии или отсутствии воздушного объекта в каждом выделенном участке пространства с



минимально допустимыми вероятностями ошибочных решений.

Структурная схема АПОИ

Измерение сводится к выработке оценок координат и параметров движения воздушного объекта с минимально допустимыми погрешностями.

## 2.5. Принципы функционирования радионавигационных систем

Радионавигационные средства обеспечения полётов представляют собой совокупность наземных и бортовых устройств, обеспечивающих решение задач воздушной навигации и посадки.

**К наземным средствам радионавигации относят:**

- Приводные радиостанции ( БПРС, ДПРС, ОПРС);
- Радиопеленгаторы;
- Маркерные маяки;
- Азимутальные радиомаяки;
- Дальномерные маяки;
- Курсовые и глиссадные маяки радиомаячной системы посадки.

**К бортовым средствам радионавигации относят:**

- Радиокompасы;
- Бортовое оборудование РСБН;
- Бортовое оборудование VOR/DME;
- Бортовое оборудование радиомаячной системы посадки;
- Бортовое оборудование системы дальней (спутниковой) навигации;
- Доплеровские измерители скорости и угла сноса;
- Бортовой радиовысотомер.

**Приводные радиостанции (радиомаяки)**

Приводные радиостанции (ПРС) представляют собой передающие устройства, работающие на антенны ненаправленного действия.

Сигналы приводных радиостанций принимаются на самолетах автоматическими радиокompасами (АРК), которые измеряют курсовой угол радиостанций (КУР).

Система "АРК – ПРС" представляет собой радиопеленгаторную систему, в которой функцию пеленгатора выполняет бортовой АРК, а источником радиоизлучения является наземная ПРС.

Экипаж ВС, зная место размещения приводных радиостанций и

определив курсовой угол радиостанции, может решить ряд задач воздушной навигации (полет на радиостанцию и от нее, определение места ВС и другие).

Посадочные приводные радиостанции, входящие в оборудование системы посадки (ОСП), служат для привода ВС в район аэродрома, выполнения предпосадочного маневра и выдерживания направления по осевой линии ВПП. В состав ОСП входят дальняя и ближняя ПРС (ДПРС и БПРС).

Приводные радиостанции работают в средневолновом диапазоне на частотах от 150 до 1750 КГц. Рабочая частота задаётся возбудителем. Частоты ДПРС и БПРС отличаются друг от друга. Частоты ДПРС, так же как и частоты БПРС, одинаковы для всех направлений захода на посадку. На аэродромах, где имеются параллельные ВПП, частоты ДПРС и БПРС различны для каждой полосы.

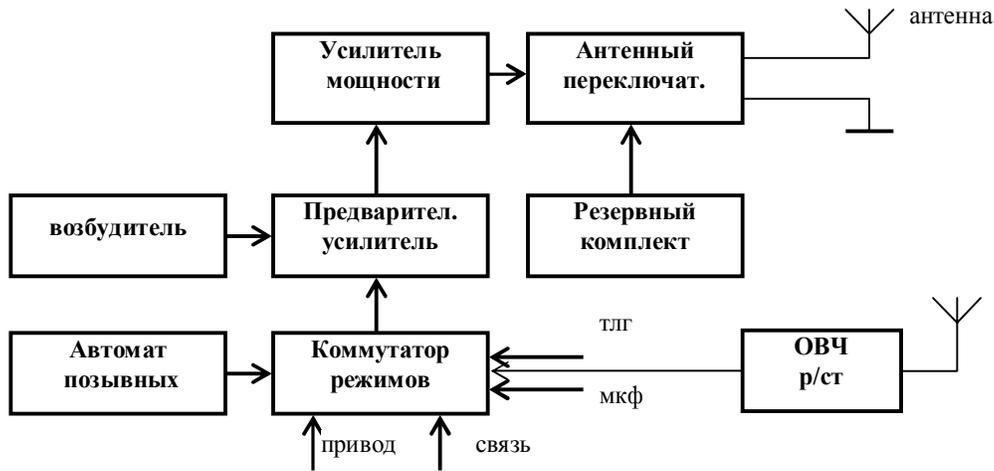
Сигнал возбудителя усиливается в предварительном и окончном усилителях мощности и подаётся в антенну.

Приводные радиостанции передают позывные сигналы для определения места их размещения. ДПРС присваивается двухбуквенный телеграфный позывной, который передается непрерывно. БПРС присваивается однобуквенный позывной (первая буква позывного ДПРС), также передаваемый непрерывно. На аэродромах, где ОСП установлено для двух и более направлений захода на посадку, каждая ДПРС и БПРС имеют свои позывные. Модуляция сигнала несущей от автомата позывных сигналов (АПС) производится в предварительном усилителе.

Приводные радиостанции имеют два режима работы: «Привод» и «Связь». Основным режимом работы является «Привод». Переключение режимов при местном и дистанционном управлении производится в коммутаторе.

При работе на «Привод» обеспечивается автоматическая подача позывных и используются следующие режимы работы: телеграфный, тональный и телефонный.

В телеграфном режиме позывные передаются манипуляцией по телеграфной азбуке тона ( $1020 \pm 50$ ) Гц, модулирующего по амплитуде



колебания несущей частоты.

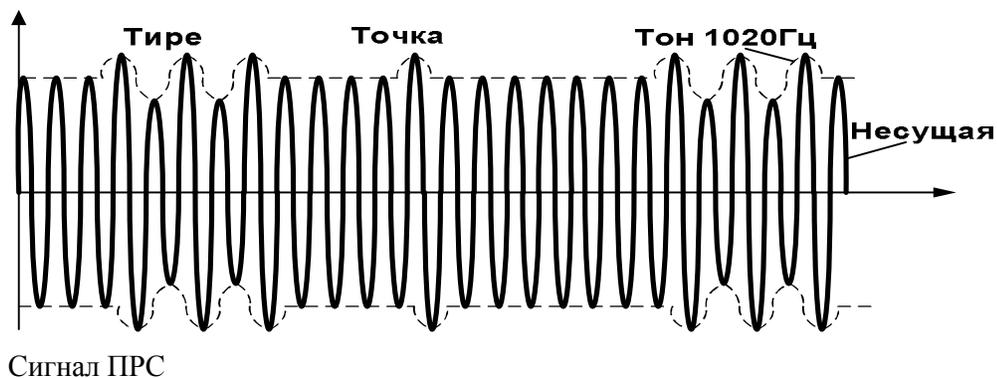
Структурная схема приводной радиостанции

Тональный режим отличается только меньшей мощностью излучения.

