



Historie zásobovací lodi Progress

„Kosmické nákladáky“ létají na orbitální stanice už čtyřicet let

Nic jiného nemá takovou zásluhu na úspěchu sovětských a ruských dlouhodobých letů na orbitálních stanicích jako loď Progress. Aktuálně si připomínáme čtyřicáté výročí vypuštění první, přičemž jejich celkový počet přesáhl půl druhé stovky.

Program automatických zásobovacích lodí se začal v Sovětském svazu rodit koncem 60. let. Tehdy sice stále ještě byly prioritou kosmické závody se Spojenými státy, ale už se začaly rodit plány na využívání orbitálních stanic. Jenže ty s sebou mohly vzít při startu jen omezené množství zásob. Jak se ukázalo v případě prvních stanic Saljut, dokázaly tak zajistit pobyt maximálně dvou dvoučlenných střednědobých posádek. Navíc jen v krátké době po startu, protože třeba část vědeckého materiálu nebo filmů měla silně omezenou trvanlivost. Ostatně, podobný problém řešili i v NASA se stanicí Skylab, která sice uvezla velkorysý množství vybavení, ale to stejně narazilo na uvedené limity.

Kapacita dopravních lodí Sojuz se přitom mohla počítat jen v řádu několika málo stovek kilogramů využitelného nákladu. Pro představu: kosmonaut a konstruktér Konstantin Feoktistov v 70. letech uváděl, že pro denní potřebu jednoho kosmonauta na stanici je zapotřebí počítat 30 kg nákladu (neměl na mysli jen jídlo, pití, oblečení a hygienické potřeby, ale také palivo pro stanici, vědecké vybavení, vzorky apod.). Proto bylo třeba začít řešit možnosti zásobování budoucích stanic.

Na základech lodi Sojuz

Nakonec padla volba na loď koncepčně vycházející z již zkušenoého Sojuzu. Dovolovala relativně rychlý vývoj a využití stávajícího hardware včetně pozem-



Raketa Sojuz U s první lodí Progress měla (stejně jako desítky následujících) jinak zbytečnou maketu záchranného systému SAS

ního vybavení či nosných raket. Konstrukteři studovali desítky variant zásobovacích lodí: verze pilotované i bezpilotní, s různým poměrem kapacity hermetizovaného či nehermetizovaného nákladu a pohonných látek, s možností návratu na Zemi či bez ní. Ač právě schopnost vracet větší množství nákladu byla jednou ze základních podmínek zadání, nakonec od ní bylo upuštěno. Důvodem byla příliš velká penalizace při dopravě nákladu a třeba zásobování stanic cennými pohonnými látkami (právě jejich nádrže zaujaly místo vyhrazené na pilotovaném Sojuzu návratovému modulu) mělo vyšší prioritu.

Zásobovací loď sice vizuálně připomíná Sojuz a využívá i část jeho komponent (často se používá ke zkouškám hardware v podmínkách kosmického prostředí dříve, než je tento nasazen právě v pilotovaných letech), ale ve skutečnosti je dosti odlišná. Nejde jen o to, že nenese systém podpory životních funkcí, tepelný štít či padákový systém pro přistání, nemá průzory, manuální ovládání apod. Liší se ale i rozměrově - třeba první generace zásobovacích lodí měla servisní sekci výrazně delší než Sojuz. Důvodem byla nutnost vtěsnat do ní přístrojové vybavení, které se na pilotovaných lodích nacházelo v návratovém a orbitálním modulu. Jen pro zajíma-



Velitel stanice Saljut 6 Jurij Romaněnko uvnitř lodi Progress 1. V titulu loď Progress M-03M zakotvená u ISS

vost doplňujeme, že NASA zvažoval podobné řešení: bezpilotní zásobovací verzi lodí Gemini nebo Apollo.

