

**ЗЕНИТНАЯ РАКЕТНАЯ СИСТЕМА С-25.
ЧАСТЬ 2. ЗЕНИТНЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ РАКЕТЫ СЕМЕЙСТВА В-300**
**THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM S-25. PART 2.
ANTI-AIRCRAFT GUIDED MISSILES OF THE FAMILY V-300**

По представлению академика РАН В.В. Селиванова

А.О. Метельский, В.А. Марков, В.И. Пусев

МГТУ им. Н.Э. Баумана

A.O. Metelsky, V.A. Markov, V.I. Pusev

Рассматриваются зенитные управляемые ракеты (ЗУР) зенитной ракетной системы (ЗРС) С-25. В работе выделены общие системные и конструкционные особенности ЗУР семейства В-300, показана эволюция развития ЗУР семейства, отмечены причины появления широкой номенклатуры ЗУР В-300. Подробно рассмотрены ЗУР, принятые на вооружение, с указанием их основных характеристик. В описании ЗУР особое внимание уделяется компоновочной схеме, конструктивным особенностям и характерным отличиям от более ранних ЗУР В-300. Также рассмотрены ЗУР, оснащённые ядерными (специальными) боевыми частями (СБЧ).

Ключевые слова: зенитная управляемая ракета, жидкостный ракетный двигатель, газовые рули, радиовзрыватель, боевая часть, аэродинамические рули, радиокомандное управление.

The second part of the article is devoted to the consideration of anti-aircraft guided missiles of the anti-aircraft missile system S-25. In this paper, system and structural features of the V-300 anti-aircraft guided missiles are considering, the evolution of the system's missiles is shown, and reasons for the appearance of a wide range of V-300 missiles are noted. Considered in detail samples of missiles adopted for service, with an indication of their characteristics. In the description of anti-aircraft guided missiles, special attention is paid to their layout, specifying their design features and characteristic differences from earlier missiles. Considered anti-aircraft guided missiles equipped with nuclear warheads.

Keywords: anti-aircraft guided missile, liquid rocket engine, gas rudders, radio fuse, warhead, aerodynamic steering wheels, radio control.

ЗУР семейства В-300. ЗУР ЗРС С-25 принято объединять в семейство под общим обозначением В-300, так как они имеют ряд общих системных и конструктивных особенностей [1–4]: диаметр 0,65 м, длина около 12 м, вертикальный старт со стационарной открыто расположенной позиции (пускового стола), одноступенчатая схема с жидкостным ракетным двигателем (ЖРД), аэродинамическая схема «утка», наличие двух органов управления (газовых и аэродинамических рулей), крестообразное расположение кры-

лев и аэродинамических рулей, радиокомандный метод наведения.

Разнообразие ЗУР системы обусловлено тем, что как на этапе разработки ЗРС С-25, так и на этапах её дальнейшего совершенствования рассматривались различные варианты исполнения наиболее важных агрегатов ЗУР В-300. Например, конкуренция между ОКБ-2 (главный конструктор (ГК) — Исаев А.М. (1908–1971)) и ОКБ-3 (ГК — Севрук Д.Д. (1908–1994)), работавшими ЖРД для ЗУР, обусловила

появление ЗУР 207 и 207А, а также 217 и 217М [1, 5]. Различие указанных ЗУР состояло, главным образом, в ЖРД, спроектированных упомянутыми ОКБ. В то же время, создание на основе принятых на вооружение ракет данного семейства ЗУР с СБЧ или их глубокая модернизация в варианте с БЧ обычного снаряжения, приводило к расширению номенклатуры ЗУР ЗРС С-25. На рис. 1 представлены результаты исследования по систематизации эволюции развития ЗУР семейства В-300. На рис. 1 показано, что в разное время одни и те же ЗУР могли иметь различную

индексацию. Кроме того, образовалось подсемейство ракет на базе ЗУР 217М. Рассмотрим индивидуальные особенности принятых на вооружение ЗУР семейства В-300.

