

HTKA - Haditechnika Kerekasztal

A Szuhoj Szu-15 "Flagon" elfogó vadászrepülőgép

A honi légvédelmi csapatok egykori igás lova

A Szuhoj Szu-15 "Flagon" elfogó vadászrepülőgép



Az 1960-as évek közepére a Szuhoj tervezőiroda létrehozott a Szu-9 és Szu-11 alapjain egy nagy teljesítményű elfogó-vadászt, amelynek egyetlen feladata a földi radarok által észlelt nyugati bombázók megsemmisítése lett volna. Köszönhetően a jobb radarnak, fedélzeti rendszernek és a nagyobb teljesítménynek elődeinél sokkal több időt szolgált a противовоздушной обороны PVO = Protivyo-VozdusnojOboroni (Honi Légvédelmi Csapatok) kötelékében, vagyis a Szovjetunió légvédelmi erejében.

A Flagon az akkori szovjet tervezési elemeket mellőzve - amely jegyeket a MiG-21, Szu-9 és Szu-11 is magán hordott - egy teljesen új dizájnt kapott. Olyan repülőgépet akartak tervezni, amely gyorsan érhetne el a nagyteljesítményű radarjával és közepes hatótávolságú rakétáival a nagyméretű légi célokat. Nem számított a tervezésnél a manőverezhetőség, a fordulékonyság, csak a nyers erő. Nem rendelkezett beépített gépágyúval, csak külső függesztményként vihetett magával, bár ez nem volt egyedi a kor "rakéta-párti" szemléletének tükrében.

A Flagon megszületése egy hosszú folyamat eredménye volt. Az új orr, törzsszekció, szárny hosszú tesztek eredményeként nyerték el végső kialakításukat számos érdekes prototípus megépítése után.

A típust sohasem exportálták, csak a Szovjetunió felbomlásával került ukrán, grúz és azerbajdzsáni kézbe, de akkorra már kisszámú erőt képviselt és nem volt már elég modern sem. Az orosz légierő alakulatait pedig átfegyverezték a MiG-31-esre és a Szu-27-esre.

Elődök és kortársak:

A Szu-9 "Fishpot"-ot az 1950-es évek végén, pontosabban 1957 és 1962 között gyártották, nagyjából ezres darabszámban. Az egyébként sikeres vadásznak korlátozott hatótávolsága volt. Pontosabban annak CD-30T radarjának és K-5MSz rakétáinak. Ez vezetett a Szu-11 kifejlesztéséhez, amely megkapta az újabb Orjol radart és K-8M rakéta típust. A Szu-11 1958-ban repült először és 1962-ben került Novoszibirszkben gyártásba, azonban 112 db elkészítése után leállt a termelés. A gép orrában elhelyezett légbeömlő, amelyben egy mach-kúp is helyett kapott (benne a lokátorral), elérte fejlesztési határait. A gép repülési teljesítménye, irányíthatósága rossz lett, mert a gép nagy orra eltolta a tömegközéppontot olyan mértékben, hogy a konstrukció egyensúlya megromlott. A Szuhoj így új megoldásokat kezdett el vizsgálni, ami a "Flagon"-hoz vezetett, amely egy időben szolgált olyan típusokkal a légvédelemben, mint a Tu-128, MiG-25, Jak-27 és Jak-28.

A delta szárnyú Szuhoj elfogó vadászok gyártási darabszáma:

Szu-9 "Fishpot B"	888	Novoszibirszk	1957-1962
	126	Moszkva	1959-1961
Szu-9U	50	Moszkva	1961-1962
Szu-11 "Fishpot C"	112	Novoszibirszk	1962-1963
Szu-15 "Flagon"	1290	Novoszibirszk	1966-1979

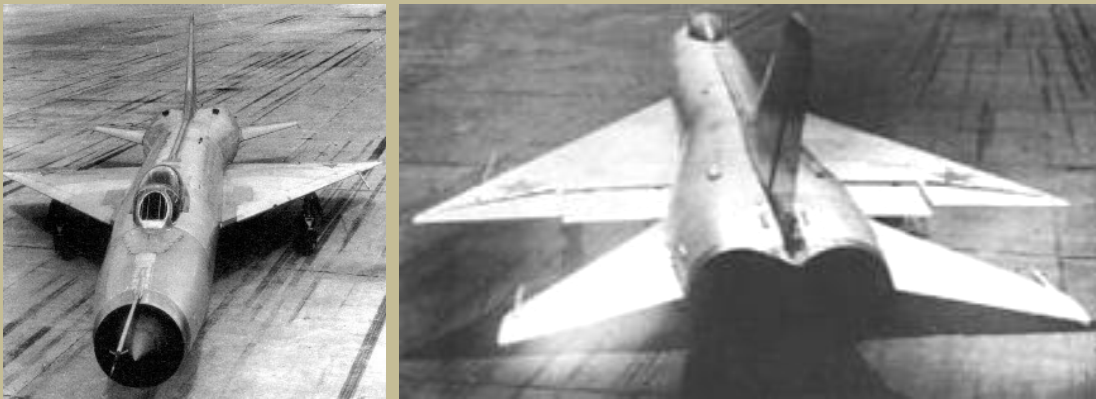
A kezdetek:



Ahhoz, hogy megérthessük azt a tervezési evolúciót, ami a Flagon-hoz vezetett vissza kell mennünk az 1950-es évek elejére, amikor a Szuhoj tervezőiroda két konstrukcióval kezdett el foglalkozni. Az egyik ilyen a Mach 2 sebességtartományt megcélózva a nyílazott szárnyú Sz-1 taktikai vadász volt, amelyből később a Fitter-család nőtte ki magát (Szu-7/17/20/22). A másik konstrukció a T-3 nevű deltaszárnyú elfogóvadász, amelyre alapozva született meg a Szu-9, Szu-11, majd több prototípust átdolgozva, de végül is a Szu-15 is. Ezek a deltaszárnyú elfogók a közvélemény előtt sokkal rejtettebbek voltak, mint pl. a MiG iroda gépei. A titkolózásnak egyrészt a légvédelemben betöltött szerepük miatt lehetett szükség, másrészt a technika megóvása miatt.

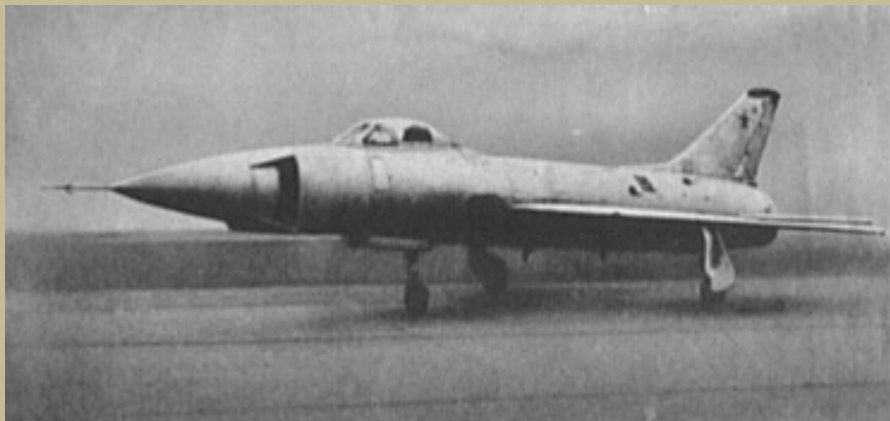
1950-es végére, kutatva a jövőbe mutató megoldásokat, a Szuhoj számos kísérleti repülőt hozott létre. Az első ilyen a kétüléses P-1 vadász volt, amivel Nyikolaj Korovuskin pilóta 1957. július 12.-én repült először. E gép jellegzetességei az oldalt elhelyezett félhold alakú levegőbeömlők és a hegyes orrkúp voltak. A program 1958. szeptember 22.-én hajtómű problémák miatt leállt.

Az erőforrással kapcsolatban felmerülő sorozatos gondok miatt, amit az új Ljulka AL-9 sugárhajtómű okozott, valamint a tény, hogy a másik szóba jövő típus az AL-7 már fejlesztési potenciált nem rejtett, a fejlesztők új alternatíva után néztek. Az új meghajtás új típust és elrendezést szült, amelyet az első T-3-as kísérleti gép kapott meg. Ez pedig nem volt más, mint 2 db Tumanszkij R-11F-300-as hajtómű. Amely konstrukciót T-5-nek nevezték el a gyár szakemberei. A gép 1958. július 18.-án szállt fel először Vlagyimir Iljusinnal a fedélzetén, s 1959. június 1.-ig 26 repülést teljesített A tesztek rávilágítottak a gép gyengéjére, az egy hajtóművesre optimalizált törzsre, ami a gépet egyszerűen far nehezzé tette. Ennek orvoslása érdekében átépítették a hátsó törzsszekciót, ami a kívánt eredményt hozta. Ezt a törzsszekciót használták fel a T-58D kísérleti gépnél....



T-5 kísérleti vadász : jól látható a két hajtómű okozta méretbeli differencia

A következő lépés a Flagon felé a T-49-es gép megépítése volt, amely átdolgozott orr részét leszámítva egy Szu-11 volt. A lokátor a gép íves orrkúpjába került, míg a levegőbeömlők e mögött a törzs két oldalán kerültek kialakításra. 1960. január 10.-én repült először, de néhány alkalom után áprilisban egy baleset miatt a teszteket leállították. A gépet bár megjavították, de többet már nem repült.



T-49

A Szu-15 megnevezés először az 1960-as évek elején jelent meg a dokumentumokban, mint a Szu-15-40 elfogó rendszer. Ez a tervezett konfiguráció végül nem valósult meg, de jól mutatja a tervezési irányt. A Szu-15 vadásza megkapta volna a Vihr radart és a K-40-es rakétát kiegészítve egy automatikus irányító-, navigációs- és leszálló-rendszerrel.

A Szu-9 (Szu-9-51) és a Szu-11 (Szu-11-8M) rendszere - vagy ahogyan fentebb említettem, konfigurációja csak a hátsó fél-légtérből történő elfogást tette lehetővé. A Szu-15-nél ezt a területet akarták kiterjeszteni az új lokátor-rakéta páros alkalmazásával. A terv nem így valósult meg tervezési és gyártási hiányosságok miatt. Az első változatokon a Szu-11-nél alkalmazott Orjol D-58-as lokátor és K-8M1 rakéta módosított változatait használták. A lokátor az optimálisabb kialakítás miatt (hosszabb antenna) jobb felderítési értékeket produkált.

