

DTIG

Defense Threat
Informations Group

Das Boden- Luft Lenkwaffensystem **SA-20 GARGOYLE**

Fachdokumentation

Autor : Adrian Ochsenbein



Version 1.9
April 2010

SA-20 GARGOYLE

DoD / NATO-Code:	SA-20A GARGOYLE	SA-20B GARGOYLE
System:	S-300PM-1	S-300PM-2
Lenkwaffe:	48N6	48N6D
Länge:	7,50 m	7,50 m
Durchmesser:	515 mm	519 mm
Spannweite:	1'036 mm	1'134 mm
Antrieb:	1 Stufe Feststoff	1 Stufe Feststoff
Gewicht:	1'800 kg	1'835 kg
Sprengkopf:	143 kg FRAG-HE	180 kg FRAG-HE
Zündung:	Radar Näherungs- und Aufschlagszünder	Radar Näherungs- und Aufschlagszünder
Geschwindigkeit:	2'000 m/s	2'100 m/s
Reichweite:	5-150 km	3-200 km
Einsatzhöhe:	10-27'000 m	10-25'000 m
Lenkung:	INS + SARH + SAGG	INS + SARH + SAGG

Beschreibung:

Die SA-20 GARGOYLE ist ein mobiles, allwetterfähiges Langstrecken- Boden- Luft- Lenkwaffensystem zur Bekämpfung von Kampfflugzeugen und Marschflugkörpern in allen Flughöhen. Ebenso können ballistische Kurz- und Mittelstreckenraketen abgefangen werden.

Entwicklung:

In den 1980er Jahren entstanden verschiedene Ausführungen des S-300P Flugabwehrsystems. Die ersten Systeme bekamen von der NATO die Bezeichnung **SA-10 GRUMBLE**. Die beiden letzten Systeme der S-300P Serie, die S-300PM-1 und S-300PM-2, unterscheiden sich wesentlich von ihren Vorgängermodellen und bekamen im Jahr 2003 von der NATO die Bezeichnung **SA-20 GARGOYLE**. 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. Mit der Entwicklung der S-300PM bzw. **S-300PM-1** (M steht für Модификационнй = modifiziert) wurde im Sommer 1983 begonnen. Bei der Konstruktion dieser Version der S-300P wurde grosser Wert auf die Kampftauglichkeit im Umfeld von starken elektronischen Störmassnahmen (ECM) gelegt. 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. Der neue Lenkwaffentyp bekam die Bezeichnung 48N6. 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 eingeführte 5V55R Lenkwaffe zurück und bestückte diese mit dem neuen Lenksystem der 48N6 Lenkwaffe. Die so entstandene Lenkwaffe trägt die Bezeichnung 5V55RU. Die 48N6 Lenkwaffe wurde erst später mit dem Lenksystem der zweiten Serie, der S-300PM-1, eingeführt. Die Testserie des kompletten Systems durch den Hersteller dauerte von 1984 bis 1987. Die abschliessenden Abnahmetests durch die Staatsbehörden waren 1988 abgeschlossen. Die ersten Ausführungen der S-300PM wurden ab dem Herbst 1989 bei den russischen Streitkräften eingeführt. Die erste Serie, die S-300PM mit den 5V55RU Lenkwaffen, bekam von der NATO die Bezeichnung SA-10C GRUMBLE und wird hier nicht weiter behandelt. Die zweite Serie, die S-300PM-1, bekam von der NATO die Bezeichnung SA-20A GARGOYLE. Anfangs der 1990er Jahre war die Exportversion S-300PMU-1 verfügbar. Im Jahr 1992 wurde die SA-20A GARGOYLE an der Luftfahrtshow in Moskau erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt.

Das Ausführung **S-300PM-2 Favorit** wurde primär für den Export entwickelt. Das System entstand als Reaktion auf die U.S. amerikanischen Erfahrungen im Golfkrieg 1991. Bei der Entwicklung dieses Systems wurde die Priorität auf die Bekämpfung von ballistischen Mittelstreckenraketen gelegt. Mit der Entwicklung wurde im Jahre 1995 begonnen. Die ersten System- und Lenkwaffentests wurden im Jahre 1995 durchgeführt. Bei diesen Tests wurden Schiessversuche gegen ballistische Raketen des Typs SS-1D SCUD-C (R-17 Elbrus) und SS-21 SCARAB (OTR-21 Tochka) durchgeführt. Im November 1995 wurde das System formell in die Bewaffnung der russischen Streitkräfte aufgenommen. Die S-300PM-2 bekam von der NATO die Bezeichnung SA-20B GARGOYLE. Das System wurde erstmals 1997 an der Luftfahrtshow in Schukowski der Öffentlichkeit vorgestellt. Von der SA-20 GARGOYLE existieren folgende Varianten:

SA-10A GARGOYLE (S-300PM-1 / S-300PMU-1)

Die S-300PM-1 basiert auf der S-300PM und ist eine Weiterentwicklung dieses Systems. Gegenüber der Version S-300PM verfügt diese Ausführung über leistungsstärkere Rechneinheiten sowie über die reichweitestegestiegenen 48N6 Lenkwaffen. Das Kürzel P steht für PVO = Strategische Luftverteidigungsstreitkräfte, das Kürzel M steht für Modifikatsionny = modifiziert. Das System ist auch bekannt unter der Exportbezeichnung **S-300PMU-1**. Das Kürzel U steht für Uovershtsvovanniy = verbessert. Eine komplette Batterie trägt die Exportbezeichnung **90Zh6E1**. Alle Komponenten des S-300PM-1 Systems sind wie bei der S-300PS auf selbstfahrenden Kraftfahrzeugen untergebracht. Jedes Fahrzeug verfügt über eine externe Stromversorgung (APU) und ist mit einem eigenen Navigations- und Kommunikationssystem ausgerüstet. Auch verfügt jedes Fahrzeug über ein Überdruck-Schutzsystem gegen biologische- und chemische Kampfstoffe sowie gegen radioaktiven Niederschlag.

Der **TOMBSTONE (30N6 / 36N85)** Feuerleitradarkomplex ist auf einem MAZ-543M (8x8) LKW installiert (Typenbezeichnung MAZ-7910). Der Feuerleitradarkomplex besteht aus den Containern **F-1M** (Radarantenne), **F-2M** (Operationszentrale) und **F-3M** (Feuerleitrechner). Daneben verfügt das Fahrzeug über die nötigen Funkantennen zur Kommunikation mit dem Zielerfassungs- und Überwachungsradar. Die Exportversion dieses Radars trägt die Bezeichnung **30N6E1**. Beim 30N6 Radarkomplex handelt es sich um eine überarbeitete Version des 5N63S Radars der S-300PS. 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. Auch werden für die Lenkwaffen völlig neue Suchalgorithmen verwendet. Äusserlich unterscheidet sich der neue Radarkomplex nur in den vier zusätzlichen, rechteckigen Sende- und Empfangseinheiten. Diese befinden sich unmittelbar unterhalb der Radarantenne. Das Radarsystem besitzt eine passive frequenzgesteuerte Phased Array Antenne (PESA). Die Sendeantenne hat eine Fläche von rund 2,75 m² und ist mit rund 10'000 Transmittern ausgerüstet. Das Radar ist speziell auf das Erfassen und Verfolgen von kleinen, tiefliegenden Luftzielen ausgelegt. Das Feuerleitgerät führt gleichzeitig die Ermittlung der Zieldaten sowie die Suche nach weiteren Luftzielen durch (Track-while-scan). Bei der Zielverfolgung wird ein stark gebündelter Radarstrahl erzeugt. Die schmale Strahlenbreite stellt eine genaue Zielverfolgung sicher und verringert die Anfälligkeit bei gegnerischen ECM. Das Radar besitzt grosse Frequenzabweichmöglichkeiten. Ebenso besitzt es eine automatische Auswahl der am wenigsten gestörten Frequenzen. 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). Gegnerischen Störschutzmassnahmen können mit unterschiedlichen Impulsleistungen, Impulsdauer und Modulationsform oder längeren oder kürzeren Empfangszeiten begegnet werden. Auch ist eine passive Verfolgung von Störquellen (Richtung) möglich. Eine Bekämpfungssoftware zum Durchdringen von Störquellen (Entfernung zum Störflugzeug) ist auch installiert.

