



Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Informační management
Teorie systémů II

Kosmický program
(seminární práce)

Autoři: Petr Voborník
Barbora Tesařová

Hradec Králové, březen 2003

Obsah

Obsah	1
Proč létat do kosmu?	2
Historie pilotovaných letů SSSR a USA	3
Programy SSSR	4
Vostok	4
Voschod	8
Sojuz	10
Sojuz TM – TMA	15
Programy USA	16
Mercury	16
Gemini (Blíženci)	19
Apollo	22
Space Transportation System – STS	26
Tragédie vesmírných plavidel	29
Kosmické orbitální stanice	30
Saljut - Série prvních sovětských orbitálních stanic (1971)	30
Základní systémy	30
Přehled vypuštěných stanic Saljut	32
Skylab - První americká orbitální stanice (1973)	33
MIR - Ruská modulární orbitální stanice (1986)	34
Palubní systémy	34
Plná konfigurace stanice Mir (se všemi moduly)	37
Zánik stanice	38
International Space Station (ISS) - Mezinárodní kosmická stanice (1998)	39
Historie stanice	39
Hlavní moduly:	40
Postup přípravy a stavby stanice	40
Problémy v důsledku havárie raketoplánu Columbia	40
Další vesmírné projekty	41
Hubblův teleskop	41
Parametry	41
Závady	41
Výzkum planety Mars	42
Vyslané sondy	42
Plánované sondy	44
Vývoj jaderného motoru	45
Použité zdroje	46

Proč létat do kosmu?

Kosmický prostor má řadu zvláštních vlastností, jejichž využití může být výhodné. Nachází se mimo ochranný, ale někdy i rušivý vliv zemské atmosféry. Je tam téměř dokonalé vakuum a dlouhodobý beztlákový stav (mikrogravitace). Kosmický prostor je nekonečně rozlehlý a nepoznaný.

To všechno vytváří celou řadu důvodů, proč létat do kosmu. Prvním důvodem může být přirozená touha lidí po poznání, objevování a dobrodružství. Lidstvo si odnepaměti klade otázky typu Kdo jsme? Odkud přicházíme? Kam jdeme? Odpovědi přináší mimo jiné i **základní vědecký výzkum**, který má v kosmu mnoho příležitostí k rozvoji. Celý rozlehlý vesmír můžeme mnohem lépe zkoumat, pokud své astronomické přístroje vyneseme nad zemskou atmosféru, která zachycuje, nebo zkrusluje velkou část spektra, ve kterém můžeme vesmír pozorovat. Kosmické teleskopy mohou provádět rozsáhlejší a přesnější měření než teleskopy pozemské.

Někteří lidé mají také touhu vydávat se na **daleké cesty**, zkoumat **neprobádaná území** a usazovat se tam. V tomto směru je vesmír zcela bez hranic. Můžeme zde přímo prozkoumat ostatní planety a jiná tělesa naší Sluneční soustavy. Některé poznatky nám tak umožní například lépe pochopit vznik a vývoj Země, jiné se nám později mohou hodit při průzkumu vzdálenějších oblastí kosmu, nebo dokonce při jeho postupném osidlování.

Nemusíme ale chodit tak daleko. Velmi zajímavý a užitečný může být i **pohled z kosmu zpět na Zemi** (tzv. **dálkový průzkum Země**). Globální nadhled a přirozené sledování všech souvislostí i detailů přináší přímý užitek při odhalování skrytých přírodních bohatství, sledování počasí a vývoje vegetace například pro potřeby zemědělství, ale i při kontrole změn v životním prostředí. Je tak ale samozřejmě možné sledovat i vojenské a jiné strategické cíle.

Zařízení, umístěná na oběžné dráze Země, mohou mít ještě řadu dalších výhod. Nejzřetelnější je to asi v oblasti **globálních telekomunikací**. Přes retranslatory v kosmu můžeme přenášet mezi kontinenty radiové signály, nesoucí obraz a zvuk mnoha televizních i rozhlasových stanic, telefonní hovory, nejrůznější data a také třeba tísňová volání. Je také možno vytvořit soustavu družic, u nichž známe vždy přesnou dráhu a pomocí speciálního přijímače na Zemi pak můžeme porovnáním signálů z těchto družic **určit polohu** přijímače s přesností na několik metrů. Všechny tyto služby a možnosti jsou dostupné téměř po celém povrchu Země.