В телефонном режиме колебания несущей частоты модулируются напряжением от микрофона и напряжением тонального генератора АПС в момент подачи позывных.

При работе на привод в любом режиме работы колебания несущей частоты не прерываются, что обеспечивает устойчивое показание АРК в моменты подачи позывных.

ПРС в режиме «Связь» используется в случае отказа самолетных или наземных ОВЧ радиостанций, как резервное средство передачи диспетчером информации на борт ВС через АРК. Речевая информация диспетчера подводится к ПРС либо по проводным каналам, либо по радиоканалу через ОВЧ командную радиостанцию. Во втором случае экипаж ВС может слышать через АРК радиообмен диспетчера с другими ВС.



## Автоматические радиопеленгаторы

Автоматические радиопеленгаторы (АРП) предназначены для определения пеленга на воздушное судно относительно места установки антенны радиопеленгатора по сигналам бортовых радиостанций.

При помощи АРП могут решаться следующие задачи:

- Определение пеленгов ВС при отказе основных угломерных систем;
- Контроль положения ВС при его заходе на посадку (при отказе или отсутствии инструментальных систем посадки);
- Оpoznавание ВС при использовании РЛС в пассивном режиме.

Наземные АРП построены на основе фазового метода радиоуглометрии с использованием эффекта Доплера и амплитудного метода сравнения.

## 2.6. Особенности радиолокационных сигналов вторичной радиолокации

Вторичные РЛ работают в четырех режимах: УВД, УВД- М, RBS и RBS + УВД.

Режимы отличаются друг от друга системами кодирования и созданы: УВД - по отечественному стандарту, RBS (RadarBeaconSystem) — по

стандарту ICAO.

Режим УВД + RBS обеспечивает одновременную работу ВРЛ с ответчиками отечественных и зарубежных ВС.

Режим УВД-М отличается тем, что запросные и ответные сигналы кодируются так, как принято в режиме УВД, а запрос идёт на частоте, определенной для работы в режиме RBS.

ВРЛ для запроса используют частоту запроса 1030 МГц, допускается также использование в режиме УВД частот 835; 837,5; 840 МГц. Для передачи ответных сигналов в режиме RBS используется частота 1090 МГц, а в режиме УВД – 730, 740 и 750 МГц.

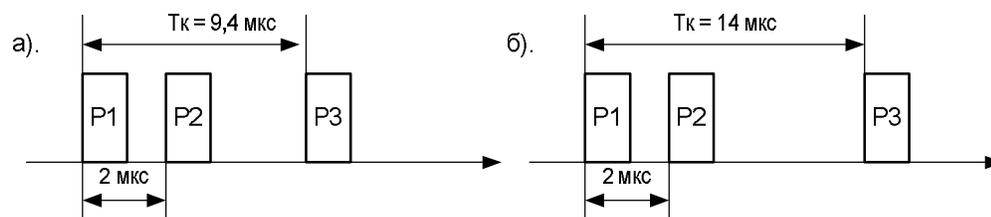
Для передачи информации в ВРЛ применяется времяимпульсное и позиционное кодирование запросных и ответных посылок.

Запросные сигналы кодируются времяимпульсным способом, а ответные – позиционным способом.

### Структура запросных кодов в режимах УВД и RBS

В режимах «УВД» и «RBS» для запросных кодов используются двухимпульсные коды (P1 и P3). Кроме этих импульсов, в код включается импульс P2, обеспечивающий работу схемы защиты ответчика от приема запросных сигналов, излучаемых боковыми лепестками антенны запросчика.

В режиме УВД применяются коды **ЗК1** (запрос бортового номера ВС) и



**ЗК2** (запрос высоты, остатка топлива)

Структура запросных кодов УВД (а – ЗК1; б - ЗК2)

Дополнительно в режиме УВД имеются еще два запросных кода запросных кода ЗК3 и ЗК4. Ответ на ЗК3 должен содержать сведения о скорости ВС и курсе полета, а ответ на ЗК4 содержит только координатный код. Практического применения эти коды пока не имеют.

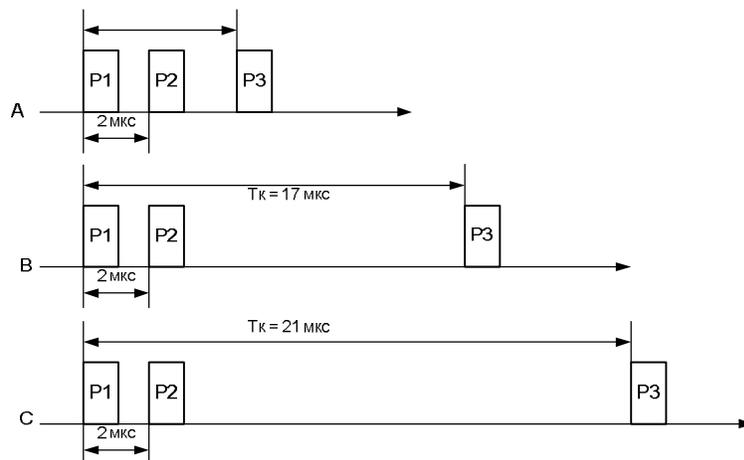
В режиме RBS используются три вида работы **А, В и С**, каждому из которых соответствуют свои коды запросных сигналов.

**Вид работы А:**

Излучаются запросные коды А и В (запрос индивидуального опознавания ВС (сквока)).

**Вид работы В:**

Излучаются запросные коды В и С (запрос индивидуального опознавания ВС, «сквока» и высоты).