In bewaldetem oder stark kupertem Gelände kann der F-1M Radarcontainer auf den 15 m hohen **40V6M** Mast aufgebaut werden. Der 40V6M Mast ist auf einem ChMAP Anhänger untergebracht. Das Aufstellen dieses Mastes dauert rund 40 Minuten.

Ziele können in einem Geschwindigkeitsbereich von 1-2'788 m/s verfolgt werden. Die Radarkomponenten des 30N6 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 0,7-1,0 m/s.

Das 30N6 Feuerleitradar besitzt folgende vier Suchmodi:

- Erfassung von Tieffliegern: 1° in der Elevation x 90° im Azimut.
- Erfassung von Flugzielen im mittleren Höhenbereich: 5° in der Elevation x 64° im Azimut.
- Erfassung von Flugzielen im oberen Höhenbereich: 13° in der Elevation x 64°.
- Erfassung von ballistischen Raketen: 10° in der Elevation x 32° im Azimut.

Wird durch das Suchradar ein Flugziel erfasst, so wechselt das Feuerleitgerät automatisch in den Verfolgungsmodus mit 4° in der Elevation x 4° im Azimut oder 2° in der Elevation x 2° im Azimut und ermittelt die Zieldaten für den Lenkwaffeneinsatz. Nebst der Zielverfolgung wird alle 12 Sekunden ein kompletter Sektoren-Scan durchgeführt (Track-while-scan). Der kleinste, erfassbare Radarquerschnitt eines Zieles beträgt 0,02 m². Die Feuerleitrechner können gleichzeitig zwölf Lenkwaffen gegen sechs Ziele lenken.

Die vier Startbehälter für die 48N6 Lenkwaffen sind auf modifizierten MAZ-543 (8x8) LKWs untergebracht. Zum Erstellen der Feuerbereitschaft werden die Raketenbehälter über die Hinterachsen in einer Elevation von 90° aufgestellt. Das Start- und Transportfahrzeug trägt die Typenbezeichnung **5P85SM**. Die Exportbezeichnung für dieses Fahrzeug lautet **5P85SE**. Gegenüber dem Vorgängermodell 5P85S/D verfügt dieses Fahrzeug über gänzlich neue Sendeantennen zur Kommunikation mit dem F-2M Container. Die Datenübermittlung zwischen dem Feuerleitradar und den 5P85S Startfahrzeugen kann wahlweise durch eine Richtstrahl- oder Kabelverbindung erfolgen. Wird die drahtlose Datenübermittlung eingesetzt, so dauert das Erstellen der Feuerbereitschaft lediglich 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 drei Sekunden. Bei den russischen Streitkräften wird aber der **5P85T** Lenkwaffen-Anhänger (Exportbezeichnung **5P85TE**) des S-300PM Systems verwendet.

Zur Feuerkampfführung wird das **83M6** C³ System eingesetzt. Dieses besteht im Wesentlichen aus dem **54K6** Kommandoposten und dem **64N6** 3D-Langstrecken-Überwachungsradar. Dieser Radarkomplex ist eine überarbeitete Ausführung des früheren 5N64 Radars und wird von der NATO als **BIG BIRD-D** bezeichnet. Er kann Flugziele auf eine Maximaldistanz von bis zu 300 km erfassen. Mit dem 83M6 System kann der Feuerkampf von maximal sechs S-300PM-1 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. Als Zugmaschine wird ein MAZ-7410 verwendet. Die zwei 5I57 Dieselgeneratoren und die drei 63T6A Frequenzumformer zur Stromversorgung sind auf einem MAZ-5224V untergebracht. Das 83M6 System kann im Verbund mit den Systemen S-300PM / PM-1 / PM-2 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-D 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 3'400 Transmittern je Seite ausgerüstet. Das Gerät verwendet nach dem Zufallsprinzip eine von 3'500 gespeicherten Frequenzen und wechselt diese alle paar Sekunden. Ein äusserst enger und stark gebündelter Radarstrahl wird erzeugt. Um die Ortung und Bekämpfung zu erschweren, wird ein 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 wahlweise eine Umdrehung alle 6 oder 12 Sekunden. Das Radar kann Flugzeuge, Hubschrauber, Marschflugkörper, Lenkwaffen, Drohnen und ballistische Raketen auf eine Maximaldistanz von über 300 km erfassen. Simultan mit der Zielerfassung erfolgt mit dem IFF Transponder eine Freund- Feind Befragung. Ein Flugziel mit einem Radarquerschnitt von 2,0 m² kann auf eine Entfernung von über 260 km erfasst werden. Eine ballistische Rakete mit einem Radarquerschnitt von 0,4 m² kann auf eine Entfernung von 127 km erfasst werden. Es können gleichzeitig 300 Luftziele in einem Geschwindigkeitsbereich von 30-2'788 m/s automatisch erfasst und katalogisiert werden. Von diesen Zielen werden 100 dann als echte Ziele erkannt und automatisch gemeldet und begleitet. Davon können 36 für die Bekämpfung an die 30N6 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 U.S. amerikanischen Kreuzern der TICONDEROGA Klasse. Die Sendeleistung des BIG BIRD-D Radars wurde nie bekannt gegeben, wird aber enorm sein. Auch bei diesem Radarsystem verwendeten die russischen Entwickler erstmals dem Westen ebenwürdige Technologien (Elektronik). Es verfügt jedoch noch nicht über die neusten, hoch entwickelten Komponenten, welche der Westen für ihre Radargeräte verwenden. Das BIG BIRD-D Radar besitzt die folgenden Suchmodi:

- Für die Erfassung von Flugzielen: 0-14° in der Elevation x 360° im Azimut oder 0-28° in der Elevation x 180° im Azimut
- Für die Erfassung von ballistischen Kurzstreckenraketen: 0-55° in der Elevation x 60° im Azimut oder 20-75° in der Elevation x 60° im Azimut
- Für die Erfassung von ballistischen Mittelstreckenraketen: 0-75° in der Elevation x 60° im Azimut.

Die Radarkomponenten arbeiten äusserst präzise. Folgende Präzision wird erreicht: Die maximale Abweichung bei der Zielverfolgung liegt bei 0,5 Bogenminuten im Azimut und der Elevation. Die maximale Abweichung bei der Distanzmessung liegt bei 150 m. Die Exportbezeichnung für das 83M6 C³ System lautet **83M6E**. Die Exportbezeichnung für das Radarsystem lautet **64N6E**. Der Kommandoposten trägt die Exportbezeichnung **54K6E**. Das 64N6E Radar wird von der Firma NIIP in Novosibirsk hergestellt.