ЗУР 205

Она стала первой отечественной ЗУР, принятой на вооружение, и в то же время первой ЗУР семейства В-300 [1–4]. Данная ЗУР, получившая заводской индекс 205, (рис. 2 [6]) была разработана ОКБ-301, возглавляемым ГК

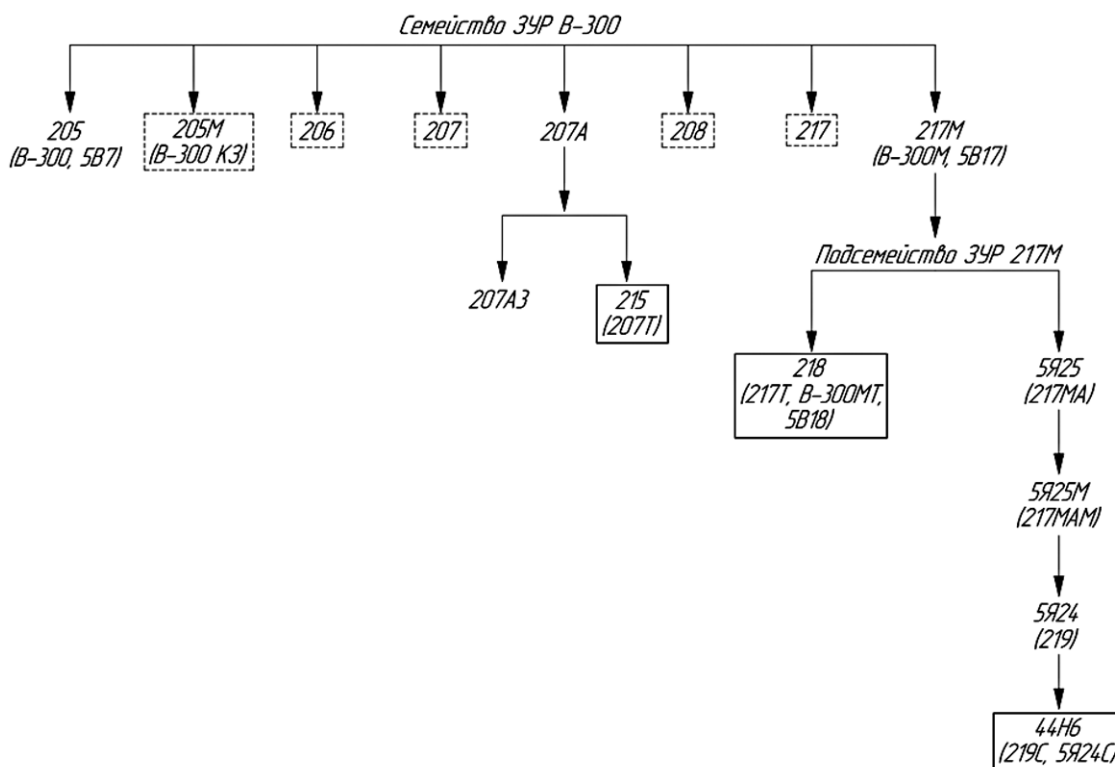


Рис. 1. Эволюция ЗУР семейства В-300. Штриховыми рамками выделены ЗУР, которые не поступили на вооружение, сплошными — ЗУР с СБЧ

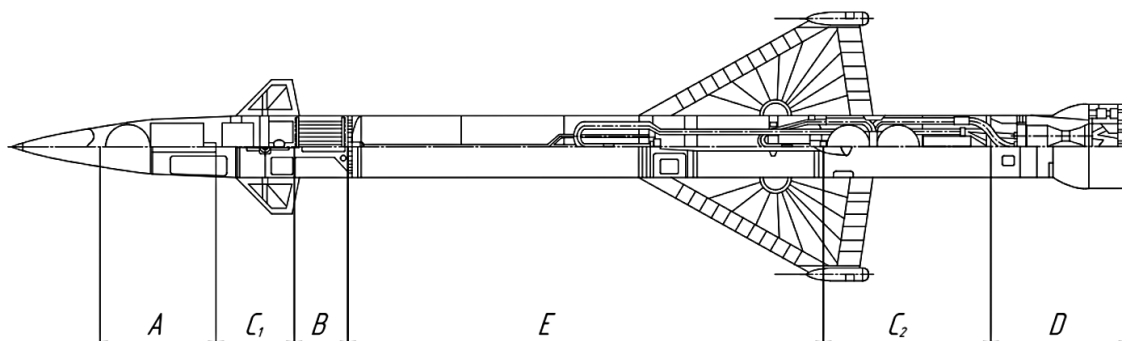


Рис. 2. Компонентная схема ЗУР 205:

А — головной отсек; С1, С2 — приборные отсеки; В — отсек БЧ; Е — топливный отсек; D — ЖРД

