

DTIG

Defense Threat
Informations Group

Das Boden- Luft Lenkwaffensystem

SA-10 GRUMBLE

Fachdokumentation

Autor : Adrian Ochsenbein



Version 2.78
Sept 2011

SA-10 GRUMBLE

DoD / NATO-Code:	SA-10A GRUMBLE	SA-10B GRUMBLE	SA-10C GRUMBLE
System:	S-300PT	S-300PS / S-300PMU	S-300PM
Lenkwaffe:	5V55K	5V55KD / 5V55R	5V55RD / 5V55RUD
Länge:	7,11 m	7,11 m	7,25 m
Durchmesser:	448 mm	448 mm	448 mm
Spannweite:	1'036 mm	1'036 mm	1'124 mm
Antrieb:	1 Stufe Feststoff	1 Stufe Feststoff	1 Stufe Feststoff
Gewicht:	1'452 kg	1'590 kg	1'625 kg
Sprengkopf:	133 kg FRAG-HE	133 kg FRAG-HE	133 kg FRAG-HE
Zündung:	Funk Näherungs- und Aufschlagzünder	Funk Näherungs- und Aufschlagzünder	Funk Näherungs- und Aufschlagzünder
Geschwindigkeit:	1'336 m/s	1'336 m/s	1'336 m/s
Reichweite:	7-47 km	5-75 km	5-92 km
Einsatzhöhe:	25-20'000 m	25-25'000 m	25-27'000 m
Lenkung:	INS + RC	INS + SARH + SAGG	INS + SARH + SAGG

Beschreibung:

Die SA-10 GUMBLE ist ein mobiles, allwetterfähiges Langstrecken-Boden-Luft Lenkwaffensystem, zur Bekämpfung von Kampfflugzeugen und Marschflugkörpern in allen Flughöhen. Mit den Ausführungen S-300PS und S-300PM können ballistische Kurzstreckenraketen abgefangen werden.

Entwicklung:

Im Dezember 1966 gab der militärisch-industrielle Komplex (VPK) der UdSSR eine Studie zur Entwicklung eines zukünftigen Flugabwehrsystems in Auftrag. Das zukünftige System sollte gleichsam bei den strategischen Luftverteidigungsstreitkräften (PVO), den Luftverteidigungstruppen der Bodenstreitkräfte (PVO-SV) sowie bei der Marine (VMF) zum Einsatz kommen. Die Ausarbeitung der Studie erfolgte im Konstruktionsbüro MKB Strela (später Almaz) unter der Führung von Aleksandr Raspletin.

Während der Ausarbeitung der Studie sah sich das Projektteam mit weit auseinander klaffenden Bedürfnissen konfrontiert. Die PVO wünschte ein Flugabwehrsystem, das sich zur Bekämpfung von Bombern und überschallschnellen Abstandslenkwaffen eignet. Bei der PVO-SV lag das Hauptaugenmerk beim Abfangen von ballistischen Raketen wie die amerikanische MGM-31 Pershing, sowie bei der Bekämpfung von Hochleistungskampfflugzeugen. Die VMF schliesslich wünschte sich ein System zur Bekämpfung von tieffliegenden Anti-Schiff Lenkwaffen. Ebenso konnte man sich nicht auf einen gemeinsamen Lenkwaffentyp und ein einheitliches Lenkwaffentransportsystem (Raupen- oder Radfahrzeug) einigen.

Schliesslich wurde das Gemeinschaftsprojekt durch Dmitri Ustinov, dem Vorsitzenden vom Zentralkomitee für Rüstungsangelegenheiten 1967 gestoppt. Für die Luftverteidigungstruppen der Bodenstreitkräfte wurde daraufhin das System **S-300V** entwickelt. Für die strategischen Luftverteidigungsstreitkräfte entwickelte man das System **S-300P**. Der Entwicklungsauftrag wurde dem Konstruktionsbüro Almaz in Moskau zugesprochen. Chefdesigner der S-300P wurde Boris Bunkin, welcher das Projekt nach dem Tod von Aleksandr Raspletin weiterführte. Das neue System sollte Ende der 1970er Jahre die veralteten **SA-2 GUIDELINE** und **SA-3 GOA** ersetzen. Ebenso sollte später, wenn genügend Systeme zur Verfügung standen, auch die **SA-1 GUILD** ersetzt werden. Das neue Flugabwehrsystem sollte zum Schutz folgender Objekte eingesetzt werden: Sitze der Regierung, Industriezentren, Kommandoposten der Armeeführung, grosse Militärbasen und Versorgungseinrichtungen, Hafenanlagen, strategische und taktische Flugfelder sowie Lager von Nuklearwaffen. Primär wurde die S-300P zur Bekämpfung überschallschnellen, tieffliegenden Bombern und Kampfflugzeugen konzipiert. Ebenso sollten niedrigfliegende und massiert einsetzbare luft- und seegestützte Marschflugkörper bekämpft werden können. Es wurde ein System mit einem hohen Automatisierungsgrad gefordert, welches auch im Umfeld von starken elektronischen Störmassnahmen (ECM) einsatzfähig ist.

Aleksandr Raspletin formulierte kurz vor seinem Tod die Kerngrundsätze für das zukünftige System S-300P:

- Für das Erstellen der Feuerbereitschaft sollen nicht mehr als fünf Minuten benötigt werden.
- Überwachungs- und Feuerleitrads mit frequenzgesteuerten Phased Array Antennen.
- Eine vernetzte Operationsführung mit einer Feuerleitzentrale, in welcher zeitgleich die Daten von 100 Flugzielen verarbeitet werden können. Diese Feuerleitzentrale soll den Feuerkampf von bis zu sechs Lenkwaffenbatterien koordinieren können.
- Die einzelnen Lenkwaffenbatterien sollen in einem Umkreis von bis zu 40 km von der Feuerleitzentrale operieren können.

Das neue System bekam die Bezeichnung S-300P. Von der NATO bekamen diese Systeme später die Bezeichnung **SA-10 GRUMBLE**. Die Entwicklung der S-300P begann am 27. Mai 1969. Zur Entwicklung der Kernkomponenten wurden an die folgenden Firmen Entwicklungsaufträge erteilt:

- Almaz TkSB: 5N63 Feuerleitradar
- Fakel MKB (ehemaliges Grushin Konstruktionsbüro): 5V55 Lenkwaffe
- Nowosibirsk Messinstrumente NII: 5N64 Überwachungsradar und 5N83 Feuerleitzentrale
- Leningrad KBSM: 5P85 Start- und Transportfahrzeuge (TEL) für die Lenkwaffen

Die Entwicklung der S-300P war gezeichnet von verschiedenen Problemen und Entwicklungsverzögerungen. Viele der Komponenten und Werkstoffe mussten vollkommen neu entwickelt werden. Bei der Entwicklung des äusserst komplexen Systems herrschte ein enormer Zeitdruck und so kam es immer wieder zu grossen Verzögerungen.

Es gab grosse Schwierigkeiten bei der Einwicklung eines entsprechenden Chassis für das Lenkwaffensystem. Man plante, sämtliche Systemkomponenten auf einem modifizierten **MAZ-543** Chassis zu installieren. Beim Entwickler MAZ (Minsker Automobilwerk) kam es aber zu so grossen Verzögerungen, dass man sich schliesslich zu einer anderen Lösung gezwungen sah. Man brachte sämtliche Komponenten auf einem Anhängersystem mit Zugfahrzeugen unter. Das Anhängersystem bekam die Typenbezeichnung **5P85**. Mit diesen Anhängern konnte aber die geforderte Zeit von fünf Minuten für das Erstellen der Feuerbereitschaft nicht eingehalten werden. Die so entstandene Version der S-300P bekam den Systemindex **S-300PT**. Erst nach der Fertigstellung der ersten S-300PT Systeme wurden die Arbeiten an der mobilen Ausführung **S-300PS** wieder aufgenommen.

Die Neuentwicklung der frequenzgesteuerten Phased Array Radarantennen für das 5N63 Feuerleitradar bereitete grosse Probleme. Auch gab es Probleme bei der Entwicklung des **5E26** Feuerleitrechners. Dieser besteht aus drei Parallelrechnern mit 36 Bit (24 Datenbit plus 4 Prüfbit) und fünf Nebenrechnern mit einer Busbreite von 24 Bit. Von den drei Hauptrechnern müssen ständig mindestens zwei im Einsatz sein. Der Hauptrechner wiegt 240 kg. Mittels Ferrit-Ringkernspeichern konnten wenige 100 Kilobyte Speicher realisiert werden. Aus Mangel an geeigneten Softwareentwicklern für die Feuerleitsoftware setzte man Studenten des MFTI Institutes in Moskau ein. Bei der S-300P wurde von Seiten der sowjetischen Entwickler erstmals dem Westen ebenbürtige Technologien (Elektronik) verwendet. Alle bislang in der Sowjetunion eingesetzten Radarsysteme wurden mechanisch gesteuert und basierten noch auf Röhrentechnologie. Die Verwendung von frequenzgesteuerten Phased Array Radarantennen löste bei den westlichen Rüstungsexperten einiges Erstaunen aus. Insbesondere waren die westlichen Rüstungsexperten über das 5N63 Feuerleitradar erstaunt. Dieses ist eine fast exakte Kopie des amerikanischen MPQ-53 Feuerleitrads der MIM-104 PATRIOT. Einem Gerücht zufolge sollen die Unterlagen über die Radartechnologie durch einen polnischen Spionagering bei der Firma Raytheon beschafft worden sein. Auch soll sich der Spionagering später die Unterlagen über das TVM- Lenksystem der PATRIOT-Lenkwaffen bei der Firma Lockheed Martin besorgt haben. Diese Behauptungen wurden von Seiten der damaligen sowjetischen Regierung dementiert. Ihrer Aussage zufolge wurde einzig die Idee der Lenkwaffensteuerung kopiert.

Auch die Entwickler der 5V55 Lenkwaffe bei Fakel MKB hatten Schwierigkeiten, die Leistungsvorgaben zu erfüllen. Insbesondere gab es Probleme mit der halbaktiven Lenkwaffen-Radarlenkung sowie dem dazugehörigen SAGG-System. Bei Tests wurde festgestellt, dass der halbaktive Radarsuchkopf und das SAGG-System in Flughöhen unter 500 m nicht funktionierten. Man entschied sich, die Lenkwaffen vorerst mit einer Funkkommando-Lenkung auszurüsten. Dieser Lenkwaffentyp bekam die Bezeichnung 5V55K (V-500K). Der erste Testschuss mit einer 5V55.2T Prototyp-Lenkwaffe erfolgte am 4. März 1970 auf dem Testgelände Sary Shagan. Der erste Test einer 5V55R (V-500R) Lenkwaffe mit halbaktiver Radarlenkung erfolgte erst im Dezember 1972. Diese Lenkwaffe sollte erst viel später, mit der Einführung der mobilen S-300PS, die Einsatzreife erlangen. Die ersten 5V55K Lenkwaffen wurden direkt aus den Transportbehältern gestartet. Das

Raketentriebwerk zündete im Transportbehälter (sog. Hot Launch) und befördert die Lenkwaffe aus dem Startbehälter. Dieses Startverfahren führte immer wieder zu Beschädigungen an den Lenkwaffen und Startfahrzeugen. Daraufhin entwickelte Petr Grushin ein Startverfahren, bei welchem die Lenkwaffen mittels Gasdruck aus dem Startbehälter auf eine Höhe von ca. 20 m geschossen werden. Erst jetzt zündet das Raketentreibwerk. Die Entwicklung der 5V55K Lenkwaffen war anfangs März 1979 abgeschlossen.

Die ersten Tests mit einem kompletten S-300PT System erfolgten in den Jahren 1973 bis 1975. Nach dieser ersten Testserie begann man bereits mit der Serienproduktion der ersten Komponenten. Die abschliessenden, werkinternen Systemtests dauerten von Ende 1975 bis im November 1977. Während dieser Zeit wurden über 1'200 simulierte Bekämpfungsabläufe durchgeführt, darunter 200 von extrem tieffliegenden Zielen. Ebenso wurden verschiedene Male Gruppen von 8-10 Drohnen bekämpft. Abschliessend erfolgte ein Test, bei dem ein komplettes S-300PT Bataillon einen Massenangriff von 30 Drohnen mit scharfen 5V55K Lenkwaffen bekämpfte. Von allen Tests wurden 70 im Umfeld von starken elektronischen Störmassnahmen durchgeführt.