A fejlesztések eredményeként a T-58-as program keretében formát kezdett öltetni a leendő Szu-15 (a gyártó által használt alternatív elnevezés), de a széria példányok megjelenéséig még három prototípust is építettek (T-58D-1; D-2; D-3). A korábbi kísérleteket és természetesen a tervezési célokat (dinamizmus, biztonság) figyelembe véve, mellőzték az egy hajtóműves kialakítást, vagyis a T-58D-1-es gépet, a T-5 program eredményei folytán, 2 db Tumanszkij R-11F-300 típusú hajtóművel szerelték oldalsó légbeömlőkkel párosítva. Ezáltal létrehozva egy klasszikus kialakítású második generációs vadászt.



T-58D-1

Az 1962 elejére elkészült T-58D-1-et, amely elődjeivel még sok közös elemet hordozott magán, V.SZ. Iljusin emelte először magasba május 30-án. Később ez a példány lett a T-58VD technológiai demonstrátor alapja.

Bár e gép még nem rendelkezett az Orjol-radarral, 1963 augusztusa és 1964 júniusa közt a SIT (State Integration Tests) tesztek mégis jelentősebb probléma nélkül teljesítette. Egy pontot emeltek ki a szakemberek, amely változtatást érdemelt, ez pedig a hatótáv növelése. E célt a megnövelt belső tüzelőanyag mennyiséggel, az áramvonalasabb kialakítással és az erősebb szárny bekötéssel sikerült teljesíteni. A tüzelőanyag mennyiségét a prototípusoknál csak 180 l-rel növelték, azonban a széria példányok belső készletét már 5120 l-ről 6860 l-re növelték meg. A D-2 változatban már találkozhatunk az Orjol radarral, a D-3-as változat, pedig több elektronikus rendszert kapott.

Mivel az Orjol radarra és az R-8M (R-98) rakétára esett a választás, így az új elfogó rendszer, amely április 30.-ára készült el, megnevezése Szu-15-98 lett, ami az RP-15 (Orjol) radar, R-98 rakéta és a Vozduh-1M irányító rendszerből állt.

A prototípusok után jöhettek az előszériás példányok, miután Novoszibirszkben a Jak-28P-t felváltva elkezdték a típus gyártását 1966-ban. 1966. március 6.-án az első előszériás prototípus szűzfelszállása is megtörtént I. F. Sorokin pilótával a fedélzeten.

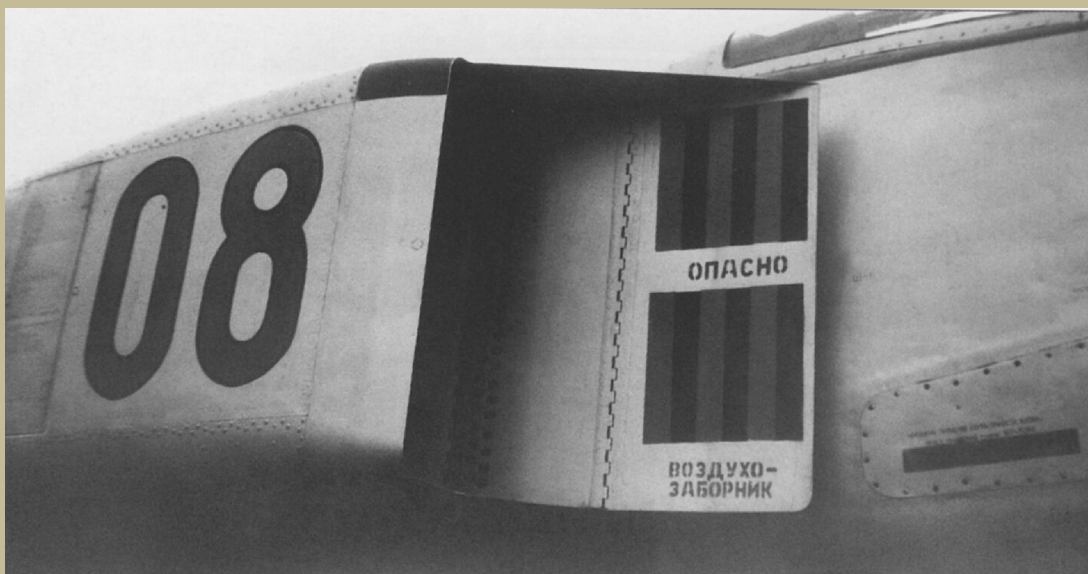


T-58D-3: már az Oryol radarral a korai változatokra jellemző kúpos orrban

Szerkezete:

Általánosságban elmondható, hogy a Szu-15 egy együléses, két hajtóműves, delta szárnyas, minden időjárási körülmények közt bevethető szuperszonikus elfogó vadászrepülőgép.

A repülő szerkezete teljesen fémből készült, főként D-16 duralumínium, V-95 és AK4-1 alumínium A10 öntvény felhasználásával. A lényegesebb, nagyobb terhelésű szerkezeti elemek 30HGSzA, 30HGSzNA és 30HGSzL fokozottan erős acélból, míg néhány elem, amely a hátsó törzsszekcióban nagy hőmérsékleti terhelést kellett elviselnie OT4-1 titánium ötvözetből készült.



A törzs egy félig önhordó konstrukció, amely két fő elemből állt össze, az elülső- és a hátsó törzsszekcióból. Teljes hossza 19,145 m, legszélesebb pontja 2,724 m. Az elülső részben található a radar (kezdetben egy kúpos, később egy csúcsíves orrkúpban), az orrfutóegység, kabin és kabintető, tüzelőanyag tartályok (3 db). A kabinban a Szuhoj saját tervezésű KSz-4 (Kreszlo Szuhovo; vagyis Szuhoj általi-szabadfordításban) elnevezésű - katapultülését építették be, amely 20000 m-ig és 1200 km/h-ig tette lehetővé a gép biztonságos elhagyását. Földközeli sebességet kellett elérni a Flagon-nak a katapultáláshoz. Katapultálás előtt a kabintetőt lerobbantották. A gép hajtóműveinek levegőellátását biztosító az UVD-58M rendszer segítségével állítható keresztmetszetű - levegőbeömlők a törzs két oldalára kerültek. A törzs hátsórészben volt található a két egymás mellé beépített csereszabatos hajtómű. A hátsó szekción található még az összesen 1,32 m²-eres nagyságú 4 db aerodinamikai féklapot, melyeket 50°-os végállásig téríthette ki a pilóta.



A Flagon módosított két nyílzási szöggel rendelkező szárnya és a törzsféklapok nyitott állapotban

A deltaszárnyak a Szu-9/11 típusról már ismert 60°-os szárnynyílzással készültek kezdetben. Fesztávolsága: 8,616 m, felülete: 34,56m². A 11. gyártási sorozattól a szárny belépőélén változtattak, a repülőgép középvonalától 2,625 m-re a 60°-os nyílzási szöveget 45°-ra csökkentették, a fesztávot 9,34 m-re növelték, így a szárnyfelület 36,6 m²-re nőtt. A kilépőélén belül volt található az egy részes fékszárny, kívül pedig a csűrőlap, amelyeket hidraulika mozdított. Ha a rendszer nem működött, akkor a tartalék pneumatikus rendszer

vette át a mozgatást. A féklapok hatásfokát az angolul BLCS, hazánkban SzPSz néven ismert határréteg lefúvató rendszer növelte. E rendszer feladata nem a fékszárnyak beállítása, hanem működése esetén a fékszárnyak hatásfokának javításához elegendő kisebb szögre állítania fékszárnyakat, amelyekre a hajtóműből vezetett levegő áramlik. Felszállásnál a féklapokat 15°-ra, míg leszállásnál 25°-ra állították. A BLCS inaktív állapotában a féklap 25° és 45°-ra állt be le- és felszállásnál. A szárnyak belsejében tüzelőanyag tartály is be volt építve. Itt található a főfutó szerkezet, és a PRF-4 leszálló reflektorok. A szárnyakon felfedezhetjük az SzRZO-2 IFF (ellenség-barát felismerő) rendszer antennáit is.

A vízszintes vezérsíkok teljes egészében kiteríthetőek, és magassági kormányként szolgáltak. A nyilazott függőleges vezérsíkon helyezték el az oldalkormányt és a fékernyő tároló rekeszét, valamint az RWR (besugárzás-jelző) rendszer antennáit.

A kormányrendszer mechanikus kialakítású volt BU-49-es hidraulika szervóval megspékelve, amely a csűrőlapokat, kormánylapokat mozgatta. A TM változattól a szervót az erősebb változatú BU-220-ra, vagy BU-250-re cserélte a gyártó.