С.А. Лавочкиным (1900–1960) [1–4]. Ведущим конструктором при её создании был Н.С. Черняков (1915–1998) [2]. Четырёхкамерный ЖРД для ЗУР, получивший индекс С09.29, разрабатывался отделом № 9 НИИ-88 (позднее — ОКБ-2) ГК А.М. Исаева [1]. Бортовая аппаратура разрабатывалась в КБ-1 (в настоящее время — НПО «Алмаз» им. академика А.А. Расплетина) ГК П.Н. Куксенко (1896–1980) и С.Л. Берией (1924–2000) [1], а бортовые источники электропитания — в НИИП (ГК — Н.С. Лидоренко (1916–2009)) [2].

26 апреля 1953 года в ходе государственных испытаний на полигоне Капустин Яр ЗУР 205 впервые был сбит четырёхмоторный стратегический бомбардировщик Ту-4 (аналог американского В-29 « Superfortress»). Это событие ознаменовало рождение отечественного зенитного управляемого ракетного оружия [1, 3].

ЗУР 205 имела следующую компоновку: в переднем отсеке находились шар-баллоны автопилота (АП) и системы подачи топлива; за ними следовал радиовзрыватель (РВ) Е-601 и аппаратура АП; затем следовали рулевые машинки аэродинамических рулей; в следующем отсеке располагалась осколочно-фугасная (ОФ) боевая часть (БЧ) Е-600; далее находились баковые отсеки (окислитель, горючее); в коротком межбаковом отсеке были установлены рулевые машинки элеронов; в хвостовом отсеке размещались ещё два шар-баллона со сжатым воздухом системы подачи топлива, аппаратура радиокомандного управления и ЖРД. Позади ЖРД размещались четыре газовых руля, закреплённых на сбрасываемой трубчатой ферме [1, 7]. Крылья ракеты имели треугольную форму со стреловидностью 60° по передней кромке. Управление по каналам тангажа и курса

осуществлялось аэродинамическими рулями, а по каналу крена — установленными на крыльях элеронами. ЗУР 205 имела среднюю скорость 545 м/с и максимальную — 1111 м/с. В полёте она испытывала перегрузки от 4 до 2 единиц в диапазоне высот от 3 до 25 км [7, 9].

Первоначально рассматриваемой ЗУР было присвоено обозначение В-300, однако с появлением других ЗУР ЗРС С-25 за ней было закреплено обозначение 5В7 [9, 10]. ЗУР 205 поступила на боевое дежурство в 1955 году в составе частей 6-го (восточного) корпуса Первой армии ПВО особого назначения. Она находилась в расположении зенитных ракетных полков (ЗРП) вплоть до проведения второго этапа модернизации ЗРС С-25 [3].

ЗУР 207А

Разработчик — ОКБ-301 (ГК — С.А. Лавочкин). По сравнению с ЗУР 205, в ЗУР с заводским индексом 207А (рис. 3 [1]) имелись следующие отличия [1, 3, 11]:

- использование разработанного ОКБ-2 (ГК — А.М. Исаев) нового однокамерного ЖРД С2.260: тяга увеличена до 9 т, удельный импульс увеличен на 5% (221 кгс·с/кгс), масса снижена с 110 до 66 кг, более чем вдвое сокращена длина;
- сокращён запас сжатого воздуха с 67,5 кг до 42,5 кг;
- использованы облегчённые до 12,4 кг сбрасываемые газовые рули (без фермы);
- длина ЗУР увеличена до 11,425 м;
- стартовая масса снижена на 180 кг (масса полностью снаряжённой ЗУР с газовыми рулями составляла 3420 кг);
- снижена масса и улучшена технологичность крыльев;