Wie eine S-300PM-1 Batterie autonom eingesetzt (ohne 83M6 C² System), erfolgt die Luftraumüberwachung und Zielzuweisung mit dem **TIN SHIELD-B (36D6 / 5N59S)** Zielerfassungs- und Überwachungsradar. Dieses ist eine Weiterentwicklung des ST-68U Niva Radars der

ukrainischen Firma Iskra. Dieses Radargerät trägt die Exportbezeichnung **36D6E**. 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 $+30^\circ$. 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 Plotextraktor 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. 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 erfassen. 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. Zur besseren Erfassung von tieffliegenden Luftzielen kann die Sendeantenne auf den 23,80 m hohen **40V6M1** Antennenmast aufgesetzt werden. Wird das Radar auf diesen Antennenmast aufgesetzt, so verdoppelt sich die Erfassungsreichweite nahezu. Das TIN SHIELD-B Frühwarnradar ist lufttransportfähig.

Als Ergänzung zum BIG BIRD-D Radarkomplex kann auf Stufe Batterie (optional auch Stufe Bataillon bzw. Regiment) der **CLAM SHELL (76N6)** 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 **FA-51MU** und wird direkt an den F-2M Container (Operationszentrale) der Batterie angeschlossen. Der Container mit den Radaroperatoren wird mit **F-52MU** bezeichnet. Ebenso gehören zum Radarkomplex die beiden 40V6M oder 40V6M2 Radarmasten dazu. Der FA-51MU 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. Die Radarantenne besteht aus einer Sendeeinheit sowie zwei $2,8 \text{ m}^2$ 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 $1-6^\circ$ 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** Masten untergebracht. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert eine Stunde. Bei der zweiten Ausführung ist die Sendeantenne auf einem 38.80 m hohen **40V6M2** Masten untergebracht. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert bei dieser Version rund zwei Stunden. Bei der Zielverfolgung eines Flugzeuges, welches eine Geschwindigkeit von 720 m/s hat und einen Radarquerschnitt von $0,02 \text{ m}^2$ besitzt, wird folgende Radarauflösung erreicht: Die Abweichung liegt bei $0,3^\circ$ 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. 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. Der CLAM SHELL Radarkomplex wird unter der Bezeichnung **76N6S** auf dem Exportmarkt angeboten. Die russischen Streitkräfte setzten zum Teil auch die verbesserte Version **76N6M (5N66M)** ein. Über dieses Radar ist nur sehr wenig bekannt. Es hat eine erhöhte Rotationsgeschwindigkeit von 20 Umdrehungen pro Minute. Die maximale Erfassungsreichweite soll bei 300 km liegen.

An Stelle des CLAM SHELL Tieffliegererfassungs-Radar kann der kostengünstigere **39N6 Kasta-2E2** Radarkomplex eingesetzt werden. Der Radarkomplex wird von der Firma Skala VNIIT hergestellt. Wie beim CLAM SHELL Radar ist auch bei diesem Radarkomplex die Radarantenne auf einem rund 25 m hohen Mast untergebracht. Der Mast wird hydraulisch aufgerichtet. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert rund 20 Minuten. Mit dem Kasta-2E2 Radarkomplex können gleichzeitig 150 Ziele verfolgt werden. Im automatischen Suchmodus können simultan die Flugwege von 50 Zielen verfolgt werden. Ein Kasta-2E2 Radarkomplex, welcher an das S-300PMU-1 System angebunden ist, wurde erstmals an der SOFEX-2000 Ausstellung im Jahr 2000 vorgestellt.

Vom Hersteller sind folgende Parameter des Kasta-2E2 Radarsystem veröffentlicht worden:

Wellenlänge	Dezimeter
Suchreichweite	5-150 km
Suchhöhe	5-6'000 m
Azimut	360°
Erfassungsreichweite für ein Flugziel in 14 m Höhe	41 km
Erfassungsreichweite für ein Flugziel in 50 m Höhe	55 km
Erfassungsreichweite für ein Flugziel in 1000 m Höhe	95 km
Messgenauigkeit Distanz	100 m
Messgenauigkeit Azimut	40 Rad
Messgenauigkeit Geschwindigkeit	20 m/s
Auflösung Distanz	300 m
Auflösung Azimut	5.5°
Update-Rate	5-10 Sekunden

Optional kann die Zielerfassung auch mit dem **Kolchuga** Überwachungssystem der ukrainischen Firma Topaz erfolgen. Das Kolchuga System ist ein passiv arbeitendes Funkmess-Überwachungssystem (SIGINT). Das Gerät erfasst, analysiert und identifiziert laut Hersteller praktisch alle bekannten Emittier von Flugzeugen wie z.B. Funk, Radar, TACAN- Navigation, NATO JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) Datenübertragungssystem und Radardhöhenmesser. Das System empfängt und verarbeitet Signale in einem Bereich von 0,1-19 GHz ohne selbst aktiv zu senden und verrät dadurch seine Stellung nicht. Kolchuga ist auf drei 6-Rad LKWs untergebracht. Auf einem vierten LWK befinden sich die Anlagen und Rechner zur Signalverarbeitung. Die einzelnen LKWs werden normalerweise im Abstand von 60 km zueinander aufgestellt. Auf jedem Fahrzeug befinden sich jeweils vier Antennen für die Bänder VHF, UHF und SHF, mit welchen in einem 1-5° breiten Sektor auf bis zu 600 km und in einem 45° breiten Sektor auf rund 200 km emittierende Ziele gesucht werden können. Gemäss Hersteller können auch Flugziele mit Stealth- Eigenschaften erfasst und verfolgt werden. Mit dem passiven Suchverfahren kann gemäss Hersteller die elektromagnetische Strahlung eines Stealth- Kampfflugzeuges auf eine Distanz von 20-200 km erfasst werden. Normale Kampfflugzeuge und Bomber können auf eine Distanz von bis zu 600 km lokalisiert werden. Nach einer geringfügigen Modifikation an dem D4M Polyana C³I System der S-300PM-1/-2 Brigaden können auch die Zieldaten des Kolchuga-Systems empfangen und verarbeitet werden. Die Datenübermittlung zwischen dem Überwachungssystem und dem Polyana System erfolgt mit einer Richtstrahlantenne oder per Kabelverbindung. Das Kolchuga Überwachungssystem wurde erstmals an der IDEF-1999 in der Türkei im Jahr 1999 vorgestellt. Das verbesserte **Kolchuga-M** System wird seit dem Jahr 2001 auf dem Exportmarkt zum Kauf angeboten.

Mit der S-300PM-1 kommen die **48N6** Lenkwaffen mit einer Reichweite von 150 km zum Einsatz. Die Exportbezeichnung für diesen Lenkwaffentyp lautet **48N6E**. Die Lenkwaffentypen 5V55RD und 5V55RUD des älteren S-300PM Systems können ebenfalls eingesetzt werden.

Mit der Unterstützung des 83M6 C³ Systems können ballistische Mittelstreckenraketen mit einer Maximalreichweite von 1'000 km abgefangen werden. Diese können bis zu einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 2'788 m/s (10'036 km/h) auf eine Maximaldistanz von 40 km bekämpft werden. Hochfliegende Flugziele können auf eine Distanz von 150 km bekämpft werden. Ein Flugziel in einer Flughöhe von 100 m kann auf eine Maximaldistanz von 38 km bekämpft werden. Bei einem Flugziel in einer Flughöhe von 50 m liegt die maximale Bekämpfungsdistanz bei 28 km. Die komplette Startsequenz von der Zielerfassung durch das Überwachungsradar bis zum Lenkwaffenstart dauert 9-11 Sekunden.