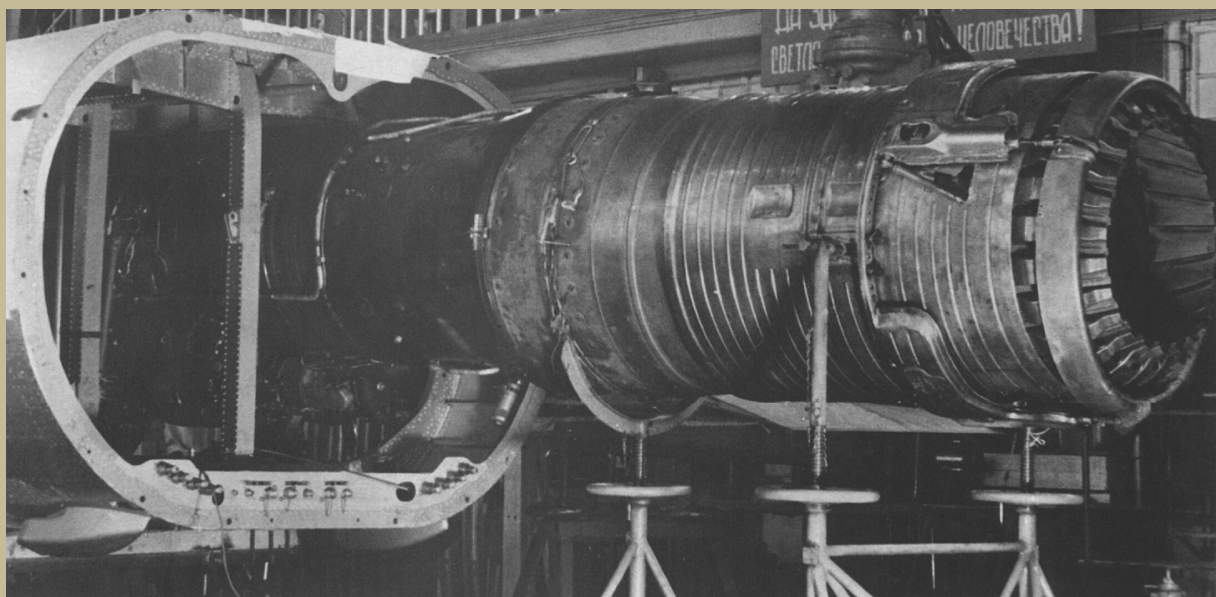
A futómű tricikli elrendezésű hidraulika által mozgatott volt, vész esetén pneumatikával. A később ("T"-változattól) kétkerekes orrfutót előre a törzsbe, a főfutót a szárnyakba befelé húzta a hidraulika.

A légkondicionáló rendszer a Szu-9 és 11-nél is alkalmazott volt. A pneumatikus rendszer 3 egymástól független részből állt, normál és kiegészítő szerepet töltött be. A rendszer 200 bar-os volt, de volt 150 bar-os kör is, amely a rakétákkal állt kapcsolatban. A pneumatikus rendszer 3db 6l-s tartállyal is rendelkezett.

A hidraulika-rendszer 4 külön körből állt. 210 bar-os nyomást hozott létre, amelyet AMG-10-es típusú hidraulika folyadékkal közölt.

A gép SzSzP-2L elnevezésű tűzoltó rendszerrel is el volt látva, amely hajtóművek oltásáért volt felelős.

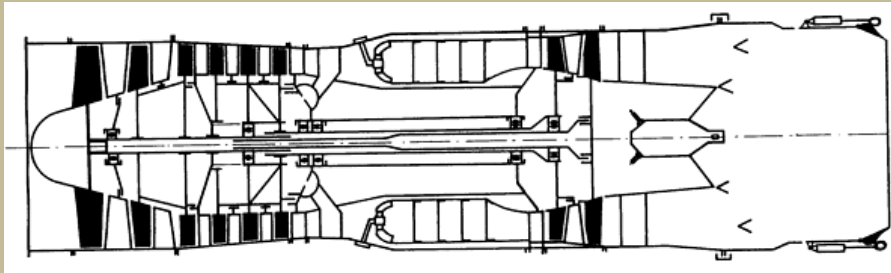
Hajtómű:



Tumanszkij R-11F2Sz-300 beszerelése

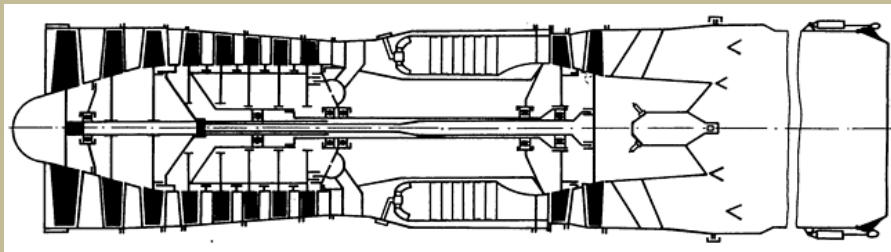
A Flagon-t két fajta Tumanszkij hajtóművel szerelték. Kezdetben a MiG-21-ből is ismert Tumanszkij R-11F2Sz-300 gázturbinát kapta meg, majd a Szu-15T-től már az R-13-300-as hajtóművel szerelték az elfogókat. Az üzemanyag 3 törzstartályban és 2 szárnytartályban oszlott meg, amelyet a törzs alá függeszthető 2db 600 l-es tartállyal egészíthettek ki. A gép belső kapacitása 6860 l. A Flagon változataiba a standard szovjet kerozin típusokat tankolhatták: T-1, TSz-1, T-2, RT-1.

Tumanszkij R-11F2Sz-300:

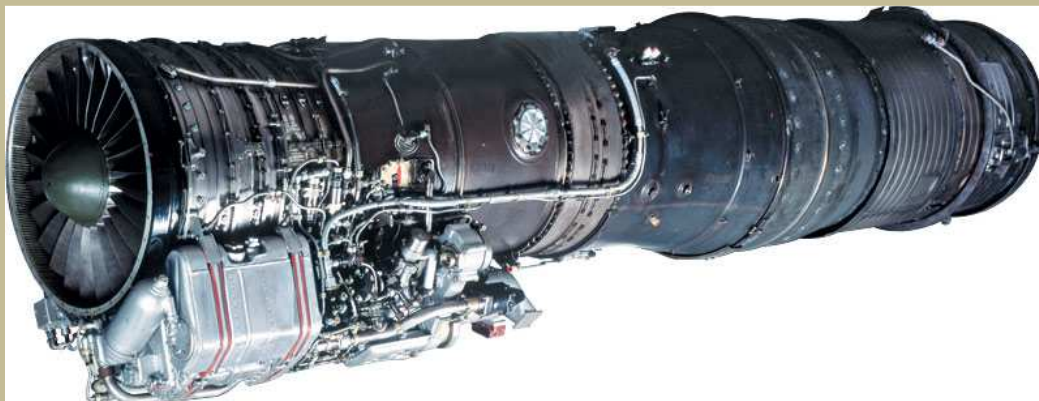


Ez egy kéttengelyes (két forgórészes), axiál kompresszoros, gázturbinás sugárhajtómű. A kompresszor egy kis és egy nagynyomású részből állt, melyeket a kis és a nagynyomású turbina hajtott. A kompresszor kis és nagynyomású részei 3-3 fokozatból álltak. Az égéstér csöves kialakítású. A hajtómű T-1, TSz-1 és RT-1 jelű kerozint használt.

Tumanszkij R-13-300:



Ez a hajtómű felépítésében annyiban különbözik az R-11-től, hogy 8 kompresszor fokozattal rendelkezik, ebből 5 nagynyomású 3 pedig kisnyomású. Turbina fokozataik itt is egy nagy és egy kisnyomású részből állnak. Ez a hajtómű nagyobb tolóerőt állított elő és kisebb fajlagos tüzelőanyag fogyasztással bírt, mint elődje az R-11.



Tumanszkij R-13-300-as hajtómű

Elektronikai rendszerek, avionika, radar és egyéb érdekességek:

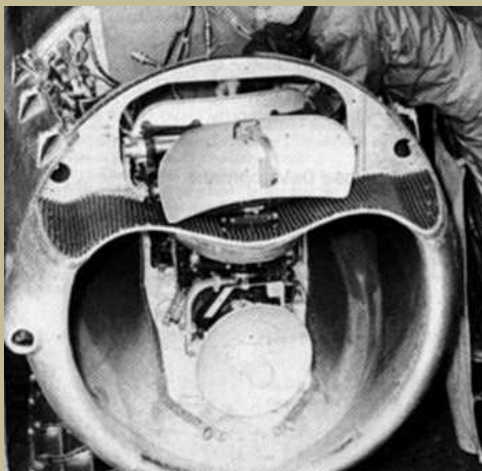
Egy kis radar történelem:

A Flagonba is beépített lokátorokat két csoport tervezte, mindkettő székhelye a moszkvai OKB-339. számú (Опытно-конструкторское бюро = Opiteo-Konsztruktorszkoje-Bjuro vagy is Kísérleti Tervező Hivatal), (ma: NIIR Fazotron) hivatala volt. Természetesen máshol, más irodák is készítettek, terveztek lokátorokat. Azokról, amelyek valamilyen szinten kapcsolódnak a Szu-15 evolúciójához a teljesség igénye nélkül próbálok említést tenni.

A Gegyalij Kuniavszkij vezette csoport tervezte a „madár” sorozatot: a Szokol (sólyom), az Orjol (sas) és a Korsun (kánya) fantázianevű radarokat. A Fjodor Volkov által vezetett csoport a „szél” sorozatot készítette, amelybe a Szmercs (forgószél), Vihr (szélvihar) és a Ciklon tartoztak. Megemlíteném még Nyikolaj Nyeratovics munkáját a CD-30T lokátort, amely a MiG-21 és Szu-9 típusok felszerelése volt, továbbá az Almaz (gyémánt) lokátort az „ékszerék” sorozatból, amely a Szu-9 prototípusba került bele. Ez az OKB-15 és Viktor Tyihomirov nevéhez köthető. Az elfogó P-1-es pedig Andrej Slepuskin Pantera (párduc) rendszerét kapta meg.

ORJOL D-58 (RP-15, 303D-58 gyártmány, NATO kódnév : „Skip Spin”):

Az Orjolt a Jak-25 és Jak-27-ben is megtalálható Szokol radarból fejlesztették ki. Az Orjolt elsőként a Szu-11 kapta meg és a Szu-15 első változatai is ezt kapták meg kényszerűségből. Viszont a kedvezőbb orr kialakítás miatt a Szu-15-ben már nagyobb antennával készült (950mm / 37,5 in. átmérő), így jobb felderítési értékeket produkálva. Egy Tu-16 nagyságú cél esetén 29 km-ről 40 km-re növelte az észlelési távolságot. A forrás egyéb tényezőket nem közölt a paramétereikről. Az Orjol D radar egyetlen parabola alakú antennáját hidraulika mozgatta, a lokátor antenna egyben a célpont felderítést és követést is végezte, míg a régebbi Izumrud és Almaz radarok ezt két külön antennával végezték. A lokátort a 463. számú gyár készítette Razanyban.



ORJOL D-58M (RP-15M, 303D-58M gyártmány, NATO kódnév : „Skip Spin”):

Az „M” variáns javított zavarvédelemmel volt ellátva.