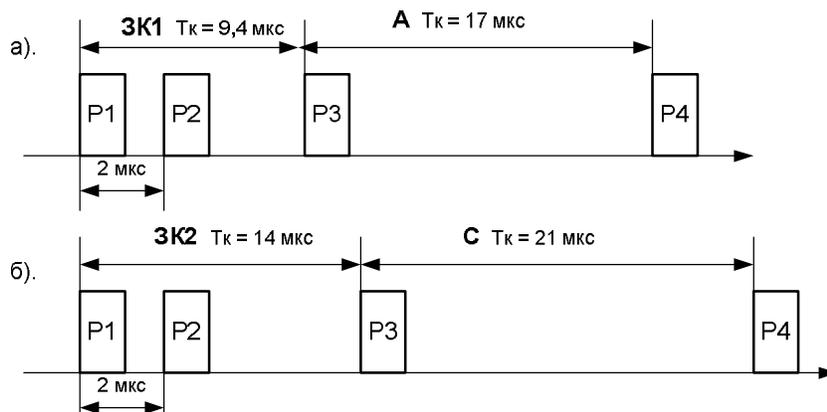


**Вид работы С:** Излучается запросный код С (запрос высоты).

Запросные коды RBS (А и В – коды индивидуального опознавания, С – код высоты).

Коды А и В имеют одно назначение, практически применяется код А. В документах ICAO код В обозначен как резервный. В режиме RBS имеется запросный код D, который не используется.

В отечественных ВРЛ используется совмещенный режим: RBS + УВД. Импульсы P2 и P3 в кодах являются общими. Ответ на коды «RBS» дают

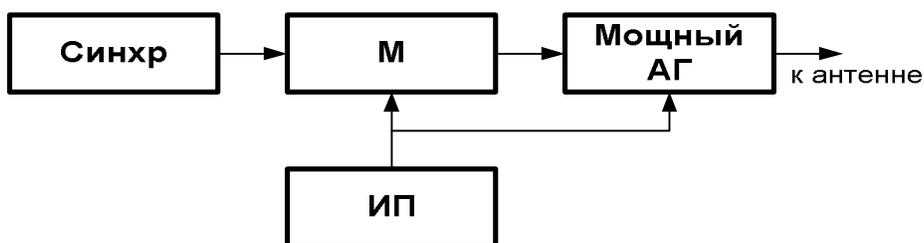


зарубежные ВС, на коды «УВД» — отечественные ВС.

Запросные коды режима УВД + RBS (пример)

### Передающие устройства РЛС

Передающие устройства РЛС УВД по структуре могут выполняются по



однокаскадной или многокаскадной схемам.

Структура однокаскадного передатчика

В качестве источника генерирования колебаний в однокаскадных передатчиках используются мощные ламповые автогенераторы или автогенераторы магнетронного типа (магнетроны, стабилотроны, митроны). Такие передатчики, средней мощностью до 700 Вт, чаще используются в РЛС малой (20...30) км и средней (100...300) км дальности. Мощность современных магнетронов в импульсе достигает (2...5) МВт, лучшие из них могут перестраиваются по частоте на 5 - 15%.

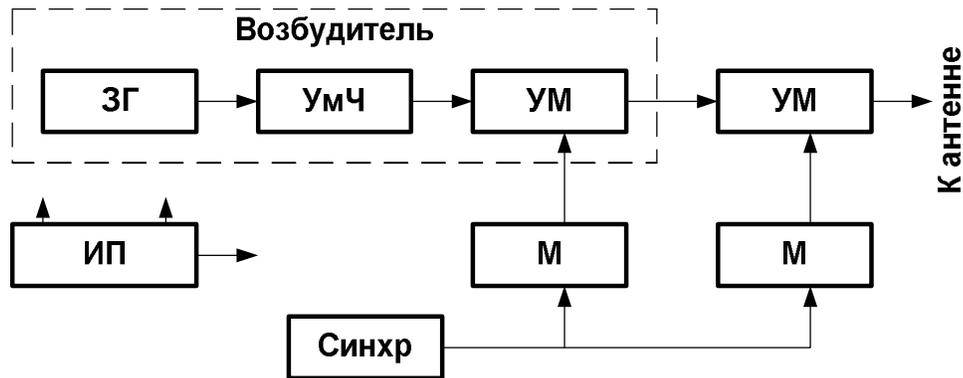
В трассовых РЛС с дальностями действия (300...400)км целесообразно использовать многокаскадные передатчики, обеспечивающие выходные

мощности до (1...3) МВт. Такие передатчики состоят из задающего высокостабильного генератора ЗГ, умножителя частоты УмЧ и усилителя мощности УМ.

В качестве усилителей мощности в них могут применяться амплитроны, лампы бегущей волны, мощные клистроны.

В настоящее время, после разработки стабильных в работе сумматоров когерентных сигналов, в качестве усилителей мощности используются параллельно – последовательные усилители на транзисторах.

Основное достоинство многокаскадных передатчиков – возможность формирования высокостабильных зондирующих сигналов большой



мощности, в том числе с внутриимпульсной модуляцией по частоте или фазе (широкополосных ЗС).

Структура многокаскадного передатчика

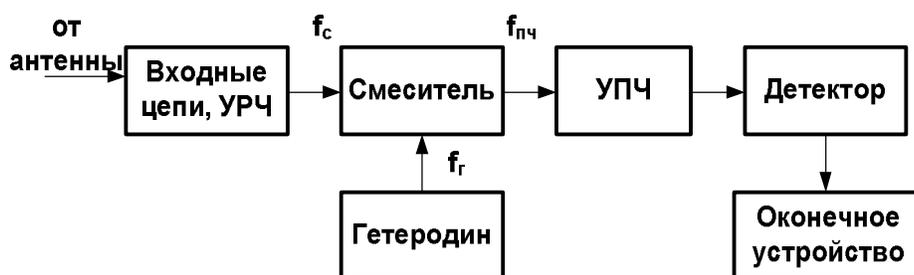
Модулятор М – устройство для формирования мощных, в том числе высоковольтных, импульсов с требуемой длительностью и периодом ТП для питания усилителя мощности.