Obwohl das S-300PT System die geforderten Leistungen (Mobilität und Lenksystem) nicht erfüllte, begannen im Dezember 1977 die Abnahmetests durch die Staatsbehörden. Solche Abnahmetests dauern normalerweise vier bis sechs Monate. Beim S-300PT System dauerten diese über ein Jahr. Im Oktober 1978 wurde ein abschliessender Test mit scharfen 5V55K Lenkwaffen durchgeführt. Bei diesem Test wurde eine Gruppe von 68 Drohnen gegen zwei S-300PT Bataillone eingesetzt. Von den eingesetzten Drohnen wurden 60 zerstört oder zum Absturz gebracht. Am 23. April 1979 wurde das S-300PT formell in die Bewaffnung der russischen Luftverteidigungstruppen (PVO) aufgenommen und die ersten Systeme wurden an die Truppen ausgeliefert. Darauf folgten die Truppenversuche sowie eine weitere Testserie durch die Truppe. Das erste S-300PT Bataillon war am 23. Februar 1981 einsatzbereit.

Das SA-10 System wurde nach der Einführung in der Sowjetunion und in den Staaten des Warschauer Paktes laufend modernisiert und der aktuellen Bedrohungslage angepasst. In den 1980er Jahren entstanden folgende Ausführungen der SA-10 GRUMBLE:

SA-10A GRUMBLE (S-300PT Biryuza)

Die Grundversion S-300PT wurde für den Einsatz in ortsfesten Stellungen konzipiert. Der Kürzel P steht für PVO = Strategische Luftverteidigungstreitkräfte. Der Kürzel T steht für Transportiruemyi = Transportfähig. Eine komplette Batterie trägt die Bezeichnung **5Zh15**. Das gesamte System ist transportfähig und auf einem Anhängersystem untergebracht. Die Lenkwaffen sind auf dem **5P851** Anhänger untergebracht. Ein Anhänger ist mit jeweils vier **5P86** Lenkwaffenbehältern bestückt. Zum Erstellen der Feuerbereitschaft muss der Anhänger zuerst in eine vorbereitete Stellung gebracht werden. Dann muss er vom Zugfahrzeug abgekoppelt werden. Danach wird er auf Spreizbeine gestellt und abgesenkt. Ebenso müssen die Arme der Anhängerkupplung auf die Seite geschwenkt werden. Erst danach können die vier Lenkwaffenbehälter über die Anhängerfront, in einem 90° Winkel aufgerichtet werden. Die Stromversorgung der Anhänger erfolgt durch einen Festanschluss an dem Stromnetz des Stützpunktes. Alternativ kann die Stromversorgung auch durch eine Kabelverbindung vom Transportfahrzeug erfolgen. Die Datenübertragung zwischen den einzelnen Start- und Radarsystemen erfolgt mit Kupferkabel. Das Erstellen der Feuerbereitschaft dauert je nach Stellungsraum 30-60 Minuten.

Zur Feuerleitung und Zielverfolgung wird das **FLAP LID-A (5N63)** Feuerleitradar eingesetzt. Dieses Radarsystem ist auf einem FR-10 Anhänger untergebracht. Als Zugmaschine wird ein Ural-357, KrAZ-255 oder KrAZ-258 6x6 LKW verwendet. Zum Transport ist die Radarantenne auf das Fahrzeugdach abgesenkt. Für den Betrieb wird die Antenne in einem Winkel von 30° angestellt. Das Radarsystem besitzt eine passive, frequenzgesteuerte Phased Array Antenne (PESA). Die Sendeantenne hat eine Fläche von rund 2,75 m² und ist mit rund 16'000 Transmittern ausgerüstet. Die Nebenradarkeule wird mit einem Unterdrückungssystem klein gehalten, was eine Bekämpfung mit Anti-Radar Lenkwaffen (ARM) erschwert. Ebenso verfügt es über ein System zur Freund-Feind-Erkennung (IFF). Das Radar ist speziell auf das Erfassen und Verfolgen von tieffliegenden Luftzielen ausgelegt. Es führt gleichzeitig die Ermittlung der Zieldaten sowie die Suche nach weiteren Luftzielen durch (Track-while-scan). Der 5N63 Radarkomplex besteht aus einem Containersystem. Der Container mit der Radarantenne trägt die Bezeichnung **F-1**. In einem weiteren Container, genannt **F-2**, ist die Operationszentrale für die Operateure untergebracht. Im **F-3A** Container sind der Feuerleitrechner und die elektronischen Komponenten untergebracht. An einem 5N63 Radarkomplex können bis zu vier F-3A Container angeschlossen werden. Pro F-3A Container können jeweils drei 5P851 Lenkwaffenwerfer angeschlossen werden, was eine maximale Anzahl von 12 5P851 Lenkwaffenwerfer pro Batterie ermöglicht. Die F-3A Container können bis zu 500 m von dem Feuerleitradar entfernt platziert werden. Mit dem 5N63 Radarkomplex kann eine einzelne Batterie gleichzeitig drei Ziele mit sechs Lenkwaffen

bekämpfen. In bewaldetem oder stark kupiertem Gelände kann der F-1 Radarcontainer auf dem 15 m hohen **40V6** Mast aufgebaut werden. Der 40V6 Mast ist auf einem ChMAP Anhänger untergebracht. Das Aufstellen dieses Mastes dauert rund 40 Minuten. Die Stromversorgung der Batterie erfolgt mit der **5S17** Gasturbinen-Einheit.

Zur Feuerkampfführung wird das **5N83 C²** System eingesetzt. Dieses besteht im Wesentlichen aus dem **5K56** Kommandoposten und dem **5N64K** 3D-Langstrecken-Überwachungsradar. Von der NATO wird das Radar **BIG BIRD-A** bezeichnet. Mit dem 5N83 System kann der Feuerkampf von maximal sechs S-300PT Batterien koordiniert werden. Auch der 5N83 Komplex besteht aus einem Containersystem. Der Container mit dem Kommandoposten trägt die Bezeichnung **F-9**. An diesen angeschlossen sind zwei Rechnereinheiten, welche mit **F-7** und **F-8** bezeichnet werden. Der Container mit dem 5N64K Radarkomplex trägt die Bezeichnung **F-6**. Der Container F-9 wird durch einen MAZ-543M transportiert. Die restlichen Container sind auf MA3-7410-9988 Anhängern untergebracht. Die Generatoren zur Stromversorgung sind auf einem weiteren LKW untergebracht. Der **54K6** Kommandoposten besteht aus sechs Mann Besatzung, Konsolen für die Operatoren und den Kommunikations- und Überwachungsgeräten. Der Kommandoposten führt folgende Aktionen aus:

- Kontrolle und Überwachung des 5N64K Radarkomplexes
- Akquisition, Identifikation, Verfolgung von maximal 100 Luftzielen
- Die Freund-Feind Erkennung (IFF)
- Prioritäteneinteilung der einzelnen Luftziele und die Weitergabe der gefährlichsten an die einzelnen Batterien
- Kontrolle der ECCM Systeme der Batterien und Bataillon
- Koordination der einzelnen S-300P Batterien im verbundenem Einsatz
- Datenaustausch mit benachbarten Bataillonen und der nächst höheren Stufe

Das BIG BIRD-A Radarsystem wird von der Firma NIIP in Novosibirsk hergestellt. Es besitzt eine doppelseitige, frequenzgesteuerte Phased Array Antenne, welche hydraulisch betätigt wird. Die Radarstrahlen werden mit einem Radarhorn (sog. Janus-Horn), welches sich vor der Antennenfläche befindet, auf die Phasenschieber gestrahlt. Die Antennenfläche ist mit rund 2'700 Transmittern je Seite ausgerüstet. In der horizontalen Ebene lässt sich die Radarantenne um 360° drehen. Das Gerät verwendet nach dem Zufallsprinzip eine von rund 3'000 gespeicherten Frequenzen und wechselt diese alle paar Sekunden. Es wird ein äusserst enger und stark gebündelter Radarstrahl erzeugt. Die Rotationsgeschwindigkeit beträgt eine Umdrehung alle 12 Sekunden. Das Radar kann Flugziele auf einer Maximaldistanz von über 260 km erfassen. Es können zeitgleich 100 Luftziele automatisch erfasst und katalogisiert werden. Von den erfassten Zielen können 32 für die Bekämpfung an die 5N63 Feuerleitradars der Batterien weitergeleitet werden.

Wie eine S-300PT Batterie autonom eingesetzt (ohne 5N83 System), erfolgt die Luftraumüberwachung mit dem 5N59 Zielerfassungs- und Überwachungsradar. Dieses ist eine Weiterentwicklung des ST-68U Niva Radars der ukrainischen Firma Iskra. Von der NATO wird das Radarsystem TIN SHIELD bezeichnet. Das komplette Radargerät besteht aus einer Radarantenne, einem Drehgestell und einer Bedienungskabine. Die Anlage ist auf einem 6UF6 Anhänger untergebracht und wird von ein KRAZ-260 LKW gezogen. Das Radar wird als mobiles Zielzuweisungsradar zum Erfassen von Flugzielen in tiefen, mittleren und grossen Höhen eingesetzt. TIN SHIELD ist ein 3D-Radar mit einer frequenzgesteuerten Phased-Array-Antenne. Durch insgesamt vier verschiedene Sendefrequenzen werden durch das Antennendiagramm vier unterschiedliche Höhenwinkel überstrichen. Durch die Überlappung der einzelnen Diagramme können die Höhenwinkel zwischen diesen vier Einzelwinkeln interpoliert werden. In der Vertikalen besitzt das Radar einen Öffnungswinkel von -20 bis +30°. In der horizontalen Ebene lässt sich die Radarantenne um 360° drehen. Die Rotationsgeschwindigkeit ist variierbar und liegt bei einer Umdrehung alle 5 oder 10 Sekunden. Durch die grosse Sendeleistung von 2.5 MW besitzt das Radar eine gewisse Resistenz gegenüber Störmassnahmen (ECM). Das Radargerät ist mit einem HPlotextraktorH mit automatischer Zielerkennung ausgestattet, der bis zu 128 Zielzeichen automatisch verarbeiten kann. Von diesen Zielzeichen werden wiederum 36 Ziele dann als echte Ziele erkannt, automatisch gemeldet und begleitet. Zur besseren Erfassung von tieffliegenden Luftzielen kann die Sendeantenne auf den 23,80 m hohen 40V6M1 Antennenmast aufgesetzt werden. Das System kann einen B-1 LANCER Bomber (angenommener Radarquerschnitt 1,0 mP2P), welcher in einer Höhe von 100 m fliegt, auf eine Distanz von 45 km erfassen (mit der Mastversion auf 52 km). Ein Marschflugkörper (angenommener Radarquerschnitt 0,1 mP2P) in einer Flughöhe von 100 m kann auf eine Distanz von 28 km erfasst werden (mit der Mastversion auf 38 km). Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert rund eine Stunde. Wird die Radarantenne auf dem 40V6M1 Mast aufgestellt, so dauert das Erstellen der Betriebsbereitschaft rund zwei Stunden. Die 40V6 Masteinheit wird auf einem Anhänger von einem MAZ-537 transportiert.

Diese erste Ausführung der S-300PT verwendet die **5V55K** (V-500K) Lenkwaffen. Die Lenkwaffen werden mittels eines Gasgenerators aus den Transport- und Startbehältern auf eine Höhe von ca. 30 Metern ausgestossen. Erst dann zündet der Feststoff-Raketenmotor der Lenkwaffe. Die Lenkwaffen werden mittels der reflektierenden Beleuchtungsenergie des 5N63 Feuerleitradars, sowie einer Funkkommando-Lenkung zum Ziel gesteuert. Das S-300PT System erreicht eine Reaktionszeit ab dem Erfassen des Zieles bis zum Lenkwaffenstart von 12 bis maximal 28 Sekunden.

SA-10A GRUMBLE (S-300PT-1 Volkhov-M6)

Im November 1979, noch vor der Indienststellung der ersten S-300PT Systeme, bekamen die Planer von Almaz NPO den Auftrag zur Entwicklung des verbesserten **S-300PT-1** Systems. Dieses System sollte anfangs der 1980er Jahre die bereits im Einsatz stehenden S-300PT Systeme ablösen. Die Ausführung S-300PT-1 entstand parallel zur S-300PS. Das 5N63 Feuerleitradar ist mit der selben Feuerleitsoftware, den gleichen Übermittlungskanälen und der halbaktiven Radarlenkung mit SAGG-System wie die S-300PS ausgerüstet. Das 5N63 Feuerleitradar der S-300PT-1 kann zeitgleich 12 Lenkwaffen gegen sechs Ziele lenken. Das verbesserte S-300PT-1 System ist für einen schnellen Stellungsbezug, sowie für den Einsatz in unvorbereiteten Stellungen ausgelegt. Bei dieser Ausführung wurden auch sämtliche Schnittstellen zur Datenübermittlung für den autonomen Einsatz in unvorbereiteten Stellungen modifiziert. Die Tests mit der verbesserten Ausführung S-300PT-1 erfolgten in der Zeitspanne vom März bis Juli 1979. Die Truppenversuche wurden anfangs 1981 durchgeführt. Die abschliessenden Abnahmetests durch die Staatsbehörden erfolgten im Sommer 1982. Die erste S-300PT-1 Batterie ging im Spätherbst 1983 in Sewerodwinsk am Weissen Meer in Dienst.

