

## **Тема № 2. Основы построения ЗРС.**

### **Занятие № 1. Общие сведения о зенитных ракетных системах.**

#### **Учебные вопросы**

1. Назначение и состав ЗРС.
2. Основные принципы построения и функционирования ЗРС.

#### ***1. Назначение и состав ЗРС***

*Зенитная-ракетная система* (ЗРС) представляет собой совокупность средств, предназначенных для борьбы со средствами воздушно-космического нападения противника.

Зенитная ракетная система предназначена для борьбы:

- с низколетящими целями;
- с тактическими баллистическими ракетами и другими массовыми типами средств воздушного нападения.

Современные зенитные ракетные системы обеспечивают уничтожение аэродинамических средств воздушного нападения, летящих со скоростями 1200 км/ч и более, на высотах от 10 метров до 180 километров. Дальность поражения воздушных целей современными зенитными управляемыми ракетами может составлять от 3 км до 250 км.

В состав современных зенитных ракетных систем, как правило, входят (рис. 1):

- командный пункт системы (КПС);
- зенитные-ракетные комплексы (до 6 ЗРК);
- средства технического обеспечения (СТО).

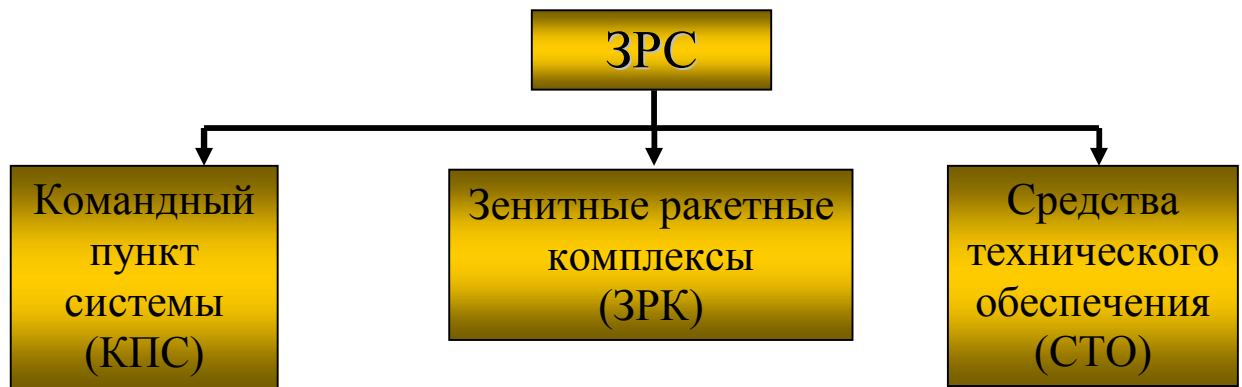


Рис. 1. Состав зенитной ракетной системы

**Командный пункт системы** предназначен для:

- приведения всех радиолокационных средств в готовность к ведению боевых действий;
- ведения разведки воздушного противника;
- управления боевыми действиями зенитных ракетных дивизионов (зрдн), на вооружении которых находятся зенитные-ракетные комплексы.

Командный пункт системы состоит, как правило, из (рис.2):

- радиолокатора обнаружения (РЛО);
- пункта боевого управления (ПБУ);
- средств внешнего энергопитания (СВЭП) для обеспечения электропитанием средств КПС.

*Радиолокатор обнаружения (РЛО)* является средством разведки воздушных целей и представляет собой, как правило, автоматическую трехкоординатную импульсную радиолокационную станцию (РЛС) с фазированной антенной решеткой (ФАР) (рис. 3). Управление РЛО осуществляется с ПБУ автоматизировано.

*Пункт боевого управления (ПБУ)* является командным пунктом всей системы, где размещаются аппаратура управления и лица боевого расчета КП полка во главе с командиром полка (рис. 4).

**Зенитный ракетный комплекс** (как правило, многоканальный) предназначен для уничтожения воздушных (наземных, надводных) целей в

зоне поражения и ведения разведки воздушного противника на малых высотах.