KORSUN-58:

Ez a lokátort szinte egyszerre vetették papírra az Orjol-lal, és eredetileg a Szu-15U kapta volna meg, de végül a Szu-15T-Tajfun radar konfiguráció győzött. A Korsun-58 programot a laboratóriumi tesztek alatt, 1967 végén leállították.

TAJFUN (250 gyártmány):

Ez a lokátor a MiG-25P vadászból ismert Szmercs-A lokátorának Szu-15 méreteihez igazított változata. Nem volt sikeres, és kb. 10 db Szu-15T (a „T” magára a lokátorra utal) készült vele. Gyorsan követte a modernizált, átdolgozott Tajfun M, és így a Szu-15TM.



Szmercs-A

TAJFUN M (RP-26, N004, 250M gyártmány, NATO kódnév: „Twin Scan”):

A Tajfun javított verziójaként a Szu-15TM variáns lokátora lett. A TM lett a legnagyobb szériában gyártott változat. Ez a radar az első generációs szovjet lokátorok végét jelentette.



	Su-15TM	Su-15
Radar type	Taifoon-M	Oryol-D58
Target detection range, km (miles):		
at high altitude	65 (40.3)	35 (21.7)
at low altitude	15 (9.3)	15 (9.3)
Target tracking range, km (miles):		
at high altitude	45 (27.9)	30 (18.6)
at low altitude	10 (6.2)	10 (6.2)
Scan limits:		
azimuth	±70°	±60°
elevation	+30°/-10°	+31°/-15°

A két fő lokátor közti különbségek

Más felderítési értékek a Tajfun M lokátor vonatkozásában:

	bombázó méretű cél	vadász méretű cél
Keresési táv. nagy magasságban	60-70 km	45-55 km
Követési táv. nagy magasságban	40-45 km	35-45 km
Keresési táv. kis magasságban	10-12 km	6-10 km
Követési táv. kis magasságban	7-10 km	5-10 km

CIKLON:

Fjodor Volkov szerkezete a Tajfun tovább fejlesztése lett volna, de mivel a Flagon gyártása addigra véget ért, így a lokátor sem valósult meg.

Avionika és más rendszerek:

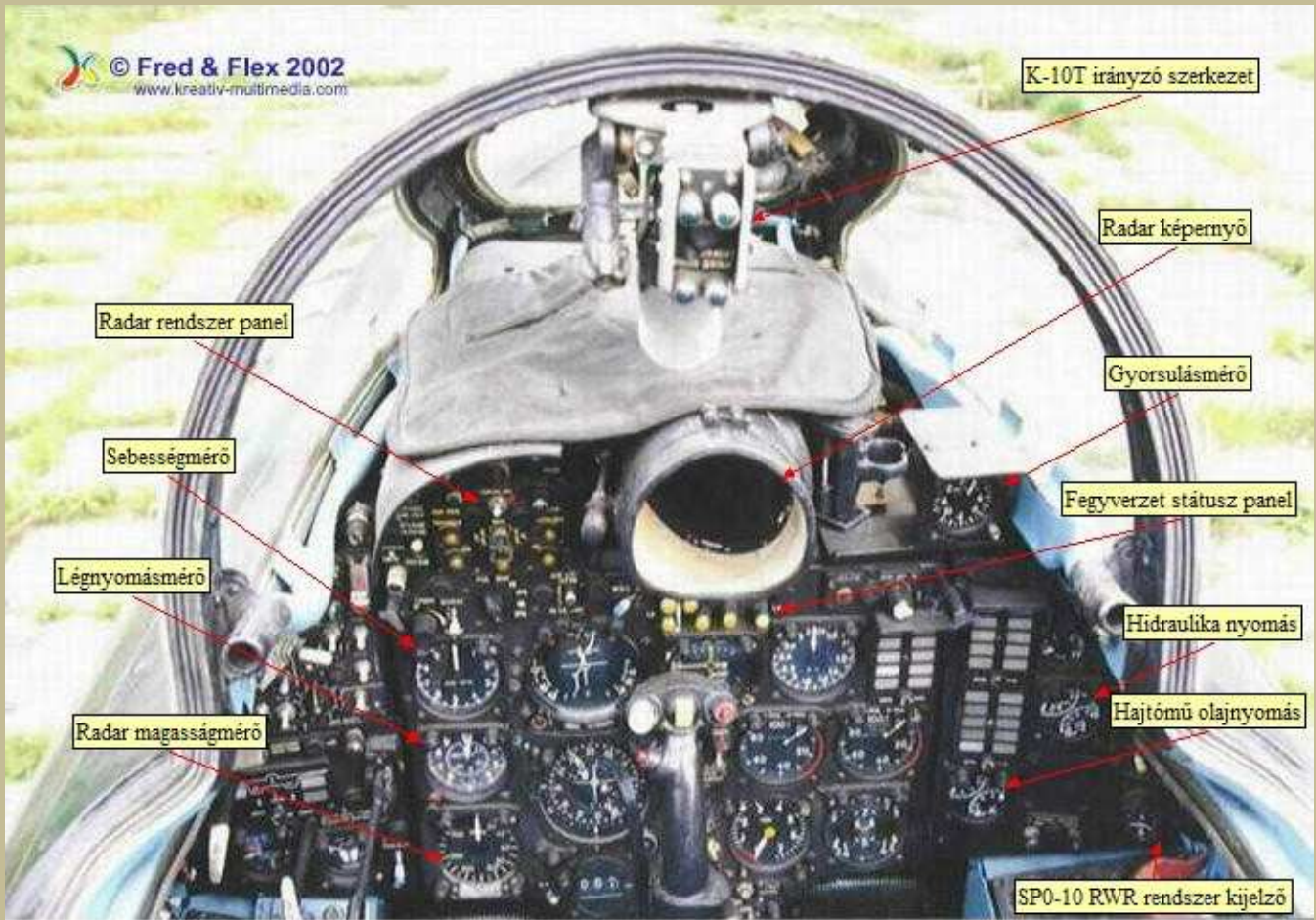
Általánosságban:

Az elektromos energiaellátó rendszerekhez egyeres kábeleket használtak fel. A fő rendszer 28,5V-os egyenáramú rendszer volt, amelynek főbb részei a 2db 12 kW-os GSR-ST 12000 VT indító generátorok, a 2db 22,5V-os 15-SCS-45A nevű ezüst-cink akkumulátorok. A gépen található volt még egy hajtómű által meghajtott egyfázisú váltóáramú SzGO-8TF generátor, amely 115V-os 400 Hz-es váltóáramot állított elő.

A gép külső megvilágításáért BANO-45 (piros és zöld) és HSz-39 (fehér) típusú navigációs fények voltak felelősek.

Kommunikációs, navigációs és avionikai rendszerek az utolsó Szu-15TM változaton:

- Az elektronikus rendszerek bemutatására a kabin kiosztáson keresztül próbálok eljutni.



K-10T célzó készülék:

Ez egy egyszerű optikai célzó egység, amely egyéb információk megjelenítésére is szolgált. Az infravörös rakéták és a gépágyútűz vezetését teszi lehetővé.



- A : központi figyelmeztető jelzés
- B: radar keresési távolságban
- C: gépágyú kiválasztva
- D: infravörös rakéta kiválasztva

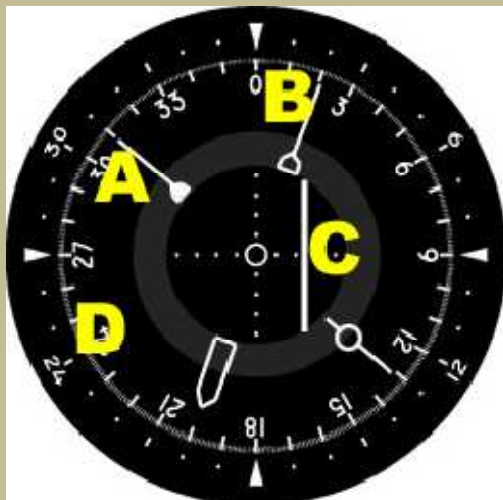
Radar rendszer panel:



- A:** Radar ki/be kapcs. állapot
- B:** Levegő-levegő üzemmód
- C:** Radar státusza: ha sárga akkor készenléti mód, ha piros, akkor üzemzavar
- D:** radar működik
- E:** kereső üzemmód
- F:** fél-aktív radaros rakétáknál használt rávezetési mód kis távolságon belül
- G:** radar pásztázó / célkereső üzemmódban
- H:** érzékelési távolságon belül cél van
- I:** cél befogva

HSI. vagy Navigációs információkat mutató, tájoló egység:

Ez a különböző irányszögekről ad információt a pilótának.



- A:** szükséges irányszög a következő navigációs pontig
- B:** beprogramozott irányszög
- C:** kívánt, a gép tengelyével megegyező irányszög (a gép tengelye és a repülés irány nem feltétlenül esik egybe)
- D:** az iránytű tárcsája

Fegyverzet státusz panel:

Ez a panel a pilótát arról tájékoztatja, hogy mely fegyvertartó van éppen kiválasztva



- A:** külső szárnytartók
- B:** belső szárnytartók
- C:** törzs alatti tartók
- D:** központi, élesítettséget jelző lámpa

SzPO-10 „Sirena III” radarbesugárzás jelző (RWR) panel:

A besugárzás jelző a pilótának a veszélyt és annak irányát jelzi. Ha gépet radar besugárzás éri-ergo egy másik gép radarnyalábja- akkor a sárga lámpa fog kigyulladni az észlelt iránynak megfelelően, míg ha a gépet már be is fogta az adott radar, akkor a piros lámpa gyullad ki.