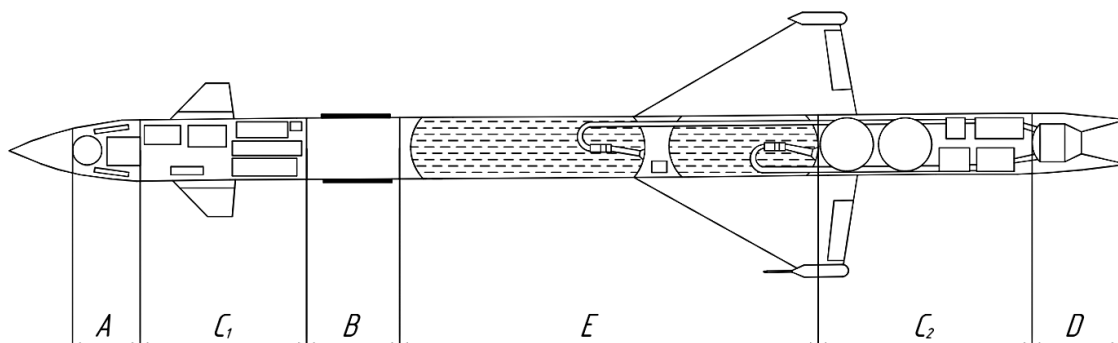


Рис. 3. Компоновочная схема ЗУР 207А: А — головной отсек; С1, С2 — приборные отсеки; В — отсек БЧ; Е — топливный отсек; D — ЖРД

ж) усовершенствовано крепление качалок элеронов;

з) смещение крыльев в направлении, противоположном полёту;

и) совмещение в одной плоскости осей аэродинамических рулей;

к) сокращение числа отсеков ЗУР с шести до пяти;

л) использование новой мультикумулятивной БЧ В-196;

м) использование РВ Е-501 (другое обозначение — 515).

Масса неокончательно снаряжённой ЗУР составляла 1477 кг, масса окислителя — 1490 кг, а масса горючего — 390 кг [11].

Государственные испытания ЗУР 207А проходили на полигоне Капустин Яр [1, 3]. ЗУР 207А имела среднюю скорость 515 м/с и максимальную — 1020 м/с. В полёте она также испытывала перегрузки от 4 до 2 единиц в диапазоне высот от 3 до 25 км [8, 9]. ЗУР 207А поступила на вооружение в 1955 г., одновременно с ЗУР 205. Ей оснащались ЗРП 1-го (южного), 10-го (северного) и 17-го (западного) корпусов Первой армии ПВО особого назначения [3]. В последующем на вооружение поступила модификация ЗУР 207А с осколочно-фугасной (ОФ) БЧ направленного действия НОД-207А. Данная модификация ЗУР, очевидно, получила обозначение 207А3 [3, 10].

ЗУР 215

ЗУР 215, известная также под индексом 207Т (индекс ЗУР был изменён на 207Т приказом министра обороны от 22 июля 1957 года [3]) или под неофициальным названием «Татьяна», стала первой отечественной ЗУР с СБЧ. Разработка ЗУР также велась ОКБ-301 на основании постановления Совета Министров СССР (СМ СССР) от 22 марта 1955 года. Основой для её

создания послужила ЗУР 207А [3, 5]. Главными же отличиями от ЗУР 207А были использование СБЧ С2, дублирование основных систем управления ЗУР и каналов её наведения радиолокационной станцией Б-200, введение конструктивных и технологических улучшений, а также некоторые другие мероприятия, призванные повысить надёжность и безопасность ЗУР при эксплуатации [1, 3]. Следует отметить, что отсек СБЧ был теплоизолированным, а также имел электрообогреватель и автоматику включения и отключения электрообогрева [1, 3, 12]. ЗУР 215 имела стартовую массу 3480 кг, тягу ЖРД 9000–3900 кгс и максимальную скорость 1000 м/с [12]. Государственные испытания ЗУР были проведены на полигоне Капустин Яр 19 января 1957 года в рамках операции «ЗУР-215» [13, 14]. Позднее государственные испытания были повторены 6 сентября 1961 года уже в рамках операции «Гроза» [13, 14].

ЗУР 217М

ЗУР, давшая начало одноимённому подсемейству (рис. 4 [2]), создавалась ОКБ-301 в рамках второго этапа модернизации ЗРС С-25. Однако, внезапная кончина С.А. Лавочкина помешала завершить отработку ракеты, и работы по ЗУР с заводским индексом 217М из перегруженного работой ОКБ-301 были переданы в КБ-82 (с 1965 г. — МКБ «Буревестник») под руководством А.В. Потопалова (1915–1986) [2, 3, 5].