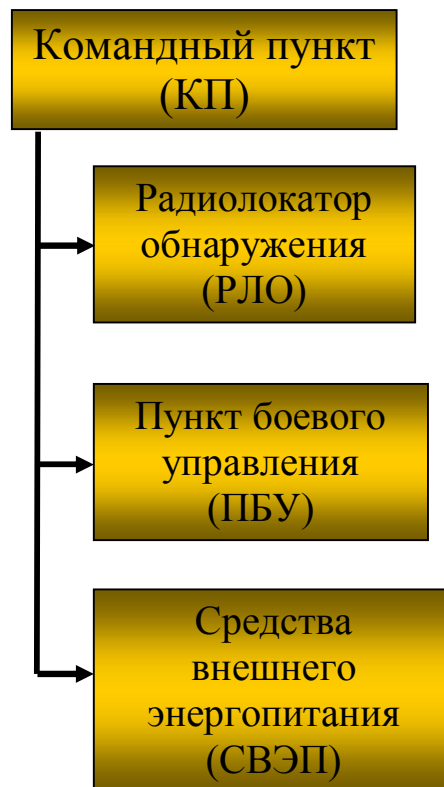


Рис. 2. Состав командного пункта системы



Рис. 3. Радиолокатор обнаружения ЗРС С-300 ПМ



Рис. 4. Пункт боевого управления ЗРС С-300 ПС

ЗРК состоит на вооружении первичного огневого (тактико-огневого) подразделения зенитных ракетных войск – зенитного ракетного дивизиона (зрдн), способного самостоятельно вести огонь для уничтожения воздушного противника.

Зенитный ракетный комплекс представляет собой совокупность функционально связанных зенитных управляемых ракет (ЗУР) и наземных средств.

Наземные устройства представляют собой совокупность, расположенных на земле устройств, обеспечивающих:

- обнаружение и непрерывное определение координат цели;
- наведение ракеты на цель – станция наведения ракет.

В комплексах первого поколения эти задачи решались различными радиолокационными средствами.

В ЗРК нового поколения все задачи обнаружения воздушных целей, их сопровождения и наведения на них ЗУР решаются одной многофункциональной РЛС – радиолокатором подсвета и наведения (РПН).

Таким образом, современные зенитные ракетные комплексы, как правило, состоят из (рис. 5):

- радиолокатора подсвета и наведения (РПН);
- низковысотного обнаружителя (НВО) или всевысотного обнаружителя (ВВО);
- пусковых комплексов (ПК) или пусковых установок (ПУ);
- зенитных управляемых ракет (ЗУР);
- средств внешнего электропитания (СВЭП).

