КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ-АНТЕЙ»

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

ЛИАНОЗОВСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Модуль посадочного радиолокатора ПРЛ-27СМ

Модуль ПРЛ-27СМ предназначен для контроля (в составе радиолокационных систем посадки РСП-27С и РСП-28М или автономно) выдерживания воздушными судами (ВС) линий курса и глиссады на посадочной траектории.

Модуль ПРЛ-27СМ обеспечивает:

- секторный (в секторе посадки) обзор воздушного пространства по двум первичным каналам – каналу курса и каналу глиссады;

- обнаружение ВС, в том числе на фоне пассивных помех, и измерение их удаления от торца ВПП и отклонений от осевой линии ВПП по курсу и от линии глиссады;

- обработку радиолокационной информации в интересах обнаружения пространственно-распределенных целей (режим «метео»);

- выдачу данных об обстановке в воздухе на рабочее место руководителя зоны посадки на КДП аэродрома и модуль управления РСП-28М.

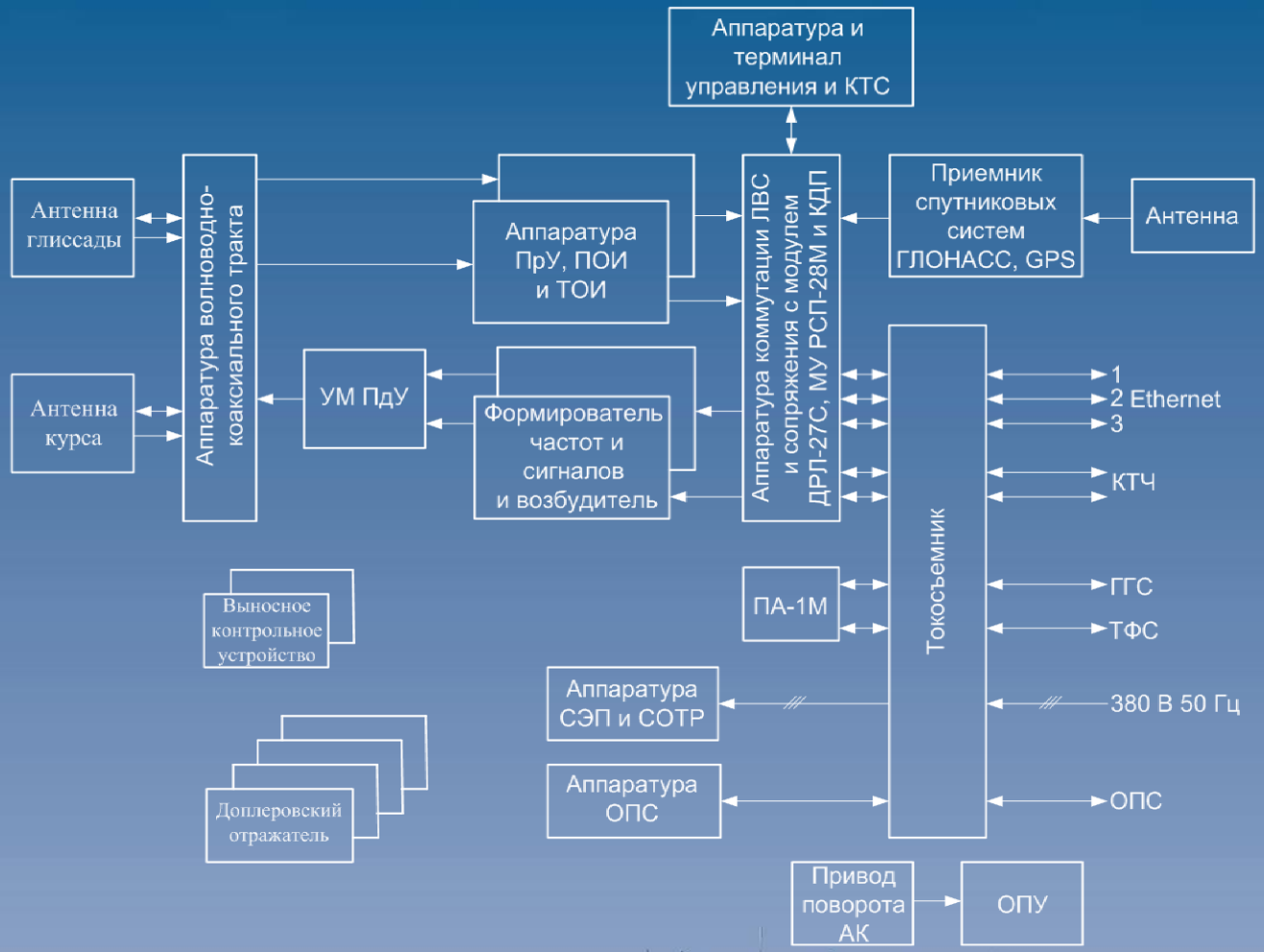
Основным достоинством модуля ПРЛ-27СМ является высокая точность измерения угловых координат ВС за счет использования электронного (частотного в диапазоне 9175,7 … 9575,7 МГц) сканирования диаграмм направленности антенн (курса – в горизонтальной плоскости, глиссады – в вертикальной плоскости) и моноимпульсного метода измерения.