A: fenyegetés 12 és 3 óra közötti irányból

B: fenyegetés 3 és 6 óra közötti irányból

C: fenyegetés 6 és 9 óra közötti irányból

D: fenyegetés 9 és 12 óra közötti irányból

Futómű, féklap, fékszárny állapot jelző panel:



A: féklapok

B: futómű behúzva vagy kiengedve

C: fékszárnyak felszállási pozícióban

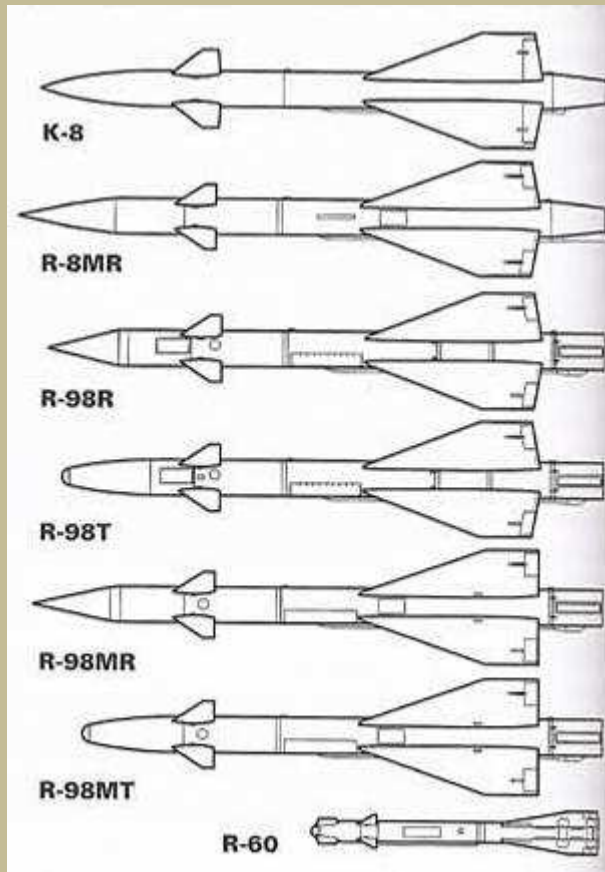
D: fékszárnyak leszállási pozícióban

Egyéb rendszerek

Kommunikációs rendszer	RSzIU-5V (R-802V) UHF rádió
Navigációs rendszer	MRP-56P jeladó-vevő egység
	RV-UM (később RV-4) rádió magasságmérő
	ARK-10 rádió iránytű
	KSzI-5 menetirányjelző rendszer
Egyéb	AGD-1 műhorizont
	SzOD-57M válaszjeladó
	SzRZO-2M IFF (ellenség-barát felismerő) rendszer
	Szirena-2 RWR (besugárzás jelző) rendszer
ARL-S (Lazúr-S) adatátviteli, parancs továbbító rendszer, amely aföldi lokátor jelei alapján szöveges irányítás nélkül irány parancsjeleket ad a pilótának, aki így a saját lokátora bekapcsolása nélkül vezethető a cél közelébe	

Fegyverzet:

K-8 v. R-8 (AA-3 Anab) rakéta család:



A Flagon fő fegyvere kezdetben 2 db bombázók ellen kifejlesztett levegő-levegő K-8 (AA-3 Anab), vagy más néven R-8 rakéta volt. Ezt a fegyvert az 50-es évek végén kezdték gyártani a Szu-11 majd Szu-15 gépek fegyverzetébe. A kísérleti változat 7-8 km-es hatótávval bírt, de a sorozatban gyártott (már javított) K-8M, vagy R-8M esetében már 2-12 km-es értéket értek el. A rakétának két változata volt, amelyek minden változatnál adottak voltak. A fél aktív radaros K-8MR v. R-8MR jelölésű, míg az infravörös változat, pedig az R-8MT volt. A rakéta teljes tömegéből (275 kg) a harci rész 40 kg-ot nyomott. A javított változatok jobb zavarvédelmet kaptak és növelt hatótávolsággal bírtak. Ilyen volt a K-8M1 v. R-8M1, amely 14 km-re levő célt is támadhatott.

A rakéta következő változata a K-8M2 vagy R-98, ami már - bizonyos körülmények

megléte esetén, elsőként a szovjet rakéták közül - szemből érkező célok ellen is indítható volt elsőként a szovjet rakéták közül. E változat, melyet 1965 és 1973 közt gyártottak, 18 km hatótávval rendelkezett. A K-8M3 v. R-98M módosított hatótávval és zavarvédelemmel rendelkezett. A rakéta gyakorló változata az UR-8M v. UK-8M volt.

Kezdetben ezek a rakéták PU-1-8 sínre, majd PU-2-8 indító sínre kerültek fel a szárnyak külső tartóján.



Szu-15TM készütségben R-60 és R-98MT rakétákkal

R-60 (AA-8 Aphid):



A MiG-23 fegyverzetéből már ismert infravörös légi harc-rakétát is integrálták a fegyverzetbe, amelynek gyártását 1973-ban kezdték meg. A rakéta hossza 2,09 m volt. Tömege 44 kg, amelyből a harci rész csupán 3 kg volt. Mivel a harci rész igen kicsi volt, így a romboló ereje a rakétának is igen csekély volt. 300 m és 7,5 km közötti célokra indíthatták eredményesen. A hűthető fejrészsel szerelt M

változatot 1980-tól gyártották. Ezt már szélesebb szög tartományból lehetett indítani. Az R-60MK már jobb közelségi gyújtót kapott. A Flagon APU-60-as belső indítósínjeiről indíthatták ezt a rakétát. Bár a „TM” sorozat kapta meg elsőként, de aztán a korábbi változatokat is alkalmassá tették az R-60 hordozására.

UPK-23-250:

Ezt a 250 lőszer tárolására alkalmas 23 mm-es gépágyú konténerrel, amelynek tűzgyorsasága 3000-3400 lövés/perc, párban szerelve a törzstartókon vihette magával a bevetésekre a Szu-15.



Szu-15TM két UPK konténerrel és R-98MT rakétával

Típusváltozatok:

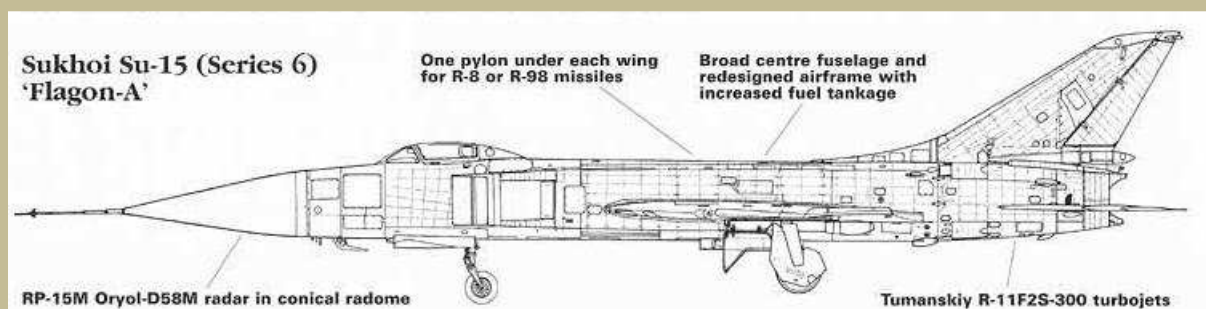
A Szu-15 változatairól általánosságban elmondható, hogy egyes variánsok a szovjeteknél nem kaptak külön megnevezést, így gyakran csak úgy említik (pl.: a TM szériánál vagy az alapváltozatnál) ezeket, mint a korai és késői változatok. Természetesen itt olyan változtatásokra gondolok, mint az új orr kialakítás vagy az új kiképzésű szárny, amelyek igen feltűnő változtatások. A nyugati megfigyelők ezeket a variánsokat ellátták megfelelő NATO azonosítóval. Ezért lehet egyes szovjet megnevezéshez több NATO kódnevet is párosítani.

Szu-15 (T-58D, 37-es gyártmány) v. Flagon-A és Flagon-D:



A Flagon-A legfőbb ismertetőjegye a kúpos orr és a hagyományos, korábbi fejlesztésű deltaszárny. A szárnyak alatt csak 1-1 indítósín található, amelyekről az R-8M1 és M2 variánsok voltak indíthatóak. A prototípusok hibáját kijavítva, növelt tüzelőanyag mennyiséggel repült (6680 l). Ebben még az Orjol radar található, hajtóműve pedig 2 db Tumanszkij R-11F2Sz-300-as. A változatot 1966 vége és 1970 között gyártották.

Mivel a Flagon-A hagyományos delta szárnya miatt le és felszálló jellemzőire a pilóták panaszkodtak, így a Szuhoj a 11.-ik szériától (1969) a szárny belépőélének külső harmadába rakott egy 45° -os törést. E változat lett a Flagon D. Mivel a szárny felülete is megnőtt, így az alacsony sebességű jellemzők javultak. A gépre a határréteg lefúvató rendszer is ekkor került, de csak az erősebb Tumanszkij R-13-300-as hajtómű tudott elég levegőt adni a rendszer optimális működéséhez.



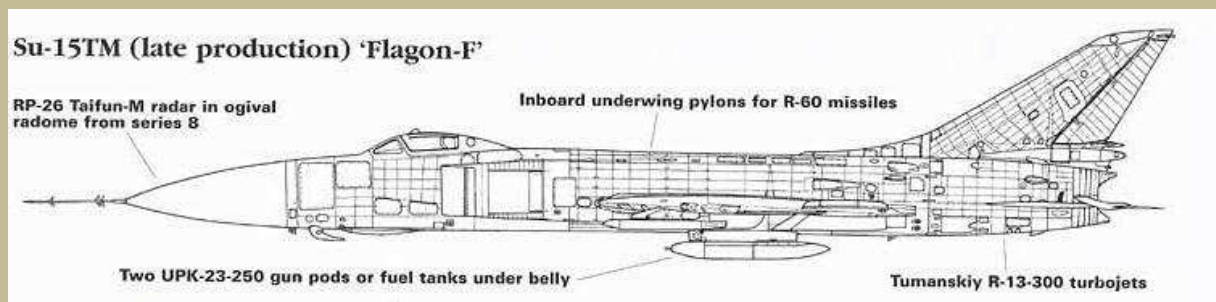
Szu-15T (T-58T v. 37M-es gyártmány):

A variáns jövőjét az új Tajfun lokátor pecsételte meg. Kb. 10 db legyártása után a Tajfun lokátort visszadobták a rajzaszatra és végeredményében megszületett a jobb „TM” változat. A „T” változatnál már megjelent a dupla kerekes KN-9 orr-futó, amely a nehezebb lokátor miatt vált szükségessé. Az új lokátornak nem volt szüksége a régi hidraulikus mozgató

rendszerre, így ezt is elhagyták. A „T” változat már az R-13-300-as hajtóművekkel épült. Az elektronika sok mindenben változott:

- SzPO-10 (Szirena 3) RWR-rendszer
- RV-5 magasságmérő
- RSzBN-5S nav. rendszer
- R-832 rádió
- a Lazúr modernebb változata az ARL-SM került bele
- SzAU-58 irányító rendszer

Szu-15TM (T-58TM v. 37M-es gyártmány) v. Flagon-E és Flagon-F:



A „TM” variáns lelke a Tajfun-M lokátor volt. Az első „TM”-ek még a kúpos orral repültek, ez volt a Flagon E. Mivel a kúpos orr nem volt megfelelő a lokátor szempontjából, így azt átalakítva kapott egy ívelt orr részt, így született meg a Flagon F. Mivel a 70-es évek elejére a manőverező légi-harc szempontjait újra figyelembe vették a tervezők, így a „TM” megkapta az R-60-as közeli légi-harcra optimalizált infravörös rakétát. Ezt a szárnyak törzshöz közeli felén létre hozott két új felfüggesztési pontra rakhatták fel. A törzs alatti BD3-59FK pilonokra az UPK-23-250-es gépágyú konténerek kerülhettek fel. Ez a pilon elméletben nem irányított földi csapásmérő fegyverzet hordozására is alkalmassá tette a típust. A külső szárnytartók a PU-1-8-as típusról PU-2-8-as változatra cserélődtek fel.