Objektem užitečného zkoumání může být i sám člověk. Pokud se jednou budeme chtít vydat dále do kosmu, musíme nejprve zjistit, **jaký vliv má kosmické prostředí na zdraví člověka**. Detailní lékařská vyšetření lidí v kosmu, ale i před letem a po něm, však mohou být přínosem i pro lidi na Zemi. Můžeme tak lépe pochopit podmínky zdravého vývoje člověka a možná i připravit nová, účinnější léčiva.

Zvláštní prostředí kosmu lze využít nejen k přípravě léků ale i dalších **materiálů**. Dlouhodobý stav beztláky a téměř absolutně čisté vakuum snad budou výhodou a třeba i podmínkou pro výrobu dosud nepoznaných materiálů mimořádných vlastností.

V beztlákovém stavu v kosmu lze stavět lehké konstrukce velkých rozměrů, je zde volně k dispozici velké množství energie ve formě slunečního záření a třeba je v kosmu ještě něco dalšího o čem ještě nic nevíme. Abychom to zjistili, musíme se do kosmu vydat.

Kosmonautika nám tedy může přímo přinést **praktický užitek (telekomunikace, navigace, dálkový průzkum)**. **Užitek však může být i nepřímý**, protože těžce nabyté zkušenosti při řešení problémů kosmonautiky lze velmi dobře využít i na Zemi (**řízení projektů, zásobování, technologie, materiály**). Některé problémy dokonce ani nelze vyřešit jinak, než cestou do kosmu (**přímý průzkum planet, využití dlouhodobého stavu beztláky, astronomická pozorování mimo atmosféru, globální nadhled pro telekomunikace a pozorování**).

Historie pilotovaných letů SSSR a USA

Programy SSSR :

Vostok	- první lidé na oběžné dráze
Voschod	- první vícemístné kosmické lodě
Sojuz, Sojuz T, Sojuz TM, Sojuz TMA	- standardní dopravní kosmická loď
Saljut	- první orbitální stanice
Mir	- orbitální stanice druhé generace (modulární)
Buran	- ruský kosmický raketoplán

Programy USA :

Mercury	- první Američané ve vesmíru
Gemini	- nácvik manévrování a setkávání na oběžné dráze
Apollo	- první přistání na Měsíci
Skylab	- první velká a těžká orbitální stanice
STS	- první kosmický raketoplán (vícenásobně použitelná dopravní loď)

Mezinárodní programy :

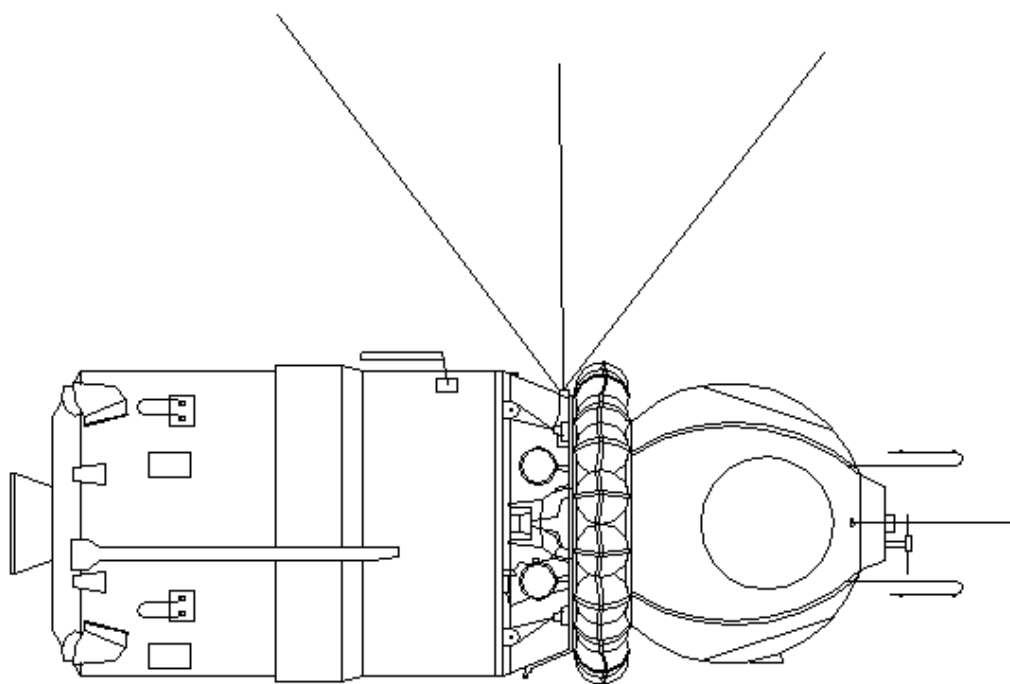
Sojuz - Apollo	- první mezinárodní kosmický let
Spacelab, Spacehab	- orbitální laboratoře v nákladovém prostoru raketoplánu
International Space Station	- první mezinárodní orbitální stanice (ISS)