Модуль ПРЛ-27СМ имеет улучшенные (по сравнению с модулем ПРЛ-27С) эксплуатационные и производственно-технологические характеристики

Это достигается за счет:

- использования в каждом радиолокационном канале (курса и глиссады) по одной приемо-передающей суммарно-разностной антенне вместо комплекта из трех антенн (одной передающей и двух приемных);
- исключения второго комплекта курсовых антенн за счет реализации автоматизированного поворота аппаратного контейнера с закрепленными на нем антеннами курса и глиссады на любой азимут;
- исключения за счет поворота аппаратного контейнера высокочастотных вращающихся переходов канала глиссады, а также необходимости сложной установки и юстировки ПРЛ в строго определенном положении относительно взлетно-посадочной полосы (ВПП);
- реализации возможности повышения темпа обновления информации по назначенным ВС с сохранением регулярного обзора по курсу и глиссаде;
- применения вместо электровакуумного твердотельного усилителя мощности передающего устройства с более высоким ресурсом и повышения, за счет этого, ремонтопригодности, безопасности и эргономичности изделия;
- уменьшения массогабаритных характеристик контейнера с аппаратурой и использования, за счет этого, идентичного с модулем ДРЛ-27С автомобильного прицепа ЧМЗАП-8335.3.

Структурная схема модуля ПРЛ-27СМ



Состав модуля ПРЛ-27СМ:

- антенна глиссады;
- антенна курса;
- аппаратура волноводно-коаксиального тракта;
- многомодульный транзисторный усилитель мощности (УМ) передающего устройства (ПдУ);
- формирователь частот и сигналов и возбудитель – 2 комплекта;
- аппаратура приемного устройства (ПрУ), первичной обработки информации (ПОИ) и трассовой обработки (ТОИ) – 2 комплекта;
- аппаратура коммутации ЛВС и сопряжения с модулем ДРЛ-27С, модулем управления РСП-28М и КДП;
- аппаратура и терминал управления и контроля технического состояния (КТС);
- опорно-поворотное устройство (ОПУ) и привод поворота аппаратного контейнера (АК);
- токосъемник;
- абонентский прибор телефонной и громкоговорящей связи ПА-1М;
- аппаратура системы электропитания (СЭП) и системы обеспечения температурных режимов (СОТР);
- аппаратура охранной и пожарной сигнализации (ОПС);
- оборудование юстировки, топопривязки и контроля функционирования;
- одиночный комплект ЗИП и эксплуатационная документация.

Тактико-технические характеристики модуля ПРЛ-27СМ

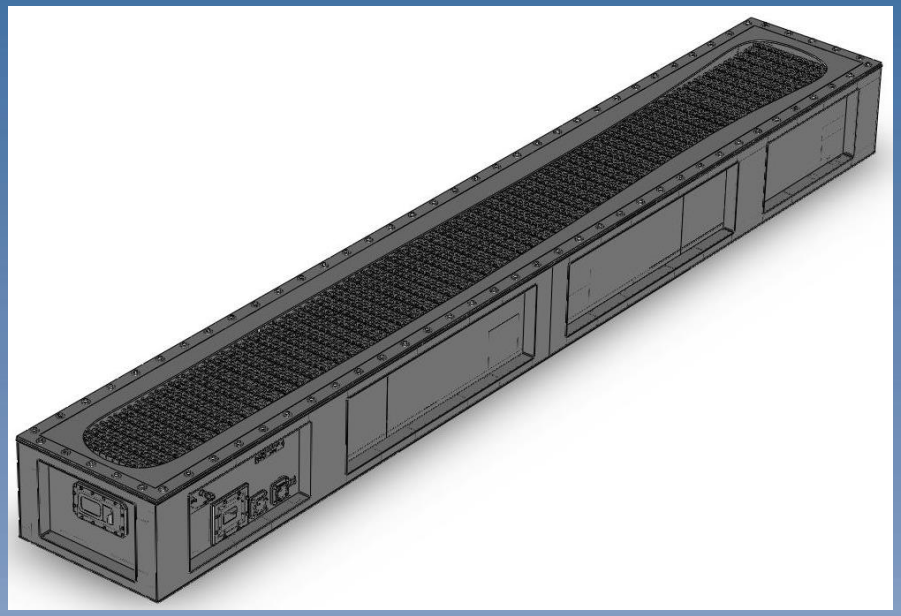
Зона обзора (инструментальная):	
- по дальности	от 300 м до 60 км
- по азимуту	от – 17,5° до + 17,5°
- по углу места	от – 1°до +8°
Максимальная дальность обнаружения ВС с ЭПР=5м^2 при Р=0,8 и F=10^{-6}:	
- при отсутствии осадков в секторе обзора	не менее 40 км
- при наличии в секторе обзора очагов осадков интенсивностью до 5 мм/ч	не менее 25 км
СКО измерения координат ВС по выходу аппаратуры обработки на дальностях менее 25 км:	
- дальности	не более 15 м
- отклонения ВС от осевой линии ВПП по курсу	не более 6′ либо 9м
- отклонения ВС от линии глиссады	не более 6′ либо 6м
Разрешающая способность:	
- по дальности	не более 75м
- по азимуту	не более 1,2º
- по углу места	не более 0,6º
Коэффициент подавления отражений от местных предметов и метеообразований, движущихся со скоростью менее 10 м/с	не менее 40 дБ
Максимальное количество одновременно сопровождаемых ВС	не менее 12
Интервал обновления информации о сопровождаемых ВС	1 с
Интервал обновления информации об одном назначенном ВС	0,1 с
Время смены направления посадки	не более 3 мин
Время бесперебойной работы (при пропадании внешней электросети) от аккумуляторов	не менее 8 мин
Общая потребляемая мощность по сети 380 В 50 Гц:	
- в штатном режиме	не более 5 кВт
- с учетом дополнительных средств нагрева (охлаждения) аппаратного контейнера	не более 12 кВт