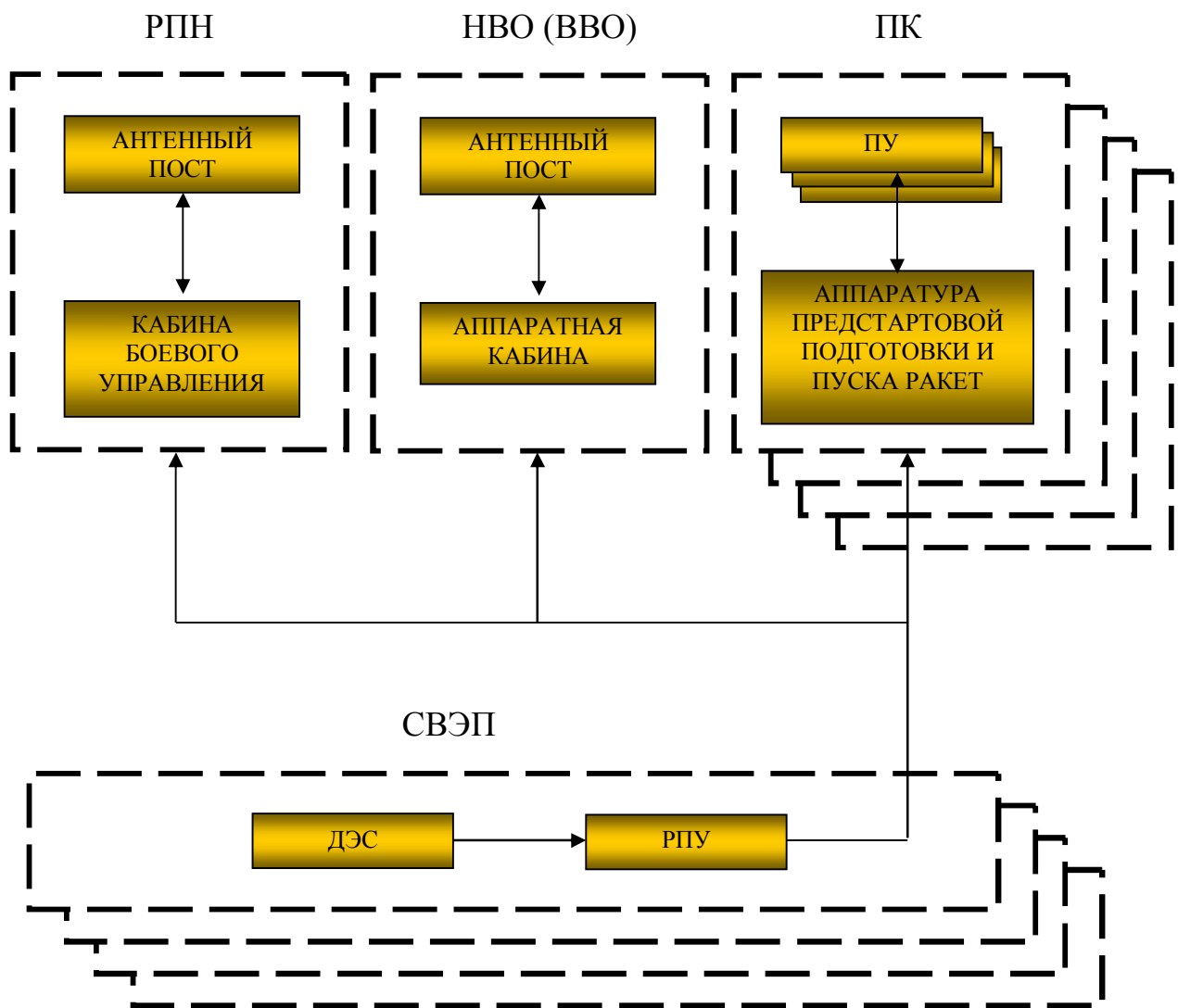


Рис. 5. Состав современного ЗРК (вариант)



*Радиолокатор подсвета и наведения (РПН)* является средством обнаружения и сопровождения целей и наведения на них ракет.

РПН состоит из антенного поста и кабины боевого управления (рис. 6), где размещается боевой расчет зенитного ракетного дивизиона во главе с командиром дивизиона. Боевой расчет производит обнаружение воздушных



Рис. 6. Радиолокатор подсвета и наведения ЗРС С-300 ПМ

целей самостоятельно или по данным целеуказания с командного пункта системы, сопровождение и уничтожение целей зенитными управляемыми ракетами. Кроме того, боевой расчет оценивает результаты стрельбы и докладывает их командиру полка на КПС.

*Низковысотный обнаружитель (НВО)* является средством разведки воздушного противника на малых высотах. НВО представляет собой автоматическую РЛС непрерывного излучения и является вспомогательным средством ЗРК (рис. 7).

*Всевысотный обнаружитель* также является вспомогательным средством ЗРК, при ведении боевых действий в условиях отсутствия целеуказания с КПС, и предназначен для повышения боевых возможностей

ЗРК во всем диапазоне высот при самостоятельном обнаружении целей.



Рис. 7. Низковисотный обнаружитель

*Пусковой комплекс* представляет собой аппаратуру и устройства, обеспечивающие хранение, транспортировку, предстартовую подготовку и пуск ракет по командам с РПН. В состав каждого пускового комплекса входят пусковые установки (ПУ) и аппаратура предстартовой подготовки и пуска ракет (в современных ЗРК она, как правило, расположена на одной из ПУ), к которой подключаются пусковые установки (рис. №8-9). На каждой пусковой установке могут находиться несколько зенитных управляемых ракет (ЗУР). Ракеты современных ЗРК, как правило, одноступенчатые, твердотопливные.

*Средства внешнего электропитания* (СВЭП) состоят из дизельных электрических станций (ДЭС), вырабатывающих электроэнергию, и распределительно-преобразовательных устройств (РПУ) - преобразователей напряжения.