Programy SSSR

Vostok

Přehled letů kosmických lodí Vostok

Název	M.označ.	Start	Přistání lodi	Délka letu lodi	Posádka jméno
Vostok 1	1961-012A	12.04.1961	12.04.1961	1h 48m	Gagarin, J.A.
Vostok 2	1961-019A	06.08.1961	07.08.1961	1d 01h 18m	Titov, G.S.
Vostok 3	1962-036A	11.08.1962	15.08.1962	3d 22h 22m	Nikolajev, A.G.
Vostok 4	1962-037A	12.08.1962	15.08.1962	2d 22h 57m	Popovič, P.R.
Vostok 5	1963-020A	14.06.1963	19.06.1963	4d 23h 06m	Bykovskij, V.F.
Vostok 6	1963-023A	16.06.1963	19.06.1963	2d 22h 50m	Těreškovová, V.V.



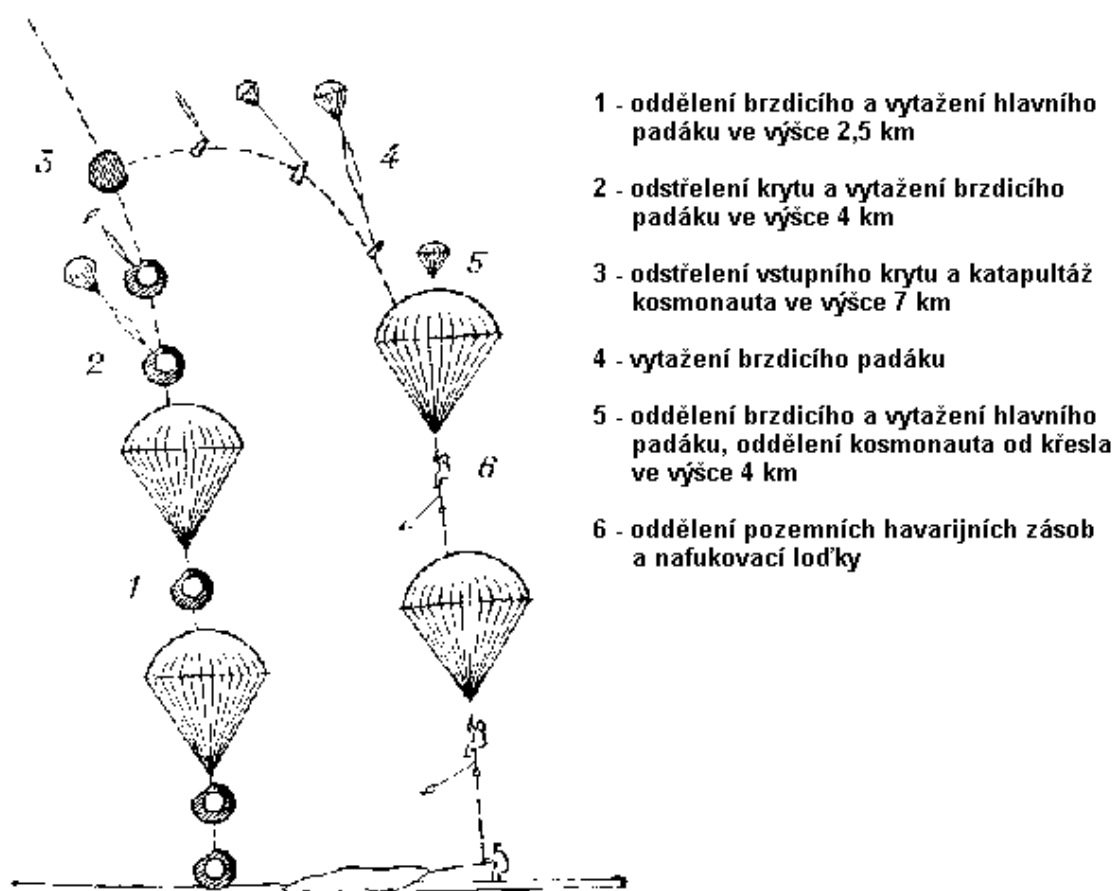
Kosmická loď Vostok s posledním stupněm nosné rakety