## Приёмные устройства РЛС

Радиоприёмные системы предназначены для приёма отражённых и ответных радиосигналов на фоне радиопомех. В зависимости от задач обработки системы могут содержать несколько приёмных устройств, обычно используются супергетеродинные радиоприёмники (рис.2.19.).

Радиоприемное устройство состоит из следующих основных элементов:

- усилитель радиочастоты с входными цепями;
- преобразователь частоты (смеситель + гетеродин);
- усилитель промежуточной частоты;
- детектор (амплитудный, фазовый или частотный);
- усилитель НЧ (видеочастоты);
- окончательное устройство, в котором используется принятый сигнал.



Структурная схема супергетеродинного приёмника

В зависимости от назначения приемного устройства окончательным устройством могут служить телефоны, громкоговорители, электронно-лучевые трубки и т.д. В РЛС выходные сигналы приёмной системы подаются в систему СДЦ (для первичных каналов РЛС) и в аппаратуру первичной обработки РЛИ.

К основным характеристикам радиоприёмных устройств относятся:

- Чувствительность (предельная и реальная);
- Коэффициент шума  $N$ ;
- Диапазон рабочих частот;
- Полоса пропускания  $\Delta F$ ;
- Динамический диапазон;
- Избирательность.

**Чувствительность** - способность радиоприемника принимать слабые сигналы. Она характеризуется минимальной величиной наводимой в антенне э. д. с., которая на выходе радиоприемника дает номинальную мощность или

напряжение. Чем меньше э. д. с., тем выше чувствительность и тем лучше качество приемника. Количественно определяется величиной предельной и реальной чувствительности.

**Предельной чувствительностью** называют такую минимальную мощность сигнала на входе приёмника, при которой на выходе его линейной части обеспечивается отношение по мощности сигнала к шуму, равное единице.

**Реальной чувствительностью** называют такую мощность сигнала на входе приёмника, при которой на выходе его линейной части обеспечивается отношение по мощности сигнала к шуму, равное требуемому коэффициенту различимости.

**Коэффициент различимости** показывает, во сколько раз мощность принимаемых сигналов должна быть больше мощности внутренних шумов приёмника, чтобы обнаружение сигналов целей происходило с заданными вероятностями правильного обнаружения и ложной тревоги.

Чувствительность радиолокационных приёмников выражается в децибелах.

**Коэффициентом шума N** приёмника называют величину, показывающую, во сколько раз отношение мощности сигнала к шуму на его входе больше отношения мощности сигнал/шум на его выходе:

$$N = (P_c/P_{ш})_{вх}/(P_c/P_{ш})_{вых}.$$

Коэффициент шума измеряется в относительных единицах и для современных РЛ приёмников составляет 2...5.

**Диапазон рабочих частот** характеризует возможность работы на различных частотах в интересах повышения помехозащищенности и обеспечения электромагнитной совместимости РЭО.

**Полоса пропускания  $\Delta F$**  характеризует избирательные свойства приёмника и определяет область частот, сигналы с которой одновременно принимаются приёмником.

Оптимальная полоса пропускания радиолокационных приёмников

зависит от формы и длительности и определяется соотношением Сифорова

$$\Delta F = (0,8 \dots 1,37) / \tau_{и},$$

где  $\tau_{и}$  - длительность принимаемого радиоимпульса;

0,8 – коэффициент для колокольной формы импульса;

1,37 - коэффициент для прямоугольной формы импульса.

**Динамический диапазон** определяет способность приёмника работать без перегрузки при воздействии больших по амплитуде сигналов и помех. Количественно различают динамический диапазон по входному  $D_{вх}$  и выходному  $D_{вых}$  сигналам.

$D_{вх}$  - это отношение максимального напряжения сигнала на входе приёмника, при котором отсутствует перегрузка приёмника, к минимальному входному напряжению сигнала, соответствующему предельной чувствительности приёмника:

$$D_{вх} = U_{вх.мах} / U_{вх.мин}$$

$D_{вых}$  - это отношение максимального напряжения сигнала на выходе приёмника к минимальному выходному напряжению сигнала, соответствующему предельной чувствительности приёмника:

$$D_{вых} = U_{вых.мах} / U_{вых.мин}$$

**Избирательность** - способность приемника выделять полезный сигнал из э.д.с. всех сигналов, наведённых в антенне.

## 2.7. Обнаружение радиолокационных сигналов

Обнаружение радиолокационных сигналов – статистическая задача, в ходе решения которой с определённой вероятностью принимается решение о наличии радиолокационной цели. Задача решается путём анализа смеси сигнала и шума (помехи), мгновенные значения которой распределены по случайному закону.

В качестве вероятностных характеристик обнаружения используются условные вероятности правильного обнаружения **D** и ложной тревоги **F**.

**Вероятность правильного обнаружения F** – вероятность того, что выбросы смеси сигнала и шума, соответствующие одному и тому же разрешаемому объёму зоны действия, превысят порог обнаружения.

**Вероятность ложной тревоги D** – это вероятность того, выбросы шума (помехи) превысят порог обнаружения в одном и том же разрешаемом объёме зоны действия. От значения вероятности ложных тревог зависит нагрузка диспетчера УВД, вынужденного отсеивать ложные отметки ВС, и загрузка вычислительных средств АС УВД (КСА), пытающихся завязать и построить траекторию несуществующей цели

Вероятности D и F связаны между собой следующим образом

$$D = F^{\frac{1}{1+q}},$$

где q - отношение сигнал-шум по мощности.

$$F = e^{-\frac{U_0^2}{2\sigma_{ш}^2}},$$

где  $U_0$  – порог обнаружения;

$\sigma_{ш}^2$  – среднее квадратическое значение шума на выходе линейной части приемника.

Для формирования требований к порогу обнаружения в радиолокации используется три критерия:

- идеального наблюдателя (используется редко);
- последовательного наблюдателя (используется чаще);
- Неймана - Пирсона (используется в большинстве случаев).

**Критерий Неймана - Пирсона**, как наиболее часто использующийся, требует поддерживать в процессе обнаружения постоянство заданного уровня ложной тревоги  $F$ .