Vydařená premiéra

Vývoj sovětské zásobovací lodi se rozjel v polovině roku 1973, v únoru roku následujícího pak byl projekt oficiálně schválen jako loď 7K-TG (Transportnyj Gruzovoj) alias výrobek (Izdělje) 11F615A15. Konceptně vycházela z dopravní verze lodí Sojuz 7K-T (používána počínaje letem Sojuz 12). Zajímavé je, že už dříve byl studován obdobný projekt zásobovacího plavidla pro vojenské stanice pod označením 7K-SG. Vývoj časově korespondoval se zahájením vývoje stanice známé později jako Saljut 6, která měla dva stykací uzly. To dovoľovalo nejen průběžné střídání posádek (či výměnu kosmických lodí), ale i přilet „kosmického nákladáku“ v době, kdy byla stanice obydlena.

Je zajímavé, že v průběhu vývoje se neuskutečnil žádný bezpilotní test nové lodi. I když dne 17. listopadu 1975 odstartoval ke stanici Saljut 4 bezpilotní Sojuz 20, který se k ní automaticky připojil a oddělil se až 16. února roku následujícího. Návratový modul pak přistál po letu trvajícím 90 dní 11 hodin 46 minut. Byl to hodně neobvyklý krok, ale zároveň logický. Došlo k otestování některých technologií (automatické spojování) a zároveň na stanici nebylo právě kvůli jednomu stykacímu uzlu možné poslat loď v době, kdy na ní pobývala posádka. Nehledě na to, že na Saljutu 4 už dvě výpravy pracovaly, takže jeho zásoby byly na nule.

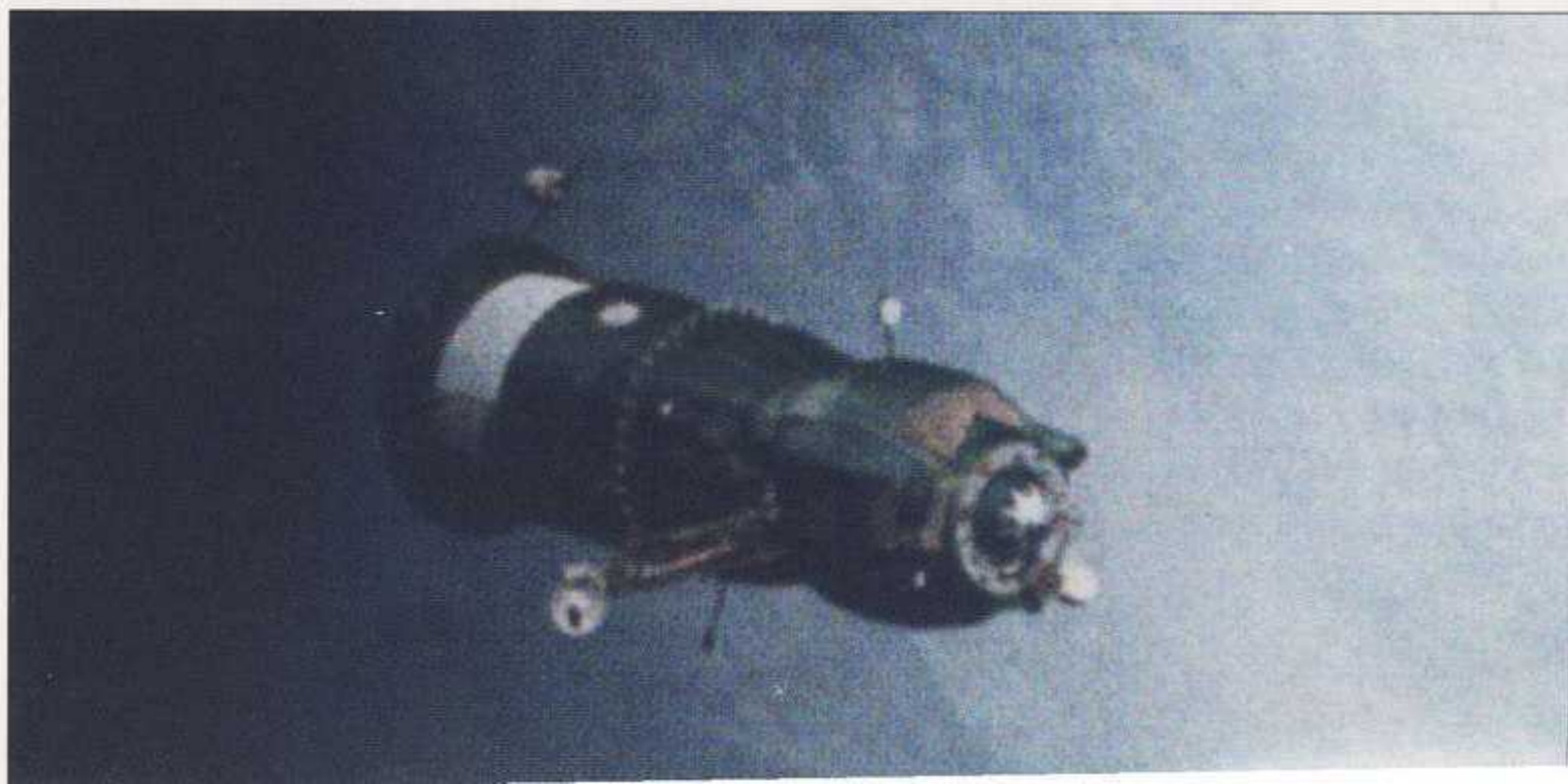
Saljut 6 vypuštěný 29. září 1977 vše změnil. Stanice měla jako klíčovou novinku dvojici stykacího uzlu. V lednu 1978 tak k již připojené lodi Sojuz 26 (Vladimir Romaněnko, Grigorij Grečko) přivítala návštěvnickou posádku v Sojuzu 27 (Vladimir Džanibekov, Oleg Makarov). Byl tak otestován i přední stykací uzel (k zadnímu byla připojena „Šestadvacítka“), k němuž se v říjnu 1977 nedokázala připojit loď Sojuz 25. Během pětidenního letu bylo studováno chování komplexu spojených tří lodí. Na závěr mise návštěvníci nastoupili do starší lodi (Sojuz 26) a novější nechali k dispozici dlouhodobé posádce stanice. Šlo o důležitý krok pro budoucí dlouhodobé lety, které měly výrazně překročit životnost lodí Sojuz.