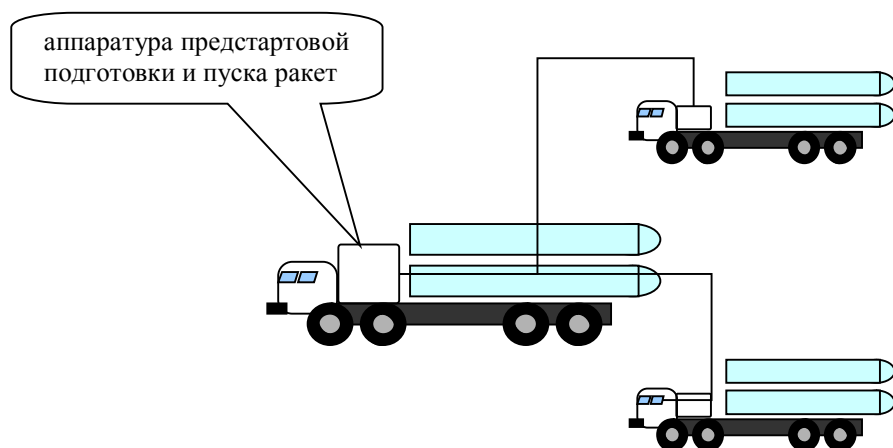


Рис. 8. Состав пускового комплекса (вариант)

а)



б)



Рис. 9. Пусковая установка ЗРС С-300 ПС  
а) в боевом положении; б) в исходном положении



Их количество определяется из условий полного обеспечения энергопитанием всей аппаратуры ЗРС и наличия резерва.

*Для повышения мобильности средств ЗРС, вместо СВЭП могут применяться газотурбинные агрегаты питания (ГАП), как средства автономного электроснабжения (САЭС). В настоящее время они монтируются на базовых шасси средств ЗРК.*

**Средства технического обеспечения (СТО) ЗРС** предназначены для:

- транспортирования средств системы к месту дислокации;
- перевода их из походного положения в боевое и обратно;
- транспортирования и хранения ракет;
- перезаряжания пусковых установок.

В состав СТО входят:

- транспортные и подъемные средства;
- средства технической эксплуатации (СТЭ).

К транспортным и подъемным средствам относятся грузовые автомобили (рис. 10), автомобильные краны (рис. 11).

К СТЭ ЗРС относятся транспортные машины (для перевозки ракет) с отдельными тягачами (рис. 12), заряжающие машины (рис. 13) и вспомогательное оборудование.

Таким образом, ЗРС представляют собой достаточно сложные системы вооружения, которые составляют в настоящее время основу средств противовоздушной обороны.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗРС

Характеризуя зенитный ракетный комплекс, как основную единицу зенитной ракетной системы, в первую очередь имеют в виду его *боевые возможности*, которые характеризуются совокупностью показателей, определяющих способность комплекса перейти в состояние готовности и



Рис. 10. Транспортные средства ЗРС С-300 ПС (МАЗ-537Г и КрАЗ-260В)



Рис. 11. Автокран КС-4561





Рис. 12. Транспортная машина подстыкованная к  
седельному тягачу КрАЗ-260В



Рис. 13. Заряжающая машина ЗРС С-300 ПС (ПМ)

обеспечить уничтожение целей на различных дальностях и высотах полета в заданном диапазоне скоростей, в условиях радиоэлектронного подавления и маневра воздушных целей, при различной плотности удара воздушного противника.

Показателями боевых возможностей ЗРК могут быть следующие:

- всепогодность;
- мобильность;
- универсальность;
- надежность.

*Всепогодность* отражает возможности ЗРК по уничтожению

воздушных целей в любых погодных условиях. Различают всепогодные ЗРК и не всепогодные. Последние обеспечивают выполнение боевой задачи при определенных погодных условиях и заданном времени суток.

*Мобильность* – свойство, проявляющееся в транспортабельности ЗРК и способности перехода из походного положения в боевое и обратно за установленное время.

Наиболее мобильным считается комплекс, обладающий большей транспортабельностью и требующий меньшего времени на совершение маневра. Мобильные комплексы могут быть *самоходными, буксируемые и переносными*. Немобильные комплексы называются *стационарными*.

*Универсальность* – свойство, характеризующее технические возможности ЗРК уничтожать воздушные цели в большом диапазоне дальности, высот и скоростей.

*Надежность* – способность ЗРК ально функционировать в заданных условиях эксплуатации.

Численные значения основных параметров боевых возможностей ЗРК определяются *тактико-техническими характеристиками* (ТТХ), которые формулируются на этапе разработки нового образца ЗРК и уточняются в ходе последующих полигонных испытаний.