Popis lodi:

Kosmická loď Vostok umožňovala let jednoho kosmonauta po dobu maximálně deseti dnů. Skládala se z kabiny kulového tvaru a z přístrojového úseku. Zvenčí měla kabina speciální tepelnou izolaci, která chránila kosmonauta před účinkem vysokých teplot při sestupu z oběžné dráhy. Pro udržení normálního složení atmosféry v kabině se používalo regeneračního systému vzduchu. Zajišťoval uvolňování určitého množství škodlivých příměsí vzduchu a lidských výměšků.

Na Vostoku se prováděla orientace podle Slunce. Signály procházející k optickým a gyroskopickým přístrojům se přetvářely v povely orgánům řízení. Před přistáním nebo v případě selhání používali kosmonaté i ruční řízení.

Vostok umožňoval dva druhy přistání. Po průchodu atmosférou se otvíral padák. Kosmonouti mohli přistát buď v kabině (čehož nikdo z nich nevyužil, protože přistání bylo velmi tvrdé) nebo se katapultovali.



Vostok 1

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1961-012A	12.04.1961	12.04.1961	Od 1h48m	1. kosmický pilotovaný let v historii



Posádka :

Gagarin, J.A.[PL]

(**Záložní posádka:** Titov, G.S.)

Let prvního kosmonauta světa do vesmíru. Start v 7.07 SEČ z kosmodromu Bajkonur a trval 1 hodinu 48 minut. Celý let proběhl zcela automaticky. Po jednom obletu Země kabina i kosmonaut přistáli v 8.55 SEČ u vesnice Smelovka v Saratovské oblasti Sovětského svazu. Kosmonaut se před přistáním katapultoval.

Vostok 2

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1961-019A	06.08.1961	07.08.1961	1d 1h18m	2.kosmický pilotovaný let



Posádka :

Titov, G.S.[PL]

(**Záložní posádka:** Nikolajev, A.G.)

Kosmonaut G. S. Titov uskutečnil první dlouhodobý kosmický let, trvající 1 den 1 hodinu a 18 minut. Kosmonaut se před přistáním také katapultoval. Jeho let pomohl při studiu negativních vlivů beztlákového stavu na lidský organizmus.

Vostok 3 – 4

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1962-036A	11.08.1962	15.08.1962	3d22h22m	1.skupin.let / s lodí Vostok 4
1962-037A	12.08.1962	15.08.1962	2d22h57m	1.skupin.let / s lodí Vostok 3

První skupinový let. Obě lodi byly vyneseny na podobné dráhy. Jedna odstartovala 11. 8. 1962 a druhá den poté.

Vostok 5 – 6

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1963-020A	14.06.1963	19.06.1963	4d23h06m	dlouhodobý let
1963-023A	16.06.1963	19.06.1963	2d22h50m	1.kosmonautka světa



Těreškovová, V. V. [PL]

Další skupinový let. Vostok 6 vynesl na oběžnou dráhu první kosmonautku světa Valentinu Vladimírovnu Těreškovovou. Při katapultáži během sestupu neudržela hlavu a zavadila přilbou skafandru o vstupní otvor. Naštěstí nehodu přežila.