Новая ЗУР (известная также под индексами В-300М и 5В17 [10, 11]) имела следующие отличия от ЗУР 207А [5, 12, 15, 16]:

а) использован более мощный ЖРД С5.1 с тягой 17000–5000 кгс;

б) применены новые блоки аппаратуры радиопередачи и радиовизирования;

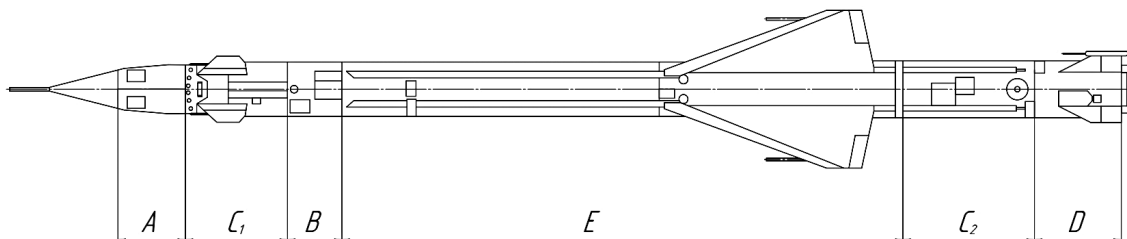


Рис. 4. Контурный чертёж ЗУР подсемейства 217М: А — головной отсек; С1, С2 — приборные отсеки; В — отсек БЧ; Е — топливный отсек; D — ЖРД

в) использована новая ОФ БЧ направленного действия Ф-280;

г) применён импульсный РВ Е-802М, заменённый позднее на Е-802М-П;

д) изменены обводы корпуса и геометрия крыла, появились хвостовые стабилизаторы с консолями треугольной формы;

е) антенны радиоправления и радиовизирования размещены на законцовках консолей хвостовых стабилизаторов;

ж) сокращение числа газовых рулей с четырёх до двух;

з) приёмники воздушного давления (ПВД) размещены на вертикальных консолях крыльев;

и) в конструкции применены титановые сплавы и другие новые материалы;

к) применение радиопрозрачного носового обтекателя из стеклопластика с повышенной температуростойкостью наполнителя.

ЗУР 217М была рассчитана на выдерживание перегрузок до 14 единиц [12].

Основные технические характеристики некоторых ЗУР подсемейства 217М представлены в таблице [12, 15–20].

ЗУР 218

Согласно постановлению СМ СССР от 18 мая 1957 года, в ОКБ-301 наряду с основным вариантом ЗУР 217М разрабатывалась её модификация, оснащённая СБЧ. Данная ЗУР получила заводской индекс 217Т, заменённый вскоре на 218 [5]. Как и в случае с ЗУР 217М, работы по её доводке были завершены уже в КБ-82 (ГК — А.В. Потопалов).

ЗУР 218 имела следующие характеристики [12, 20]:

– длина (с газовыми рулями и трубкой ПВД) — 12,875 м;

– размах крыльев (с законцовками) — 2,735 м;

– стартовая масса — 4038,5 кг;

– тяга ЖРД 17000-5000 кгс;

– максимальная скорость — 1500 м/с.

В то же время, ЗУР 218 имела следующие отличия от ЗУР 217М [12, 19, 21]:

а) использована новая СБЧ РА-4;

б) использован РВ 5Е19, позволяющий поражать цели-постановщики активных помех;

Таблица

Основные технические данные некоторых ЗУР подсемейства 217М

Название характеристики/индекс ЗУР	217М	5Я25М	5Я24
Длина (с газовыми рулями и трубкой ПВД), м	12,856	12,883	12,975
Размах крыльев (с законцовками), м	2,735	2,734	2,734
Размах воздушных рулей (с законцовками), м	1,426	1,426	1,426
Размах стабилизаторов (горизонтальный / вертикальный), м	1,100/1,048	1,100/1,048	1,100/1,048
Размах газового руля, мм	91	91	91
Стартовая масса ракеты, кг	3975 ⁺²⁵ ₋₂₀	4143 ⁺²⁵ ₋₂₀	4143 ⁺³⁰ ₋₁₅
Масса окислителя в баке, кг	1919,8	1930,88	1930,88
Масса горючего в баке, кг	627,8	590,9	590,9
Масса воздуха в системе ЖРД, кг	14,9	16,2	16,2
Масса воздуха в системе АП, кг	10,3	11,6	11,6
Максимальная скорость, м/с	1560	1560	1560
Средняя скорость на высоте 30 км, м/с	700–750	700–750	700–750
Перегрузка в диапазоне высот от 25 км до 30 км	6-3	6-3	6-3
Индекс БЧ, тип	Ф-280, ОФ направленного действия	5Ж91, ОФ направленного действия	5Ж97, ОФ с управляемым полем поражения
Масса БЧ (без ПИМ), кг	280	390	382
Индекс РВ	Е-802М, Е-802М-П	5Х48	82В6