SA-10A GARGOYLE (S-300PMU-1A)

Eine Untervariante der S-300PMU-1 ist die Version **S-300PMU-1A**. Dieses System wurde eigens für den Exportmarkt entwickelt und wird von den russischen Streitkräften nicht eingesetzt. Bei diesem System wurden die TIN SHIELD und CLAM SHELL Radars durch das **CHEESE BOARD (96L6E)** 3D Überwachungs- und Zielverfolgungsradar der S-300PMU-2 ersetzt. Die S-300PMU-1A kann aber die 48N6E2 Lenkwaffen der S-300PMU-2 nicht einsetzen.

SA-10B GARGOYLE (S-300PM-2 Favorit / S-300PMU-2 Favorit-S)

Der S-300PM-2 Favorit Komplex wurde auf die Bekämpfung von ballistischen Mittelstreckenraketen optimiert. Die S-300PM-2 ist die zugleich modernste und letzte Ausführung der S-300P Serie. Favorit wurde primär für den Export entwickelt. Bei russischen Luftverteidigungstruppen soll nur ein einzelnes Bataillon mit 1-2 Batterien im Einsatz stehen. Die S-300PM-2 wird unter der Bezeichnung **S-300PMU-2 Favorit-S** auf dem Exportmarkt angeboten. Eine komplette Batterie trägt die Exportbezeichnung **90Zh6E2**.

Bei dieser Ausführung kommt ein modifiziertes **TOMBSTONE** Feuerleitradar mit der Exportbezeichnung **36N85E** oder **30N6E2** zum Einsatz. Es ist mit neuen Rechnerkomponenten ausgerüstet. Der Hauptrechner verfügt über Mikroprozessoren vom Typ Elbrus-90 Mikro SPARC mit einem Quad-CPU mit je 500 MHz Taktfrequenz und 500 MB RAM. Der gesamte Code ist in der Programmiersprache C implementiert. Die Arbeitsplätze der Operateure verfügen über neue, grosse LCD-Farbbildschirme mit integrierten Prozessoren vom Typ Baget 23V. Sämtliche Suchalgorithmen wurden überarbeitet und für die Bekämpfung von ballistischen Raketen optimiert. Zudem wurde die Einsatzleistung im Umfeld elektronischer Störquellen (ECM) verbessert. Die Feuerleitrechner können gleichzeitig zwölf Lenkwaffen gegen sechs Ziele lenken.

Auch das **83M6 C³** System auf Stufe Bataillon wurde auf die Bekämpfung von ballistischen Raketen optimiert. Es können nun Ziele in einem Geschwindigkeitsbereich von 30-2'800 m/s (10'080 km/h) bekämpft werden. Die Exportbezeichnung für dieses 83M6 C³ System lautet **83M6E2**. Die Exportbezeichnung für das Radarsystem lautet **64N6E2**. Der Kommandoposten trägt die Exportbezeichnung **54K6E2**. Dieser verfügt über die selbe Rechereinheit wie das 30N6E2 Feuerleitradar. Die Operateure verfügen über neue, grosse LCD-Farbbildschirme mit integrierten Prozessoren vom Typ RAMEK.

Die Radarkomplexe TIN SHIELD und CLAM SHELL wurden bei Ausführung S-300PM-2 durch das **CHEESE BOARD (96L6)** 3D Überwachungs- und Zielverfolgungsradar ersetzt. CHEESE BOARD kann wahlweise zur Tieffliegererfassung oder als Überwachungs- und Zielzuweisungsradar eingesetzt werden. Der Radarkomplex wird von der Firma Lira KB hergestellt und wurde an der IDEX-97 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Die Exportbezeichnung lautet **96L6E**. Die gesamte Anlage ist auf einem MAZ-7930 (8x8) LKW untergebracht. Das Erstellen der Betriebsbereitschaft dauert 5 Minuten. Das System kann bei Tag und Nacht und bei jedem Wetter eingesetzt werden. Es besteht aus einer frequenzgesteuerten Phased Array Antenne und einer Operationszentrale mit drei Mann Besatzung. Das Radar arbeitet mit einer Wellenlänge im Zentimeter-Bereich und ist auf die Langstreckenerfassung von kleinen Flugzielen ausgelegt. Der Öffnungswinkel der Sendeantenne liegt bei -3° bis +60° in der Elevation und 360° im Azimut. Das System erzeugt einen Radarstrahl von 2,3° im Azimut und 1,5-3,0° in der Elevation. Die Rotationsgeschwindigkeit der Sendeantenne beträgt eine Umdrehung alle 12 Sekunden. Der kleinste erfassbare Radarquerschnitt eines Zieles beträgt 0,02 m². Das System hat eine Erfassungreichweite von 5-300 km. Gleichzeitig können die Rechnerkomponenten automatisch die Zieldaten von 100 verschiedenen Luftzielen in einem Geschwindigkeitsbereich von 30-2'800 m/s ermitteln. Jedes erfasste Ziel wird automatisch eingestuft und jedem wird eine Bekämpfungspriorität zugeordnet. Beim Einsatz in stark durchschnittlichem oder bewaldetem Gelände kann die Sendeantenne auf den 40V6M2 Antennenmast aufgesetzt werden.

Vom Hersteller wurden folgende Parameter des 96L6E Radarsystem veröffentlicht:

Suchoption	Rundum-Überwachung	Sektorenüberwachung	Tieffliegererfassung
Suchsektor Azimut	360°	120°	360°
Suchsektor Elevation	-3° bis +20°	-3° bis +60°	0 bis 1.5°
Geschwindigkeitsbereich	30 bis 1'200 m/s	50 bis 2'800 m/s	30 bis 1'200 m/s
Update-Rate unterer Suchsektor	6 Sekunden (Elevation 0 - 1.5°)	5.5 Sekunden	6 Sekunden
Update-Rate oberer Suchsektor	12 Sekunden (Elevation 1.5 - 20°)	13.5 Sekunden	

Mit der Version S-300PM-2 kommen die modifizierten **48N6D** Lenkwaffen (Exportbezeichnung **48N6E2**) mit einer auf 200 km gesteigerten Reichweite zum Einsatz. Diese Lenkwaffen sind auf die Bekämpfung von ballistischen Raketen ausgelegt. Der Lenkwaffentyp 48N6 vom Vorgängermodell und die Lenkwaffentypen 5V55RD und 5V55RUD des älteren S-300PM Systems können ebenfalls eingesetzt werden.

Die vier Startbehälter für die 48N6D Lenkwaffen sind wie bei der S-300PM-1 auf dem **5P85SM** Start- und Transportfahrzeug untergebracht. Im Zusammenhang mit der S-300PMU-2 trägt dieses Fahrzeug die Exportbezeichnung **5P85SE2**. Auch bei diesem Fahrzeugtyp dauert das Erstellen der Feuerbereitschaft lediglich 5 Minuten. Optional können auch die **5P85T / 5P85TE** Lenkwaffen-Anhänger des S-300PM Systems verwendet werden.

Hochfliegende Flugziele können auf eine Distanz von 200 km bekämpft werden. Ein Flugziel in einer Flughöhe von 100 m kann auf eine Maximaldistanz von 38 km bekämpft werden. Bei einem Flugziel in einer Flughöhe von 50 m liegt die maximale Bekämpfungsdistanz bei 28 km. Mit dem S-300PM-2 System können ballistische Mittelstreckenraketen mit einer Maximalreichweite von 1'000 km abgefangen werden. Diese können bis zu einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 2'800 m/s auf eine Distanz von 40 km bekämpft werden. Die komplette Startsequenz von der Zielerfassung (Flugzeug) durch das Überwachungsradar bis zum Lenkwaffenstart dauert 9-11 Sekunden. Die Reaktionszeit bei der Bekämpfung einer ballistischen Rakete liegt bei 7-8 Sekunden.