Основными из них являются следующие:

- дальность поражения (стрельбы);
- высота поражения (стрельбы);
- возможность уничтожения целей, летящих с различными скоростями;
- вероятность поражения цели;
- целевой канал;
- ракетный канал;
- помехозащищенность;
- рабочее время ЗРК;
- время перевода.

*Дальность поражения* (стрельбы) – дальность, на которой цели

поражаются с вероятностью не ниже заданной. Различают минимальную и максимальную дальности поражения цели.

*Высота поражения* (стрельбы) – высота, на которой цели поражаются с вероятностью не ниже заданной. Также различают минимальную и максимальную высоты поражения цели.

Дальность и высота поражения цели образуют так называемую *зону поражения ЗРК*.

*Возможность уничтожения целей, летящих с различными скоростями* – характеристика, указывающая на предельно допустимое значение скорости полета целей, уничтожаемых в заданных диапазонах дальности и высоты.

Необходимо отметить, что величина скорости полета цели существенно влияет на дальность действия комплекса, так как она определяет значения потребных перегрузок ракеты, динамических ошибок наведения и вероятность поражения цели одной ракетой. При больших скоростях цели перегрузки ракеты и динамические ошибки наведения возрастают, а вероятность поражения уменьшается. В результате снижаются значения максимальной дальности и высоты уничтожения цели.

*Вероятность поражения цели* – вероятность появления события, состоящего в нанесении цели посредством стрельбы ЗУР такого ущерба, при котором она не в состоянии выполнить поставленную боевую задачу. Цель может быть поражена одной или несколькими ракетами, поэтому рассматривают соответственно вероятности поражения  $P_1$  и  $P_n$ .

*Целевой канал* – совокупность элементов ЗРК, обеспечивающих одновременное сопровождение и обстрел одной цели. Различают ЗРК одно- и многоканальные по цели.  $N$ -канальный по цели комплекс позволяет одновременно обстреливать  $N$  целей.

*Ракетный канал* – совокупность элементов ЗРК, обеспечивающих одновременную подготовку к старту, старт и наведение на цель одной ракеты.

Многоканальные по ракете комплексы позволяют одновременно наводить на одну цель несколько ракет. На практике для получения



заданного значения вероятности уничтожения цели ЗРК имеет два – три ракетных канала на один целевой канал.

*Помехозащищенность* - свойство, обеспечивающее способность ЗРК уничтожать воздушные цели в условиях помех, создаваемых противником для подавления электронных и оптических средств комплекса. В качестве показателя чаще всего используется *коэффициент помехозащищенности*, равный отношению показателя эффективности ЗРК в условиях помех к его значению без помех.

*Работное время* ЗРК (время реакции) – интервал времени от момента обнаружения цели до готовности ЗРК к пуску первой ракеты.

*Время перевода* комплекса из походного положения в боевое – время с момента подачи команды на перевод до готовности комплекса к открытию огня. Аналогично определяется время перевода из боевого положения в походное.

Основные тактико-технические характеристики ЗРК, состоящих на вооружении ЗРВ ПВО в 1950-2000 годах приведены в таблице №1 (слайд №6).

Кроме указанных, важными тактико-техническими параметрами ЗРК являются его скорость перемещения, боевой комплект, запас хода, массогабаритные характеристики и другие.

Классификация зенитных ракетных комплексов может осуществляться следующим образом (рис. 14).

По *виду противовоздушной обороны* ЗРК подразделяются на ЗРК ПВО ВВС, ПВО кораблей и ПВО Сухопутных войск.

По *назначению* различают противосамолетные комплексы (ЗРК ПСО), противоракетные (ЗРК ПРО) и универсальные (ЗРК ПСО-ПРО).

По *возможности боевого применения* – на всепогодные и не всепогодные.

По *подвижности* ЗРК подразделяются на стационарные, самоходные, буксируемые и переносные.