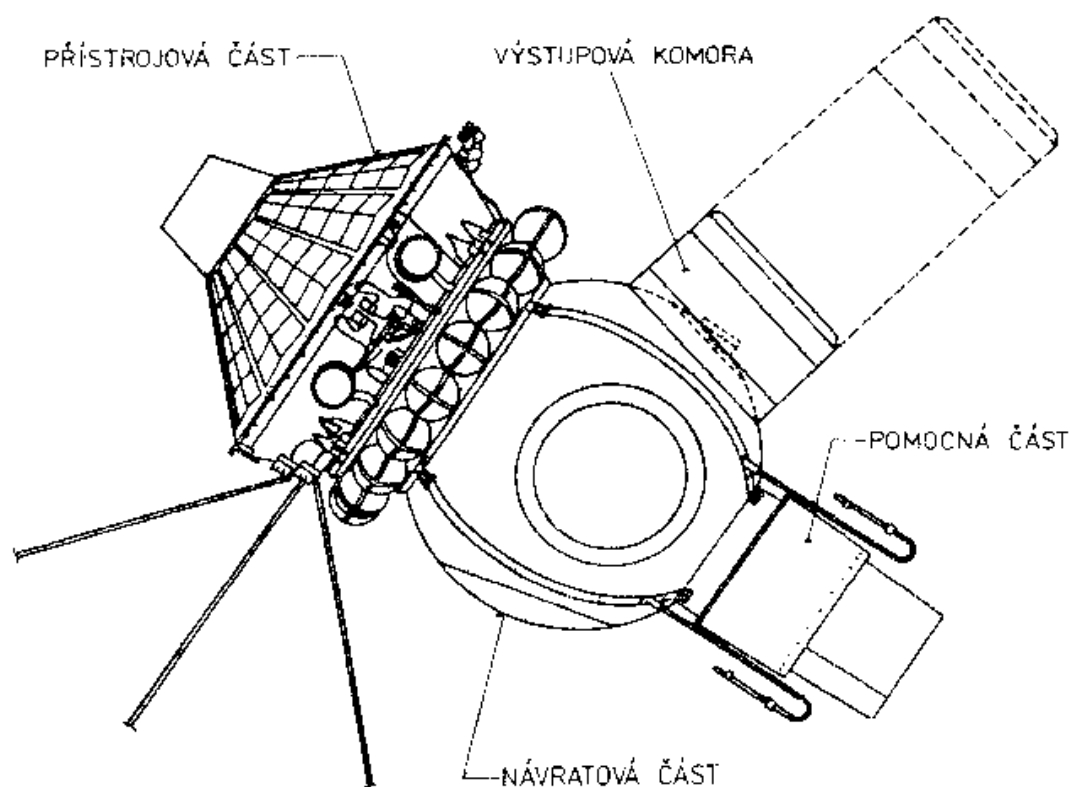
Voschod

Přehled letů kosmických lodí Voschod

Název	M.označ.	Start	Přistání lodi	Délka letu lodi	Posádka jméno

Voschod 1	1964-065A	12.10.1964	13.10.1964	1d 00h 17m	Komarov, V.M. Feoktistov
Voschod 2	1965-022A	18.03.1965	19.03.1965	1d 02h 02m	Jegorov, B.B. Běljajev, P.I.

Kosmická loď Voschod, varianta pro výstup do kosmického prostoru



Popis lodi:

V roce 1963 přišli s návrhem nové kosmické lodi. V krátkém čase vytvořili vícemístnou modifikace osvědčené lodi Vostok, která by měla sloužit určitému přechodovému programu do té doby, než bude vypuštěna kosmická loď, jejíž vývoj byl právě zahajován a která by měla být součástí celého systému nazvaného Sojuz.

Hlavní změnou v konstrukci byla nafukovací komora pro výstup kosmonauta do volného prostoru. A hlavně pak nový přistávací systém. Původní kabina Vostoků měla jeden hlavní padák. Umístění tohoto padáku po levé straně od kosmonauta místa způsobilo, že kabina dosedla nakloněna šikmo na pravý bok. Proto se všichni piloti prvních Vostoků v průběhu návratové operace z kabiny katapultovali. U Voschodů se předpokládalo let tříčlenné posádky, technicky nebylo možné zařídit, aby se všichni mohli katapultovat, proto konstruktéři zvládli techniku měkkého přistání.