Вероятностные характеристики обнаружения задаются потребителем РЛИ и, в соответствии с ФАП -2000, должны составлять:

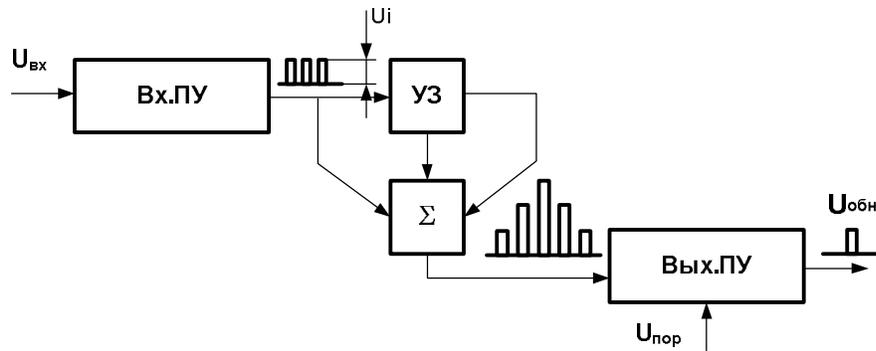
Для обнаружения радиолокационного сигнала на фоне шумов и помех используют обнаружители в виде порогового устройства с задаваемым порогом  $U_{\text{пор}}$ .

Величина порога обнаружения  $U_{\text{пор}}$  может зависеть от случайных характеристик смеси полезного сигнала и помехи (закона распределения мгновенных значений и его числовых характеристик).

Обнаружители с таким порогом называют параметрическими. Параметрические обнаружители максимально эффективны для конкретного распределения радиолокационного сигнала.

Обнаружители, не зависящие от вида распределения называют непараметрическими. Они уменьшают зависимость вероятности ложной тревоги от статистического характера сигнала на входе обнаружителя и полезны в более широком кругу реальных ситуаций, чем параметрический обнаружитель. Примером является ранговый обнаружитель, используемый в современных АПОИ ГА.

Для автоматического обнаружения сигналов в разные годы использовались аналоговые и дискретные (цифровые) средства.

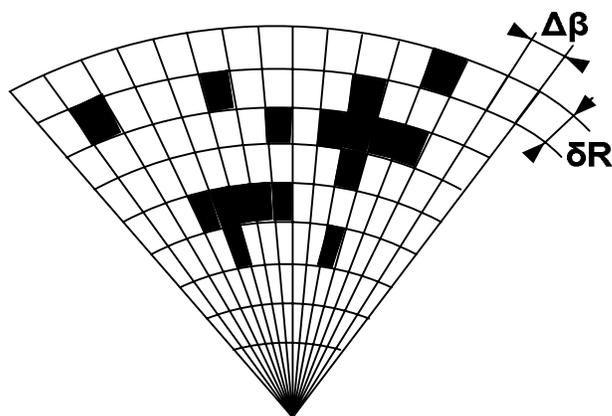


Структурная схема аналогового устройства обнаружения

В аналоговом устройстве обнаружения входное пороговое устройство обеспечивает нормировку сигнала в виде пачки сигналов из трёх импульсов.

Порог  $U_0$  выбирается в соответствии с заданной величиной вероятности ложной тревоги  $F$ . Линия задержки многоотводная. Время задержки между отводами соответствует периоду повторения импульсов запуска. При наличии импульсов отраженного сигнала в соответствующих периодах зондирования и при повышении их суммы установленного порога обнаружения  $U_{пор}$ , принимается решение об обнаружении. Алгоритмы автоматического обнаружения и измерения координат воздушных объектов предполагают обязательное разбиение зоны обзора на отдельные дискеты по дальности и азимуту.

Размер дискрет выбирается из следующих соображений. Минимальный размер дискрета по дальности  $h_R$  может быть ограничен величиной разрешающей способности по дальности  $\delta R$ .



Вид сектора зоны обнаружения РЛС (тёмным цветом показаны участки зоны, сигналы с которых превысили величину  $K_{пор}$ )

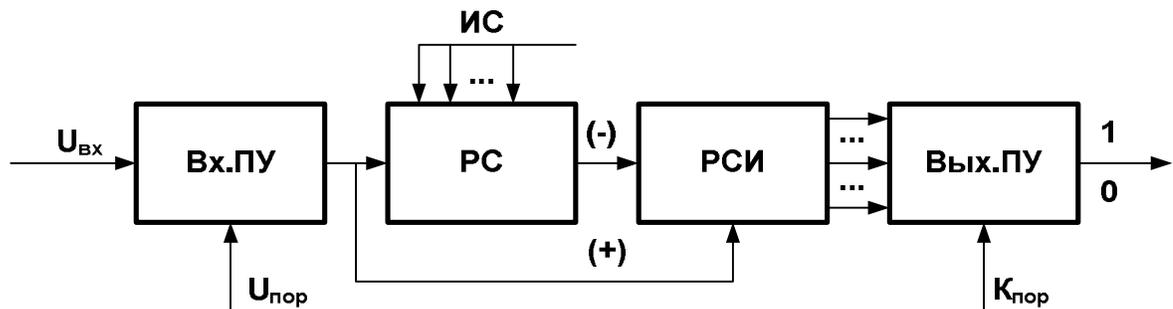
Размер дискрета по азимуту  $\Delta\beta$  определяется ошибками измерения координаты азимута. Обычно в РЛС эти дискреты задаются малыми азимутальными импульсами МАИ, число которых за обзор равно 4096 или, в последних РЛС - 16384.

В цифровых устройствах обнаружение пачки радиолокационных сигналов производится путем определения её импульсов, последующего счёта числа импульсов  $K$  и сравнения этого значения с установленным порогом  $K_{пор}$ .

Во входном пороговом устройстве видеосигналы с РПрУ нормируются по амплитуде и длительности и, как бинарные сигналы «1» или «0», поступают на регистр сдвига РС и, одновременно, на реверсивный счётчик РСИ.