Таблица 1

Основные тактико-технические характеристики ЗРК, состоящих на вооружении ЗРВ ПВО в 1950-2000 годах

| Тип ЗРК     | Основные характеристики ЗРК   |  |  |                     |                    |             |                     |                    | Год принятия на вооружение | Поколение ЗРК | Применение в локальных войнах |
|-------------|-------------------------------|--|--|---------------------|--------------------|-------------|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|
|             | $D_{\max}$<br>стрельбы,<br>км | Диапазон<br>боевого<br>применения<br>$H_{\min}-H_{\max}$ ,<br>км | $V_{\max}$<br>пораж.<br>целей,<br>км/ч | Канальность по цели | Канальность по ЗУР | Один БК ЗУР | Тип двигателя ЗУР   | Помехозащищенность |                            |               |                               |
| С-25        | 59                            | 0,5-35   | 1300                                   | 20                  | 3                  | 60          | Жидкостный          | Слабая             | 1955                       | I             | -                             |
| С-75        | 56                            | 0,1-30   | 2300                                   | 1                   | 3                  | 12          | Жидкостный          | Слабая             | 1957                       | II            | Вьетнам,<br>Бл.Восток         |
| С-125       | 25                            | 0,02-18  | 2500                                   | 1                   | 2                  | 16          | РДТТ                | Слабая             | 1961                       | II            | Бл.Восток                     |
| С-200       | 255                           | 0,3-35   | 3900                                   | до 5<br>(ЗРС)       | до 6               | 6           | Жидкостный+<br>РДТТ | Высокая            | 1967                       | III           | Бл.Восток<br>(Ливия)          |
| С-300<br>ПС | 75                            | 0,05-27  | 4300                                   | до 6                | 2                  | 48          | РДТТ                | Высокая            | 1983                       | IV            | -                             |
| С-300<br>ПМ | 150                           | 0,01-27  | 5500                                   | до 6                | 2                  | 48          | РДТТ                | Высокая            | 1993                       | IV            | -                             |

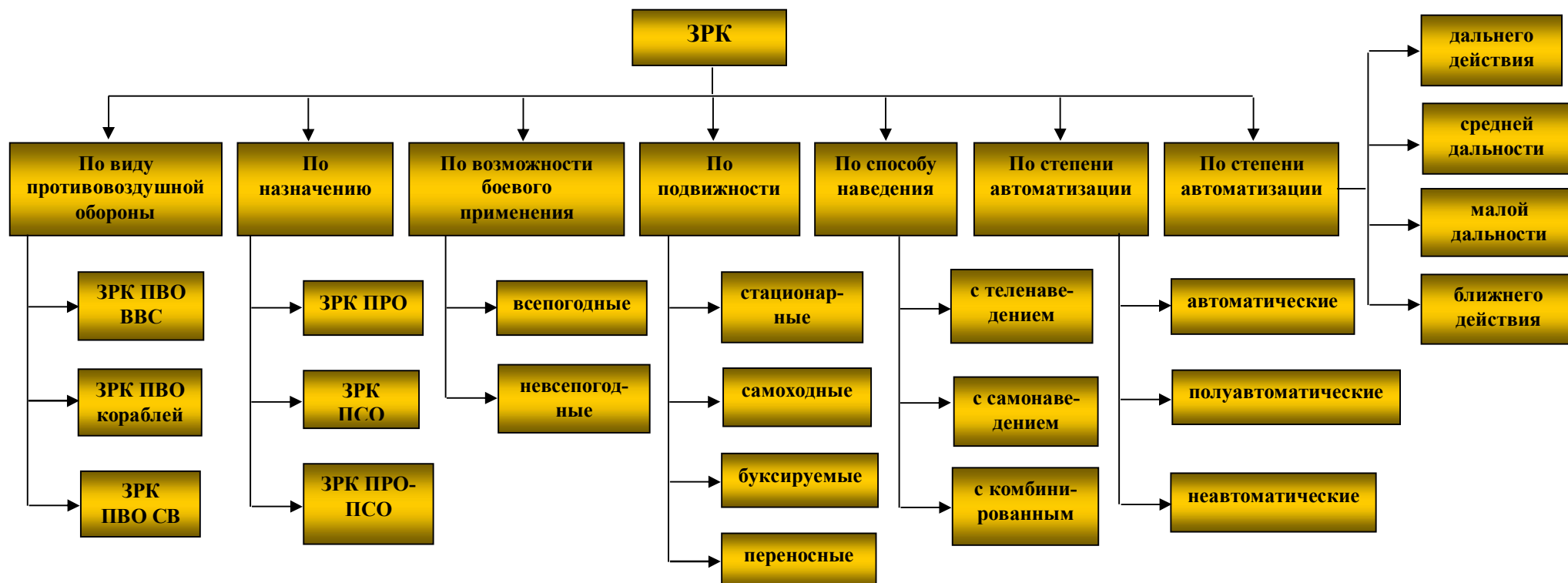


Рис. 14. Классификация зенитных ракетных комплексов

По *способу наведения* ЗУР на цель различают комплексы с теленаведением, с самонаведением, а также с комбинированным наведением.