Voschod 1

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1964-065A	12.10.1964	13.10.1964	1d 0h17m	1.vícečlenná posádka

Vynesl první vícečlennou posádku do vesmíru.

Voschod 2

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1965-022A	18.03.1965	19.03.1965	1d 2h02m	1. výstup do volného vesmíru

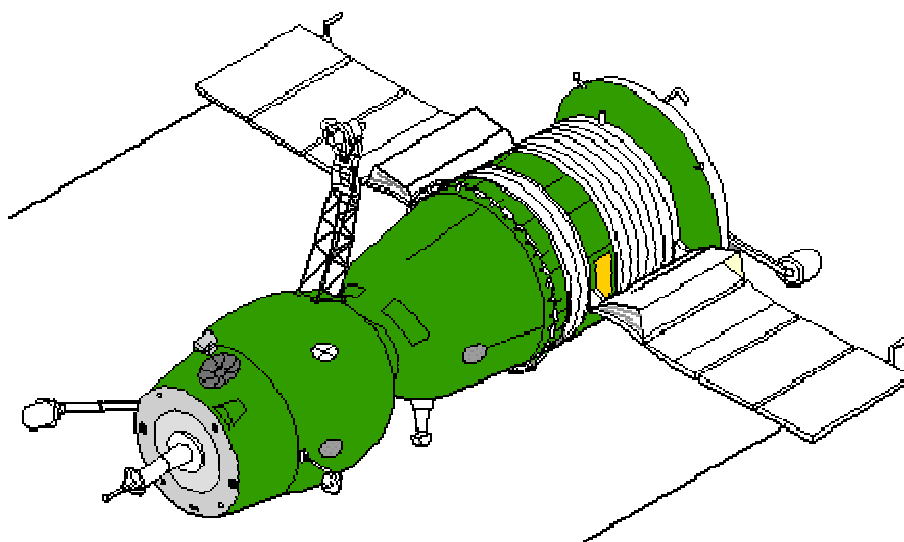


Posádka :

Běljajev,P.I.[VE] | Leonov,A.A.[PL]

Zaznamenal se do historie prvním výstupem člověka do volného prostoru. Leonov vystoupil do volného vesmíru upoután 5 metrů dlouhým lanem.

Sojuz



Vícemístná kosmická loď původně určená pro zkoušky manévrování a spojování na oběžné dráze, později pro dopravu posádek na stanice typu Saljut.

Popis lodi:

Kosmická vícemístná loď původně určena pro zkoušky manévrování a spojování na oběžné dráze, později pro dopravu posádek na stanice.

Skládá se ze tří částí : Orbitální sekce, návratové kabiny a přístrojové sekce.

V návratové kabině jsou kosmonauti při startu a přistání. Je velmi malá, ale oproti předchozím typům umožňuje návratový modul Sojuzu dopravit kromě kosmonautů zpět na Zemi i asi 70 kg získaného materiálu.

Sojuz 1

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1967-037A	23.04.1967	24.04.1967	1d 2h48m	zkouška nové lodi, havárie, smrt kosmonauta



Posádka : Komarov,V.M.[PL]
(Záložní posádka: Gagarin, J.A.)

Při prvním pilotovaném letu bylo plánováno spojení se Sojuzem 2, ale protože se zjistilo, že se nevyklopil levý panel slunečních baterií. Tím byl blokován i radiátor zajišťující chlazení elektroniky a některé antény pro spojení s pozemním řídicím střediskem. Důsledkem této závady byla snížená dodávka elektrického proudu, porucha automatické orientace lodi, astronavigace a klimatizace. V důsledku přehřátí elektroniky a nedostatku proudu nepracovala palubní automatika správně a rovněž byly problémy se spojením s řídicím střediskem. Po těchto potížích bylo rozhodnuto přerušit let a start lodi Sojuz 2 odvolat. Loď zahájila sestup. Nepodařilo se však vytáhnout hlavní padák a záložní padák se zamotal. Kabina dopadla velkou rychlostí a ihned došlo k explozi. Kosmonaut zahynul.