в) применена пневмогидравлическая система регулировки тяги;

г) дублированы приборы радиуправления и радиовизирования, а также приборы и агрегаты бортового оборудования;

д) демпфирующие гироскопы автопилота вынесены в район центра масс ракеты для улучшения виброрежима;

е) применена более надёжная, по сравнению с ЗУР 207Т, система предохранения и ликвидации ракеты;

ж) введены два режима работы ЗУР: с подрывом по команде от станции наведения и с подрывом от РВ 5Е19;

з) применение пневморегулятора ЖРД;

и) применение датчика предельных ускорений (для фиксации момента разрушения ЗУР при самоликвидации);

к) применение теплоизолированного отсека БЧ с электрообогревателем и автоматикой включения и выключения нагрева.

Помимо заводских индексов 217Т и 218, в некоторых источниках встречаются такие обозначения ЗУР, как В-300МТ и 5В18 [10, 11]. Государственные испытания ЗУР 218 проводились на полигоне Сары-Шаган [10].

ЗУР 5Я25 и 5Я25М

ЗУР 5Я25, имевшая заводской индекс 217МА, разрабатывалась в КБ-82 (с 1965 г. — МКБ «Буревестник», ГК — А.В. Потопалов) в период с 1964 по 1965 гг. Создание ЗУР проводилось в рамках третьего этапа модернизации ЗРС С-25. ЗУР оснащалась новым ЖРД 5Д25 с повышенным удельным импульсом, новым автопилотом с двухканальной системой стабилизации и новой радиоаппаратурой 5У18. По сравнению с предшествующими образцами, была значительно повышена манёвренность ЗУР, особенно на малых высотах. Максимальная скорость — 1560 м/с, а диапазон высот поражения целей был расширен до 1,5–35 км. За счёт использования наведения на пассивном участке дальность пусков ЗУР увеличена до 56 км [3, 5]. Кроме того, ЗУР содержала более мощную ОФ БЧ направленного действия 5Ж91 и РВ Е-802М-II [3, 5].

Вариант ЗУР, усовершенствованный в рамках первой очереди четвёртого этапа модернизации и получивший наименование 5Я25М (завод-

ской индекс — 217ММ), отличался в основном наличием нового РВ 5Х48 повышенной помехозащищённости и наличием предохранительного переключателя ПП-2П, выдающего сигнал на самоликвидацию ракеты после 70 секунд полёта на пассивном участке траектории [5, 17]. Основные технические характеристики ЗУР 5Я25М представлены в таблице.

ЗУР 5Я24

ЗУР 5Я24 была разработана на базе ЗУР 5Я25М в МКБ «Буревестник» (ГК — А.В. Потопалов) в период с 1972 по 1976 г.г. Создание ЗУР, имевшей заводской индекс 219 [2, 9], проводилось в рамках второй очереди четвёртого этапа модернизации ЗРС С-25 [5]. Для повышения устойчивости в сложной радиоэлектронной обстановке ракета оснащалась помехозащищённой аппаратурой 5У31. Вероятность поражения цели была увеличена за счёт применения новой ОФ БЧ 5Ж97 с управляемым полем поражения. Повышенная маневренность ракеты достигалась применением автоматической системы форсажа ЖРД при условии наведения по методу «трёхточка» [5, 18]. Основные технические характеристики ЗУР 5Я24 представлены в таблице.

Кроме того, ЗУР 5Я24 по сравнению с ЗУР 5Я25М отличали [18]:

а) возможность поражения самолётов–постановщиков помех и более эффективное поражение целей, летящих с большими курсовыми углами, а также лучшее действие по целям в области нижней границы зоны поражения;

б) повышенная помехозащищённость аппаратуры радиуправления, радиовизирования и радиостробирования;

в) возможность автономной принудительной остановки двигателя для исключения разрушения ракеты при скоростном напоре, превышающем предельно допустимое значение.