Mivel a légvédelmi rakéták fejlettsége arra kényszerítette a támadókat, hogy alacsony magasságban repülve közelítsék meg a célt, a ráemelt vadásznak is alacsonyan kellett fel venni a harcot vele. Mivel azonban a Flagon lokátora nem tette lehetővé a földhátterben történő felderítést, így a szovjetek azt találták ki, hogy a célnál alacsonyabb magasságot felvéve vezetik célra a gépet. Ehhez módosították a gép vezérlőrendszerét: megkapták a SzAU-58-2 nevű alacsony repülésre használt változatot, amely közösen a célelfogás közbeni automatikus irányítást végző Vozduh-1M rendszerrel már képes volt a pilótát célra vezetni. Az érdekessége a rendszernek az volt, hogy a földi irányítás a parancsokat egyenesen a gép vezérlésének küldte, kikerülve a pilótát. A rendszer a Szu-24 terepkövető rendszer fejlesztésénél hasznos tapasztalatokkal szolgált később. A "TM"-változatot 1971 és 1975 között gyártották.

Szu-15UT Flagon-C:

A Flagon nagy teljesítménye arra sarkalta a tervező mérnököket, hogy minél előbb egy kétüléses, oktató verziót is létrehozzanak. Ez az „UT” (vagyis ucseбно trenirovocsnji = oktató kiképző) nevet kapta. Ez a változat lokátor és fegyverzet nélküli lett, mivel a cél csak a pilóta repülő tudásának elmélyítése volt. A gép törzse a plusz fülke miatt 45 cm-rel hosszabb lett. A belső tüzelőanyag mennyiséghez nem nyúltak a tervezők. A gép repülési teljesítményei szerényebbek lettek, mint az egy üléseseké.



Szu-15UM Flagon-G:

Hogy lépést tartsanak a modernebb Szu-15TM technikai szintjével a pilóták számára az együléses, késői „TM” alapjain létre hoztak egy kétüléses változatot. Az alap koncepción változtatva, bele nyúltak a rendszerekbe, a tüzelőanyag-tartályok méretébe és így a gép fizikai méretei nem változtak meg. Lokátort az „UM” sem kapott, viszont az infravörös rakéták és a gépágyú konténerok hordozására képessé tették, így korlátozott harci képességgel rendelkezett a változat. A gép teljesítménye hasonló volt a korábbi „UT” változathoz.



Szu-15UM ukrán színekben

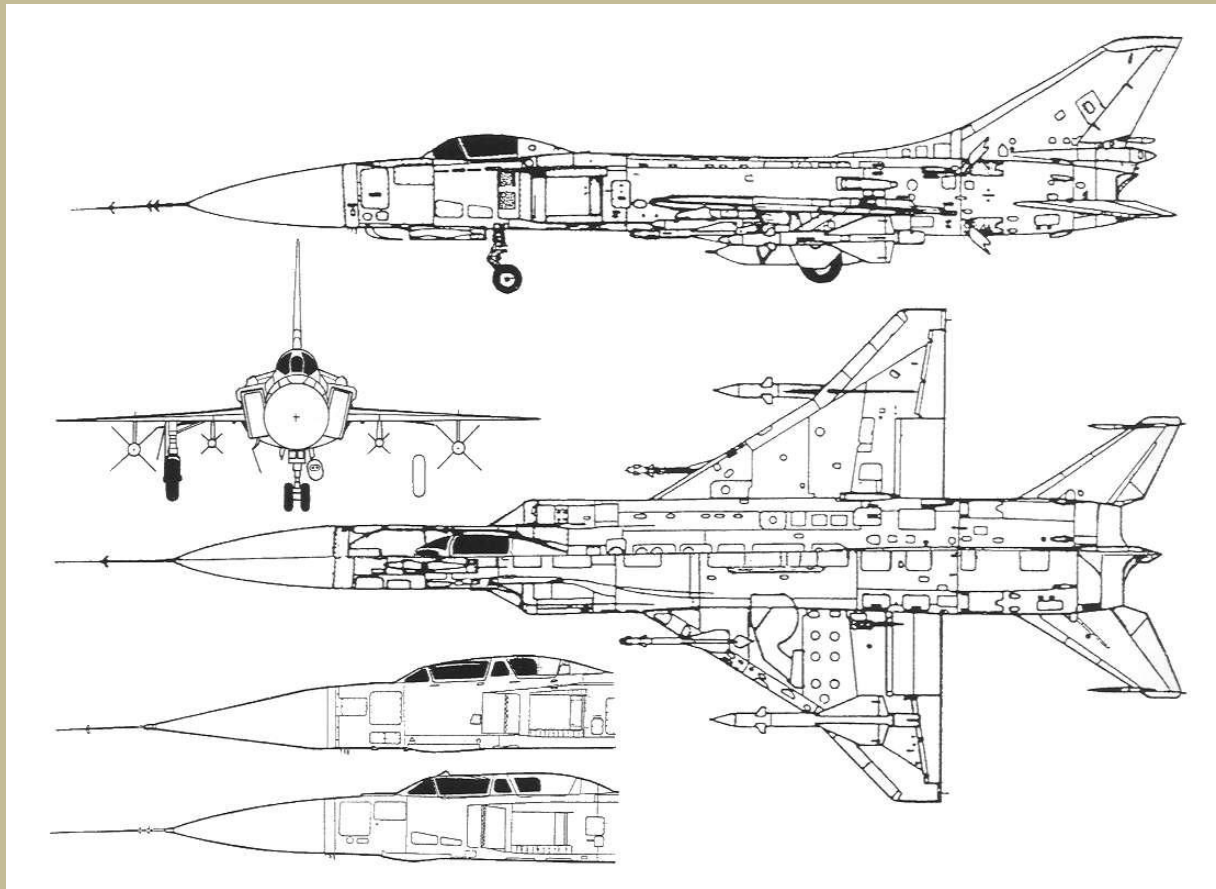
Sorozatban gyártott változatok adatai:

Su-15 'Flagon' production versions					
	Su-15 'Flagon-A'	Su-15UT 'Flagon-C'	Su-15 'Flagon-D'	Su-15TM 'Flagon-F'	Su-15UM 'Flagon-G'
Engines	2 x R-11F2S-300	2 x R-11F2S-300	2 x R-11F2SU-300	2 x R-13-300	2 x R-13-300
Engine rating, dry	38.25 kN (8,595 lb)	38.25 kN (8,595 lb)	38.25 kN (8,595 lb)	40.20 kN (9,034 lb)	40.20 kN (9,034 lb)
Engine rating, afterburning	60.79 kN (13,661 lb)	60.79 kN (13,661 lb)	60.79 kN (13,661 lb)	64.71 kN (14,542 lb)	64.71 kN (14,542 lb)
Length overall	21.44 m (70.34 ft)	21.44 m (70.34 ft)	21.44 m (70.34 ft)	21.44 m (70.34 ft)	21.44 m (70.34 ft)
Length excl. probe	20.54 m (67.39 ft)	20.99 m (68.86 ft)	20.54 m (67.39 ft)	19.56 m (64.17 ft)	19.56 m (64.17 ft)
Span	8.616 m (28.27 ft)	8.616 m (28.27 ft)	9.340 m (30.643 ft)	9.340 m (30.643 ft)	9.340 m (30.643 ft)
Height	5.00 m (16.40 ft)	5.00 m (16.40 ft)	5.00 m (16.40 ft)	4.843 m (15.889 ft)	4.843 m (15.889 ft)
Wing area	34.56 m ² (372.01 sq ft)	34.56 m ² (372.01 sq ft)	36.60 m ² (393.97 sq ft)	36.60 m ² (393.97 sq ft)	36.60 m ² (393.97 sq ft)
Empty weight	10220 kg (22,531 lb)	10740 kg (23,678 lb)	10350 kg (22,818 lb)	10874 kg (23,973 lb)	10635 kg (23,446 lb)
Internal fuel	5600 kg (12,345 lb)	5010 kg (11,045 lb)	5600 kg (12,345 lb)	5550 kg (12,236 lb)	5550 kg (12,236 lb)
Normal TOW*	16520 kg (36,420 lb)	16690 kg (36,795 lb)	16650 kg (36,707 lb)	17200 kg (37,920 lb)	17200 kg (37,920 lb)
Maximum TOW	17350 (38,250 lb)	17200 kg (37,920 lb)	17200 kg (37,920 lb)	17900 kg (39,463 lb)	17900 kg (39,463 lb)
Max. speed at altitude	2230 km/h (1,386 mph)	1850 km/h (1,150 mph)	2230 km/h (1,386 mph)	2230 km/h (1,386 mph)	1875 km/h (1,165 mph)
Max. speed at sea level	1200 km/h (745 mph)	1200 km/h (745 mph)	1200 km/h (745 mph)	1300 km/h (808 mph)	1250 km/h (777 mph)
Maximum cruise speed	1550 km/h (963 mph)	1290 km/h (802 mph)	1550 km/h (963 mph)	1700 km/h (1,056 mph)	1700 km/h (1,056 mph)
Service ceiling	18500 m (60,695 ft)	18700 m (54,790 ft)	18500 m (60,695 ft)	18100 m (59,383 ft) **	15500 m (50,853 ft)
Range w/o aux. tanks	1260 km (783 miles)	1260 km (783 miles)	1305 km (810 miles)	1380 km (857 miles)	1150 km (715 miles)
Maximum range	1540 km (957 miles)	1700 km (1,056 miles)	1600 km (995 miles)	1780 km (1,106 miles)	1150 km (715 miles)
Intercept radius	560 km (348 miles)	—	560 km (348 miles)	590 km (367 miles)	—
Take-off speed	395 km/h	395 km/h	395 km/h	370 km/h	340-350 km/h
Approach speed	315-320 km/h (196-199 mph)	330-340 km/h (205-211 mph)	285 km/h (177 mph)	285-290 km/h (177-180 mph)	260-280 km/h (162-174 mph)
Take-off distance	1150-1200 m (3,773-3,937 ft)	1200 m (3,937 ft)	1100-1150 m (3,609-3,773 ft)	1000-1100 m (3,281-3,609 ft)	1160 m (3,806 ft)
Landing distance	1000-1100 m (3,281-3,609 ft)	1150-1200 m (3,773-3,937 ft)	1150-1200 m (3,773-3,937 ft)	850-950 m (2,789-3,117 ft)	1120 m (3,675 ft)
g-limit, with missiles	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