Антенна глиссады

Представляет собой моноимпульсную волноводную антенную решетку с частотным сканированием. Излучающая поверхность антенны состоит из 116-ти строк волноводных линейных решеток излучателей.

Суммарная и разностная диаграммы направленности формируются с помощью волноводной распределительной системы, обеспечивающей в рабочем диапазоне их отклонение от нормали к излучающему раскрыву антенны в вертикальной плоскости методом частотного сканирования.

Излучающая поверхность антенны защищена радиопрозрачным колпаком. Антенна имеет герметичную конструкцию.



Технические характеристики антенны глиссады

Сектор сканирования в рабочем диапазоне частот	9°
Поляризация	горизонтальная
Ширина ДН суммарного канала в вертикальной плоскости на уровне минус 1,5 дБ	0,55°
Максимальный уровень боковых лепестков ДН суммарного канала в вертикальной плоскости	минус 27 дБ
Ширина ДН на уровне минус 1,5 дБ в горизонтальной плоскости	7°
Коэффициент усиления суммарного канала	34 дБ
Габаритные размеры (В×Ш×Г)	3470×500×330 мм

Антенна глиссады размещается у левой боковой стенки аппаратного контейнера, в рабочем положении – под углом 6° относительно нормали к поверхности земли, в транспортном – горизонтально.

Перевод из транспортного положения в рабочее осуществляется при помощи ручного домкрата.

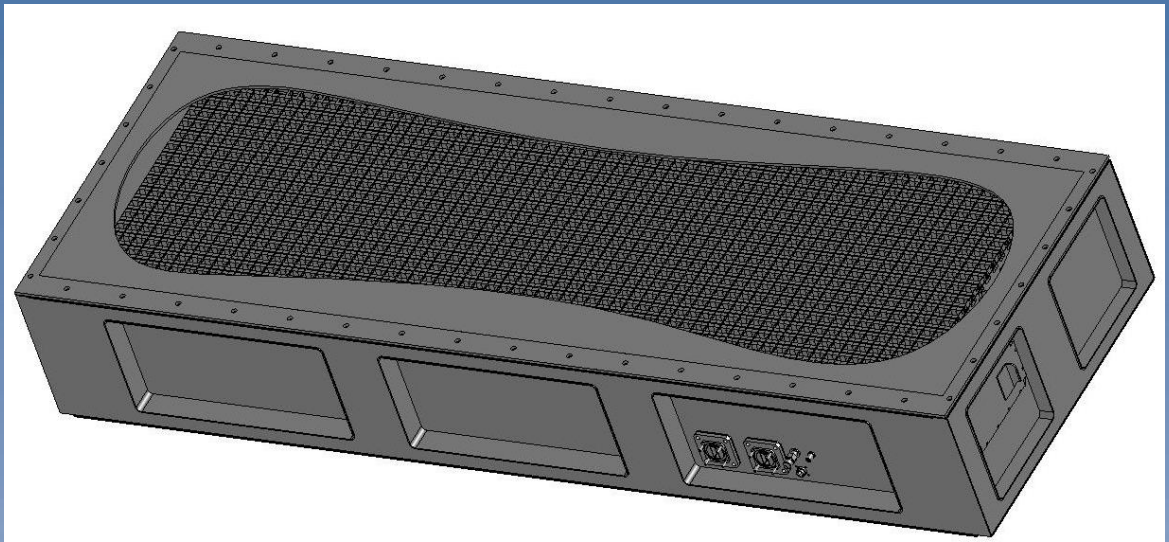
Антенна курса

Конструкция антенны курса аналогична конструкции антенны глиссады.

Излучающая поверхность антенны состоит из 66-ти столбцов волноводных линейных решеток излучателей.

Суммарная и разностная диаграммы направленности формируются с помощью волноводной распределительной системы, обеспечивающей в рабочем диапазоне частот их отклонение от нормали к излучающему раскрыву антенны в горизонтальной плоскости методом частотного сканирования.

Излучающая поверхность антенны защищена радиопрозрачным колпаком. Антенна имеет герметичную конструкцию.



Технические характеристики антенны курса

Антенна курса размещается на передней торцевой стенке аппаратного контейнера.