Vom Hersteller Almaz wurden die folgenden Leistungsangaben veröffentlicht:

Einsatzcharakteren	SA-20A GARGOYLE / S-300PMU-1	SA-20B GARGOYLE / S-300PMU-2
Bekämpfbare Ziele	strategische und taktische Kampfflugzeuge, Hubschrauber, Marschflugkörper, ballistische Raketen, Präzisionsbomben, Lenkwaffen	
Einsatzdistanz für Bekämpfung von von Flugzeugen - horizontal: - vertikal:	5 - 150 km 0.01 - 27 km	3 - 200 km 0.01 - 25 km
Einsatzdistanz für Bekämpfung von ballistische Raketen - horizontal: - vertikal:	10 - 40 km 0.02 - 25 km	
max. Geschwindigkeit eines bekämpfbaren Flugziels:	2'788 m/s	2'800 m/s
max. Anzahl der - gleichzeitig erfassbaren Ziele: - gleichzeitig verfolgbar Ziele: - gleichzeitig bekämpfbaren Ziele: - gleichzeitig einsetzbaren Lenkwaffen:	bis zu 300 bis zu 100 bis zu 36 bis zu 72	
Treffererwartung mit einem einzelnen Lenkwaffenschuss auf - ein Kampfflugzeug: - eine ballistischen Rakete:	70% - 93% 50% - 77%	80% - 95% 80% - 98%
Zeit für die Erstellung der Feuerbereitschaft:	5 Minuten	
max. Geschwindigkeit beim Transport - auf der Strasse: - im Gelände:	60 km/h 30 km/h	
Betriebs- und Lebenszeit:	20 Jahre	
Klimatische Bedingungen - Betriebstemperatur: - max. Luftfeuchtigkeit: - max. Windgeschwindigkeit:	-50°C bis +50°C 98% 30 - 50 m/s	

SA-N-20A GARGOYLE (S-300FM Fort-M)

Das S-300FM System (F steht für Flota = Marine, M steht für Modifikatsionniy = modifiziert) ist eine abgeänderte, schiffsgebundene Ausführung der landgestützten Version S-300PM-1. Das System basiert auf weiterentwickelten Komponenten des Vorgängersystems SA-N-6 GRUMBLE (S-300F Fort). Anstelle des TOP DOME Feuerleitkomplexes des SA-N-6 Systems kommt eine überarbeitete Version des landgestützten **TOMBSTONE (30N6)** Radars zum Einsatz. Bei diesem System kommt die überarbeiteten **48N6F** Lenkwaffen zum Einsatz. Diese Lenkwaffen sind abgesehen von einem speziellen Korrosionsschutz gegen Meerwasser baugleich mit den 48N6 Lenkwaffen. Die 48N6F Lenkwaffen haben eine maximale Reichweite von 150 km. Die Lenkwaffen werden aus dem unter dem Schiffsdeck untergebrachten **3S41M** Senkrecht-Startsystem gestartet. Die Lenkwaffen selbst

befinden sich in dem **B-203** oder **B-204** Revolvermagazin. Ein B-203 Magazin nimmt sechs Lenkwaffen und das B-204 Magazin acht Lenkwaffen auf. Das schnellstmögliche Startintervall eines Magazins beträgt einen Lenkwaffenstart alle 3 Sekunden. Jeder TOMBSTONE Radarkomplex kann gleichzeitig sechs Ziele mit zwölf Lenkwaffen bekämpfen. Mit dem S-300FM System können ballistische Mittelstreckenraketen mit einer Maximalreichweite von 1'000 km abgefangen werden. Diese können bis zu einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 2'788 m/s auf eine Distanz von 40 km bekämpft werden. Die Exportversion des Systems trägt die Bezeichnung **S-300FM Rif-M**.

Ein S-300FM System wurde zu Testzwecken auf dem letzten russischen Schlachtkreuzer der KIROV Klasse (Projekt 1144 Pjotr Welikij) installiert. Es besteht aus zwei TOMBSTONE Feuerleitkomplexen und zwölf B-204 Magazinen mit 96 48N6F Lenkwaffen. Auf diesem Kreuzer erfolgt die Zielerfassung mit dem TOP PAIR / Flag Überwachungsradar. Der TOP PAIR Radarkomplex besteht aus den beiden Radargeräten TOP SAIL (MR-600 Voskhod) und BIG NET (MR-500 Fut-N). Bei der Luftgefechtsführung wird das TOP PAIR Radarsystem durch die TOP STEER (MR-750 Fregat) 3D Suchradar unterstützt. Das S-300FM System kann ein F-15 EAGLE Kampfflugzeug, welches in einer Höhe von 2'000 m fliegt, auf eine Distanz von 150 km bekämpfen. Eine Anti-Schiffs-Lenkwanne (AShM) in einer Flughöhe unter 25 m kann auf eine Distanz von 30 km bekämpft werden. Die kleinste mögliche Schussdistanz des S-300F Systems beträgt 10 km. Wie bei dem landgestützten Gegenstück S-300PM-1 wird auch bei der S-300FM ein halbaktives Zielsuchverfahren mit einem SAGG-System eingesetzt.

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 des Raketenantriebes nicht auf das Schiffsdeck zurückfallen. Die Lenkwaffe fällt neben dem Schiffsrumpf ins Meer. 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 U.S. amerikanische R/UGM-84 HARPOON können so mit einer grossen Treffererwartung bekämpft werden. Es ist jedoch fraglich, ob tieffliegende, überschallschnelle Lenkwaffen wie die Kh-41 MOSKIT der Firma Raduga erfolgreich bekämpft werden können. Diese Lenkwaffe der neusten Generation nähert sich dem Ziel in Wellenhöhe mit einer Geschwindigkeit von über 840 m/s. Ähnliche Lenkwaffen werden zur Zeit in Europa, China und den USA entwickelt.

Das SA-N-20 GARGOYLE System wird von der russischen Herstellerfirma vielfach mit dem U.S. amerikanischen STANDARD SM-2MR System verglichen. Dieses ist ebenfalls ein schiffsgebundenes Luftverteidigungssystem und wird von den USA der NATO und verschiedenen anderen Nationen eingesetzt. Die Leistungen sowie die Systemautomatisierung des SA-N-20 Systems reichen jedoch bei weitem nicht an das AEGIS / STANDARD System heran.

SA-N-20B GARGOYLE (S-300FM2 Fort-M2)

Vom System SA-N-20B GARGOYLE existieren nur Modellbauten und Prospekte. Eine definitive Entwicklung ist zur Zeit nicht absehbar. Das System S-300FM2 ist eine schiffsgebundene Version der landgestützten S-300PM-2. Es besteht aus dem **96L6** 3D Überwachungs- und Zielverfolgungsradar und einem abgeänderten **TOMBSTONE (30N6)** Feuerleitradar. Sämtliche Radarkomponenten sind gegen den korrosiven Einfluss von Meerwasser geschützt. Zum Einsatz kommen die landgestützten **48N6D** Lenkwaffen. Die Lenkwaffen sind in dem **3S41M** Senkrecht-Startsystem untergebracht.