* With two R-98/R-98M AAMs and without auxiliary tanks.

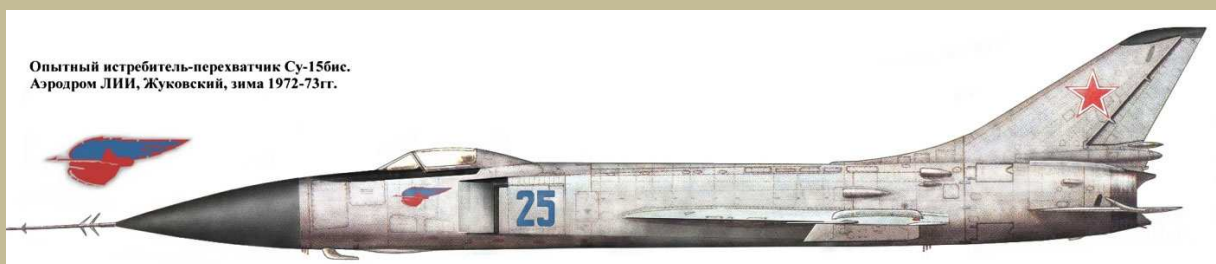
** Service ceiling of the early production Su-15TM 'Flagon-E' (with conical nose) was 18500 m (60,695 ft)

Háromnézeti rajz a Szu-15TM-ről, valamint a kétüléses UT és UM különbségei:



Egyéb említésre méltó változatok, koncepciók:

Szu-15bisz (T-58bisz):



1973-ban a Szuhoj kísérletet tett a Szu-15TM kis magasságon történő manőverezhetőségének javítására. A projekt az R-25-300-as hajtóműre épült, amely az R-13-300-as hajtóműből lett kifejlesztve. A hajtómű az elődhöz képest lényegesen több tolóerőt (7100-ról 9900 kg) volt képes előállítani tengersizint körüli magasságon, hangsebesség alatti tartományban a plusz utánégető fokozatnak köszönhetően és a kompresszor 106%-os fordulatszámom 3 percig működő üzemmódjának. Az alapváltozathoz képest minden téren javult a gép agilitása, gyorsulóképessége, emelkedő képessége, de mivel fegyverrendszere az

akkor megjelenő MiG-23P-hez képest földhátterben, alacsonyan szálló célok ellen alul maradt, így tulajdonképpen a Szu-15 fejlesztése véget ért és a program a kísérleteken túl nem jutott.

T-58VD:



Az 1960-as évek közepén a Szuhoj a T-58D-1 alapjain elkezdett dolgozni egy STOL képességű repülőgépen, amely 1967-re készült el. Végeredményben a 3 db Koleszov RD-36-os függőlegesen beépített hajtóművel ellátott gép csak egy demonstrátor lett, gyakorlatilag harci értéke nem lehetett a nagy tömeg és a kis hatóváltás miatt. A nyugatra azonban nagy hatást gyakorolt olyannyira, hogy Flagon-B kódnévvel nyilvántartásba is került.

Szu-15 és a Szahalin program:



A szovjetek a nyugati légi-utántöltő rendszerek sikerességén felbuzdulva szerették volna saját Szu-24-es vadászbombázóikat is ellátni levegőben történő utántölthetőségi képességgel. Ezt a programot Szahalin néven ismerhetjük. Két Szu-15 átalakításával kezdődött meg a munka, amely kitartással meghozta az eredményt. A Szahalin rendszer alapja a töltő gép törzse alá szerelt UPAZ konténer és a fogadó gép orra fölé jobb oldalra szerelt légi-utántöltő csont volt. Ez a rendszer egy hajlékony csöves rendszer volt. A rendszer elterjedté vált a szovjet harcászati repülőkon, de az anyjuk, a Szu-15 ezt a képességet soha nem kapta meg.

Rendszerben tartó országok:

Szovjetunió:

- 54. IAP, 6.OA PVO**, Vaneide (Wainode), Szu-15 1967, Szu-15TM 1970s (leváltva Szu-27)
180. IAP, 6.OA PVO, Szu-15 1969, Szu-15TM 1978 (leváltva Szu-27 1988, és/vagy MiG-31)
57. IAP, 10.OA PVO, Norilsk, 1992 után **57.IAP, 10. PVO VA**
265. IAP, 10.OA PVO, Poduzheme, Latvia (levátva Szu-27)
431. IAP, 10. OA PVO, Afrikanda (sarkkörön túli), (leváltva Szu-27 1991-1992)
22. IAP, 14. OA PVO, Bezrechnaya (Szu-15TM)
813. IAP, 14. OA PVO, Novosibirsk (Szu-15TM)
153. IAP, PVO, Morshansk, (leváltva MiG-31 1989-1991)
156. IAP, PVO, ?, (újra fegyverezve Szu-17-re 1981-ben és átnevezve 156th APIB)
611. IAP, PVO, Dorokhovo, 1993-ban Szu-27 váltja fel a Szu-15TM-et
700. IAP, PVO, Tikhoretsk
712. IAP, PVO, Kansk (leváltva MiG-31)
777. IAP, PVO, Sokol, Dolinsk, Szu-15TM (felosztatva)
2179. BRS, PVO, Bobrovka, tartalék
4884. BRS, PVO, Bobrovka, tartalék (felosztatva 1990)
148. pilóta harci kiképző központ, PVO, Savastleika

A típus sorsa 1992-ben pecsételődött meg, amikor tulajdonképpen az európai fegyverzet korlátozási egyezmény értelmében a Flagon a leszerelendő fegyverzeti anyagok közé került. A típust folyamatosan vonták ki a honi légvédelem egységeitől, bár addigra egyébként is elavulttá vált. Az 1290 db-ból az utódállamok is örökölték pár darabot.

Ukrajna:

- 1992 előtt: **62. IAP, 8.PVO** Légi hadsereg, Belbek
 636. IAP, 8.PVO Légi hadsereg, Kramatorsk
 737. IAP, PVO, (leváltva MiG-23P)
1992 után: **62. IAP, Ukr. ADF**, Belbek (leváltva Szu-27)
 636. IAP, Ukr. ADF, Kramatorsk (leváltva MiG-23P)

Ukrajna nagyjából 70 db-ot örökölt, amelyek az 1990-es évek közepéig maradtak szolgálatban.

Grúzia:

- 166. IAP, 19.PVO VA**, Sandar (Marneuli)

A Grúz légierő 29 db-ot örökölt meg. Ezeket a források szerint nem állították hadrendbe.