ЗУР 44Н6

Данная ЗУР (рис. 5), оснащённая СБЧ, стала последней принятой на вооружение ЗУР семейства В-300. ЗУР 44Н6 (заводской индекс — 219С [2, 9]), имевшая первоначальное обозначение 5Я24С, разрабатывалась в МКБ «Буревестник» в период с 1976 по 1978 гг. Создание ЗУР проводи-

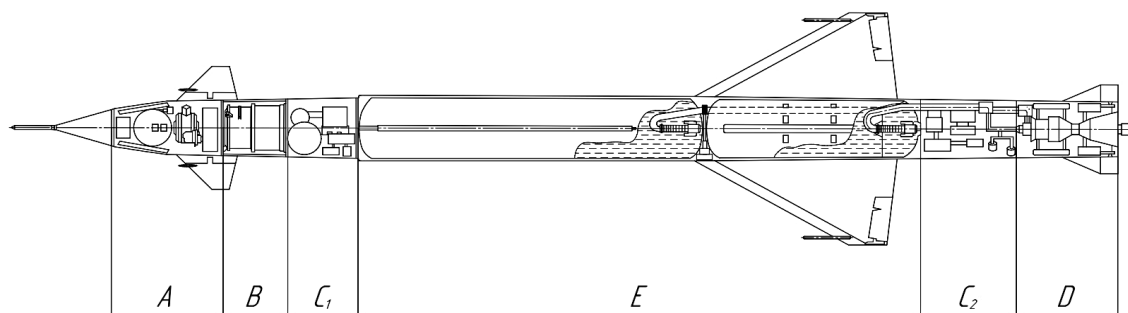


Рис. 5. Компоновочная схема ЗУР 44Н6: А — головной отсек; C1, C2 — приборные отсеки; В — отсек СБЧ; Е — топливный отсек; D — ЖРД

лось в рамках второй очереди четвёртого этапа модернизации ЗРС С-25 [5].

ЗУР 44Н6 была разработана на основании постановления ЦК КПСС и СМ СССР №734-273 от 4 октября 1973 года на базе ЗУР 5Я24 для замены находящихся на вооружении и выработывающих свой ресурс ЗУР 218.

ЗУР 44Н6 имела следующие отличия от 5Я24:

- а) использование СБЧ ТА26 переменной мощности;
- б) введение кодировочного устройства в составе замка-шифратора АЗЭб;
- в) использование РВ 5Е19 (как и в ЗУР 218);
- г) применение аппаратуры радиуправления, радиовизирования и радиостробирования 5УЗ1Н;
- д) использование ампульной батареи П-1;
- е) введение датчика предельных углов (ДПУ-М) и блока контролируемых гироскопов;
- ж) крылья вместе с баками перемещены на 400 мм, а положение центра масс изменено за счёт перекомпоновки бортового оборудования (в связи с тем, что СБЧ имела меньшую массу, чем БЧ обычного снаряжения);
- з) установка приёмников воздушного давления (ПП-5) на верхних и нижних крыльях для обеспечения работы барометрической системы СБЧ;
- и) изменение технологии крепления лобового обтекателя к передней стенке крыла в связи с применением односторонней клёпки (в целях улучшения технологичности процесса сборки);
- к) дублирование основных электрических цепей, контактов и разъёмов с применением элементов с индексом «ОС».

На этом развитие ЗУР семейства В-300 завершилось.

Заключение

Разработка и реализация проекта ЗРС «Беркут»/С-25 по праву считается одним из самых масштабных и дорогостоящих в СССР на начальном этапе «холодной войны». В приоритете данный проект был сопоставим лишь с программой разработки ядерного оружия [4]. Можно отметить, что разработку ЗРС «Беркут» (Третье главное управление при СМ СССР) и атомный проект (Первое главное управление при СМ СССР) курировал член Политбюро ЦК КПСС Л.П. Берия (1899–1953). Это в очередной раз подчёркивает исключительную важность выполняемой задачи. Создание ЗРС С-25 стало не только пионерской разработкой, но и школой для подготовки инженерных кадров, позволившей сформировать богатый задел для дальнейшей разработки новых систем и комплексов ПВО, благодаря которым СССР утвердился в качестве лидера в области зенитного ракетного вооружения (ЗРВ).

ЗРС С-25, воплотив последние достижения науки и техники тех лет, стала первой во многих аспектах и простояла на боевом дежурстве более 30 лет. И всё же, несмотря на всю грандиозность ЗРС С-25 и её неоспоримую роль в становлении отечественного ЗРВ, она по-прежнему остаётся малоизвестной и если и упоминается в литературе, то нередко с незаслуженным пренебрежением. Так, например, в рассмотрение отечественных ЗУР начинается с зенитного ракетного комплекса СА-75 «Двина», но при этом не обходятся вниманием несостоявшиеся проекты разработки ЗУР в нацистской Германии. Таким образом, одной из целей работы является восстановление исторической справедливости.