Mit dem S-300FM2 System können ballistische Mittelstreckenraketen mit einer Maximalreichweite von 1'000 km abgefangen werden. Diese können bis zu einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 2'800 m/s auf eine Distanz von 40 km bekämpft werden. Die Exportversion des Systems trägt die Bezeichnung **S-300FM2 Rif-M2**.

Gefechtsgliederung:

Ein SA-20 Bataillon besteht aus einer 83M6 Feuerleitzentrale und bis zu sechs S-300PM Batterien. Die Batterien können in einem Umkreis von bis zu 100 km von der Feuerleitzentrale eingesetzt werden. Eine SA-20 Batterie besteht aus einem TOMBSTONE Feuerleitradar und bis zu zwölf Lenkwaffenwerfer. Optional kann auf Stufe Batterie ein TIN SHIELD und ein CLAM SHELL Radarkomplex eingesetzt werden. Wird eine Batterie autonom (ohne 83M6 Feuerleitzentrale) eingesetzt, erfolgt die Luftraumüberwachung und Zielzuweisung direkt auf Stufe Batterie mit den Radars TIN SHIELD und ein CLAM SHELL. Bei der Ausführung S-300PM-2 kommt anstelle von TIN SHIELD und CLAM SHELL der Radarkomplex CHEESE BOARD zum Einsatz.

Die Koordination der einzelnen S-300PM Bataillone und Regimenter erfolgt mit dem mobilen **D4M Polyana-S** C³I System (9S82) der Firma Agat NPO oder dem **Osnova-1** C³I System. Mit diesen Systemen wird die Koordination der einzelnen Regimenter, bzw. Brigaden und den höheren Stellen

der PVO oder PVO-SV sichergestellt. Nebst den oben genannten Systemen können auch das C³I System **73N6 Baikal-1** oder das **5S99M-2 Senej-M1E C²** System eingesetzt werden.

Auf Stufe Batterie kommen die folgenden Unterstützungsfahrzeuge zum Einsatz:

- 5T99 und 5T99M Nachladefahrzeug mit vier Lenkwaffenbehältern
- 5T58-2 Transportfahrzeug mit vier Lenkwaffenbehältern
- 22T6 Ladefahrzeug mit Ladekran
- 5I57 Dieselgeneratoren mit drei 63T6A Frequenzumformern auf einem MAZ-5224V
- 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:

- 1T12-2M 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-20 läuft folgendermassen ab:

- Zielerfassung durch das BIG BIRD Überwachungsradar oder durch andere Frühwarnradars.
- Datenweitergabe an das 83M6 System
- Zielanalyse und Prioritäteneinteilung der Flugziele im 83M6 System
- Zielweitergabe an die TOMBSTONE Feuerleitrads der Batterien
- Zielverfolgung durch die TOMBSTONE Feuerleitrads
- Ermitteln des am meisten geeigneten Lenkwaffentyps (48N6 oder 5V55)
- Ermitteln der optimalen Lenkwaffenflugbahn sowie deren Weitergabe in das Steuer- und Navigationsystem der Lenkwaffe
- Lenkwaffenstart in einem Intervall von 3-5 Sekunden. Maximal zwei Lenkwaffen pro Ziel.
- Aktivieren der halbaktiven Radarzielsuche und dem SAGG System (seeker aided ground guidance) für den Zielanflug 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.

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 48N6 Lenkwaffe den grössten Teil des Weges mit Hilfe ihres Navigationssystems autonom zurücklegen. Für den Zielanflug kommt der halbaktive Radarsuchkopf der Lenkwaffe und das SAGG-System zum Einsatz. Beim SAGG Lenksystem handelt es sich um das russische Gegenstück zum U.S. amerikanischen Track-via-Missile System. Bei diesem Lenkverfahren werden die Zieldaten, welche der halbaktive Radarsuchkopf der 48N6 Lenkwaffe erfasst hat, mit einem Datalink an das Feuerleitradar zurückgesendet. Dort werden sie zusammen mit dem Radarbild des 30N6 Feuerleitrads abgeglichen. Die aufgearbeiteten und abgeglichenen Radardaten werden mittels Datalink wieder zurück an den Navigationscomputer der Lenkwaffe gesendet. Mit diesem System wird eine viel grössere Präzision erreicht als mit dem herkömmlichen, halbaktiven Radarlenksystem, bei dem die Zieldaten nur vom Feuerleitradar stammen. Müssen grosse Schussdistanzen erreicht werden, beschreibt die Flugbahn der 48N6 Lenkwaffe eine nahezu ballistische Kurve. Das Apogäum bei dieser Flugbahn liegt bei maximal 38 km. Erst beim Wiedereintritt in einer Höhe von ca. 30'000 m wird die Lenkwaffe wieder mit aktualisierten Zieldaten versorgt. Wenige Sekunden vor dem Einschlag im Ziel werden der Näherungszünder sowie der lenkwaffeneigene Suchkopf und das SAGG-System aktiviert, und die Lenkwaffe nimmt die letzten Kurskorrekturen vor. Kommt das Flugziel in den Ansprechradius

des Näherungszünders, wird der Sprengkopf gezündet. Verfehlt die Lenkwaffe ihr Ziel, so zerstört sich diese nach einer bestimmten Flugzeit selbst. Bei der Bekämpfung von tieffliegenden Zielen werden diese Lenkwaffen gegenüber der Linie zwischen Lenkwaffe und Ziel überhöht verschossen. Die 48N6 Lenkwaffe steigt auf eine zum Ziel stark überhöhte Flugbahn. Mit diesem Flugprofil hat der Lenkwaffensuchkopf ein optimales "Sichtfeld" auf das Ziel. Die Lenkwaffe stösst von ihrer überhöhten Flugbahn in einem steilen Winkel auf das Ziel herab. Mit diesem Verfahren können auch extrem tieffliegende Luftziele wie Marschflugkörper optimal erfasst und bekämpft werden. Flugziele auf kurze und mittlere Distanz werden durch die Lenkwaffe auf direktem Kurs angefliegen. Ebenso werden ballistische Raketen auf direktem Kurs angefliegen und können bis zu einer maximalen Schussdistanz von 40 km bekämpft werden. Bei der Bekämpfung von ballistischen Raketen werden die Lenkwaffen an den voraus errechneten Kollisionspunkt der ballistischen Rakete und der Lenkwaffe verschossen. Die Lenkwaffe hält sich mit dem internen Navigationssystem auf der vorgegebenen Flugbahn. Für die letzten Sekunden wird der lenkwaffeneigene Suchkopf sowie das SAGG System aktiviert und die letzten Kursänderungen werden vorgenommen. Um die Treffererwartung zu erhöhen, wird im taktischen Einsatz meistens eine Salve von zwei Lenkwaffen auf das gleiche Ziel abgefeuert. Das äusserst präzise SAGG-Lenkverfahren ermöglicht auch die Bekämpfung von luftgestützten Abstandswaffen mit kleinem Radarquerschnitt. Zum Selbstschutz können Gleitbomben wie die U.S. 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 über 30 km bekämpft werden. Gemäss Hersteller besitzt das System S-300PM-2 gegen einen tieffliegenden Marschflugkörper vom Typ R/UGM-109 TOMAHAWK eine Einzelschuss-Treffererwartung 80% bis 86%.