Число разрядов РС и РСИ равно ожидаемому числу импульсов в пачке  $M$ . Реально фиксируемое в них количество импульсов может изменяться по времени из-за флуктуации импульсов пачки по амплитуде и непревышения отдельными импульсами порога входного ПУ. Функции входного ПУ выполняет бинарный квантизатор или аналого-цифровой преобразователь, а уровень входного порога  $U_{пор}$  выбирается относительно собственных шумов приёмника  $\sigma_{ш}$  из условия

$$U_{пор} = (1,8...2,2)\sigma_{ш}$$



Дискретный обнаружитель пачки радиолокационных сигналов

При записи в РСИ  $K_{пор}$  импульсов с выходного ПУ снимется первый импульс обнаружения. Импульсы, поступившие в РС, сдвигаются на один разряд синхросигналами ИС в каждом периоде работы РЛС. После  $M$  тактов сдвига импульсы с РС поступают на вычитающий вход РСИ, где число

записанных импульсов начинает уменьшаться. Как только оно станет меньше  $K_{пор}$ , на выходном ПУ перестанет формироваться импульс обнаружения.

Это устройство обнаружения называется обнаружителем типа «движущегося окна», в котором проводится анализ сигнала в импульсном объеме, определяемом разрешением по дальности  $\delta R$  и размерами  $\Delta\beta$  движущейся по азимуту ДН антенны РЛС.

Для обнаружения во всей зоне, устройство должно быть многоканальным по дальности. Число колец дальности при этом равно

$$n = R_{max} / \delta R.$$

Решение об обнаружении пачки принимается по логике « $K$  из  $M$ », где  $M$  — число импульсов в анализируемой пачке, а  $K$  — число импульсов пачки, превысивших заданный порог  $K_{пор}$ .

Обнаружение бинарных сигналов даёт проигрыш в отношении сигнал/шум на (1,5...2) дБ по сравнению с аналоговыми сигналами, но более просто в технической реализации.

Реальные радиолокационные сигналы имеют случайные значения амплитуд и фаз в различных элементах зоны обнаружения, кроме того они принимаются одновременно с помехами различного вида и интенсивности. Кроме того, при неизвестной интенсивности помехи нельзя установить уровень порога, обеспечивающего заданное качество обнаружения сигнала.

Для обеспечения  $F = const$  в таком случае необходимо оценивать уровень помеховых сигналов и формировать плавающий порог обнаружения. Технически задачу формирования адаптивного порога обнаружения решают при помощи устройств стабилизации уровня ложных тревог (СУЛТ).

Такое устройство обеспечивает оценку среднего уровня помех для каждого элемента разрешения по дальности и, на основе него, формирует порог обнаружения  $U_{пор}$  для одиночного импульса от цели.

В приведенной схеме СУЛТ обеспечивается определение среднего уровня помех вблизи дискрета дальности  $z$ , в котором необходимо обнаружить принятый сигнал. Входные сигналы задерживаются в линиях

задержки на несколько дискрет дальности, в приведённой схеме окно анализа составляет 5 дискрет. Для оценки среднего уровня помехи справа и слева от анализируемого дискрета сигналы суммируются и делятся на число слагаемых. Полученное значение  $U_{\text{ср.пом.}}$  используется для формирования заданного порога обнаружения одиночного импульса пачки.

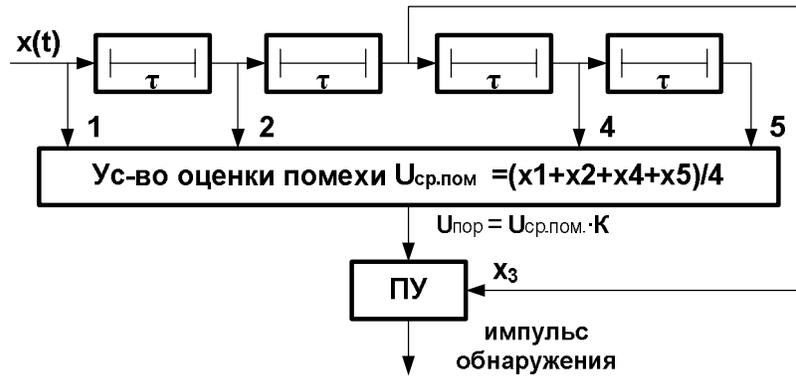


Схема обнаружения одиночных импульсов при внутрипериодной обработке

## **ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

Задачей экономического развития Республики Узбекистан является повышение эффективности производства на основе ускорения научно-технического прогресса и экономии всех видов ресурсов.

Ускоренные внедрения достижений научно-технического прогресса в производство и эксплуатацию авиационной техники охватывает специфический круг проблем, среди которых важнейшее значение приобретает выбор наиболее эффективных направлений научно-исследовательских работ, целесообразности проектирования тех или иных моделей новых летательных аппаратов.

При существующих скоростях и высотах невозможно осуществлять полёт без стабильной и достоверной информации о параметрах полёта, режимах работ двигателей и многочисленных бортовых устройств и агрегатов, поэтому роль авиационных приборов и автоматических систем в обеспечении безопасности полётов постоянно возрастает.

Информация, поступающая от бортовых систем и датчиков первичной информации, обрабатывается с помощью электронных бортовых машин, и автоматические устройства выдают команды для выполнения операций по обеспечению всех режимов полёта.

### **3.1. Заработная плата диспетчеров УВД.**

Заработная плата диспетчеров УВД согласно Отраслевого, тарифного соглашения между центральной комитетом профсоюза авиа работников и национальной авиакомпания «Узбекистан хавойуллари» и Положении по оплате труда авиа работников национальной авиакомпания «Узбекистан хавойуллари».

Тарифное соглашение является основной для заключения коллективных

договоров, трудовых договоров (контрактов) в структурных единицах предприятий Национальной Авиакомпаний и все предусмотренные им дополнительные права, льготы, гарантии, компенсации, оплата труда и условия труда является минимально обязательными.