Als Ergänzung zum BIG BIRD Radarkomplex kann auf Stufe Batterie (optional auch Stufe Bataillon bzw. Regiment) der **CLAM SHELL (5N66)** Radarkomplex eingesetzt werden. Der Radarkomplex ist auf das Erfassen von kleinen, extrem tieffliegenden Zielen (z.B. Marschflugkörper) im Umfeld von starken Boden-Radarechos ausgelegt. Der Container mit dem Radarsystem trägt die Bezeichnung **F-5** und wird direkt an den F-2 Container (Operationszentrale) der Batterie angeschlossen. Der Container mit den Radaroperatoren wird **F-52** bezeichnet. Die Radaranlage wird **F-5** bezeichnet. Die Radarantenne besteht aus einer Sendeeinheit sowie zwei 2,8 m² messende Empfangseinheiten. Das CLAM SHELL Radar ist ein sogenanntes frequenzmodulierendes Dauerstrichradar (Frequency-Modulated Continuous Wave = FMCW). Solche Radargeräte sind nur schwer durch elektronische Aufklärungsmittel zu entdecken. Das System erzeugt einen stark gebündelten, selektierbaren Radarstrahl von 1-6° in der Elevation. Die Nebenradarkeule wird mit einem Unterdrückungssystem extrem klein gehalten. Dadurch ist auch eine Bekämpfung mit Anti-Radar Lenkwaffen (ARM) schwierig. Nach Aussagen der Herstellerfirma LEMZ ist eine Bekämpfung des Radarkomplexes mit den ARM- Lenkwaffen AGM-88 HARM und ALARM nicht möglich. Ebenso ist der Radarkomplex hochresistent gegen Radarstörer (ECM). Wie alle FMCW-Radargeräte verfügt auch das CLAM SHELL Radar über eine gute Leistung beim Unterdrücken von Bodenclutter und Chaffs. Der 5N66 Radarkomplex wird in zwei Versionen hergestellt. Bei der ersten Ausführung ist die Sendeantenne auf einem 23,80 m hohen **40V6M** Mast untergebracht. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert eine Stunde. Bei der zweiten Ausführung ist die Sendeantenne auf einem 38,80 m hohen **40V6M2** Mast untergebracht. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert bei dieser Version rund zwei Stunden. Das System kann ein Kampfflugzeug vom Typ MiG-21 FISHBED, welches in einer Höhe von 457 m (1'500 ft) fliegt, auf eine Distanz von 93 km erfassen. Eine MiG-21 in einer Flughöhe von 914 m (3'000 ft) kann auf eine Distanz von 120 km erfasst werden. Die maximale Abweichung bei der Zielverfolgung liegt bei maximal 20 Minuten im Azimut und bei maximal 250 m in der Distanz. Die maximale Abweichung bei der Geschwindigkeitsmessung liegt bei 2,4 m/s. Der F-5 Container ist auf einem modifizierten 5T85 Anhänger untergebracht, welcher von einem MAZ-537 LKW gezogen wird. Der 40V6M Mast ist auf einem ChMAP-Anhänger untergebracht und wird durch einen MAZ-537 LKW gezogen. Der grössere 40V6M2 Mast ist auf einem CHMZAP-Anhänger untergebracht und wird durch einen KrAZ-250 LKW gezogen.

Zum Erkunden der Stellungen befindet sich in jeder Batterie ein **1T12-2** Aufklärungssystem, welches auf einem GAZ-66 oder UAZ-3151 Fahrzeug untergebracht ist. Dieses System dient zum Erkunden von Stellungsräumen und führt geodätische Untersuchungen durch.

Mit der S-300PT-1 kommen die modifizierten 5V55KD Lenkwaffen zum Einsatz. Diese Lenkwaffen basieren auf den älteren 5V55K Lenkwaffen, sind aber mit dem Lenksystem der Ausführung 5V55R ausgerüstet. Dank einem neuen, optimierten Flugprofil konnte die Reichweite der **5V55KD** Lenkwaffen auf 75 km gesteigert werden. Ebenso können die **5V55V** (V-500V) Lenkwaffen mit Nuklearsprengkopf eingesetzt werden.

Mit dem S-300PT-1 System werden die folgenden Container eingesetzt:

Container	Verwendung
F1	FLAP LID (5N63) Feuerleitradar
F2	Operationszentrale + Kommandoposten der Batterie
F3	Feuerleitrechner + Führungssysteme
F5	CLAM SHELL (5N66) Radar + Kontrollstation
F6	BIG BIRD (5N64) Überwachungsradar
F7	BIG BIRD (5N64) Rechneinheiten
F8	BIG BIRD (5N64) Rechneinheiten
F9	BIG BIRD (5N64) Zentrale Operationszentrale + Kommandoposten

SA-10A GRUMBLE (S-300PT-1A)

Mit der wiederum verbesserten Ausführung **S-300PT-1A** kommen die modifizierten **5P851A** Lenkwaffen-Anhänger zum Einsatz. Bei diesem Anhängertyp wurden die Spreizbeine und die Anhängerkupplung so modifiziert, dass die Zeit für das Erstellen der Feuerbereitschaft auf rund 15 Minuten verringert werden konnte. Jeder Anhänger verfügt über ein eigenes Stromaggregat. Der Anhänger ist weniger schwer und ermöglicht ein Startintervall von einem Lenkwaffenstart alle sieben Sekunden. Viele der im Dienst stehenden S-300PT Systeme wurden ab dem Jahre 1984 zur S-300PT-1A Version nachgerüstet.

SA-10B GRUMBLE (S-300PS Angara / S-300PMU)

Mit der Entwicklung der selbstfahrenden Ausführung S-300PS (S steht für Samohodnyi = selbstfahrend) wurde 1978 begonnen. Die Entwicklung wurde durch den Chefsingenieur der Firma Almaz NPO, Aleksandra Lemanskogo, geleitet. Die Testserie durch den Hersteller dauerte vom Dezember 1980 bis zum November 1981. Danach erfolgten zwischen Dezember 1981 und Dezember 1982 die Abnahmetests durch die Staatsbehörden. Während den Abnahmetests wurden über 47 simulierte Bekämpfungsabläufe durchgeführt. Ebenso wurden 16 5V55R Lenkwaffen gegen Drohnen verschossen. Nach weiteren Modifikationen wurden die ersten S-300PS Systeme im Jahre 1983 der Truppe übergeben. Die Serienproduktion lief aber erst Ende 1984 an. Das erste S-300PS Bataillon war Mitte 1985 einsatzbereit. Ab Mitte der 1980er Jahre wurde die S-300PS auch auf dem Exportmarkt angeboten. Das S-300PS System trägt die Exportbezeichnung **S-300PMU** (U steht für Uovershtsvovannyi = verbessert). Eine komplette Batterie trägt die Bezeichnung **5Zh15S**. Die Exportbezeichnung lautet **90Zh6E**.

Alle Komponenten des S-300PS Systems sind auf selbstfahrenden Kraftfahrzeugen untergebracht. Der gesamte **FLAP LID-B (5N63S)** Feuerleitradarkomplex ist auf einem MAZ-543M (8x8) LKW installiert (Typenbezeichnung MAZ-7910). Der Feuerleitradarkomplex besteht aus den Containern **F-1S** (Radarantenne), **F-2S** (Operationszentrale) und **F-3S** (Feuerleitrechner). Daneben verfügt das Fahrzeug über die nötigen Funkantennen zur Kommunikation mit dem Zielerfassungs- und Überwachungsradar. Beim überarbeiteten 5N63S Feuerleitradar wurde die alte Funkkommando-Lenkung durch eine viel leistungsstärkere, halbaktive Radarlenkung mit SAGG-System ersetzt. Dieses Lenksystem ist auch im Umfeld von starken elektronischen Störmassnahmen einsetzbar. Auch wird beim Ziel-Endanflug eine viel grössere Präzision erreicht. Der Radarkomplex kann gleichzeitig zwölf Lenkwaffen gegen sechs Ziele lenken. Es können Ziele in einem Geschwindigkeitsbereich von 50-1'200 m/s verfolgt werden. Das 5N63S Feuerleitradar besitzt die folgenden zwei Suchmodi:

- Für die Erfassung von Tiefflieger: 1° in der Elevation x 105° im Azimut.
- Für die Erfassung von Flugzielen im mittleren bis hohen Flugbereich: 4° in der Elevation x 12° im Azimut.

Die vier Startbehälter für die 5V55R und 5V55V Lenkwaffen sind auf den modifizierten MAZ-543 (8x8) LKWs untergebracht. Es existieren zwei Typen des Fahrzeuges: Das **5P85S** Startfahrzeug, welches mit einem **F-3S** Kommando-Container hinter der Fahrzeuggabine ausgerüstet ist, und das **5P85D** Startfahrzeug ohne F-3S Container. Pro Batterie können maximal vier 5P85S Startfahrzeuge eingesetzt werden, welche mit jeweils bis zu drei 5P85D Startfahrzeugen mittels Signalkabeln verbunden werden. So ist eine maximale Anzahl von 12 Startfahrzeugen pro Batterie möglich. Die Datenübermittlung zwischen dem Feuerleitradar und den Startfahrzeugen kann wahlweise durch eine

Richtstrahl- oder Kabelverbindung erfolgen. Wird die drahtlose Datenübermittlung eingesetzt, so dauert das Erstellen der Feuerbereitschaft nur 5 Minuten. Für die störungssichere Datenübermittlung werden Kupferkabel verwendet. Das Erstellen der Feuerbereitschaft dauert mit dem Verlegen der Kabelverbindungen 30-60 Minuten. Das schnellstmögliche Startintervall eines Startfahrzeuges beträgt einen Lenkwaffenstart alle fünf Sekunden. Jedes Fahrzeug verfügt über eine externe Stromversorgung (APU). Auch ist jedes Fahrzeug mit einem eigenen Navigations- und Kommunikationssystem ausgerüstet. Zudem verfügt jedes Fahrzeug über ein Überdruck-Schutzsystem gegen biologische- und chemische Kampfstoffe sowie gegen radioaktiven Niederschlag. Die Exportbezeichnung dieser Fahrzeuge lautet **5P85SU** und **5P85DU**.

Zum Erkunden der Stellungen verfügt jede Batterie über ein **1T12** Aufklärungssystem, welches auf einem GAZ-66 oder UAZ-3151 Fahrzeug untergebracht ist. Dieses System dient zum Erkunden von Stellungen und führt geodätische Untersuchungen durch.

Zur Feuerkampfführung wird das **5N83S** C² System eingesetzt. Dieses besteht im Wesentlichen aus dem **5K56S** Kommandoposten und dem **5N64S** 3D-Langstrecken-Überwachungsradar. Manchmal wird dieses Radar auch mit 5N64A bezeichnet. Von der NATO wird der Radarkomplex **BIG BIRD-B** bezeichnet. Die Exportbezeichnung lautet **5D6E**. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert fünf Minuten. Es kann Flugziele auf eine Maximaldistanz von über 260 km erfassen. Gleichzeitig können 200 Luftziele automatisch erfasst und katalogisiert werden. Von den erfassten Zielen können 36 für die Bekämpfung an die 5N63S Feuerleitradars der Batterien weitergeleitet werden. Mit dem 5N83S System kann der Feuerkampf von maximal sechs S-300PS Batterien koordiniert werden. Der 5N83S Komplex besteht aus einem Containersystem, welches auf Fahrzeugen installiert ist. Der Container mit dem 5K56 Kommandoposten trägt die Bezeichnung **F-9** und ist auf einem MAZ-543M installiert. An diesen angeschlossen sind zwei Rechereinheiten, welche mit **F-7** und **F-8** bezeichnet werden. Der Container mit dem 5N64S Radarkomplex trägt die Bezeichnung **F-6**. Dieser ist zusammen mit den Containern F-7 und F-8 auf einem MA3-7410-9988 Anhänger installiert. Die zwei 5157 Dieselgeneratoren und die drei 63T6A Frequenzumformer zur Stromversorgung sind auf einem weiteren MAZ-5224V untergebracht.

Das BIG BIRD-B Radar wurde vorerst nicht zum Export freigegeben. Exportkunden mussten mit dem modernisierten **TIN SHIELD-B (36D6 / 5N59S)** vorlieb nehmen. Dieses Radargerät trägt die Exportbezeichnung **36D6E**. Wie bei der Vorgängerversion ST-68M ist das gesamte System auf dem 6UF6 Sattelschlepper untergebracht. Mit dem TIN SHIELD-B Radar kann ein Flugziel von der Größe eines Jagdflugzeuges, welches in einer Höhe von 2'000-18'000m fliegt, auf eine Distanz von 147-175 km erfasst werden. Ein Jagdflugzeug in einer Flughöhe von 1'000 m kann auf eine Distanz von 80 km erfasst werden. Tieffliegende Flugzeuge in einem Höhenbereich von 100 m können auf eine Distanz von 38-42 km erfasst werden. Wird das Radar auf den 40V6M1 Antennenmast aufgesetzt, so verdoppeln sich diese Werte nahezu. Das TIN SHIELD-B Frühwarnradar ist lufttransportfähig.