Lenkwaffen:

Die **48N6** Lenkwaffen werden in versiegelten, vor Witterungseinflüssen geschützten Transport- und Abschussbehältern aus dem Herstellungswerk ausgeliefert. Die 5P85T Anhänger und Transportfahrzeuge sind jeweils mit vier dieser Lenkwaffenbehälter bestückt. Die Lenkwaffen können ohne Kontrolle 10 Jahre in den zylinderförmigen 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 48N6 Lenkwaffen sind einstufige Flugkörper mit einem Feststoffraketenantrieb. Am Flugkörperheck sind vier trapezförmige Lenk- und Steuerflügel angebracht. Diese Steuerflächen sind, während sich die Lenkwaffe in dem Transport- und Startbehälter befindet, an den Lenkwaffenrumpf angelegt. Die Flügel entfalten sich unmittelbar nachdem die Lenkwaffe den Startbehälter verlassen hat. Die Flugkörperlenkung erfolgt mittels dieser Steuerflügel 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. Sämtliche Lenkwaffentypen werden vertikal aus ihren Transport- und Startbehältern verschossen. Mittels eines Gasgenerators 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 48N6 Lenkwaffen haben innerhalb von 10-12 Sekunden ihre Spitzengeschwindigkeit erreicht.

Die **48N6** Lenkwaffe basiert auf der 5V55R/RD Lenkwaffe, welche mit der S-300PS zum Einsatz kommt. Die 48N6 Lenkwaffe besitzt aber einen vollkommen neuen Raketenmotor sowie neue Lenk- und Steuerflügel am Flugkörperheck. Ebenso besitzt die neue Lenkwaffe einen überarbeiteten Suchkopf mit einem neuen Navigationssystem und eine neue, aerodynamischere Lenkwaffenspitze. Sie soll sich gleichsam für die Bekämpfung von Flugzeugen, Marschflugkörpern und ballistischen Raketen eignen. Die 5V55RU und 5V55RUD Lenkwaffen wurden mit dem S-300PM Komplex entwickelt. Diese Lenkwaffe kann mit sämtlichen S-300PM Systemen zum Einsatz gebracht werden.

Die **48N6D** Lenkwaffe verfügt über dieselbe Flugkörperform wie die 48N6 Lenkwaffe. Sie ist aber mit einem leistungsstärkeren Raketenmotor ausgerüstet. Um diesen neuen Raketenmotor im Flugkörperheck unterzubringen, musste der Rumpfdurchmesser im Bereich des Raketenmotors um 4 mm erweitert werden. Ebenso wurden die Lenk- und Steuerflügel am Flugkörperheck vergrössert. Der Gefechtskopf der Lenkwaffen wird durch einen aktiven Radar- Näherungszünder, oder durch einen Aufschlagzünder zur Detonation gebracht. Der Sprengkopf der 48N6 Lenkwaffe ist ein 143 kg schwerer, konventioneller Splittergefechtskopf. Der Sprengkopf der 48N6DLenk Waffe ist eine Neuentwicklung und ist auf die Bekämpfung von ballistischen Raketen ausgelegt. Der 180 kg schwere Splittergefechtskopf ist lageunabhängig (kardanisch) im Lenkwaffenrumpf aufgehängt. Durch diese

lageunabhängige Aufhängung ist es möglich die Splitterwirkung in eine bestimmte Richtung zu bündeln, bzw. zu fokussieren. Jedes einzelne Splitterfragment entwickelt eine Durchschlagsenergie von 40 kJ. Anderen Quellen zufolge soll dieser Sprengkopf nur 145 kg wiegen. Der effektive Wirkungsradius zur Bekämpfung einer ballistischen Rakete soll bis 50 m betragen.

Bei dem schiffsgebundenen SA-N-20 GARGOYLE System kommen die überarbeiteten **48N6F** Lenkwaffen zum Einsatz. Diese Lenkwaffe ist eine speziell gegen Meerwasser geschützte Ausführung der landgestützten 48N6 Lenkwaffe. Bis auf diesen speziellen Korrosionsschutz sind beide Typen identisch. Die Entwicklung und Produktion dieser schiffsgebundenen Lenkwaffen erfolgt in dem Konstruktionsbüro Altair NPO.

Folgende Lenkwaffen werden mit den SA-20 GARGOYLE Systemen eingesetzt:

Lenkwaffen	System	Bemerkung	Lenksystem	Reichweite
5V55RD	S-300PM-1 / -2	5V55R mit Lenksystem der 48N6 Lenkwaffe	INS + SARH + SAGG	~92 km
5V55RUD	S-300PM-1 / -2	Verbesserte 5V55RD	INS + SARH + SAGG	~92 km
5V55U	S-300PMU-1 / -2	Exportversion der 5V55RD	INS + SARH + SAGG	92 km
5V55PM	S-300PM-1 / -2	5V55RUD Lenkwaffe mit passivem Radarsuchkopf	INS + SARH + SAGG	~92 km
48N6-2	S-300PM-1	für Lenkwaffen- und Systemtests der S-300PM-1	INS + SARH + SAGG	~150 km
48N6	S-300PM-1	Standardlenkwaffe der S-300PM-1 und S-300PM-2	INS + SARH + SAGG	150 km
48N6D	S-300PM-2	Standardlenkwaffe der S-300PM-2	INS + SARH + SAGG	200 km
48N6E	S-300PMU-1	Exportversion der 48N6	INS + SARH + SAGG	150 km
48N6E2	S-300PMU-2	Exportversion der 48N6D	INS + SARH + SAGG	200 km
48N6F	S-300FM	Marineausführung der 48N6 Lenkwaffe	INS + SARH + SAGG	150 km

Status:

Die Einführung der SA-20 bei den russischen Streitkräften war 2005 abgeschlossen. In unregelmässigen Abständen werden einzelne, ältere SA-10 GRUMBLE Systeme auf den SA-20A Standard nachgerüstet. Die problematische finanzielle Lage der russischen Streitkräfte verunmöglicht aber eine grossangelegte Umrüstung dieser älteren Systeme. Auch planen die russischen Streitkräfte die ältesten SA-10 und SA-20 Systeme durch das neue SA-21 GROWLER (S-400) System zu ersetzen. Anfangs 2010 standen in Russland die folgende Anzahl SA-20 Systeme im Einsatz:

Militärdistrikt / Ortschaft:	S-300PM:	S-300PM-1:	S-300PM-2:
Moskau			
Moskau	9 Batterien	9 Batterien	1 Batterie
Nord			
St. Petersburg	1 Batterie	1 Batterie	-
Seweromorsk	-	2 Batterien	-
Olenegorsk	1 Batterie	-	-
Nordkaukasus			
Rostow am Don	1 Batterie	-	-
Noworossijsk	1 Batterie	-	-

Das SA-20 GARGOYLE System wird auf dem Exportmarkt als Gegenstück zum U.S. amerikanischen MIM-104 PATRIOT System zum Kauf angeboten. Mit der vernetzten Operationsführung ist ein SA-20 Bataillon fähig, ein grösseres Flächenziel gegen einen massiven Luftschlag mit Abstandswaffen sowie ballistischen Raketen zu verteidigen. Das SA-20 System ist in mancher Hinsicht dem U.S. amerikanischen Konkurrenten ebenbürtig und in verschiedenen Bereichen sogar überlegen. Zum Beispiel besitzt es eine bessere Resistenz gegenüber Störmassnahmen. Bei der Mehrfachzielbekämpfung verfügt die S-300PM-2 über bessere Leitungen. Ebenso dauert ein Stellungsbezug bzw. Stellungswechsel nur einen Bruchteil der Zeit, welche das PATRIOT System benötigt. Von vielen westlichen Rüstungsexperten wird die SA-20 als deutlich überlegen angesehen. Der erste Exportkunde der SA-20 GARGOYLE ist die Volksrepublik China. Im Jahr 1993 bestellte China zwei komplette S-300PMU (SA-10B GRUMBLE) Bataillone. Zwei weitere Bataillone wurden beim Rüstungskonzern CPMIEC in China in Lizenz gefertigt. Im Jahr 2004 kündigte die chinesische Regierung an, zwei der vier Bataillone auf den Standard S-300PMU-1 nachzurüsten. Die Nachrüstung soll in China erfolgen. Eine zweite Bestellung für russische Flugabwehrsysteme erfolgte im Jahr 1994.