Jen čtyři dny po odletu Sojuzu 26 odstartovala první automatická zásobovací loď. Dostala jméno Progress. Po dvoudenním samostatném letu se úspěšně připojila na zadní stykací uzel stanice. Posádka byla v té době z bezpečnostních důvodů ve skafandrech v Sojuzu 27 a připravena v případě mimořádné situace evakuovat základnu. K tomu naštěstí nešlo, a tak bylo možné otevřít průlez do zásobovací lodi a začít s vykládkou. Plus se zkušebním přečerpáváním pohonných látek, byť i při této proceduře byli kosmonauti opět v dopravní lodi a s oblečenými skafandry. Zvláštní je, že první vypuštěný Progress měl výrobní číslo 102. První vyrobený (101) letěl až jako Progress 2 v červenci 1978. Startovaly na raketě Sojuz verze U. Ta přitom měla věžičku záchranného systému SAS (Sistěma Avarijnovo Spaseniija), která má sloužit ke katapultáži lodí s kosmonauty v případě havárie nosiče. U bezpilotní lodi (navíc nevybavené přistávacím systémem) je samozřejmě zbytečná. Konstrukteři se ale rozhodli pro řešení s inertním systémem SAS (tedy bez raketových motorů a elektroniky) kvůli zachování odzkoušených aerodynamických vlastností rakety. Až od verze Progress M (premiéra srpen 1989) tato „mrtvá“ věžička zmizela a byla nahrazena standardním aerodynamickým krytem.