Сектор сканирования в рабочем диапазоне частот	35°
Поляризация	вертикальная
Ширина ДН суммарного канала в горизонтальной плоскости на уровне минус 1,5 дБ	1,1°
Максимальный уровень боковых лепестков суммарного канала в горизонтальной плоскости	минус 23 дБ
Форма ДН в вертикальной плоскости	типа cosec
Коэффициент усиления суммарного канала	32,5 дБ
Габаритные размеры (Ш × В ×Г)	1710×630×310мм

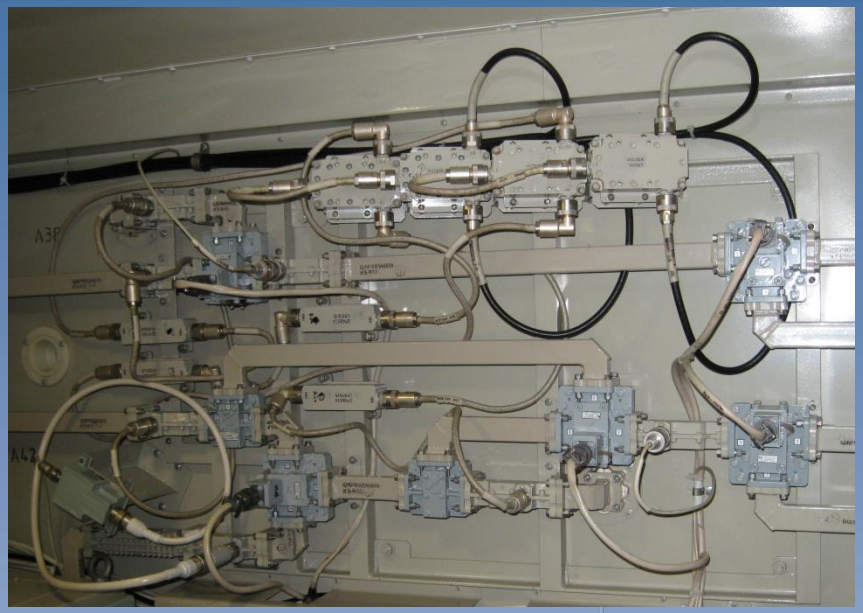
Аппаратура волноводно-коаксиального тракта (ВКТ)

Выполнена на базе стандартного волновода сечением 23×10 мм и обеспечивает:

- передачу, прием и коммутацию СВЧ сигналов между передающим, приемным устройствами и антеннами курса и глиссады;
- фильтрацию (подавление) побочных гармонических составляющих передающего устройства;
- 100-процентное резервирование приемных устройств.

Аппаратура ВКТ включает в себя блоки коммутаторов, циркуляторов, направленных ответвителей, делителей мощности, фильтра гармоник, герметизирующих секций.

Аппаратура ВКТ размещается внутри аппаратного контейнера на стенках.



Аппаратура приемного устройства

Аппаратура приемного устройства (ПрУ) обеспечивает усиление, двойное преобразование частоты, предварительную фильтрацию, аналого-цифровое преобразование, цифровое фазовое детектирование и цифровую фильтрацию принимаемых эхосигналов целей в двух приемных каналах – суммарном и разностном.

В модуле ПРЛ-27СМ имеется два (основной и резервный) комплекта ПрУ. Состав одного комплекта:

- малошумящий усилитель – 2 шт.;
- модуль двухканального приемника (из состава ЭВМ КРТ 01) – 1 шт.;
- субмодуль АЦП (устанавливается на модуль цифровой обработки) – 2 шт.