Mit der Ausführung S-300PS kommt eine verbesserte Ausführung des **CLAM SHELL (5N66M)** Radars zum Einsatz. Bei der Zielverfolgung eines Flugzeuges, welches eine Geschwindigkeit von 720 m/s hat und einen Radarquerschnitt von 0,02 m² besitzt, wird folgende Radarauflösung erreicht: Die Abweichung liegt bei 0,3° im Azimut und bei maximal 1,85 km in der Distanz. Die Genauigkeit bei der Geschwindigkeitsmessung liegt bei 2,1-2,4 m/s. Die Rotationsgeschwindigkeit der Sendeantenne beträgt eine Umdrehung alle 6 Sekunden. Gleichzeitig können 180 Ziele verfolgt und katalogisiert werden. Der Container mit dem Radarsystem trägt die Bezeichnung **FA-51M** und wird direkt an den F-2M Container (Operationszentrale) der Batterie angeschlossen. Der Container mit den Radaroperatoren wird **F-52M** bezeichnet. Ebenso gehören zum Radarkomplex die beiden 40V6M oder 40V6M2 Radarmasten dazu. Inoffiziell wird diese Ausführung des CLAM SHELL Radars auch 76N6S bezeichnet.

Alle S-300PS System der zweiten Serie sind mit einem neuen Softwarepaket ausgerüstet, welches die Bekämpfung von ballistischen Kurzstreckenraketen ermöglicht. Es können so ballistische Kurzstreckenraketen mit einer Maximalreichweite von 300 km bekämpft werden. Diese können bis zu einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 1'200 m/s auf eine Distanz von 30 km abgefangen werden. Ebenso können mit der modifizierten Feuerleitsoftware die Lenkwaffen mittels einer optimierten Flugbahn auf Distanzen von bis zu 92 km verschossen werden. Mit der Standardsoftware liegt die maximale Schussdistanz der **5V55R** (V-500R) Lenkwaffen bei 75 km. Neben der Standardlenkwaffe können auch die **5V55S** (V-500S) Lenkwaffen, welche mit einem nuklearen Sprengkopf bestückt sind, eingesetzt werden.

SA-10C GRUMBLE (S-300PM)

Im Jahr 1978 meldeten die Luftverteidigungstruppen der Region Moskau den Bedarf zum Ersatz der in die Jahre gekommenen S-25 (SA-1 GUILD) Systeme an. Gemäss dem Entscheid des VPK der UdSSR sollte als Nachfolgesystem eine überarbeitete Version des S-300PS Systems zum Einsatz kommen. Mit dem neuen System sollten leistungsstärkere Radarsysteme, ausgerüstet mit Mikroprozessoren, zum Einsatz kommen. Ebenso sollte ein neuer Lenkwaffentyp mit einer Reichweite von 140 km entwickelt werden. Die Entwicklung der S-300PM (M steht für Modifikatsionniy = modifiziert) begann im Sommer 1983. Mit der Entwicklung der S-300PM wurde der Grundstein für die späteren Systeme S-300PM-1 und S-300PM-2 gelegt. Die S-300PM ist als eigentlicher Prototyp dieser Systeme zu sehen. Das überarbeitete Feuerleitradar bekam die Bezeichnung 30N6-1. Die alten Rechner und Speicherkomponenten wurden durch den neuentwickelten **40U6** Zentralrechner mit 32-Bit-Mikroprozessoren ersetzt. Ebenso kommt eine neue Software zur Feuerleitung und Lenkwaffensteuerung zum Einsatz. Das 30N6-1 Radar ist ein Vorläufer des späteren 30N6 Feuerleitradars welches mit der SA-20 zum Einsatz kommt. Wie beim Vorgängermodell 5N63S befinden sich die Container **F-1M** (Radaranlage) und **F-2M** (Operationszentrale) fest installiert auf einem MAZ-543M Chassis. Das Fahrzeug verfügt über komplett neue Übertragungs- und Kommunikationskanäle. Von der NATO wird das Radar TOMBSTONE genannt.

Bei der Entwicklung der neuen Lenkwaffen kam es wiederum zu grossen Verzögerungen. Die Entwickler der neuen 48N6 Lenkwaffe hatten Mühe die Leistungsvorgaben zu erfüllen. Die geforderte Reichweite von 140 km konnte mit den vorhandenen Mitteln von einer einstufigen Lenkwaffe (ohne Booster) nicht erreicht werden. Auch beim Entwickeln des hochenergetischen Treibsatzes gab es Probleme und es kam zu so grossen Verzögerungen, dass man sich zu einer Interimslösung entschied. Man griff auf die bereits vorhandene 5V55R Lenkwaffe zurück und bestückte diese mit dem bereits entwickelten Navigations- und Lenksystem der 48N6 Lenkwaffe. Die so entstandene Lenkwaffe trägt die Bezeichnung 5V55RU. Die 48N6 Lenkwaffe wurde erst später, mit der zweiten Serie, der S-300PM-1 eingeführt (siehe SA-20 GARGOYLE). Die Testserie des kompletten Systems durch den Hersteller dauerte von 1984 bis 1987. Die abschliessenden Abnahmetests durch die Staatsbehörden waren 1988 abgeschlossen. Die ersten S-300PM Systeme wurden im Herbst 1989 bei den russischen Luftverteidigungstruppen im Grossraum von Moskau eingeführt. Sie ersetzen dort die veralteten SA-1 GUILD Systeme. Infolge der Verzögerung bei der Einführung der S-300PM wurden bereits 1981 die ersten SA-1 Regimenter durch S-300PT Batterien ersetzt. Bis 1994 wurden Dutzende ehemalige SA-1 Stellungen umgebaut und mit S-300PT/PM Batterien bestückt. Eine komplette S-300PM Batterie trägt die Bezeichnung **90Zh6**.

Auf Stufe Batterie kommt das **TOMBSTONE (30N6-1)** Feuerleitradar zum Einsatz. Das 30N6-1 Radar besitzt eine schmalere, abgerundete Sendeantenne als das Vorgängermodell. Diese Antenne ist auch erkennbar an dem neuen hydraulischen Servomechanismus unterhalb der Radarantenne. Die Sendeantenne hat eine Fläche von rund 2,8 m² und ist mit rund 10'000 Transmittern ausgerüstet. Durch die Modifikationen am FLAP LID Radarkomplex können Lenkwaffen mit einem neuen Lenkverfahren sowie neuen Suchalgorithmen eingesetzt werden. Die Radarkomponenten des 30N6-1 Feuerleitradars arbeiten sehr präzise. Die maximale Abweichung bei der Zielverfolgung liegt unter 1 Bogenminute im Azimut und bei maximal 5 m in der Distanz! Die maximale Abweichung bei der Geschwindigkeitsmessung liegt bei 1,0 m/s. Das 30N6-1 Feuerleitradar besitzt die folgenden drei Suchmodi:

- Tiefflieger-Erfassung: 1° in der Elevation x 90° im Azimut. Reichweite 80-130 km
- Langstreckenzielsuche: 5° in der Elevation x 64° im Azimut, Reichweite bis zu 300 km
- Sektorenüberwachung: 14° in der Elevation x 64° im Azimut, Reichweite 160-240 km.

Wird durch das Suchradar ein Flugziel erfasst, so wechselt das Feuerleitgerät automatisch in den Verfolgungsmodus mit 4° in der Elevation x 4° im Azimut und ermittelt die Zieldaten für den Lenkwaffeneinsatz. Nebst der Zielverfolgung wird alle 16 Sekunden ein kompletter Sektoren-Scan durchgeführt (Track-while-scan). Der Radarkomplex kann gleichzeitig zwölf Lenkwaffen gegen sechs Ziele lenken. Gegnerischen Störmassnahmen kann mit unterschiedlichen Impulsleistungen, Impulsdauer und Modulationsform, längeren oder kürzeren Empfangszeiten begegnet werden.

Zur Tieffliegererfassung kommt eine verbesserte Ausführung des **CLAM SHELL** Radarkomplex zum Einsatz. Dieser trägt die Bezeichnung **76N6**. Die Exportversion wird **76N6E** bezeichnet. Der Container mit dem Radarsystem trägt die Bezeichnung **FA-51MU**, die Radaranlage wird **F-5M** bezeichnet. Der Container mit den Radaroperatoren wird **F-52MU** bezeichnet. Ebenso gehören zum Radarkomplex die beiden 40V6M oder 40V6M2 Radarmasten dazu. Über die nochmals verbesserte Ausführung

76N6M ist nur wenig bekannt. Es hat eine erhöhte Rotationsgeschwindigkeit von 20 Umdrehungen pro Minute. Die maximale Erfassungsreichweite soll bei bis zu 300 km liegen.

Zur Feuerkampfführung wird das neue **83M6 C³** System eingesetzt. Dieses besteht im Wesentlichen aus dem **54K6** Kommandoposten und dem **64N6** 3D-Langstrecken-Überwachungsradar. Das Radarsystem wird von der Firma NIIP in Novosibirsk hergestellt. Dieser Radarkomplex ist eine überarbeitete Ausführung des früheren 5N64 Radars und wird von der NATO als **BIG BIRD-C** bezeichnet. Es besitzt eine passive, frequenzgesteuerte Phased Array Antenne mit rund 3'400 Transmittern. Es kann Flugziele auf eine Maximaldistanz von bis zu 300 km erfassen. Mit dem 83M6 System kann der Feuerkampf von maximal sechs S-300PM Batterien koordiniert werden. Wie das Vorgängermodell besteht auch der 83M6 Komplex aus einem Containersystem, welches auf Fahrzeugen installiert ist. Der Container mit dem 54K6 Kommandoposten trägt die Bezeichnung **D-9** und ist auf einem MAZ-543M installiert. Der Container mit dem 64N6 Radarkomplex trägt die Bezeichnung **F-6M**. Dieser ist zusammen mit dem Container **F-8M** (Rechnerkomponenten) auf einem MA3-7410-9988 Anhänger installiert. Die zwei 5I57 Dieselgeneratoren und die drei 63T6A Frequenzumformer zur Stromversorgung sind auf einem MAZ-5224V untergebracht. Zum Erkunden der Stellungen befindet sich in jeder Batterie ein **1T12-2M** Aufklärungsfahrzeug.

Das 83M6 System kann im Verbund mit den Systemen S-300PM sowie der S-200V und S-200M (SA-5B/C GAMMON) eingesetzt werden. Im 54K6 Kommandoposten werden alle Daten der Luftraumüberwachung der einzelnen Batterien verarbeitet und koordiniert. Ebenso werden Daten der Luftraumüberwachung der nächst höheren Stufe empfangen und verarbeitet.

Das 83M6 System existiert in zwei Ausführungen:

1. Ein mobiles System, installiert auf dem MAZ-543M 8x8 LKW
2. Ein halbmobiles System, bestehend aus Containern für den Einsatz in ortsfesten Stellungen.

Der 54K6 Kommandoposten besteht aus sechs Mann Besatzung, Konsolen für die Operatoren, Computern mit Multiprozessoren und den Kommunikations- und Überwachungsgeräten. Auch eine Lern- und Trainingssoftware ist installiert. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert fünf Minuten. Der Kommandoposten führt folgende Aktionen aus:

- Kontrolle und Überwachung des 64N6 Radarkomplexes
- Akquisition, Identifikation, Verfolgung von maximal 300 Luftzielen
- Die Freund-Feind Erkennung (IFF)
- Prioritäteneinteilung der einzelnen Luftziele und die Weitergabe der gefährlichsten an die einzelnen Batterien
- Kontrolle der ECCM Systeme der Batterien und Bataillon
- Koordination der einzelnen Batterien im verbundenen Einsatz
- Datenaustausch mit benachbarten Bataillonen und der nächst höheren Stufe

Das BIG BIRD-C 3D-Überwachungsradar besteht aus einer hydraulisch betätigten, doppelseitigen Radarantenne mit frequenzgesteuerten Phased-Array-Antenne. Die Radarstrahlen werden mit einem Radarhorn (sog. Janus-Horn), welches sich vor der Antennenfläche befindet, auf die phasengesteuerten Elemente gestrahlt. Die Antennenfläche ist mit rund 2'700 Phasenschiebern je Seite ausgerüstet. Das Gerät verwendet nach dem Zufallsprinzip eine von 3'500 gespeicherten Frequenzen und wechselt diese alle paar Sekunden. Es wird ein äusserst enger und stark gebündelter Radarstrahl erzeugt. Um die Ortung und Bekämpfung zu erschweren, wird ein spezielles System zur Unterdrückung der Nebenradarkeule eingesetzt. Der Radarkomplex ist äusserst resistent gegenüber elektronischen Störmassnahmen. Im Nahbereich (unter 64 km) können Störquellen mittels Impulsverdichtung, Nebenkeulenunterdrückung, sowie mittels Frequenzabgleichung begegnet werden. Auf grössere Distanzen werden Störquellen mittels speziellen Algorithmen zum Entdecken von falschen Signalen, sowie mittels Impulsverdichtung begegnet.