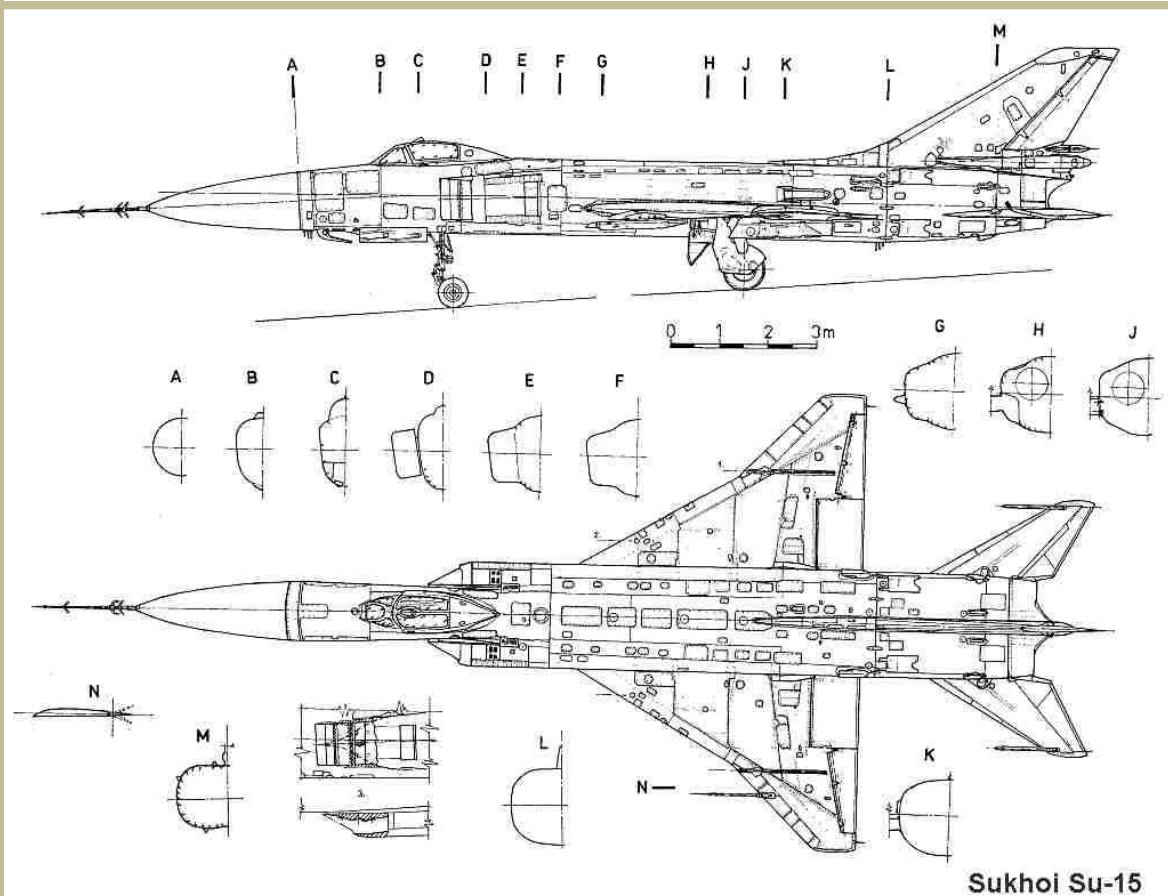
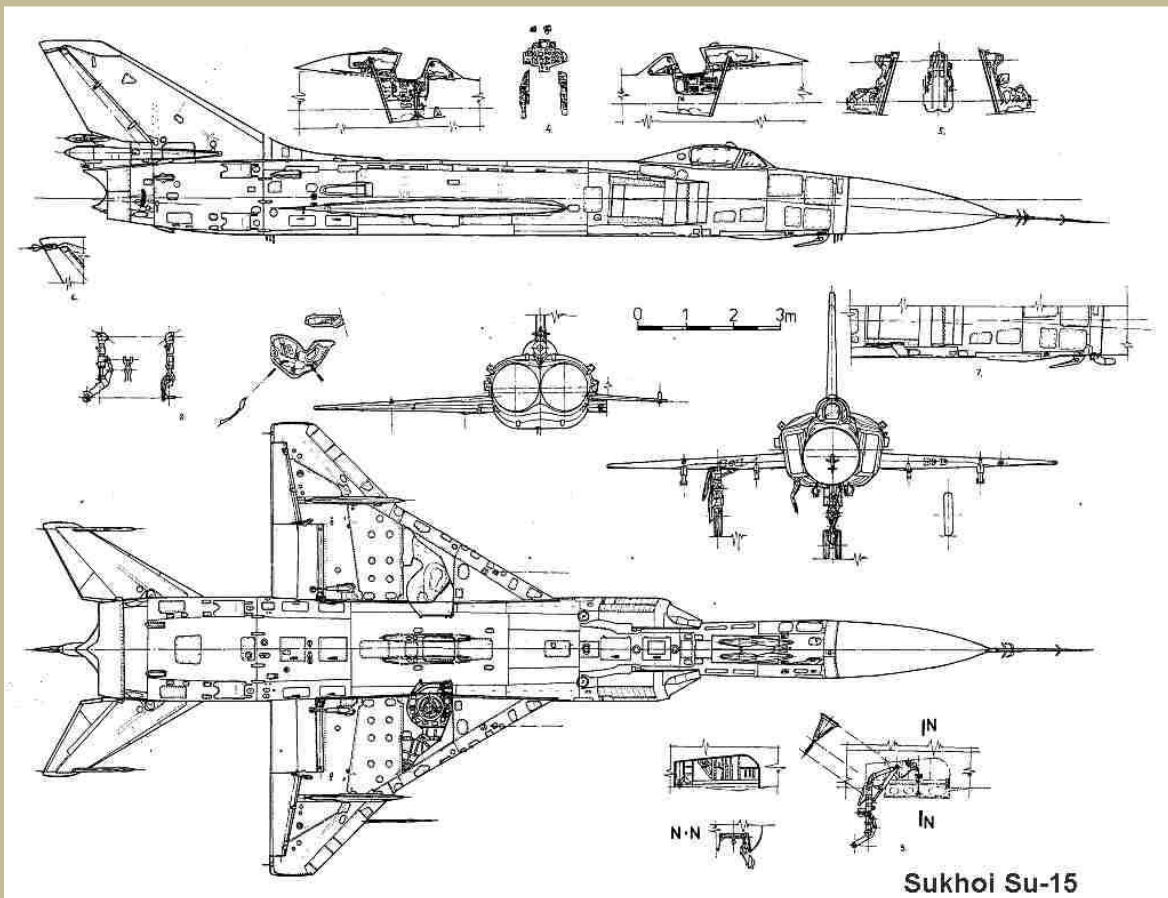
Azerbajdzsán:

- 41. IAP?, (19. AO PVO?)**, Baku

Az azeri légierő sok más szovjet típust örökölt meg a Szu-15-höz hasonlóan. Igazából a gépek sorsáról keveset tudni. 2000-re teszik kivonásukat.

IAP=vadászrepülő ezred

A Szu-15TM-ről egy részletesebb rajz egyveleg:



Harci alkalmazás:

Mint a honi légvédelem egyik alapköve gyakran kapott a hidegháború idején riasztást, de csak három esetben került sor fegyver használatra. A többi esetben csak húzgálták a "szovjet medve" bajszát.

Az első eset, amikor a világ megismerhette a típust 1978. április 20.-án történt, amikor egy dél-koreai Boeing 707-es Párizsból Kanada felé repülve belépett a szovjet légtérbe Murmanszk közelében. A 431. ezred Afrikandából kapta a riasztást, és egy ráemelt Szu-15TM figyelmeztető lövései ellenére, csak 2 db R-98-as rakétát indítva tudta földre kényszeríteni. Az utasszállító egy befagyott tavon landolt. Egyes források szerint az utasszállító talán katonai célokra lett felhasználva. Bárhogyan is történt a gép 108 utasából 2 ember meghalt. A gépet pedig megtartották a szovjetek.

A következő eset sokkal súlyosabb volt. 1983 szeptember 1.-jén ugyancsak egy dél-koreai Boeingt (most egy 747-est) Kanadából Dél-Koreába tartó útján került össze egy Flagon-nal. A Boeing kb. 2,5 órát töltött el szovjet légtérben mire megtámadta a szovjet fél. A két R-98-as rakéta végzett az összes utassal, mind a 269 emberrel.

1981. július 18.-án az iráni határtól nem messze egy Canadair CL-44-es szállítóra riasztottak egy készütségi Szu-15-öt, fegyverzete két R-98 és két R-60 volt. A szállító argentin színekben repült svájci személyzettel. Miután a gépet nem tudta egy közeli reptérre sem lekényszeríteni, így a légvédelem a lelövése mellett döntött. A 166. vadászrepülő ezred pilótája V. A. Kuljapin a határ közelsége miatt nem fegyverhasználattal, hanem ütközéssel (szovjet kifejezéssel élve: "taran"-nal) kényszerítette le a gépet. A terve bevált, de neki is katapultálnia kellett. A Canadair személyzete pedig szörnyet halt.

Végszó:

1967-re a Szuhov tervező gárdájának munkája beérett, egy olyan gépet sikerült létrehozniuk, amelyhez hasonlót a konkurens Jakovlev már nem tudott. Mivel a honi légvédelem kegyeiért ez a két iroda egymással harcolt, és a Jakovlev kezdetben a Szuhov fölé tudott nőni, ezért a Flagon-ba vetett munka nagymértékben megtérült. A Jakovlev még tett egy meddő kísérletet a Flagon legyőzésére, de a Jak-28-64 program nem volt elég ambiciózus, annak ellenére sem, hogy átvették az oldalsó légbeömlő tervét. A többéves fejlesztő munkával azonban nem versenyezhetek.



A honi légvédelem meghatározó típusává vált a Flagon, amelyet a pilóták a kezelhetősége és biztonságossága miatt szerettek. 1967 és 1976 közötti időszakra vonatkozóan az alábbi adatokkal tudok szolgálni érdekesség képen: ez idő alatt a típus összesen 547.055 órát volt levegőben, ebből az 1976-os évben 98.700 órát. A 9 év alatt 37 repülő került veszteség listára, vagyis 100.000 órára vetítve 6,76 gép a veszteség, ami egy rossz érték. Viszont ha 1992-ig vizsgáljuk ezt a számot, akkor 6,2 gép jön ki. Ami határozottan jó érték. Összevetve a MiG-25 10 gépes rátájával, vagy a MiG-31 11,5-es értékével, kijelenthetjük hogy a Szu-15 biztonságosabb volt.

A gép minőségi ugrást jelentett minden tekintetben, persze az újabb fejlesztéseket csak módjával tudták adoptálni, a fegyver-rendszer felett hamar eljárt az idő, de ez abban a korban nem volt kirívó. Váltótípusai pedig valódi legendává avanszáltak napjainkra, mint pl. a MiG-31 vagy a Szu-27.

Aki pedig előben szeretné látni a típust, az Kassán a város repülő múzeumában megteheti.

Forrásjegyzék:

<http://www.makettinfo.hu/forum/forszoveg.php?forumID=548&first=0>

http://www.milavia.net/aircraft/su-15/su-15_development.htm

<http://www.sukhoi.org/eng/planes/museum/su15/>

http://aerospace.boopidoo.com/philez/Su-15TM%20PICTURES%20&%20DOCS/Overscan's%20guide%20to%20Russian%20Military%20Avionics_archivos/?DD

<http://www.secretprojects.co.uk/forum/index.php?topic=110.15>

<http://www.leteckemotory.cz/motory/r-11/>

<http://www.leteckemotory.cz/motory/r-13/>

<http://www.airvectors.net/avsu15.html>

<http://www.jetfly.hu/rovatok/tipusok/szu-15/>

http://airmuseum.netkosice.sk/lietadlo_su_15tm_e.html

<http://www.airwar.ru/fighter.html>

valamint:

Yefim Gordon: Sukhoi Interceptors műve

Valamint szeretném megköszönni a segítséget:

Tarr Gábornak,

Laczkó Mihálynak,

Liszkai Jánosnak!

HindTheBest