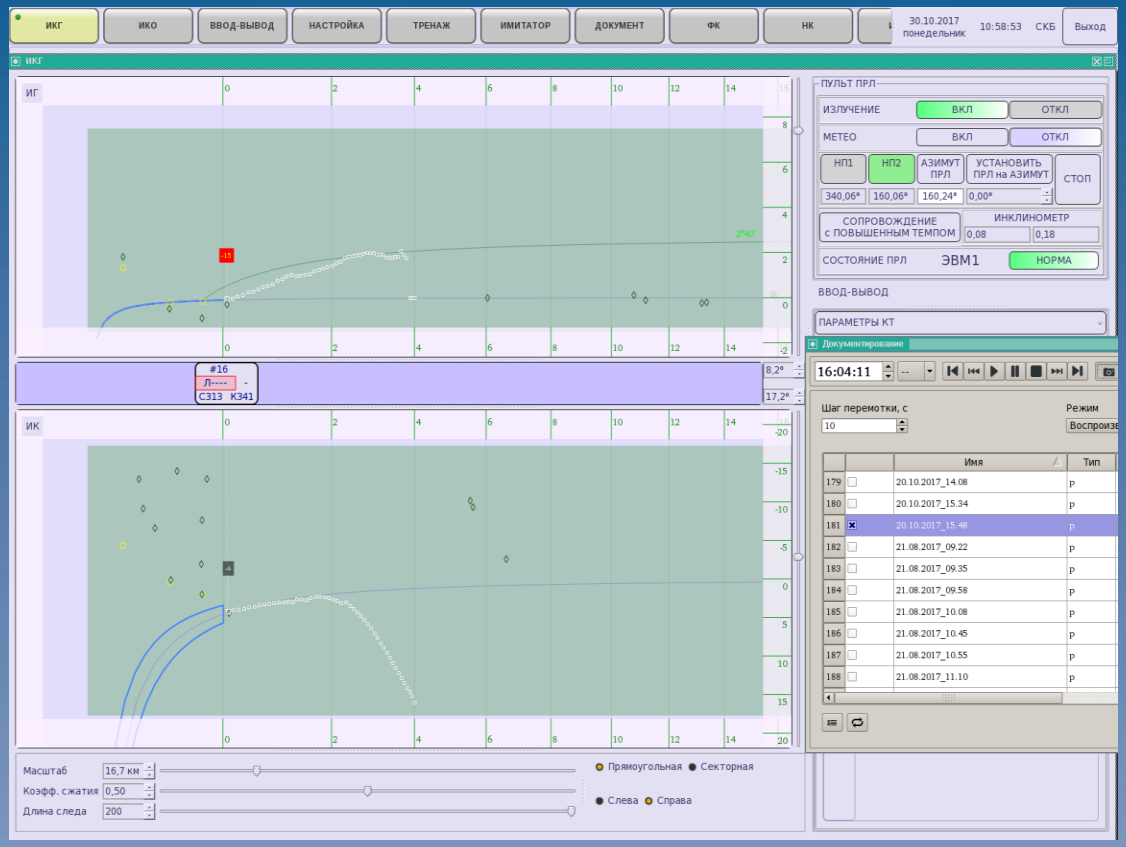
Технические характеристики ПрУ

Диапазон рабочих частот	9175,7 – 9575,7 МГц
Коэффициент шума	3 дБ
Динамический диапазон на входе АЦП	75 дБ
Разрядность АЦП	14
Избирательность по зеркальному каналу приема	60 дБ

Аппаратура первичной обработки информации

Аппаратура первичной обработки информации (ПОИ) обеспечивает в канале курса и канале глиссады:

- оптимальную обработку эхосигналов целей на фоне собственных шумов приемника и несинхронных импульсных и пассивных помех в суммарном и разностном приемных каналах;
- стабилизацию уровня ложных тревог и обнаружение эхосигналов воздушных судов (ВС);
- измерение дальности ВС и их угловых координат моноимпульсным методом;
- накопление в режиме «метео» информации об уровнях эхосигналов пространственно-распределенных целей и формирование карты отражаемости метеообразований в координатах дальность/азимут (в канале курса) и дальность/угол места (в канале глиссады);
- формирование сообщений (кодограмм) о координатах обнаруженных ВС и выдачу их на трассовую обработку и отображение на видеомониторе ЭВМ.



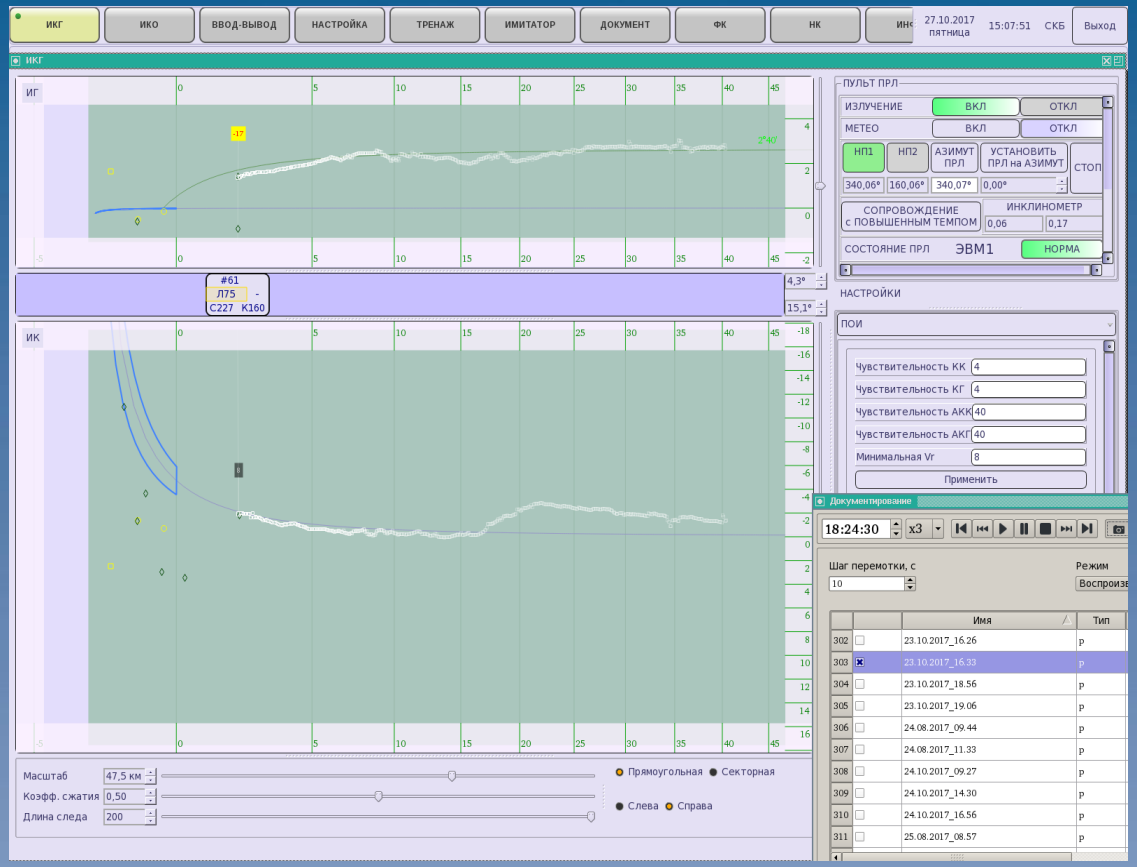
Аппаратура ПОИ построена на базе двух модулей цифровой обработки из состава ЭВМ КРТ 01 со 100-процентным резервированием.