По *степени автоматизации* процесса наведения рассматривают автоматические, полуавтоматические и неавтоматические комплексы.

По *дальности действия* ЗРК разделяют на комплексы дальнего действия, средней дальности, малой дальности и ближнего действия.

К ЗРК дальнего действия относятся, в первую очередь, ЗРК ПВО ВВС. Они являются всепогодными, могут быть самоходными или буксируемыми. Оснащены ракетами, предназначенными для поражения целей на дальностях свыше 200 км.

ЗРК средней дальности имеют дальность стрельбы в несколько десятков километров. Они наиболее многочисленны, являются всепогодными, автоматическими, могут быть стационарными, самоходными или буксируемыми, и предназначены для решения задач ПВО, как страны, так и кораблей и войск.

К ЗРК малой дальности и ближнего действия относятся комплексы с дальностью стрельбы в несколько километров. В первую очередь они обеспечивают противосамолетную оборону войск и кораблей от низколетящих целей. Как правило, это самоходные или переносные ЗРК.

Принцип действия современных ЗРС заключается в реализации положения о централизованном управлении ЗРК в сочетании с их самостоятельными боевыми действиями.

В соответствии с этим принципом командный пункт ЗРС осуществляет обнаружение и сопровождение, целераспределение и целеуказание по целям, летящим в основном на средних и больших высотах. По целям, сопровождаемым РПН, производится пуск и наведение ракет.

Исходя из изложенного принципа, в системе можно выделить (рис. 15):

- контур управления ЗРК;
- контур наведения ракет на цель.