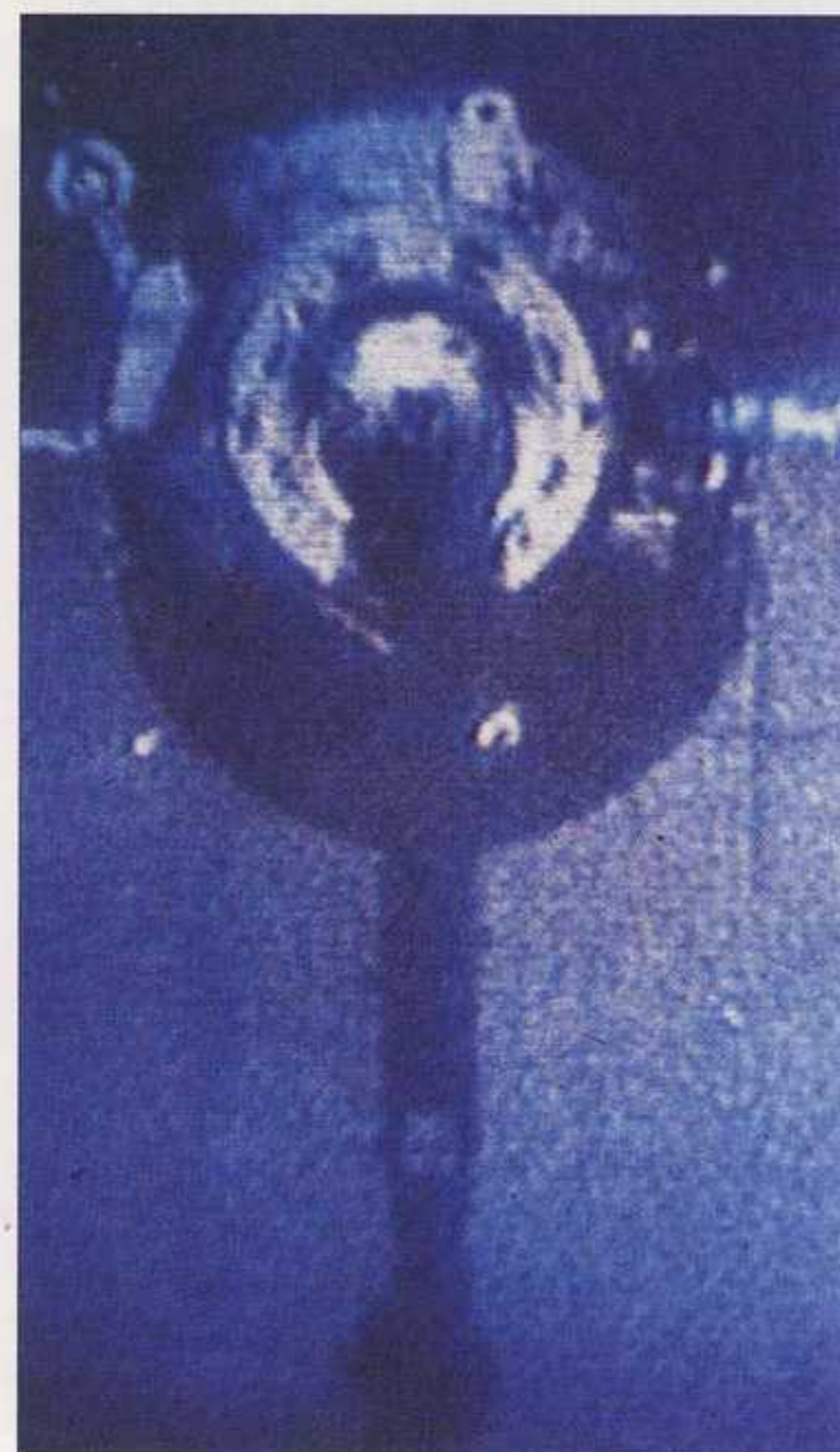
Nevděčná nakládka

Progress se skládá ze tří částí: nákladního modulu, tankovacího modulu a pohonného (servisního) modulu. U Sojuzu tomuto rozdělení odpovídá orbitální modul, návratový modul a pohonný modul. V nákladním modulu je na stanici přivážen „suchý“ hermetizovaný náklad, na odletu pak odpad, který je následně při