Аппаратура трассовой обработки информации

Аппаратура трассовой обработки информации (ТОИ) обеспечивает:

- объединение первичной радиолокационной информации о ВС каналов курса и глиссады;
- обнаружение траекторий движения (трасс) ВС и их автоматическое сопровождение;
- измерение параметров движения ВС;
- сглаживание траектории ВС;
- расчет отклонений ВС от линий курса и глиссады на посадочной траектории;
- формирование сообщений о параметрах трасс ВС и выдачу их на отображение на видеомониторе ЭВМ, а также в модуль ДРЛ-27С и модуль управления РСП-28М.

Алгоритмы трассовой обработки реализованы в виде программного модуля, функционирующего на процессорном модуле ЭВМ КРТ 01.



Формирователь частот и сигналов и возбудитель

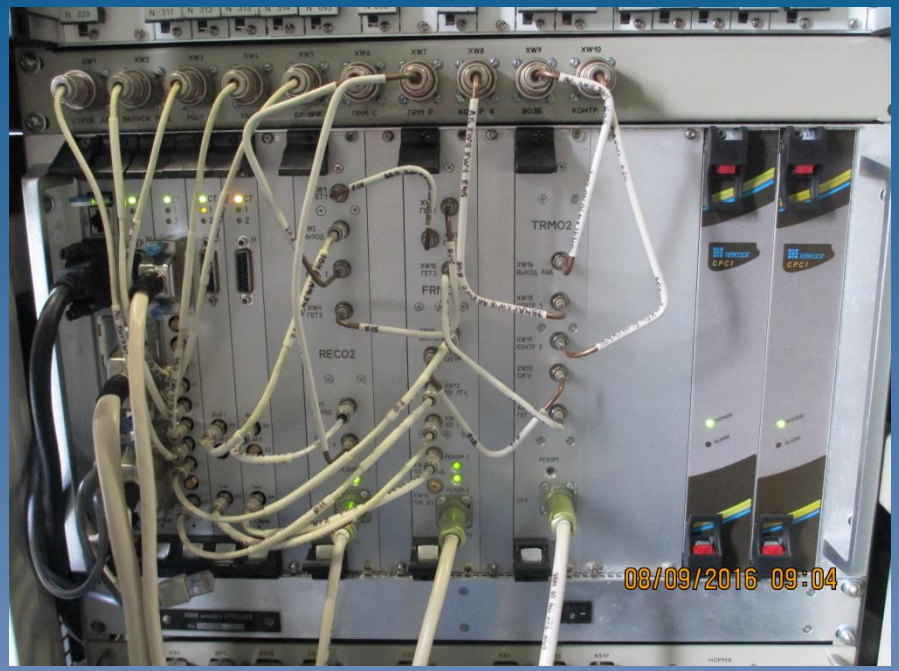
Формирователь частот и сигналов обеспечивает:

- формирование сигналов гетеродинов для приемного устройства и возбудителя передающего устройства;
- формирование сигнала опорной частоты для синхронизатора и АЦП;
- формирование зондирующих импульсов и сигналов контрольных целей с требуемым законом модуляции.

Возбудитель передающего устройства обеспечивает:

- перенос спектра зондирующих сигналов и сигналов контрольных целей в диапазон рабочих частот радиолокатора;
- предварительное усиление мощности зондирующих сигналов до уровня 4 Вт.

Формирователь частот и сигналов и возбудитель передающего устройства выполнены на базе модулей из состава ЭВМ КР Т01 со 100-процентным резервированием.



Усилитель мощности передающего устройства

Усилитель мощности передающего устройства (УМ ПдУ) обеспечивает усиление зондирующих СВЧ импульсов во всем диапазоне рабочих частот до требуемого (~ 2800 Вт) уровня мощности.

Принцип работы УМ ПдУ основан на суммировании мощности восьми твердотельных импульсных усилительных модулей Х-диапазона, что обеспечивает высокую надежность усилителя (выход из строя одного-двух модулей приводит лишь к частичному, «мягкому» отказу передатчика).

Зондирующие радиоимпульсы поступают на вход УМ ПдУ с выхода основного или резервного комплекта возбудителя через СВЧ коммутатор.