Die chinesische Regierung bestellte in Russland vier komplette S-300PMU-1 Bataillone mit insgesamt 32 Startfahrzeugen und 324 48N6E Lenkwaffen. Die Kaufsumme belief sich auf rund 400 Millionen U.S. Dollar. Die letzten S-300PMU-1 Systeme dieser Bestellung wurden im August 2004 an China geliefert. Eine weitere Bestellung erfolgte im Jahr 2004. Diese Bestellung beinhaltete vier komplette S-300PMU-1A Batterien mit insgesamt 32 Startfahrzeugen, einem 83M6E C³ System sowie weiteren 384 48N6E Lenkwaffen. Die Kaufsumme bei dieser Bestellung belief sich auf rund 440 Millionen U.S. Dollar. Die vorläufig letzte Bestellung erfolgte anfangs 2005. Die chinesische Regierung bestellte acht komplette 90ZhE2 Batterien, ein 83M6E2 C³ System sowie eine unbekannte Anzahl 48N6E2 Lenkwaffen. Die Kaufsumme betrug 980 Millionen U.S. Dollar. Auch der bislang einzige Exportkunde der schiffsgebundenen SA-N-20 GARGOYLE (S-300FM Rif-M) ist ebenfalls China. Die chinesischen Seestreitkräfte rüsten die zwei sich im Bau befindenden Typ-052C Zerstörer (Lanzhou Klasse) mit dem SA-N-20 System aus. Jeder Typ-052C Zerstörer ist mit einem TOMBSTONE Feuerleitradar sowie acht B-203 Magazinen mit total 48 48N6F Lenkwaffen ausgerüstet.

In den Jahren 1997 und 1998 lösten die auf der griechischen Seite von Zypern stationierten SA-20A GARGOYLE (S-300PMU-1) Systeme die letzte grössere Zypernkrise aus. Die zyprische Regierung hatte das SA-20 System zur Abwehr von ballistischen Kurzstrecken- Raketen, welche die türkischen Streitkräfte auf ihrem Inselteil stationierten, in Russland bestellt. Das SA-20 System wurde bei der russischen Waffenexportagentur Rosvoorouzhenie bestellt. Gemäss offiziellen Angaben bestellte die zyprische Regierung ein SA-20A Bataillon, bestehend aus zwei 90Zh6E Batterien mit jeweils sechs Startfahrzeugen. Die Auftragssumme belief sich je nach Quelle auf 218-420 Millionen U.S. Dollar. Diese Bestellung löste bei der türkischen Regierung einigen Zorn aus; mit dem S-300PMU-1 System konnte die Griechisch- Zyprische Armee den gesamten Luftraum der Insel kontrollieren. Sie konnte Kampfflugzeuge, welche auf der türkischen Seite der Insel stationiert waren, unmittelbar nach dem Start bekämpfen. Ebenso konnte das SA-20A die von der türkischen Armee stationierten ballistischen Kurzstreckenraketen MGM-140 ATACMS abfangen. Die Türkei hatte im Jahre 1995 rund 70 dieser Systeme in den USA bestellt. Die Türkei drohte damit, die Transportschiffe aus Russland, welche die S-300PMU-1 Komponenten transportierten, zu kapern. Auf Druck von Seiten Russlands liess die türkische Marine die Tarnschiffe passieren. Das System war Mitte 1997 einsatzbereit und wurde in vorbereiteten Stellungen stationiert. Anfangs 1998 führte die zyprische Armee erstmals Schiessversuche mit dem System durch. Nach massiven Drohungen von Seiten der türkischen Regierung sowie den USA kamen die beiden Regierungen überein, dass die SA-20 Systeme aus ihren Stellungen abgezogen und zurück in die Arsenale gestellt werden. Ebenso sah die zyprische Regierung von einer Stationierung des Kurzstrecken Lenkwaffen-Flugabwehrsystems SA-15 GAUNTLET (9K330 Tor) ab. Die Türkei verpflichtete sich, ihre MGM-140 ATACMS auf das türkische Festland zu verlegen.

Ein weiterer Kunde der SA-20 ist Vietnam. Die vietnamesische Regierung bestellte im Jahr 2004 zwei komplette S-300PMU-1 Batterien mit je sechs Startfahrzeugen. Ebenso wurde ein erstes Los von 72 48N6E Lenkwaffen bestellt. Der Kaufpreis belief sich auf 250-300 Millionen U.S. Dollar. Die ersten Systeme wurden in der zweiten Jahreshälfte 2005 ausgeliefert.

Die algerische Regierung kündigte anfangs 2006 an, dass sie die Beschaffung von acht S-300PMU-2 Systemen (zwei Batterien) beabsichtige. Die Lieferung der Systeme soll ende 2010 beginnen.

Der neuste Kunde der SA-20 ist Libyen. Der genaue Typ und die Anzahl wurden nicht bekannt gegeben.

Immer wieder gibt es Gerüchte, wonach sowohl Syrien und auch der Iran SA-20 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 SA-20 Systemen erfolgte.

Folgende Nationen haben ebenfalls ihr Interesse am SA-20 System bekundet: Indonesien, Indien, Malaysia, Nordkorea und Venezuela.

Dazugehörige Radargeräte:

NATO-Code:	TOMBSTONE	BIG BIRD-D
GUS-Bezeichnung:	30N6 / 36N85	64N6
Funktion:	Feuerleitung und Zielverfolgung	Zielerfassung und 3D Überwachung
Einsatz Reichweite:	über 200 km	über 300 km
Einsatz Höhe:	35'000 m	über 35'000 m
Frequenzband:	I/J-Band	E/F-Band
Frequenz:	2-3 GHz	2-6 GHz
Sendeleistung:	Nicht bekannt	Nicht bekannt
Mobilität:	8 x 8 Fahrzeug	8 x 8 Anhänger

NATO-Code:	TIN SHIELD-B	CLAM SHELL	CHEESE BOARD
GUS-Bezeichnung:	36D6 / ST-68UM Niva	76N6	96L6
Funktion:	3D-Überwachung	Tiefflug Zielerfassung	Tiefflug Zielerfassung und 3D Überwachung
Einsatz Reichweite:	250 km	120 km	300 km
Einsatz Höhe:	Nicht bekannt	Nicht bekannt	Nicht bekannt
Frequenzband:	E/F-Band	I-Band	C-Band
Frequenz:	3.3 GHz	3,5-4,0 GHz	4-6 GHz
Sendeleistung:	350 kW-1.23 MW	1,4 MW	Nicht bekannt
Mobilität:	Anhänger	Anhänger	8 x 8 Fahrzeug

Benutzer SA-20 GARGOYLE:

Algerien, China, Russland, Vietnam, Zypern

Benutzer SA-N-20 GARGOYLE:

Russland, China

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
- The S-300PMU-1 Air Defense / ATBM SAM-System.** Military Technology 1993
- 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
- Russian Surface-to-Air Missiles.** Szulc, Tomasz. Military Technology 2004
- 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
- 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