První generace lodí Progress neměla sluneční baterie



zániku lodi spálen v atmosféře. Modul má maximální průměr 2,2 m a vnější délku 3,15 m. Jeho objem je 6,6 m³, ale ne celý je kvůli různému vybavení využitelný (Sojuz má objem podobný, ale pracovní prostor orbitálního modulu z toho činí jen 4 m³). Modul má jen přední stykací uzel, jímž se vstupuje do kosmické stanice, ne (jako Sojuz) zadní pro vstup do návratového modulu. Stykací uzel je proti lodím Sojuz modifikován. Jednak jeho příruba obsahuje systémy propojení potrubí pohonných látek a vody (pro doplňování nádrží stanice; přečerpávání vody ovšem



Přilet Progressu 1 k Saljutu 6 mohlo sledovat jen řídicí středisko, protože posádka seděla z bezpečnostních důvodů v lodi Sojuz 27

u posledních generací lodí zmizelo). Jednak se dá celý demontovat (u Sojuzu je pouze sklápěcí, aby se dal v případě potřeby rychle zavřít). To proto, že průlezem se sklopeným stykací uzlem se kosmonaut celkem snadno protáhne, ale horší je to s rozměrnějším nákladem. Největší Progressy dopravované kusy se přitom průlezem protahovaly s milimetrovými rezervami. Hmotnost prázdného modulu je 2520 kg, kapacita až 2500 kg nákladu. Limitem přitom nebývá ani tak hmotnost jako objem.

Uvnitř modulu je soustava úchytnů a nosníků, které slouží k zafixování nákladu. Ta je vždy unikátní podle vynášeného vybavení. Což ale následně působí problémy posádkám na oběžné dráze, protože

ukládání zvláště větších kusů odpadu představuje jakýsi „kosmický tetris“.

Práce s nákladem probíhá tak, že jeden kosmonaut je uvnitř Progressu a podle stanoveného itineráře předává druhému na stanici jednotlivé kusy nákladu. Pro vykládku existují poměrně striktní pravidla: náklad se musí předávat z ruky do ruky, ne posílat. Oba kosmonauti musí být pevně zachyceni nohama apod. Je jasné, že tato pravidla se ne vždy plně dodržují, neboť stav beztíže k „házení“ nákladu vyloženě svádí. Často tak dochází k drobným úrazům, jako jsou oděrky nebo modřiny, protože třeba metrákový balík v beztíži sice nic neváží, ale setrvačnost má.

neustále přeskupuje a znovu a znovu skládá. Časté jsou také změny priorit, kdy posádka musí vyhledat již uloženou věc a vrátit ji na stanici. Což s sebou nese další nekonečné rovnání. Kosmonauti to přirovnávají k přeřabování v popelnici. Nejsou daleko od pravdy, protože do modulu se ukládají i zbytky z kuchyně, špinavé oblečení nebo pevný odpad z palubní toalety.

Tanker a servisní modul

Uprostřed Progressu se nachází modul doplňování pohonných látek. Byť se to může díky obložení ochrannou tkaninou zdát, není hermetizován. Má

asi bylo napsat „k přetlačování“) pohonných látek. Jde o energeticky náročnou operaci, takže na stanicích Saljut nebo Mir byla rozložena i do několika dní. ISS s rozsáhlým polem panelů slunečních baterií podobnými problémy netrpí - s dostatkem energie je přečerpání otázkou několika málo hodin.