Настоящее отраслевое тарифное соглашение заключено между центральной комитетом профсоюзом эпитетом профсоюзам авиа работников Узбекистана дирекцией Национальной авиакомпании «Узбекистан хавойуллари» в целях создания системы партнерства в регулировании труда всех отношений, установления здоровых и безопасных условий труда и реализации социально экономических льгот, гарантий, компенсаций для работников и их защищенности в вопросах занятости и направлено на обеспечение стабильной работы гражданской авиации Республики Узбекистан и удовлетворение потребностей населения и экономики республики в авиационных услугах.

Соглашение устанавливает дополнительные по сравнению законодательством права, льготы гарантии и компенсации, оплату и условия труда все структурные единицы и предприятий Национальной авиакомпании и регулирует обязательства сторон.

### **3.2. Заработная плата руководителя полетов.**

Согласно приложению №1 к Отраслевому тарифному соглашению между центральным комитетом профсоюза авиа работников Дирекцией национальной авиакомпании вводится тарифная сетка коэффициентов, соответствующей разрядам по оплате труда рабочих, специалистов, служащих и руководителей структурных подразделений Национальной авиакомпании. Согласно тарифной сетке должностной оклад работника основной деятельности определяется умножением тарифного коэффициента соответствующего разряда на минимальную заработную плату, установленную в Республике Узбекистан с применением повышающего коэффициента.

Согласно приложению №5 к Отраслевому соглашению даны разряды по оплате труда работников Центра. «Узаэронавигация» Национальной авиакомпании «Узбекистан хавойулари», установленный разряд полетов равен 5. На этом же приложении коэффициент равен на равен 8,28. Согласно приложению №5 коэффициент руководителя полетов равен 8,28. Таким образом, должностной оклад руководителя полетов вычисляется по следующим образом (таб.№1).

Должность	Разряд	Коэффициент согласно тарифной сетке приложения №1	Повышающий коэффициент	Минимальная заработная плата, установленная в РУз.	Должностной оклад
1	2	3	4	5	6
Руководитель полетов	15	8,28	1,336	62000	731218

Табл. 1. Расчет должностного оклада руководителя полетов

Согласно Положению по оплате труда авиаработников национальной авиакомпании «Узбекистан хавойуллари» устанавливается сдельная и повременная оплата труда: руководителям, специалистам и служащим должностные оклады, рабочим должностные оклады, часовые тарифные ставки и сдельные расценки.

По данным Положения доплаты для работников Управления воздушным движением производится по следующим частям:

- работникам, владеющим иностранным языком не ниже 4-го уровня по шкале ИКАО и применяющим их в работе, устанавливаются надбавки к должностному окладу (тарифной ставке в размер 15% от должностного оклада;

- с учетом выполняемых объемов работ устанавливается следующий класс служб и пунктов ОВД центра «Узаэронавигация»:

I класс:

а) Ташкентское, Нукусское, Самаркандское территориальное отделение;

б) ВРЦ - Навои, Термез, Наманган.

II класс:

а) Территориальные отделения (диспетчерские пункты с непосредственным ОВД) по всем регионам Республики Узбекистан.

Установлена дополнительная оплата к окладу за интенсивный труд руководителю полетов, старшим диспетчерам и диспетчерам Центра «Узаэронавигация», имеющим действующее свидетельство авиационного диспетчера из следующего расчета:

- Ташкент, Навои, Термез – 20%;
- Самарканд – 15%;
- Нукус – 10%;
- Наманган – 5%.

Таким образом, итоговая заработная плата Руководителя полетов отображается в табличной форме (табл. №2) следующим образом:

Должность	Должностной оклад согласно табл. №1	Надбавка за иннос. язык, 15%	Дополнительная оплата, 20%	Заработная плата(сум) в месяц
1	2	6	4	5
Руководитель полетов	731218	110000	146000	987218

Табл. 2. Итоговая заработная плата руководителя полетов

Таким образом, заработная плата руководителя полетов согласно таблице №1 и таблице №2, и согласно отраслевого тарифного соглашения между центральным комитетом профсоюза авиаработников и национальной авиакомпанией «Узбекистан хавойўллари», составляет 987218 сум в месяц.

## **ГЛАВА 4. ОХРАНА ТРУДА.**

Охрана труда представляет собой действующую на основании принятых в Республике Узбекистан законодательных и иных нормативных актов систему социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

При решении конкретных задач безопасного и эффективного управления воздушным движением, охрана труда, как правило, обращается к эргономики-научной дисциплине, чающей взаимосвязи человека и окружающей рабочей среды с целью рекомендации оптимальных и безопасных условий труда.

Работа по охране труда летного и обслуживающего персонала при выполнении полетов проводится в соответствии с Положением об организации работы по охране труда в гражданской авиации.

Ответственность за общее состояние охраны труда летного и обслуживающего персонала при выполнении полетов несут руководители авиапредприятий, летных подразделений и организаций гражданской авиации. Эти руководители в своей деятельности по охране труда руководствуются Трудовым кодексом РУз, законом РУз "Об охране труда", стандартами безопасности труда, нормативными документами (нормами, правилами, техническими рекомендациями) по безопасности труда.

Летный и обслуживающий персонал экипажа обязан соблюдать

установленные правила (требования) по охране труда и технике безопасности, технологическую и производственную дисциплину.

Повседневный надзор за соблюдением трудового законодательства, выполнением требований Положения о рабочем времени и времени отдыха членов экипажей воздушных судов гражданской авиации, требований производственной санитарии и правил техники безопасности осуществляют и несут за это ответственность командиры летных подразделений, руководители организаций гражданской авиации.

#### **4.1. Требования безопасности по охране труда для специалистов УВДТашкентского Центра АС УВД.**

К работе в качестве специалиста УВД допускаются лица не моложе 19 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж по охране труда. После этого специалист УВД проходит первичную проверку знаний по охране труда в экзаменационной комиссии ЦУАН. В дальнейшем он проходит периодический инструктаж по охране труда один раз в шесть месяцев с подтверждением этого в журнале учета инструктажей на рабочем месте.