Die Rotationsgeschwindigkeit beträgt eine Umdrehung alle 12 Sekunden. Das Radar kann Flugzeuge, Hubschrauber, Marschflugkörper, Lenkwaffen, Drohnen und ballistische Raketen auf eine Maximaldistanz von über 300 km erfassen. Anderen Quellen zufolge soll die Maximalreichweite bei bis zu 460 km liegen. Es können gleichzeitig 300 Luftziele in einem Geschwindigkeitsbereich von 30-2'788 m/s automatisch erfasst und katalogisiert werden. Von diesen Zielen werden 100 Ziele dann als echte Ziele erkannt und automatisch gemeldet und begleitet. Davon können 36 für die Bekämpfung an die 30N6-1 Feuerleitradars der Batterien weitergeleitet werden.

Das ganze System ist sehr gross und schwer gestaltet. Die Sendeantenne ist rund 30% grösser als die Sendeantenne des SPY-1 Systems auf den amerikanischen Kreuzern der TICONDEROGA Klasse. Die Sendeleistung des BIG BIRD-C Radars wurde nie bekannt gegeben, wird aber enorm sein. Auch

bei diesem Radarsystem verwendeten die russischen Entwickler erstmals dem Westen ebenbürtige Technologien (Elektronik). Es verfügt jedoch noch nicht über die neusten, hoch entwickelten Komponenten, welche der Westen für ihre Radargeräte verwenden. Das BIG BIRD-C Radar besitzt im Wesentlichen die folgenden Suchmodi:

- Für die Erfassung von Flugzielen: 13.4° in der Elevation x 360° im Azimut oder 0-28° in der Elevation x 180° im Azimut
- Für die Erfassung von ballistischen Raketen: 55° in der Elevation x 60° im Azimut oder 20-75° in der Elevation x 60° im Azimut
- Sektorenüberwachung: 55° in der Elevation x 75° im Azimut

Bei den Radarkomponenten wird folgende Präzision erreicht: Die maximale Abweichung bei der Zielverfolgung liegt bei 5.0 Minuten im Azimut und bei 3.5 Minuten in der Elevation. Die maximale Abweichung bei der Distanzmessung liegt bei 200 m.

Die vier Raketenbehälter mit den Lenkwaffen sind bei der S-300PM auf dem neuen **5P85T** Anhänger untergebracht. Als Zugfahrzeug wird ein KrAZ-260 (6x6) verwendet. Dieser Anhängertyp muss für den Raketenstart nicht mehr vom Zugfahrzeug abgekoppelt werden. Der Anhänger wird zur Stabilisierung auf vier Spreizbeine gestellt und die Raketenbehälter werden über die Hinterachse in einer Elevation von 90° aufgestellt. Der Anhänger verfügt über ein eigenes Stromaggregat und ist nicht mehr auf die Stromversorgung durch das Zugfahrzeug angewiesen. Zum Erstellen der Feuerbereitschaft werden mit diesem Anhängertyp fünf Minuten benötigt. Das schnellstmögliche Startintervall eines 5P85T Anhängers beträgt einen Lenkwaffenstart alle drei bis fünf Sekunden. Der 5P85T Anhänger kann auch bei den späteren S-300PM-1 und PM-2 Ausführungen verwendet werden.

Mit der Ausführung S-300PM werden die verbesserten **5V55RD** und **5V55RUD** Lenkwaffen, welche eine auf 92 km gesteigerte Reichweite besitzen, eingesetzt. Mit dem S-300PM System können ballistische Kurzstreckenraketen mit einer Maximalreichweite von 300 km abgefangen werden. Diese können bis zu einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 1'200 m/s auf eine Distanz von 35 km bekämpft werden. Die komplette Startsequenz von der Zielerfassung durch das Überwachungsradar bis zum Lenkwaffenstart dauert 9-11 Sekunden. Die S-300PM kommt nur innerhalb der ehemaligen Sowjetunion zum Einsatz. Erst die definitive Version S-300PM-1 wurde unter der Bezeichnung S-300PMU-1 exportiert.

S-300PM-1 und S-300PM-2

Die Versionen S-300PM-1 und S-300PM-2 sind unter der dem Eintrag **SA-20 GARGOYLE** aufgeführt.

SA-N-6 GRUMBLE (S-300F Fort)

Im Jahre 1969 begannen die Arbeiten an der schiffsgebundenen Version S-300F (F steht für Flota = Marine). Das System sollte auf einer neuen Klasse von Kreuzern installiert werden, welche die damaligen Kreuzer der KARA Klasse (Projekt 1134B Berkut B) und der KYNDA Klasse (Projekt 58) ablösen sollten. Die S-300F ist das Gegenstück der landgestützten S-300PS. Das System wurde von den beiden Konstruktionsbüros Altair und Almaz entwickelt. Der leitende Entwickler war Boris Palladin, Chefdesigner der Firma Altair. Nach seinem Rücktritt wurde das Programm von Arkadiy Yezhov zu Ende geführt. Die System- und Lenkwaffentests mit den **5V55RM** Lenkwaffen fanden in den Jahren 1977 bis 1983 auf dem Schwarzen Meer statt. Während den Schiessversuchen in den Jahren 1981 und 1982 wurden von den 14 bekämpften Zielen 13 zerstört. Die Exportversion des S-300F Systems trägt die Bezeichnung **S-300F Rif** und wird seit dem Jahr 1993 auf dem Exportmarkt angeboten. Bei diesem System kommen die überarbeiteten 5V55RM Lenkwaffen zum Einsatz. Diese Lenkwaffe ist eine speziell gegen Meerwasser geschützte Ausführung der landgestützten 5V55R Lenkwaffe. Die Lenkwaffen werden aus dem im Schiffsdeck untergebrachten **3S41** Senkrecht-Startsystem gestartet. Die Lenkwaffen selbst befinden sich in dem **B-203** oder **B-204** Revolvermagazin. Das B-203 Magazin nimmt sechs Lenkwaffen und das B-204 Magazin acht Lenkwaffen auf. Das schnellstmögliche Startintervall eines Magazins beträgt einen Lenkwaffenstart alle 4-5 Sekunden.

Die Feuerleitung und Lenkwaffensteuerung erfolgt durch den auf dem Schiff untergebrachten **TOP DOME (3R41 Volna)** Radarkomplex. Jeder TOP DOME Radarkomplex kann gleichzeitig sechs Ziele mit zwölf Lenkwaffen bekämpfen.

Das System wurde zu Versuchszwecken auf dem Kreuzer AZOV (Projekt 1134BE), einem Lenkwaffenkreuzer der KARA Klasse (Projekt 1134B Berkut-B), installiert. Für diese Tests wurde das SA-N-3 GOBLET (M-11 Shtorm) System auf dem Achterdeck des Schiffes ausgebaut und durch ein S-300F System mit vier B-204 Lenkwaffenmagazinen ersetzt. Das achtern untergebrachte HEAD LIGHTS Feuerleitradar (Grom) für die SA-N-3 Lenkwaffen wurde durch ein TOP DOME

Feuerleitkomplex ersetzt. Das S-300F System wurde nebst der AZOV auf folgenden Schiffsklassen eingeführt:

1. Auf den sechs Kreuzern der SLAVA Klasse (Projekt 1164 Atlant), mit jeweils einem TOP DOME Feuerleitkomplex und acht B-204 Magazinen mit 64 5V55RM Lenkwaffen
2. Auf den ersten drei Schlachtkreuzern der KIROV Klasse (Projekt 1144 Orlan), mit jeweils zwei TOP DOME Feuerleitkomplexen und zwölf B-204 Magazinen mit 96 5V55RM Lenkwaffen

Bei dieser schiffsgebundenen Ausführung sind die vertikalen Startrohre mit einer Neigung von 6° zum Schiffsrumpf hin eingebaut. Durch diese Neigung kann eine Lenkwaffe bei einem Fehlstart nicht auf das Schiffsdeck zurückfallen - die Lenkwaffe fällt neben dem Schiffsrumpf ins Meer. Bei der S-300F erfolgt die Zielerfassung mit den Überwachungsradars der jeweiligen Schiffe. Dies ist auf dem Kreuzer AZOV das TOP SAIL Überwachungsradar. Auf den Kreuzern der SLAVA und KIROV Klasse erfolgt die Zielerfassung mit dem TOP PAIR (Flag) Überwachungsradar. Der TOP PAIR Radarkomplex besteht aus den beiden Radargeräten TOPSAIL (MR-600 Voskhod) und BIG NET (MR-500 Fut-N). Bei der Luftgefechtsführung wird das TOP PAIR Radarsystem durch die TOP STEER (Fregat) und TOP PLATE (MR-700) 3D-Suchradars unterstützt. Das TOP DOME Feuerleitradar besitzt in der horizontalen Ebene einen Öffnungswinkel von 180° und in der vertikalen einen solchen von 60°. In diesem Sektor können gleichzeitig 12 Lenkwaffen gegen sechs Ziele eingesetzt werden. Die Feuerleitrechner führen gleichzeitig die Ermittlung der Zieldaten, sowie die Suche nach weiteren Luftzielen durch (Track-while-scan). Wie bei dem landgestützten Gegenstück, der S-300PS, wird auch bei der schiffsgebundenen S-300F das SAGG-Lenkverfahren eingesetzt. Die kleinstmögliche Schussdistanz des S-300F Systems beträgt 7 km. Das S-300F System kann ein F-15 EAGLE Kampflugzeug, welches in einer Höhe von 2'000 m fliegt, auf eine Distanz von 90 km bekämpfen. Eine Anti-Schiffs-Lenkwanne (AShM) in einer Flughöhe unter 25 m, kann auf eine Distanz von 25 km bekämpft werden. Wie bei der landgestützten Ausführung werden tieffliegende Ziele mittels einer stark überhöhten Flugroute der Lenkwaffe angegriffen. Westliche Anti-Schiff-Lenkwanne (AShM), wie die französische EXOCET und die amerikanische R/UGM-84 HARPOON, können so mit einer grossen Treffererwartung bekämpft werden. Es ist jedoch fraglich, ob tieffliegende, überschallschnelle Lenkwaffen, wie die 3M80 Moskit der Firma Raduga, erfolgreich bekämpft werden können. Diese Lenkwaffe der neusten Generation nähert sich im „Zick-Zack Kurs“ dem Ziel. Sie erreicht in Wellenhöhe einer Geschwindigkeit von über 840 m/s. Ähnliche Lenkwaffen werden zur Zeit in Europa, China und den USA entwickelt.

Das SA-N-6 GRUMBLE System wird von der russischen Herstellerfirma vielfach mit dem amerikanischen Aegis-Kampfsystem und den Standard-Lenkwanne verglichen. Dieses ebenfalls schiffsgebundene Luftverteidigungssystem wird von den USA und verschiedenen anderen Nationen eingesetzt. Die Leistungen, sowie die Systemautomatisierung des SA-N-6 Systems reichen jedoch bei weitem nicht an das Aegis-Kampfsystem heran.

Gefechtsgliederung:

Ein S-300P Bataillon besteht aus einer 5N83 / 83M6 Feuerleitzentrale und bis zu sechs S-300P Batterien. Die Batterien können in einem Umkreis von bis zu 100 km von der Feuerleitzentrale eingesetzt werden. Eine S-300P Batterie besteht aus einem FLAP LID Feuerleitradar und bis zu zwölf 5P85 Lenkwaffenwerfer. Optional kann auf Stufe Batterie eine TIN SHIELD und ein CLAM SHELL Radarkomplex eingesetzt werden. Wird eine Batterie autonom (ohne 5N83 / 83M6 Feuerleitzentrale) eingesetzt, erfolgt die Luftraumüberwachung und Zielzuweisung direkt auf Stufe Batterie mit den Radars TIN SHIELD oder CLAM SHELL.

Innerhalb der Sowjetunion wurden viele S-300PT Batterien in ehemaligen S-75 (SA-2 GUIDELINE) Stellungen stationiert. Im Grossraum von Moskau wurden verschiedene S-300PT und S-300PM Batterien in ehemaligen S-25 (SA-1 GUILD) Stellungen stationiert.