Авторы выражают благодарность выпускнику кафедры СМ4 «Высокоточные летательные

аппараты» МГТУ им. Н.Э. Баумана Медельцеву А.А., который принимал участие в сборе и анализе материалов и информации о ЗРС С-25.

Литература

1. Ангельский Р. Ракетные леса Подмосковья. Часть I // Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра. 2002. № 3. С. 9–14.

2. Ганин С.М. Первая отечественная зенитная ракетная система ПВО Москвы — С-25 «Беркут» // Невский бастион. Военно-технический сборник. 1997. № 2. С. 25–32.

3. Серов Г.П. В-300 — наша первая зенитная ракета. URL: <https://aviator.guru/blog/43701467987/V-300-%E2%80%93-nasha-pervaya-zenitnaya-raketa> (дата обращения 17.12.2018).

4. Василин Н.Я., Гуринович А.Л. Зенитные ракетные комплексы: справочник. — Минск: Изд-во «Попурри». 2002. 463 с.

5. Ангельский Р. Ракетные леса Подмосковья. Часть II // Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра. 2002. № 4. С. 13–18.

6. Памятник «Ракета В-300». Зенитно-ракетная система С-25 «Беркут». Изделие «217М» зав. № 6222618/6222655. URL: <http://c-25.su/> (дата обращения 18.12.2018).

7. Система противовоздушной обороны г. Москвы. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 25.04.2019).

8. Отчёт о государственных испытаниях ракеты В-300 (типа 207А) в комплексе Б-200, В-300 системы 25. 1955 г. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).

9. Первый отечественный ЗРК С-25. Военное обозрение. URL: <https://topwar.ru/29102-pervyyu-otechestvennyu-zrk-s-25.html> (дата обращения 10.04.2019).

10. Многоканальные стационарные зенитные ракетные комплексы ПВО. Военный паритет. URL: http://www.militaryparitet.com/nomen/russia/rocket/rocketcomplex/data/ic_nomenrussiारocketrocketcomplex/4/ (дата обращения 10.04.2019).

11. Индексные обозначения объектов ПВО. Русская сила. URL: http://русская-сила.рф/guide/army/index_pvo.shtml (дата обращения 10.04.2019).

12. Совокупность научно-исследовательских, опытно-конструкторских и испытательных

работ по коренному расширению тактико-технических характеристик и боевых возможностей систем ЗУРО С-25 и С-75, и созданию методов исследования систем ЗУРО (фотоиллюстрации). URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 25.04.2019).

13. Ядерные взрывы на полигоне Капустин Яр. URL: <http://www.kap-yar.ru/index.php?pg=404> (дата обращения 10.04.2019).

14. Ядерные испытания СССР. Том II: Технологии ядерных испытаний СССР. Воздействие на окружающую среду. Меры по обеспечению безопасности. Ядерные полигоны и площадки. Глава1: Технология проведения ядерных испытаний в атмосфере. Воздействие на окружающую среду. Меры по обеспечению безопасности. П. 1.9: Ядерные взрывы на больших высотах. URL: https://web.archive.org/web/20140406175913/http://www.iss-atom.ru/sssr2/1_9.htm (дата обращения 10.04.2019).

15. Ракета 217М. Техническое описание. Книга 1: устройство ракеты. Общие сведения. — М: Воениздат. 1981. 129 с. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).

16. Ракета 217М. Техническое описание. Книга 4: радиовзрыватель Е-802М-II. — М: Воениздат. 1982. 113 с. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).

17. Ракета 5Я25М. Техническое описание. Книга 1: общие сведения. Устройство ракеты. — М: Воениздат. 1978. 127 с. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).

18. Ракета 5Я24. Техническое описание. Книга 1: общие сведения. Устройство ракеты. — М: Воениздат. 1985. 133 с. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).

19. Зенитный стационарный комплекс С-25 (альбом с характеристиками). URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 10.12.2018).

20. Основные тактико-технические требования к зенитной управляемой ракете В-300 типа 217. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 25.04.2019).

21. Акт комиссии по заводским испытаниям ракеты 218. Том I. 1963. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).

22. Ракета 5Я25М. Техническое описание. Книга 4: радиовзрыватель 5Х48. — М: Воениздат. 1978. 88 с. URL: <http://historykpvo.narod2.ru> (дата обращения 19.12.2018).