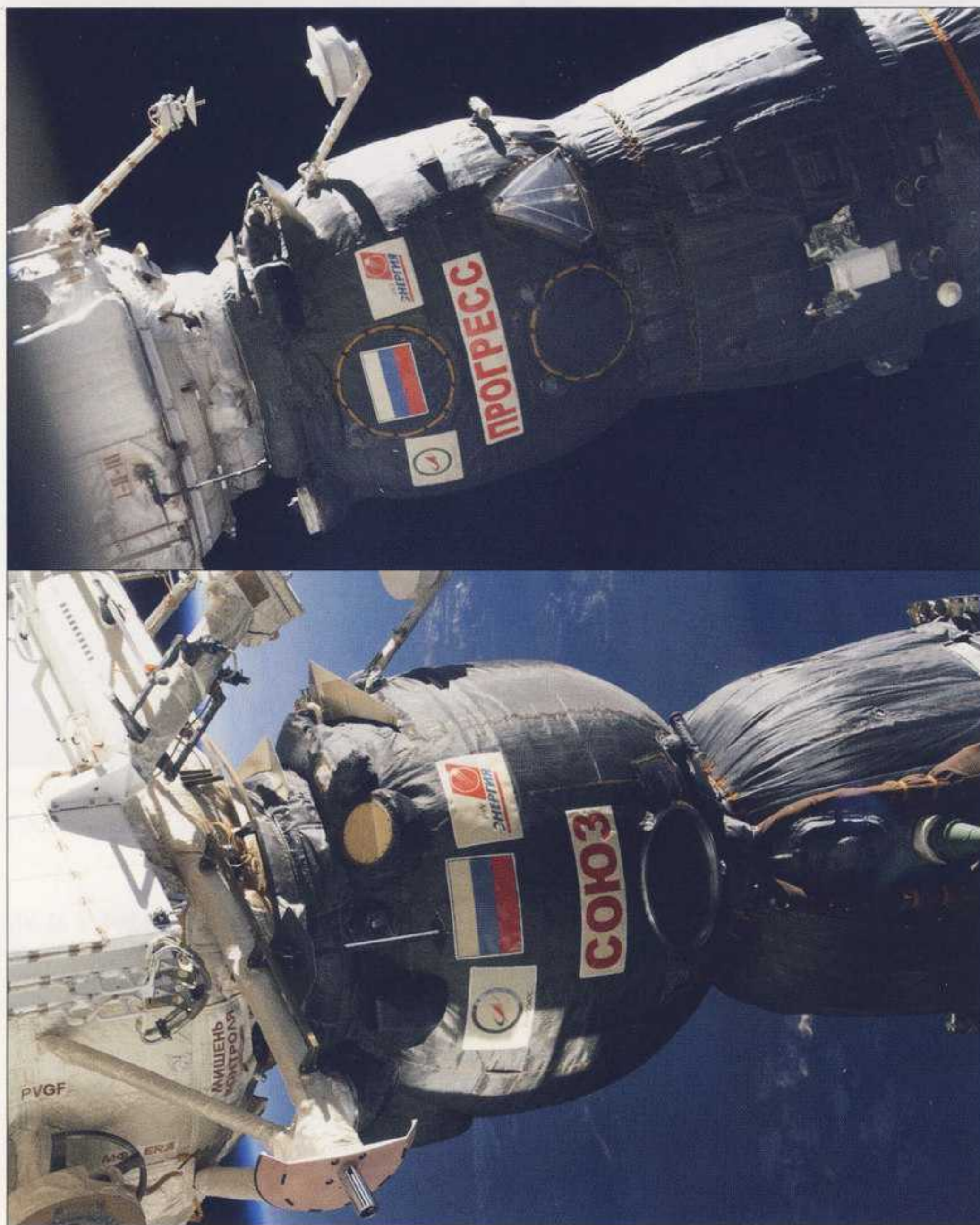
Poslední částí Progressu je pohonný modul. Jeho maximální průměr je 2,72 m, délka u prvních lodí byla 3,1 m a od verze M klesla na 2,3 m. Od stejné generace také Progress nese panely slunečních baterií, dříve využíval jen chemické. To jednak zvýšilo možnosti samostatného letu (s chemickými nesměl překročit tři dny), jednak zvýšilo podobnost s lodí Sojuz (a usnadnilo tak výrobu). Modul má maximální hmotnost 2650 kg. Loď Progress se na rozdíl od Sojuzu nerozděluje na jednotlivé sekce (neboť návratový modul se vrací na Zemi), ale zůstává vcelku až do zániku v atmosféře.