Sojuz 4 – 5

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1969-004A	14.01.1969	17.01.1969	2d23h21m	1.spojení a přestup (se Sojuzem 5)
1969-085A	11.10.1969	16.10.1969	4d22h43m	skupinový let 3.lodí

Spojení a přestup dvou pilotovaných lodí se povedlo až mezi těmito loděmi.

Sojuz 11

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1971-053A	06.06.1971	29.06.1971	23d18h22m	1. posádka na Saljutu, dekomprese kabiny



Posádka : Dobrovolskij, G. T. [VE] | Volkov, V. N. [PI] | Pacajev, V. I. [KV]

V projektu Sojuz 11 se úspěšně spojila posádka s kosmickou stanicí Saljuta a přestoupila na ni. Důraz na praktické aplikace kosmonautiky - snímkování pro meteorologii, geologii a geografii. Získané materiály přenesli na Sojuz 11 se kterým se vraceli zpět na Zemi.

Přistáli v plánované oblasti. Kosmonauti však byli nalezeni mrtví. Pozdější zpráva vyšetřovací komise uvádí, že příčinou smrti byl náhlý pokles tlaku zapříčiněný odvětrávacím ventilem, který se otevřel nárazem při pyrotechnickém oddělení orbitálního modulu. Tento ventil se dá sice ručně zavřít, ale je k tomu třeba 35 vteřin a kosmonauti byli přítom už po 15 vteřinách v bezvědomí.

Po této tragédii prošla loď Sojuz technickým úpravám. Vyrovnávací ventily byly přestavěny, aby je bylo možné snadno ovládat. Hlavní změnou však bylo rozhodnutí, že při dalších startech budou v lodi Sojuz létat pouze dva kosmonauti a ve skafandrech. Sojuz 12 přišel až 27 měsíců po této havárii.

Sojuz 16

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1974-096A	02.12.1974	08.12.1974	5d22h24m	testy před letem EPAS



Posádka : Filipčenko,A.V.[VE] | Rukavišnikov,N.N.[PI]

Úkolem letu bylo vyzkoušet všechna zdokonalení, která byla provedena v konstrukci lodí Sojuz pro nadcházející let Sojuz - Apollo. Let probíhal podle letového plánu co nejbližšího tomuto společnému experimentu SSSR a USA. Kosmická loď byla vybavena novým spojovacím systémem, který byl vyvinut speciálně pro společný let.

Sojuz 19 EPAS

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1975-065A	15.07.1975	21.07.1975	5d22h31m	společný let SSSR-USA



Posádka : Leonov,A.A.[VE] | Kubasov,V.N.[PI]

Společný let SSSR a USA (EPAS = ASTP = Apollo-Sojuz Test Project). Došlo k prvnímu spojení Apolla a Sojuzu a k přestupu kosmonautů.

Sojuz 28

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1978-023A	02.03.1978	10.03.1978	7d22h18m	2.návštěva na Saljutu 6 / 1.mezinárodní



Posádka : Gubarev,A.A.[VE] | Remek,V.[KV](ČSSR)

Let první mezinárodní posádky na družicovou stanici Saljut 6. Velitelem byl Alexej Alexandorvič Gubarev a druhým byl náš kosmonaut Vladimír remek. Takže právě Čech byl po Američanech a Rusech třetí národností ve vesmíru.

Poté postupně létali na Sojuzech do vesmíru Polsko, NDR, Rumunsko (1981), které také ukončilo program dopravní lodi Sojuz.