Деление мощности входных радиоимпульсов осуществляется 8-канальным волноводно-коаксиальным делителем мощности, а суммирование мощности выходных радиоимпульсов – 8-канальным волноводным сумматором мощности.

Обеспечивается непрерывный контроль выходной мощности усилителя и технического состояния каждого модуля. Аппаратура УМ ПдУ размещается в шкафу 276ГГ02, внутри аппаратного контейнера.

Технические характеристики усилительного модуля.

Выходная импульсная мощность	400 Вт
Входная импульсная мощность	50 – 100 мВт
Максимальная длительность радиоимпульсов	10 мкс
Минимальная скважность радиоимпульсов	7
Напряжение питания	27 В
Охлаждение	воздушное, принудительное
Габаритные размеры	89×391×354мм
Конструкция модуля	герметичная

Аппаратура коммутации ЛВС и сопряжения с модулем ДРЛ-27С, модулем управления РСП-28М и КДП

Аппаратура обеспечивает информационный обмен между модулем ПРЛ-27СМ и модулем ДРЛ-27С и МУ в соответствии с реализованным в РСП-27С, РСП-28М протоколом информационного взаимодействия.

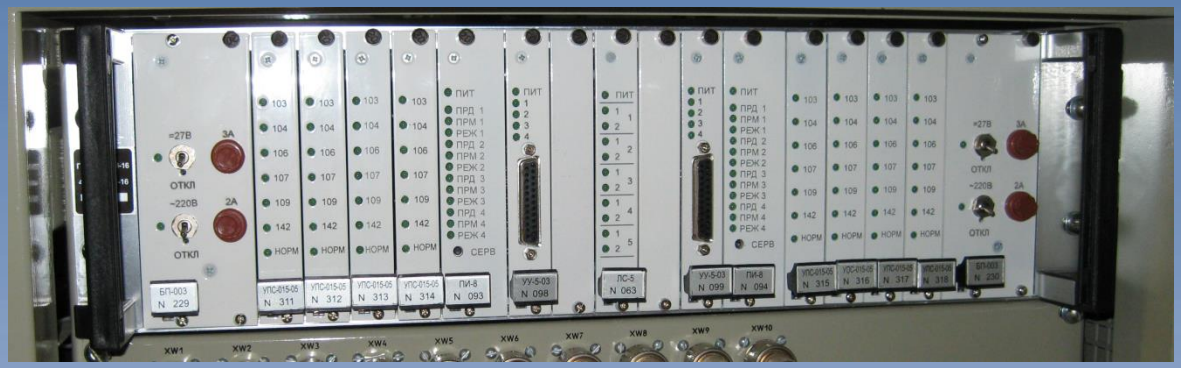
Информационный обмен осуществляется в виде кодограмм (сообщений) по локальной вычислительной сети (ЛВС) Ethernet 10/100 Base-TX.

Осуществляет обмен процессорный модуль из состава ЭВМ КРТ 01, функционирующей в «активном» режиме, через групповое устройство преобразования сигналов ГУПС-008КМ-16, выполняющее функции коммутатора ЛВС Ethernet.

Сопряжение модуля ПРЛ-27СМ с модулем ДРЛ-27С осуществляется по двум линиям ЛВС Ethernet – основной и резервной. Переключение на резервную линию (при отказе основной) автоматически осуществляет ГУПС-008КМ-16.

Сопряжение модуля ПРЛ-27СМ с МУ осуществляется по отдельной линии Ethernet, а при её отказе – по резервной линии МУ через модуль ДРЛ-27С.

Два комплекта ЭВМ КРТ 01 и ГУПС-008КМ-16 размещаются в шкафу 276ЦЦ02.



Аппаратура и терминал управления и контроля технического состояния

Аппаратура и терминал управления и КТС обеспечивают:

- управление режимами работы модуля ПРЛ-27СМ и его систем и устройств с виртуальных органов управления на экране видеомонитора ЭВМ;
- переключение комплектов аппаратуры (основных и резервных) в автоматическом и ручном режимах;
- включение (отключение) режимов контроля аппаратуры модуля ПРЛ-27СМ и отображение его результатов на экране видеомонитора;
- отображение на экране видеомонитора в окне ИКГ радиолокационной информации в реальном масштабе времени, а также различной служебной и справочной информации.

Состав аппаратуры:

- модуль контроля и управления из состава ЭВМ КРТ 01;
- пульт РМ, включающий в себя цветной жидкокристаллический видеомонитор 23", клавиатуру и графический манипулятор (трекбол);
- KVM-переключатель, обеспечивающий подключение видеомонитора, клавиатуры и трекбола к основной или резервной ЭВМ.

На процессорном модуле ЭВМ КР Т01 установлены программный модуль управления и контроля и программный модуль отображения информации, обеспечивающие функционирование аппаратуры.

Опорно-поворотное устройство и привод поворота аппаратного контейнера

Опорно-поворотное устройство (ОПУ) устанавливается на транспортную раму автомобильного прицепа и предназначено для размещения на нем аппаратного контейнера и его поворота в горизонтальной плоскости.

Вращение платформы ОПУ осуществляется приводом поворота АК, в состав которого входят электродвигатель, тормозная муфта и блок управления. Возможно вращение АК вручную, с помощью рукоятки.