Kernkomponenten der SA-10 GRUMBLE:

Variante	S-300PT (SA-10A)	S-300PS (SA-10B)	S-300PM (SA-10C)
Feuerleitradar	5N63 (FLAP LID-A)	5N63S (FLAP LID-B)	30N6-1 (TOMBSTONE)
Startfahrzeug	5P851	5P85S + 5P85D	5P85T
Feuerleitzentrale	5N83 / 5K56	5N83S / 5K56S	83M6 / 54K6
Überwachungsradar	5N64K (BIG BIRD-A)	5N64S (BIG BIRD-B)	64N6 (BIG BIRD-C)
Tieffliegerradar	5N66 (CLAM SHELL)	5N66M (CLAM SHELL)	76N6 / 76N6M (CLAM SHELL)

Zur Koordination der SA-10 Einheiten werden die folgenden Führungssysteme eingesetzt:

Variante / System	Batterie	Bataillon	Regiment / Brigade
SA-10A / S-300PT	5N63	5K56	5S99 Senez oder 5S99M Senez
SA-10A / S-300PT-1A	5N63	5K56	5S99M Senez oder 5S99M1 Senez-1M
SA-10B / S-300PS	5N63S	5K56S	5N37 / 73N6 Baikal
SA-10C / S-300PM	30N6-1	54K6	5N37M / 73N6M Baikal-1

Auf Stufe Batterie kommen die folgenden Unterstützungsfahrzeuge zum Einsatz:

- 5T99 und 5T99M Nachladefahrzeug mit vier 5P86 Lenkwaffenbehältern
- 5T58-2 Transport Fahrzeug mit vier 5P86 Lenkwaffenbehältern
- 22T6 Ladefahrzeug mit Ladekran
- 5I57 Dieselgeneratoren mit drei 63T6A Frequenzumformern auf einem MAZ-5224V
- 1T12 oder 1T12-2M Aufklärungssystem auf einem GAZ-66 oder UAZ-3151
- Kommandanten- und Stabsfahrzeug auf einem GAZ-66
- Truppenunterkünfte und Küche auf einem individuellen MAZ-543A

Auf Stufe Bataillon kommen die folgenden Unterstützungsfahrzeuge zum Einsatz:

- 1T12 oder 1T12-2M Aufklärungssystem auf einem GAZ-66 oder UAZ-3151
- 5I57 Dieselgeneratoren mit drei 63T6A Frequenzumformern auf einem MAZ-5224V
- 48III6Y Unterhalt- und Reparatur Einheit auf einem je einem MAZ-543A
- Truppenunterkünfte und Küche auf einem je einem MAZ-543A

Einsatz:

Der Bekämpfungsablauf mit der SA-10 läuft folgendermassen ab:

- Zielerfassung durch das BIG BIRD Überwachungsradar oder durch andere Frühwarnradars.
- Datenweitergabe an das 54K6 System
- Zielanalyse und Prioritäteneinteilung der Flugziele im 54K6 System
- Zielweitergabe an die FLAP LID Feuerleitradars der Batterien
- Zielverfolgung durch die FLAP LID Feuerleitradars
- Ermitteln des am meisten geeigneten Lenkwaffentyps (5K55K 5K55R oder 5K55RD)
- Ermitteln der optimalen Lenkwaffenflugbahn sowie deren Weitergabe in das Steuer- und Navigationssystem der Lenkwaffe
- Lenkwaffenstart in einem Intervall von 5-10 Sekunden. Maximal zwei Lenkwaffen pro Ziel.
- Aktivieren der halbaktiven Radarzielsuche und dem SAGG System (seeker aided ground guidance) für den Zielflug der Lenkwaffen
- Durchführen einer zweiten Zielbekämpfung, falls notwendig

Diese Prozesse laufen alle vollautomatisch ab. Die Operateure müssen lediglich die erfassten Ziele bestätigen und für die Bekämpfung freigeben. Natürlich kann der gesamte Bekämpfungsablauf auch manuell durchgeführt werden.

S-300PT

Vor dem Abschuss erhält das inertielle Navigationssystem der Lenkwaffe vom Feuerleitsystem die Position und den Kurs des Zielobjektes vom Feuerleitradar. Nach dem Start kann die 5V55K Lenkwaffe den grössten Teil des Weges mit Hilfe ihres Navigationssystems autonom zurücklegen. Die Kurskorrekturen für den Ziel-Endanflug werden durch das Feuerleitradar errechnet und an die Lenkwaffe gesendet. Diese werden dort durch kleine Antennen, welche am Flugkörperende angebracht sind, empfangen und im Lenksystem der Lenkwaffe verarbeitet. Kommt das Flugziel in den Ansprechradius des Näherungszünders, wird der Sprengkopf gezündet. Bei einem Fehlschuss zerlegt sich der Flugkörper nach einer bestimmten Flugzeit durch eine Selbstzündung. Um die Treffererwartung zu erhöhen, wird im taktischen Einsatz meistens eine Salve von zwei Lenkwaffen auf das gleiche Ziel abgefeuert.

S-300PT-1 und S-300PS

Mit der Ausführung S-300PT-1, S-300PS und S-300PM kommt das SAGG-Lenkverfahren zum Einsatz. Beim SAGG Lenksystem handelt es sich um das russische Gegenstück zum amerikanischen Track-via-Missile System. Bei diesem Lenkverfahren werden die Zieldaten, welche der halbaktive Radarsuchkopf der Lenkwaffe erfasst hat, mit einem Datalink an das Feuerleitradar zurückgesendet. Dort werden sie zusammen mit dem Radarbild des Feuerleitradars abgeglichen. Die aufgearbeiteten Radardaten werden mittels Datalink wieder zurück an den Navigationscomputer der Lenkwaffe gesendet. Mit diesem System wird eine viel grössere Präzision erreicht als mit einem herkömmlichen SARH Lenksystem, bei dem die Zieldaten nur vom Feuerleitradar stammen. Wiederum erhält das Navigationssystem der Lenkwaffe vor dem Start die Position und den Kurs des Zielobjektes vom Feuerleitradar. Die Lenkwaffe wird nun an einen voraus errechneten Zielpunkt verschossen. Allfällige Kurskorrekturen können durch Funkkommandos an die Lenkwaffe übermittelt werden. Erst für den Endanflug zum Ziel wird der Näherungszünder und der halbaktive Radarsuchkopf mit dem SAGG-System aktiviert. Mit diesem Verfahren wird verhindert, dass die durch den Feuerleitrechner gesendeten Kommandos durch das Abbrennen des Raketenmotors gestört werden. Ebenso bleibt dem Piloten des angegriffenen Flugziels nur wenig Zeit, um elektronische Gegenmassnahmen einzuleiten.

Bei der Bekämpfung von tieffliegenden Zielen wird die Lenkwaffe gegenüber der Linie zwischen Lenkwaffe und Ziel überhöht verschossen. Die Lenkwaffe steigt auf eine zum Ziel stark überhöhte Flugbahn. Mit diesem Flugprofil hat der Lenkwaffensuchkopf ein optimales "Sichtfeld" auf das Ziel. Mit diesem Verfahren können auch extrem tieffliegende Luftziele wie Marschflugkörper optimal erfasst und bekämpft werden. Die Lenkwaffe stösst von ihrer überhöhten Flugbahn in einem steilen Winkel auf das Ziel herab. Ballistische Raketen und hochfliegende, überschallschnelle Flugzeuge werden auf dem direkten Weg angefliegen.

S-300PM

Mit der Ausführung S-300PM kommt ein neues Lenkwaffenavigationssystem zum Einsatz. Die mit dem S-300PM zum Einsatz kommenden 5V55RD Lenkwaffen sind mit dem Navigationssystem der späteren 48N6 Lenkwaffen ausgerüstet. Müssen grosse Schussdistanzen erreicht werden, beschreibt die Flugbahn der 5V55RD Lenkwaffe eine nahezu ballistische Kurve. Das maximale Apogäum bei dieser Flugbahn liegt irgendwo zwischen 30 und 38 km. Erst beim Wiedereintritt in einer Höhe von ca. 28'000 m wird die Lenkwaffe wieder mit aktualisierten Zieldaten versorgt. Wenige Sekunden vor dem Einschlag im Ziel wird der Näherungszünder sowie der lenkwaffeneigene Suchkopf und das SAGG System aktiviert, und die Lenkwaffe nimmt die letzten Kurskorrekturen vor. Ziele auf mittlere Distanz, ballistische Raketen und hochfliegende, überschallschnelle Flugzeuge werden auf dem direkten Weg angefliegen.

Das präzise SAGG-Lenkverfahren der S-300PM ermöglicht auch die Bekämpfung von luftgestützten Abstandswaffen mit kleinem Radarquerschnitt. Ab der Ausführung SA-10B können zum Selbstschutz Gleitbomben wie die amerikanische GBU-15 und GBU-30V JDAM bekämpft werden. Schnellfliegende Anti-Radar-Lenk Waffen (ARM), wie die französische ARMAT und die AGM-88 HARM aus den USA können auf eine Distanz von 20-30 km bekämpft werden.

Lenkwaffen:

Die **5V55** Lenkwaffen werden in versiegelten, vor Witterungseinflüssen geschützten Transport- und Abschussbehältern aus dem Herstellungswerk ausgeliefert. Jedes Startfahrzeug ist mit jeweils vier dieser Lenkwaffenbehälter bestückt. Die Lenkwaffen können ohne Kontrolle 10 Jahre in den Behältern transportiert und gelagert werden. Zu Kontrollzwecken besitzen die Lenkwaffen einen eingebauten, elektronischen Selbsttest, welcher durch das Bedienungspersonal an einem Kontrollkasten an den Startrohren durchgeführt werden kann. Die Lebensdauer der Lenkwaffen liegt bei 10 Jahren und wurde später auf 20 Jahre verlängert. Sämtliche Lenkwaffentypen werden vertikal aus ihren Transport- und Startbehältern verschossen. Mittels einem Gasgenerator werden die Lenkwaffen aus den Behältern auf eine Höhe von ca. 30 Metern ausgestossen. Dann zündet der Feststoff-Raketenmotor und beschleunigt die Lenkwaffe auf ihre Marschgeschwindigkeit..

Die 5V55 Lenkwaffen sind einstufige Flugkörper mit einem Feststoffraketenantrieb. Am Flugkörperende sind vier trapezförmige Steuerflügel mit einer Spannweite von 1'036 mm bzw. 1'124 mm angebracht. Diese Flügel sind, während sich die Lenkwaffe in dem Transport- und Startbehälter befindet, an den Lenkwaffenrumpf angelegt. Sie entfalten sich unmittelbar, nachdem die Lenkwaffe den Startbehälter verlassen hat. Die Flugkörperlenkung erfolgt mittels diesen Steuerflügeln und einer Schubvektorsteuerung (TVC). Die Schubvektorsteuerung befindet sich an der Austrittsöffnung des Raketentriebwerkes. Der Raketenstrahl und die heissen Abgase werden mit vier graphitbeschichteten Steuerflächen in die gewünschte Richtung geschwenkt. Dieser Mechanismus unterstützt die vier Lenk- und Steuerflügel am Flugkörperheck. Mittels dieser beiden Lenkmechanismen können die Lenkwaffen Manöver mit einer maximalen Belastung von 20 g fliegen. Im Lenkwaffenheck ist die Servoeinheit für die Steuerung untergebracht. Unmittelbar davor ist der Feststoff-Raketentreibsatz untergebracht. Im vorderen Viertel der Lenkwaffe sind die elektronischen Komponenten sowie der Sprengkopf untergebracht. Die Lenkwaffen haben je nach Ausführung innerhalb von 12 bis 14 Sekunden ihre Spitzengeschwindigkeit erreicht.