Její celková délka je 7,9 m a hmotnost až 7240 kg. Náklad z toho může činit až 2500 kg, přičemž vždy jde o kombinaci hermetizovaného, občas nehermetizovaného plus pohonných látek. Upozorňujeme, že hodnoty uvedené v tomto článku jsou pouze orientační. Mnoho lodí Progress bylo speciálně upraveno k plnění nějakého úkolu. Například Progress 20 (duben 1984) nesl v tankovacím modulu systém úchytů pro kosmonauty pracující ve stavu beztíže, který se na rozkládací tyči přiklopil ke stanici Saljut 7 a na příkaz řídicího střediska se k ní připojil. Loď Progress M-14 (srpen 1992) a M-38 (březen 1998) zase nesly v modifikovaném tankovacím modulu stokilogramovou jednotku VDU. Šlo vlastně o malý modul s pohonnými látkami a raketovými motory, který byl na stanici Mir umístěn na 14 metrů dlouhém nosníku Sofora. Odtud pomáhal s manévrováním stanice: díky nosníku mohl VDU využít pákového efektu a šetřit cenné pohonné látky. Během letů Progress 38 až 42 (září 1988 až květen 1990) zase byla k maketě věže SAS přidána katapultovací křesla a skafandry vyvíjené pro kosmoplán Buran a testovalo se jejich použití za plné funkce nosiče ve výšce 35 až 40 km. A takto bychom mohli ještě chvíli pokračovat. Zkrátka a dobře: upravených misí Progress byla řada.

Geneze lodí Progress

Po první generaci nákladních lodí následovala od srpna 1989 používaná verze Progress M (Modifirovannyj). Servisní modul byl zmenšen na velikost jako v případě Sojuzu, navíc dostal panely slunečních baterií. Jejich 0,6 kW bylo určeno nejen pro Progress, ale v průběhu připojení ke stanici také pro její palubní systémy. Různými konstrukčními úpravami vzrostla kapacita o 200 kg nákladu. Došlo také k propojení tankovacího a servisního modulu pomocí potrubí, takže bylo možné přečerpávat pohonné látky do nádrží stanice i ze servisního modulu. Nebo naopak: z nádrží stanice do modulu, který pak svým motorem zajišťoval zvyšování její oběžné dráhy (a nesnižovala se tak životnost motorů stanice).

V roce 2000 byl poprvé vyzkoušen Progress M1, původně vyvíjený pro stanici Mir-2 a později pro ISS. Jeho hlavní předností byla schopnost pojmout více pohonných látek: z 870 na 1950 kg. Celkově ale hmotnost přepravovaného nákladu klesla o zhruba 200 kg. Tankovací modul měl namísto dosavadních čtyř nádrží osm, zmizela z něj třeba nádrž na pitnou



Ač lodě Progress a Sojuz vypadají na první pohled prakticky stejně, toto srovnání ukazuje řadu odlišností (jde o Progress MS-06 a Sojuz MS-05, čili hardware roku 2017)

Po vyložení často Progress slouží jako skladiště méně hodnotného materiálu. Loď totiž nemá systém zajištění životních podmínek a teplota v ní hodně kolísá. Je to logické: kdyby uvnitř modulu nějaká klimatizace existovala, stejně by byla pod horou balíků, pytlů s nákladem nebo kanystrů spolehlivě zaskládána. A tudíž nefunkční. V Progressu tak bývá hodně nestabilní teplota, typicky zima.

Nakonec je zásobovací loď naložena odpadem. Jde o velmi nevděčnou práci. Náklad totiž není možné naskládat jen s ohledem na to, aby se vešel, ale také s ohledem na jeho rovnoměrné rozložení. Kvůli správnému těžišti a stabilitě odlétající lodi se tak

délku 2,1 m, maximální průměr 1,7 m a hmotnost 1,85 t. Nese několik nádrží (dříve čtyři, nově osm) na pohonné látky pro přečerpávání do kosmické stanice. Potrubí z nádrží je vedeno vnějškem nákladového modulu do příruby stykovacího uzlu. Tím nedochází k ohrožení posádky v případě úniku toxických látek. Navíc není nutné technicky řešit celistvost pláště, do něhož potrubí nevstupuje. V nádržích je membrána, které odděluje palivo/okysličovadlo od pracovního plynu (dusík). Právě zvyšováním či snižováním jeho tlaku (jak na zásobovací lodi, tak u nádrží stanice, kde je v nádržích podobná membrána) dochází ve stavu beztíže k přečerpávání (přesnější by