Информация об азимуте установки АК формируется основным и резервным абсолютными датчиками углового положения ЛИР-ДА158А, устанавливаемыми в токосъемнике, и отображается на экране видеомонитора ЭВМ. Выдача команд об установке АК на требуемый азимут осуществляется с экрана видеомонитора.

Привод поворота АК обеспечивает:

- установку АК на заданный азимут с точностью – не хуже ± 0,5°;
- время смены направления посадки – не более 3 минут.

Аппаратура системы электропитания

Система электропитания (СЭП) обеспечивает электроснабжение аппаратуры модуля ПРЛ-27СМ переменными напряжениями 380 В 50 Гц и 220 В 50 Гц и постоянным напряжением 27 В.

Первичное электропитание ПРЛ-27СМ осуществляется от внешней трехфазной электрической сети 380 В 50 Гц без использования нейтрали. При пропадании внешней сети обеспечивается бесперебойная работа ПРЛ-27СМ (за исключением привода поворота АК) от аккумуляторов в течение не менее 8 минут.

Электропитание аппаратуры ПРЛ-27СМ осуществляется в полном или раздельном режимах. В режиме ПОЛНОЕ электропитание аппаратуры модуля включается в полном объеме. В режиме РАЗДЕЛЬНОЕ имеется возможность раздельного отключения электропитания отдельных систем и устройств.

Состав аппаратуры СЭП:

- блок включения и распределения электропитания;
- субблок управления и контроля электропитания;
- четыре аккумуляторные батареи;
- два блока подзарядки аккумуляторов;
- субблок электропитания ЗОМ и ОПС.

Аппаратура системы обеспечения температурных режимов

Аппаратура СОТР обеспечивает:

- первоначальное создание (при необходимости) и последующее автоматическое поддержание рабочего температурного режима аппаратуры внутри аппаратного контейнера во всем заданном диапазоне температур окружающего воздуха;
- принудительное воздушное охлаждение аппаратуры, в первую очередь, со значительным выделением тепла – усилительных модулей передающего устройства, процессорных модулей ЭВМ и т.д.;
- дополнительное создание более комфортных условий в аппаратном контейнере при нахождении в нем обслуживающего персонала.

Состав аппаратуры СОТР:

- вентиляционные установки;
- электронагреватели различного назначения;
- датчики температуры;
- реле давления;
- переключатель потока воздуха;
- кондиционер.

Абонентский прибор телефонной и громкоговорящей связи ПА-1М

Абонентский прибор ПА-1М обеспечивает организацию связи обслуживающего персонала модуля ПРЛ-27СМ с модулем ДРЛ-27С, модулем управления РСП-28М, КДП и другими объектами аэродрома по одной двухпроводной линии громкоговорящей связи и одной двухпроводной линии телефонной связи (в режимах МБ, ЦБ, АТС).

И по линии громкоговорящей связи, и по линии телефонной связи возможна работа в телефонном режиме (с использованием микротелефона) или громкоговорящем режиме (с использованием микрофона и встроенного громкоговорителя).

Аппаратура охранной и пожарной сигнализации

Аппаратура охранной и пожарной сигнализации (ОПС) обеспечивает:

- световую и звуковую сигнализацию при повышении температуры в аппаратном контейнера выше нормативного уровня и при задымлении;
- световую и звуковую сигнализацию при несанкционированном проникновении в аппаратный контейнер;
- подключение ПРЛ-27СМ к системе ОПС РСП-27С, РСП-28М и выдачу сигналов о пожаре и вскрытии модуля ПРЛ-27СМ в модуль ДРЛ-27С и модуль управления РСП-28М;
- заградительную огневую сигнализацию антенны глиссады.

Состав аппаратуры ОПС:

- блок ОПС;
- пожарные тепловые и дымовые извещатели;
- охранные извещатели;
- звуковой оповещатель и сирена;
- заградительные огневые маяки.

Оборудование юстировки, топопривязки и контроля функционирования

Оборудование обеспечивает:

- горизонтирование аппаратного контейнера при помощи четырех винтовых домкратов;
- юстировку ПРЛ-27СМ по азимуту при помощи теодолита;
- определение координат точки стояния ПРЛ-27СМ и прием синхронизирующих сигналов системы единого времени при помощи приемника космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS;
- ввод в ЭВМ параметров установки ПРЛ-27СМ относительно ВПП аэродрома;
- обозначение на ИКГ точки посадки ВС на ВПП путем формирования эхосигналов от доплеровских отражателей, их приема, обработки и отображения;
- контроль функционирования каналов глиссады и курса при помощи выносных контрольных устройств и доплеровских отражателей.

Эксплуатационные параметры модуля ПРЛ-27СМ

Среднее время наработки на отказ – 25 000 часов.

Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды	от – 50ºС до +50ºС
- скорость ветра	до 30м/с
- относительная влажность воздуха при температуре +25ºС	98%
- пониженное атмосферное давление	до 540 мм рт.ст.

Транспортирование модуля ПРЛ-27СМ допускается всеми видами транспорта.