Die **5V55K** Lenkwaffen wurden mit der ersten Version S-300PT eingeführt. Diese Lenkwaffen sind mit einem Funkkommando-Lenkssystem ausgerüstet. Erst die **5V55R** Lenkwaffen der späteren S-300PS Serie wurden mit dem leistungsstarken, halbaktiven Radarsuchkopf und dem SAGG-Lenkssystem ausgerüstet. Die 5V55R Lenkwaffe verfügt über dieselbe Flugkörperhülle wie ihre Vorgängermodelle 5V55K. Sie ist jedoch mit einem komplett neuen Suchkopf ausgerüstet. Gegenüber ihrem Vorgängermodell verfügt sie über eine um 28 km gesteigerte Reichweite. Ebenso wurde die Lenkwaffenleistung im Umfeld starker elektronischer Störquellen (ECM) verbessert. Die **5V55KD** Lenkwaffe wurde mit dem S-300PS Komplex entwickelt. Diese Lenkwaffe verfügt über die selbe Sensoreinheit wie die 5V55R Lenkwaffe und kann aber auch mit dem System S-300PT-1 eingesetzt werden. Die **5V55V** Lenkwaffe verfügt über die selben Leistungen wie die 5V55KD Lenkwaffen, ist aber mit einem Nuklearsprengkopf ausgerüstet. Die **5V55S** Lenkwaffe kam mit dem Komplex S-300PS zum Einsatz und war ebenfalls mit einem Nuklearsprengkopf bestückt. Die Ausführung **5V55RD** wurde mit dem System S-300PM eingeführt und verfügt über einen modifizierten Raketenmotor mit einer gesteigerten Reichweite. Ebenso besitzt diese Lenkwaffe ein neues Navigationssystem und eine modifizierte Steuereinheit. Dieser Lenkwaffentyp kann auch mit den späteren Systemen S-300PM-1 und S-300PM-2 eingesetzt werden. Die **5V55VM** und **5V55PM** Lenkwaffen sind mit einem passiv arbeitenden Radarsuchkopf ausgerüstet und kommen gegen

Radar-Überwachungsflugzeuge (AWACS) sowie gegen Störflyzeuge zum Einsatz. Über diese Lenkwaffen sind keine weiteren Details verfügbar.

Der Gefechtskopf der 5V55 Lenkwaffen wird durch einen aktiven Funk- Näherungszünder oder durch den Aufschlagzünder zur Detonation gebracht. Der Sprengkopf besteht aus einem konventionellen 133 kg schweren Splittergefechtskopf. Der Gefechtskopf hat gegen ein durchschnittliches Kampfflugzeug einen letalen Wirkungsradius von über 40 m. Der nukleare Sprengkopf der 5V55V und 5V55S Lenkwaffen besass eine variierbare Sprengleistung von 0.1-5 KT. In grossen Flughöhen wurde eine Sprengleistung von 5 KT angewandt. Im unteren Höhenbereich wurde die Sprengleistung durch eine Rechneinheit in der Lenkwaffe automatisch auf 0.1 KT reduziert. Der Sprengkopf wurde manuell mit einem kodierten Funkkommando durch die Feuerleitzentrale gezündet. Insgesamt wurden über 600 Nuklearsprengköpfe für die Lenkwaffen produziert. Diese Lenkwaffen wurden anfangs der 2000er Jahre ausgesondert und befinden sich nicht mehr im Einsatz. Bis zum Jahr 1990 wurden bei den Herstellerfirmen Fakel und Almaz über 10'000 5V55 Lenkwaffen hergestellt.

Bei dem schiffsgebundenen SA-N-6 GRUMBLE System kommen die überarbeiteten **5V55RM** Lenkwaffen zum Einsatz. Die Exportversion dieser Lenkwaffe trägt die Bezeichnung **3M41**. Diese Lenkwaffe ist eine speziell gegen Meerwasser geschützte Ausführung der landgestützten 5V55R Lenkwaffe. Bis auf den speziellen Korrosionsschutz der 5V55RM Lenkwaffe sind die beiden Typen identisch.

Folgende Lenkwaffen werden mit den SA-10 GRUMBLE Systemen eingesetzt:

Lenkwaffen	System	Bemerkung	Lenksystem	Reichweite
5V55.2T	S-300PT	für Lenkwaffen- und Systemtests	INS + RC	~45 km
5V55K (V-500K)	S-300PT	Standardlenkwaffe der ersten S-300PT Systeme	INS + RC	47 km
5V55KD	S-300PT-1	5V55K mit Lenksystem der 5V55R Lenkwaffe	INS + SARH + SAGG	75 km
5V55R (V-500R)	S-300PS	Standardlenkwaffe der ersten S-300PS Systeme	INS + SARH + SAGG	75 km
5V55RD	S-300PM	5V55R mit Lenksystem der 48N6 Lenkwaffe	INS + SARH + SAGG	92 km
5V55S (V-500S)	S-300PS	5V55R Lenkwaffe mit Nuklearsprengkopf	INS + SARH + SAGG	unbekannt
5V55V (V-500V)	S-300PT-1	5V55KD Lenkwaffe mit Nuklearsprengkopf	INS + SARH + SAGG	unbekannt
5V55RUD	S-300PM	Exportversion der 5V55RD	INS + SARH + SAGG	~92 km
5V55U	S-300PMU / PM	Trainings- und Manipulationslenkwaffe	INS + SARH + SAGG	-
5V55VM	S-300PT-1A	5V55R Lenkwaffe mit passivem Radarsuchkopf	INS + PRH	~75 km
5V55PM	S-300PS / PM	5V55RD Lenkwaffe mit passivem Radarsuchkopf	INS + PRH	~92 km
5V55RM	S-300F	Marineausführung der 5V55R Lenkwaffe	INS + SARH + SAGG	75 km
3M41	S-300F	Exportversion der 5V55RM	INS + SARH + SAGG	75 km

Status:

Anfangs 2005 standen bei den russischen Luftverteidigungstruppen über 1'900 S-300P Systeme im Einsatz. Sie ersetzen dort in den 1980er und 1990er Jahren die schon längst veralteten Systeme SA-1 GULD, SA-2 GUIDELINE, SA-3 GOA, und teilweise auch die Systeme SA-5 GAMMON. Anfangs 2010 standen in Russland die folgende Anzahl SA-10 Systeme im Einsatz:

Militärdistrikt / Ortschaft:	S-300PT:	S-300PS:	S-300PM:
Moskau			
Moskau	-	-	9 Batterien
Woronesch	-	1 Batterie	-
Nord			
St. Petersburg	-	7 Batterien	1 Batterie
Seweromorsk	-	1 Batterie	-
Sewerodwinsk	3 Batterien	-	-
Waldai	-	1 Batterie	-
Olenegorsk	-	-	1 Batterie
Nordkaukasus			
Rostow am Don	-	-	1 Batterie
Noworossiysk	-	-	1 Batterie
Wolga-Ural			
Saratow	-	2 Batterien	-
Samara	-	2 Batterien	-
Jekaterinburg	-	2 Batterien	-
Sibirien			
Nowosibirsk	2 Batterien	-	-
Atschinsk	-	1 Batterie	-
Angarsk	-	1 Batterie	-
Ulan-Ude	-	1 Batterie	-
Fernost			
Wladiwostok	-	5 Batterien	-
Petropawlowsk-Kamtschatski	-	2 Batterien	-
Komsomolsk am Amur	-	1 Batterie	-
Chabarowsk	-	1 Batterie	-
Kaliningrad			
Kaliningrad	-	4 Batterien	-

Bei den in Russland im Einsatz stehenden GRUMBLE Systemen handelt es sich um die Ausführungen S-300PT-1A, S-300PS und S-300PM. Die Ausführungen S-300PT kamen nur innerhalb der ehemaligen Sowjetunion zum Einsatz. Grösster Betreiber der SA-10 ausserhalb Russlands ist die Ukraine mit 15 S-300PT und 12 S-300PS Batterien. Die Ausführung S-300PMU wurde auch in die Staaten des Warschauer Paktes exportiert. Nachdem verschieden S-300PT Batterien auf den Stand S-300PM nachgerüstet wurden, wurde die Produktion der SA-10 Mitte der 1990er Jahre eingestellt. Einzig die S-300PMU und das Nachfolgesystem SA-20 GARGOYLE wird noch auf dem Exportmarkt angeboten. Bei einer allfälligen Bestellung kann die Produktion der SA-10B/C aber jederzeit wieder aufgenommen werden. Viele der seit den 1980er Jahren im Einsatz stehenden SA-10 Systeme haben mittlerweile das Ende ihrer Lebenszeit erreicht. Die russischen Streitkräfte planen, diese Systeme mit der SA-21 GROWLER (S-400 Triumph) zu ersetzen. Infolge der problematischen, finanziellen Verhältnisse der russischen Streitkräfte kann ein kompletter Ersatz der SA-10 Systeme in absehbarer Zeit nicht durchgeführt werden.

Die SA-10B/C Systeme wurden bis Ende der 1980er Jahre auf dem Exportmarkt als Gegenstück zum U MIM-104 PATRIOT System zum Kauf angeboten. Mit der vernetzten Operationsführung ist ein SA-10 Regiment fähig, ein grösseres Flächenziel gegen einen massiven Luftschlag zu schützen. Das SA-10 System ist in mancher Hinsicht dem amerikanischen Konkurrenten ebenbürtig und in einigen Bereichen sogar überlegen. Zum Beispiel besitzt es eine bessere Resistenz gegenüber Störmassnahmen. Bei der Mehrfachzielbekämpfung verfügt die S-300PS / PM über bessere Leitungen.

Ebenso dauert ein Stellungenbezug bzw. Stellungswechsel nur einen Bruchteil der Zeit, welche das PATRIOT System benötigt.

Der grösste Exportkunde der SA-10 und SA-20 ausserhalb der ehem. Sowjetunion ist China. Im Jahr 1991 bestellte die chinesische Armee acht S-300PMU Batterien mit total 32 5P85SU/DU Startfahrzeugen. Dazu erhielten sie 384 5V55RD Lenkwaffen. Zusätzlich stellte der chinesische Rüstungskonzern CPMIEC eine nicht näher bekannte Anzahl von Lenkwaffen in Lizenz her. Die Lieferung erfolgte 1993. Die Beschaffungskosten beliefen sich auf 220 Millionen U.S. Dollar. Im den Jahren 1994 und 2000 erfolgten weitere Bestellungen von S-300PMU-1/2 Systemen (siehe SA-20 GARGOYLE). Ebenso kauften die chinesischen Streitkräfte ein Software- und Modifikationspaket für eine nachträgliche Integration der verbesserten Ausführung S-300PMU-1. Nach Angaben der chinesischen Regierung sollen zwei der vier bereits im Einsatz stehenden Regimenter auf den Standard S-300MPU-1 nachgerüstet werden. Die Umrüstung der bestehenden S-300PMU Systeme soll in China erfolgen. Die SA-10 GRUMBLE trägt in den chinesischen Streitkräften die Bezeichnung **HQ-10**. Das erste Bataillon, welches zum Schutz des Stadtgebietes von Peking abgestellt ist, war im Jahre 1999 einsatzbereit. Einzelne Bataillone sind zum Schutze der Städte Peking, Longtian, Xiamen, and Shantou abgestellt. Einzelne autonom operierende Batterien sind an der Meeresenge zu Taiwan in der Provinz von Fujian im Einsatz. Diese Batterien sind in der Nähe der Städte Longtian und Fuzhou stationiert. Die Stellungen befinden sich alle in Küstennähe.

Der chinesische Waffenkonzern CATIC in Peking entwickelte in den Jahren 1992 bis 1998 das **FT-2000** Flugabwehrsystem. Das FT-2000 System basiert auf dem S-300PS System. Es ist auf den selben Fahrzeugen untergebracht und verwendet die selben Lenkwaffenkanister. Ebenso werden die selben Radarkomponenten verwendet. Die Lenkwaffen basieren auf den russischen 5V55 Lenkwaffen. Die neuen Lenkwaffen sind mit einem passiv arbeitenden Radarsuchkopf (PRH) bestückt. Das FT-2000 System ist auf die Bekämpfung von luftgestützten Überwachungsplattformen, wie das AWACS System der NATO, ausgelegt und hat eine maximale Reichweite von rund 100 km. Das System befindet sich seit dem Jahr 2000 bei den chinesischen Streitkräften im Einsatz.

Ebenso haben die chinesischen Streitkräfte seit 2009 das System **HQ-9** im Bestand. Dieses scheint ein Klon aus den Systemen S-300PMU und S-300PMU-1 zu sein. Als Feuerleitradar kommt eine abgeänderte Version des 30N6E1 Radars zum Einsatz. Dieses wird HAT-233 Bezeichnet und ist auf einem Taian TAS-5380 (10x10) LKW installiert. Der Batterie-Kommandoposten ist auf einem separaten Fahrzeug des selben Typs installiert und trägt die Bezeichnung TWS-312. Als Langstrecken-Überwachungsradar kommt das Type-305A 3D-Phased Array Radarsystem zum Einsatz. Zur Tieffliegererfassung wird das Type-120 Radar verwendet. Die beiden letztgenannten Radargeräte scheinen chinesische Eigenentwicklungen zu sein. Bei dem Lenkwaffentyp handelt es sie um modifizierte 5V55U Lenkwaffen mit einer vergrösserten Reichweite sowie verbesserter Agilität. Die Marineausführung der HQ-9 wird **HHQ-9** genannt und ist Testweise auf einem Zerstörer der Klasse Type 052B (DDG) installiert. Die Exportversion der HQ-9 trägt die Bezeichnung **FD-2000** und wird seit mitte 2009 auf dem Exportmarkt angeboten. Erster Interessent ist Pakistan.