Специалист УВД Ташкентского Центра АС УВД обязан:

- выполнять инструкцию по охране труда, правила внутреннего трудового распорядка Центра «Узаэронавигация»;
- правила пожарной безопасности;
- не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношение к выполняемой работе;
- иметь 1 группу по электробезопасности;
- знать и выполнять правила личной гигиены, не курить в помещениях ТЦ АС УВД и неупотреблять спиртные напитки до и во время работы, по которой прошел обучение;
- выполнять требования знаков безопасности;
- уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Специалист УВД Ташкентского Центра АС УВД, допустивший нарушения требований инструкции по охране труда, привлекается к дисциплинарной ответственности согласно правилам внутреннего трудового распорядка ЦУАН, а если эти нарушения связаны с причинением материального ущерба предприятию, несет и материальную ответственность в установленном порядке.

Требования безопасности перед началом работы:

- подготовить рабочее место;

- в процессе предсменного инструктажа специалист УВД получает информацию о готовности к работе электро-, радио- и светотехнических средств от специалистов КРТОП, ЭСТОП и специалистов УВД, сдающих дежурство и принятых мерах по устранению неисправностей, выявленных предшествующей сменой;

- специалист УВД проверяет исправность оборудования.

Требования безопасности во время работы:

- при работе с радиотехническим оборудованием выполнять только те операции, которые предусмотрены инструкцией по его эксплуатации для специалистов УВД Ташкентского Центра АС УВД;

- запрещается вскрывать пульта, люки, телефонные аппараты, разъемы и электрические розетки, ремонтировать радио и электрооборудование, как специальных, так и бытовых приборов;

- в случае появления недостатков в работе радиотехнических средств немедленно доложить сменному инженеру РТО Ташкентского Центра АС УВД;

- передвижение по территории аэродрома должно быть, как правило, на автомашине ППП. В случаях передвижения пешком, передвижение производится согласно маркировки аэродрома, с соблюдением мер предосторожности и постоянной осмотрительности;

- не перебегать рулежные дорожки перед рулящими самолетами и не находиться у самолетов с работающими двигателями, впереди – ближе 50

метров, сзади – ближе 100 метров, а также в плоскости вращающихся винтов;

- не находится в секторах, не указанных в пропуске работника;

- не принимать пищу на рабочих местах, не размещать на пультах УВД и другом технологическом оборудовании и в непосредственной близости от них построение предметы;

- не выполнять функциональные обязанности работников других служб.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- при возникновении электрических замыканий, приведших к возгоранию электропроводки или оборудования немедленно доложить РП, сменному инженеру РТО;

- при ухудшении самочувствия во время дежурства необходимо немедленно доложить РП и потребовать замену, а РП организывает подмену и немедленно вызывает дежурного врача по тел. 34-52, 140-28-95;

- при возникновении пожара вызывать команду АСС (по местному телефону: 69-81, 60-03, 60-11, 10-25 или ПГС) и принять меры по ликвидации очага пожара.

Требования безопасности по окончании работы:

- привести в порядок рабочее место. При имеющихся недостатках в работе оборудования, специалист УВД должен оповестить об этом РП и диспетчера заступающей смены.

## **Заключения**

В настоящее время развитие любых отраслей зависит от развития радиотехники. Результаты научно – технической революции особенно заметны в развитии авиационной техники. Авиация стала всепогодной, ей доступны полеты на малых и больших высотах, межконтинентальные перелеты, а также полеты днем и ночью.

Сегодня реактивные самолеты могут летать со сверхзвуковыми скоростями, осуществлять полеты по сложному маршруту с выходом в заданную точку и производить автоматический заход на посадку в любую погоду и в любое время суток.

Все это стало возможным благодаря широкому применению на воздушных судах устройств радиоэлектроники, автоматики, вычислительной техники, контрольной и регистрирующей аппаратуры, а также благодаря широкому внедрению электрификации процессов управления и контроля.

Современные самолеты оборудуются навигационными и пилотажными средствами, системами ночного видения, приборами бортового контроля и системами связи, обработки информации, в том числе системами с ЭВМ. Такое оснащение воздушных судов позволило

значительно улучшить их летно-технические данные и обеспечить выполнение сложных задач в различных метеорологических условиях.

Полет самолета, от обеспечения получения разрешения на запуск двигателя, выруливание, взлет, выполнение задания, возврат на аэродром посадки, посадку, до команды об остановке двигателя обеспечивают свыше десяти различных подсистем бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО).

- Радиосвязные оборудования (РСО);
- Радиолокационные оборудования (РЛО);
- Радионавигационные оборудования (РНО);
- оповещения, опознавания и активного ответа;
- управления, наведения и целеуказания;
- электронной разведки;
- поисково-спасательной системы РЭО;
- счетно-решающие приборы и бортовые РЭО;
- бортовые автоматизированные системы контроля и прогнозирования состояния РЭО;
- поиска, перехвата и прицеливания;
- РЭО авиационных ракет.
- бомбометания и десантирования;

Многие из них дублируются целиком или по отдельным блокам, поэтому общее число радиоэлектронных приборов на борту достигает до нескольких десятков.

Современные системы бортового оборудования должны надёжно и эффективно работать в широком диапазоне изменения температуры, давлений, плотности, влажности и электропроводности воздуха при наличии переменных по величине и направлению действия сил, изменения положения в пространстве, на всех высотах и при всех скоростях полёта.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дулевич Е. Основы радиолокации. М., 1987 г. (5 экз)
2. Ширман Я. Д. Основы радиолокации. М., 1988 г.(20 экз)
3. Финкельштейн М. И. Справочник по авиационной радиолокации. М., 1989 г.(2экз).
4. П.С. Давыдов, А.И. Козлов. Радиолокационные системы воздушных судов. М. Транспорт, 1988 г.
5. П.С. Давыдов. Радионавигационные системы летательных аппаратов. М. Транспорт, 1980 г.
6. В.В. Грачев, В.М. Кейн. Радиотехнические средства управления воздушным движением. М. Транспорт, 1995 г.

[www.natlib.uz](http://www.natlib.uz)

[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

[www.airways.com](http://www.airways.com)

[www.arinc.com](http://www.arinc.com)

[www.faa.gov](http://www.faa.gov)