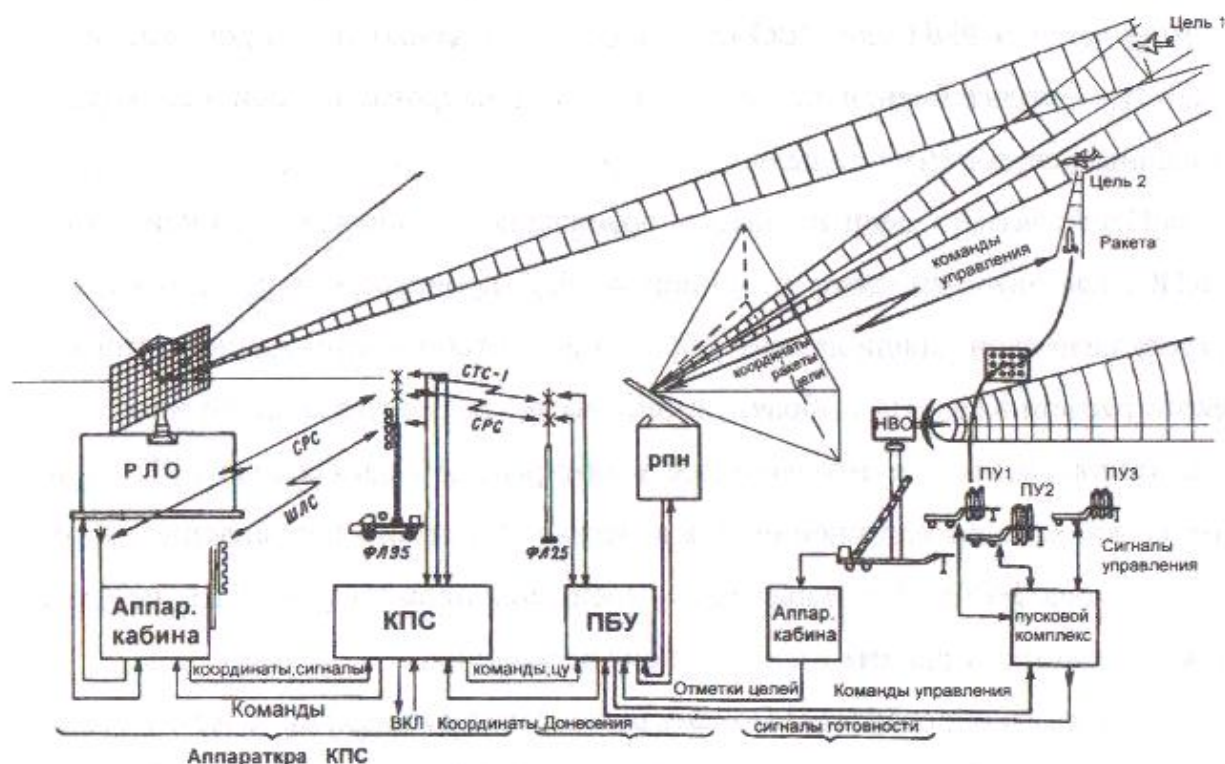


Рис. 14. Принцип действия ЗРС С-300 ПС

Контур управления ЗРК включает:

- радиолокатор обнаружения;
- пункт боевого управления КПС;
- радиолокатор подсвета и наведения ЗРК;
- цель.

ЗРК через РПН поочередно ведут обмен информацией с командным пунктом системы. Замыкается контур через цель.

РЛО осуществляет обнаружение целей в зоне обзора. При появлении на входе приемного устройства РЛО отраженных сигналов производится автоматическое определение координат целей в каждом периоде обзора. Полученные координаты поступают на пункт боевого управления КПС, где производится автоматический захват целей на сопровождение и расчет их траекторий.

По результатам расчета траекторий осуществляется автоматическое распределение целей между готовыми к бою ЗРК. При достижении целями



заданного рубежа производится выдача ЦУ. Отработка целеуказаний в ЗРК производится автоматически. При этом РПН разворачивается на цель по азимуту и осуществляет обзор пространства по угловым координатам, дальности и скорости в пределах *сектора допоиска*. При обнаружении цели в секторе допоиска производится захват ее на сопровождение. После этого может отрабатываться очередное целеуказание.

После захвата цели на сопровождение радиолокатором подсвета и наведения, на КПС поступает точная информация о ее координатах. Эта информация отождествляется с данными по этой цели, полученными от РЛО. При совпадении координат цели КПС продолжает сопровождение цели по данным РПН. РЛО сопровождать такую цель прекращает. При срыве автосопровождения цели РПН, возобновляется ее сопровождение РЛО и целеуказание продолжает поступать на ЗРК. При обнаружении низколетящих целей РПН или НВО, боевой расчет *зрдн* производит их захват на сопровождение РПН.

После захвата цели на автосопровождение информация по ней поступает на КПС, где проводится оценка возможности обстрела цели данным или другим ЗРК. На выбранный ЗРК выдается целеуказание по низколетящей цели, подтверждающее необходимость обстрела. На остальные ЗРК выдается азимут этой же низколетящей цели в качестве запретного направления работы для их НВО.

*Контур наведения* обеспечивает управление полетом ракет в процессе их наведения.

Контур наведения включает в себя:

- РПН;
- цель;
- ракету;
- линии радиовизирования целей и ракет и линии радиотелеуправления.

Для поражения целей, сопровождаемых РПН, необходимо обеспечить

встречу ракеты с целью в зоне поражения. Для этого сначала определяется момент пуска ракет, информация о котором отображается на индикаторах РПН. Также на индикаторах РПН отображается результат определения государственной принадлежности цели.

Перед пуском ЗУР, с РПН на пусковой комплекс выдаются команды для проведения предстартовой подготовки ракет. После пуска ЗУР, РПН захватывает ее на сопровождение, начинается управляемый полет ракеты в соответствии с реализуемым в ЗРК методом наведения. Координаты цели и ракеты определяются РПН, по ним определяются величины рассогласования положения ракеты относительно расчетной траектории и формируются команды управления ракетой, которые через РПН передаются на борт ЗУР. За несколько секунд до точки встречи ракеты с целью выдаются команды на радиовзрыватель для подрыва боевой части ЗУР. В момент подрыва боевой части в РПН фиксируются величины промаха ракеты относительно цели. По ним автоматически оцениваются результаты стрельбы.

Несмотря на большое многообразие современных зенитных ракетных систем, общая схема их принципа действия примерна одинакова.

### ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

На самостоятельной подготовке более подробно ознакомится с материалом данного занятия, и дополнить свои конспекты.