Zum HQ-9 / FT-2000 System wurden folgende Leistungsdaten veröffentlicht:

Einsatzreichweite (gegen Flugzeuge)	7 - 125 km
Einsatzhöhe (gegen Flugzeuge)	25 – 27'000 m
Einsatzreichweite (gegen Marschflugkörper)	7 – 15 km
Einsatzhöhe (gegen Marschflugkörper)	minimal 25 m
Einsatzreichweite (gegen ballistische Raketen)	7 – 25 km
Einsatzhöhe (gegen ballistische Raketen)	2'000 – 15'000 m
Einsatzreichweite (gegen überschallschnelle Lenkwaffen)	7 – 50 km
Einsatzhöhe (gegen überschallschnelle Lenkwaffen)	25 – 18'000 m

Unmittelbar nach der Wiedervereinigung Deutschlands wurden die 12 (eine Batterie) in der ehemaligen DDR im Einsatz stehenden S-300PMU Systeme durch das US Army Missile Intelligence Command (US AMIC) untersucht. Danach wurden sämtliche SA-10 Systeme als sogenannte sensitive Technik in die UdSSR zurückgeführt.

Im Jahre 1994 kaufte das Verteidigungsministerium der USA (DoD) in Weissrussland einzelne Komponenten der Systeme S-300PMU und S-300PM ein. Insgesamt soll das DoD folgende Komponenten beschafft haben: Die Feuerleit- und Radargeräte FLAP LID-B und TIN SHIELD-B, einen F-9 Kommandocontainer sowie ein Universal-1E C³I System. Dazu hat das DoD acht 5V55R, acht 5V55K und zwei 5V55RUD Lenkwaffen, sowie eine unbekannte Anzahl 5P851 Startgeräte in Weissrussland beschafft. Die in Weissrussland beschafften Systemkomponenten stammten aus der Offiziersschule der Luftverteidigungsgruppen in Minsk. Der Verkauf der Systemkomponenten durch die weissrussische Regierung löste in Russland einen Skandal sowie grosse politische Spannungen aus. Vorwürfe von Nichtpatriotismus und Verrat wurden laut. Weissrussland hatte mit dem Verkauf wichtige Gefechtsparameter der S-300PM preisgegeben. Weissrussland hatte kein Recht, das moderne S-300PM System zu exportieren. Jedenfalls wurden die Systeme durch die U.S. Armee gründlich ausgetestet. Ebenso begann die U.S. Luftwaffe mit der Arbeit an elektronischen Gegenmassnahmen (ECM) gegen die S-300PMU. Im Jahre 1996 kam das S-300PMU System bei der U.S. Luftwaffenübung Übung RED FLAG zum Einsatz und war der Star der Luftverteidigungsübungen.

Am 22. November 2004 berichtete die kroatische Zeitung "Zagreb Vjesni", dass die kroatischen Streitkräfte anfangs 2004 ein komplettes S-300PMU System an die USA verkauft haben. Das System wurde im Frühling 2004 mit einem Transportschiff der U.S. Navy direkt in Kroatien abgeholt und in die USA gebracht. Auch in diesem Fall hatten die kroatischen Streitkräfte kein Exportrecht und handelten sich den Groll Russlands ein.

Im Jahre 1995 bestellte die serbische Regierung in Russland acht Batterien S-300PMU (SA-10B GRUMBLE) bestehend aus 32 Startfahrzeugen. Die Bestellung beinhaltete auch die Lieferung von 128 5V55U Lenkwaffen. Im Jahre 1999, in den Wochen vor den Luftangriffen der NATO gegen den serbischen Teil des ehemaligen Jugoslawiens, begann die russische Waffenexportagentur Rosvoorouzhnie mit der Lieferung von S-300PMU Komponenten an Serbien. Trotz den bestehenden Wirtschaftssanktionen konnten einzelne Startfahrzeuge und FLAP LID-B Feuerleitgeräte noch vor dem Kriegsausbruch nach Serbien geliefert werden. Der serbischen Armee gelang es, die Radarkomponenten des SA-10B Systems in das bestehende Radarnetz, welches aus SQUAT EYE (P-15M) und SIDE NET (PRV-11) bestand, einzubinden. Für den 30. Mai kündigte General Velickovic, der Chef der serbischen Luftwaffe, die ersten Schiessversuche mit dem System an. Die am 24. Mai beginnenden Bombenangriffe verunmöglichten die weitere Auslieferung von den noch ausstehenden FLAP LID-B und TIN SHIELD-B Radargeräten. Jedoch wurden die Serben während der gesamten Dauer des Konfliktes weiterhin mit einzelnen Komponenten des Systems versorgt. Insgesamt sollen über 20 5K55U Lenkwaffen über eine Eisenbahnverbindung von Ungarn nach Serbien geschmuggelt worden sein. Einzelne Schiffe und Fahrzeugkonvois mit Lenkwaffen und anderen Komponenten für das S-300PMU System wurden noch vor der serbischen Grenze gestoppt. Teile einer S-300PMU Batterie wurden auf dem Gelände der Banat Ö Raffinerie stationiert. Diese Ö Raffinerie liegt rund 10 km östlich von Belgrad in den Vororten der Stadt Pancevo. Es ist unklar, ob in dieser Stellung Startfahrzeuge mit 5K55U Lenkwaffen stationiert waren. Vermutlich waren nur die Radargeräte FLAP LID-B, SQUAT EYE, SIDE NET und der Kommandoposten des Bataillons dort stationiert. Auf jeden Fall wurden die Radaremissionen dieser Radargeräte bei der Banat Ö Raffinerie entdeckt. Mehrere Male wurde das FLAP LID Feuerleitradar und zwei SQUAT EYE Radargeräte auf Kampflugzeuge der NATO aufgeschaltet. Wenige Tage später wurde die Ö Raffinerie von F-16 Kampflugzeugen der NATO angegriffen. Die Raffinerie und die S-300PMU Stellung wurden total zerstört. General Velickovic und Teile seines Stabes kamen bei diesem Angriff ums Leben. Die serbische Armee hat während der gesamten Dauer des Konfliktes keine einzige Lenkwaffe mit den S-300PMU System eingesetzt.

Immer wieder gibt es Gerüchte, wonach sowohl Syrien und auch der Iran S-300PMU Systeme beschafft haben. Beide Nationen bekundeten mehrfach ihr Interesse an dem System. In keinem Fall existieren aber stichhaltigen Beweise, dass ein Kaufvertrag abgeschlossen wurde oder gar eine Lieferung von S-300PMU Systemen erfolgte. Allerdings präsentierte der Iran im April 2010 an einer Militärparade ein Flugabwehrsystem welches stark der S-300PMU ähnelt. Nach eigenen Angaben ist das vorgestellte Flugabwehrsystem eine Eigenentwicklung welche keine russischen Komponenten enthält. Während einige Experten das präsentierte Flugabwehrsystem für das chinesische HQ-9 System halten, gehen andere von reinen Attrappen aus.

Der erste Benutzer der schiffsgebundenen SA-N-6 GRUMBLE ausserhalb Russlands war die Ukraine. Nach dem Zerfall der Sowjetunion übernahm die Ukraine den sich im Bau befindenden sowjetischen Kreuzer Ukrainia. Die Ukrainia ist ein Kreuzer der SLAVA Klasse und ist mit 64 3M41 Lenkwaffen bestückt. Der bislang einzige Exportkunde der schiffsgebundenen S-300F Rif ist China. Die chinesischen Seestreitkräfte rüsteten die Typ-051C Zerstörer (DDG) mit dem SA-N-6 System aus. Der Typ-051C Zerstörer ist mit einem TOP DOME Feuerleitradar und acht B-203 Magazinen mit total 48 3M41 Lenkwaffen ausgerüstet.

Dazugehörige Radargeräte:

NATO-Code:	FLAP LID-A	FLAP LID-B	CLAM SHELL	CLAM SHELL
GUS-Bezeichnung:	5N63	5N63S	5N66 / 76N6	76N6M
Funktion:	Feuerleitung und Zielverfolgung	Feuerleitung und Zielverfolgung	Tiefflieger Zielerfassung	Tiefflieger Zielerfassung
Einsatz Reichweite:	120 km	160-200 km	120 km	300 km
Einsatz Höhe:	27'000 m	35'000 m	Nicht bekannt	Nicht bekannt
Frequenzband:	I/J-Band	I/J-Band	I-Band	Nicht bekannt
Frequenz:	2-8 GHz	2-3GHz	3,5-4,0 GHz	Nicht bekannt
Sendeleistung:	130 kW	Nicht bekannt	1,4 MW	Nicht bekannt
Mobilität:	Anhänger	8 x 8 Fahrzeug	Anhänger	Anhänger

NATO-Code:	TIN SHIELD-A	TIN SHIELD-B	BIG BIRD-A / B	BIG BIRD-C
GUS-Bezeichnung:	5N59 / ST-68M	36D6 / ST-68UM Niva	5N64K / 5N64S	64N6
Funktion:	3D-Überwachung	3D-Überwachung	Zielerfassung und 3D-Überwachung	Zielerfassung und 3D-Überwachung
Einsatz Reichweite:	150 km	250 km	über 260 km	300 km
Einsatz Höhe:	Nicht bekannt	Nicht bekannt	Nicht bekannt	über 35'000 m
Frequenzband:	E/S-Band	E/F-Band	F-Band	E/F-Band
Frequenz:	Nicht bekannt	2-4 GHz	3,3 GHz	2-6 GHz
Sendeleistung:	350 kW-2,5 MW	350 kW-1.23 MW	Nicht bekannt	Nicht bekannt
Mobilität:	Anhänger	Anhänger	Anhänger	Anhänger

Benutzer SA-10 GRUMBLE:

- **Armenien:** 3 Batterien S-300PT
- **Bulgarien:** 1 Batterie S-300PMU
- **China:** 8 Batterien S-300PMU
- **Estland:** 1 Batterie S-300PT
- **Kasachstan:** 5 Batterien S-300PS
- **Kroatien:** Systeme weiter verkauft
- **Moldawien:** 1 Batterie S-300PT
- **Republik Bergkarabach:** 1 Batterie S-300PT
- **Polen:** 1 Batterie S-300PMU
- **Russland:** 50 Batterien S-300PT/PS/PM
- **Serbien und Montenegro:** Status unbekannt
- **Slowenien:** Status unbekannt
- **Slowakische Republik:** 2 Batterien S-300PMU
- **Ukraine:** 17 Batterien S-300PT1, 12 Batterien S-300PS
- **Weissrussland:** 3 Batterien S-300PT, 7 Batterien S-300PS

Benutzer SA-N-6 GRUMBLE:

China, Russland, Ukraine

Quellen:

Literatur:

- Jane's Land-Based Air Defence.** Verschiedene Ausgaben. Jane's Verlag
- Russia's Arms and Technologies. The XXI Century Encyclopedia Volume 9 – Air and ballistic missile defense.** The Publishing House - Arms and Technologies, 2004
- Grumble - Guardian of the Skies, Part I und II.** Steven J. Zaloga. Jane's Intelligence Review, 1997
- The Double-Digit SAM's.** John A. Tirpak. Air Force Magazine, 2001
- Next generation SAM's for Asia, Part I und II.** Dr. Carlo Kopp, Australian Aviation, 2003
- Moscow's Air-Defense Network, Part I - III.** Michal Fiszer, Journal of Electronic Defense, 2002
- Launch, Intercept, Destroy - Land-based Air Defence.** Roy Braybrook, Armada International, 2002
- Castles in the Sky.** Michal Fiszer und Jerzy Gruszczynsk, Journal of Electronic Defense, 2002
- Name of the Roses - Russia's "joint" S-300 air defense system turned out to be nothing of the sort.** Michal Fiszer, Military Microwaves Supplement, 2006
- FlaLKF Systeme SA-10B und Patriot - Ein Vergleich aus sowjetischer Sicht.** Soldat und Technik, 1992
- Russian Arms Catalog.** 2002
- SAM's of the PVO.** Mikhail Pervov, 2001
- Fakel's Missiles.** Wladimir Korovin, 2003
- S-300.** Newskii Bastion, Band 3, 1997

Internet:

- <http://pvo.guns.ru/>
<http://geimint.blogspot.com>
<http://www.ausairpower.net>
<http://www.raspletin.ru>
<http://www.globalsecurity.org>
<http://www.fas.org>
<http://www.janes.com>
<http://www.rusarm.ru>
<http://www.snariad.ru>
<http://www.warfare.ru>
<http://www.vko.ru>
<http://mdb.cast.ru/>
<http://www.missiles.ru>
<http://www.military.cz>
<http://legion.wplus.net>
<http://www.radartutorial.eu/>
<http://www.milparade.com/>
<http://rbase.new-factoria.ru/>
<http://www.astronautix.com>
<http://www.designation-systems.net/>
<http://www.sinodefence.com>
<http://www.peters-ada.de>
- sowie verschiedene Foren mit dem entsprechenden Thema