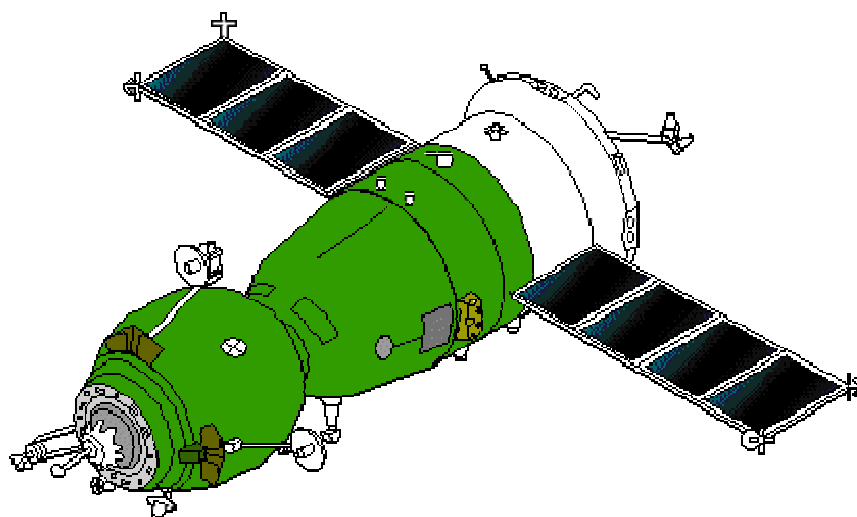
Přišel **Sojuz T**, který měl konstrukčně velmi blízko k Sojuzu, ale prošel řadami vylepšení.

Sojuz T-15

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1986-022A	13.03.1986	16.07.1986	125d 0h01m	1. základní posádka na stanici Mir

Dopravila první posádku na stanici Mir.

Sojuz TM –TMA



Tato loď byla vyvinuta pro dopravu osádek na stanici Mir a později sloužila i pro dopravu návštěvnických posádek na ISS a jako záchranné plavidlo u ISS, ale bylo vystřídáno ještě lepším typem Sojuz TMA v říjnu loňského roku.

Programy USA

Mercury



První americké kosmické lodě.

Popis lodi:

Kosmická loď typu Mercury umožňovala let jednoho astronauta na nízké dráze kolem Země po dobu 5 hodin (po úpravách až 1. den). Oproti sovětským návratovým modulům se lišil přistávací modul typu Mercury svojí sofistikovaností. Při letech Mercury se počítalo s přistáním do vody. Kabina po rozvinutí hlavního padáku začala vypouštět svítící aluminiový prášek, který vytvářel kolem místa přistání skvrnu viditelnou až na 37 km. To byla velká výhoda, protože lodě Sovětského Svazu byly nalezeny mnohdy až mnoho hodin po přistání. Další výhodou bylo, že kosmonaut mohl odhodit příklop kabiny i sám. Měl pak k dispozici záchranou nafukovací loďku a mapy v níž bylo zachyceno rozmístění záchranných lodí. Povrch loďky také odrážel radarové impulsy.

Mercury 6 – Friendship

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1962-003A	20.02.1962	20.02.1962	4h55m	1.americký orbitální let (3 oblety Země)



Posádka :

Glenn,J.H.[PL]

Tento let byl původně plánován ve stejné době, jako sovětský první orbitální let Vostok 1 s Gagarinem, ale start se kvůli nejrůznějším potížím odkládal. Raketa Atlas s kosmickou lodí Friendship na jedenáctý pokus odstartovala. Už při prvním obletu byly zachyceny závady, které se začaly množit (uvolnil se tepelný štít, porucha stabilizačního zařízení kabiny apod.). Původní program letu se musel zrušit. Kosmonaut měl udělat pár fotografií a pozorování, místo toho se musel soustředit na ruční stabilizační systém.

Kabina přistála v pořádku na moři a byla vylovena.

Mercury 7 – Aurora

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1962-019A	24.05.1962	24.05.1962	4h56m	2.americký orbitální let (3 oblety Země)



Posádka :

Carpenter,M.S.[PL]

Plánovaný program sice splnit, ale problémy při letu měl také. Přistál v pořádku v Atlantském oceánu a byl vyloven až za tři hodiny.

Mercury 8 – Sigma

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1962-052A	03.10.1962	03.10.1962	9h13m	3.americký orbitální let (6 obletů Země)



Posádka :
Schirra,W.M.[PL]

Let proběhl naprosto bez komplikací. Měl za úkol zjistit možné závady, které se dají očekávat při dlouhodobějším letu. Dále byly na přední kabinu umístěny vzorky různých materiálů. Experiment ověřoval tepelnou odolnost nových slitin s ohledem na jejich použití na kosmických tělesech.

Mercury 9 – Faith

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1963-015A	15.05.1963	16.05.1963	1d10h20m	4.americký orbitální let (22 oběhů Země)

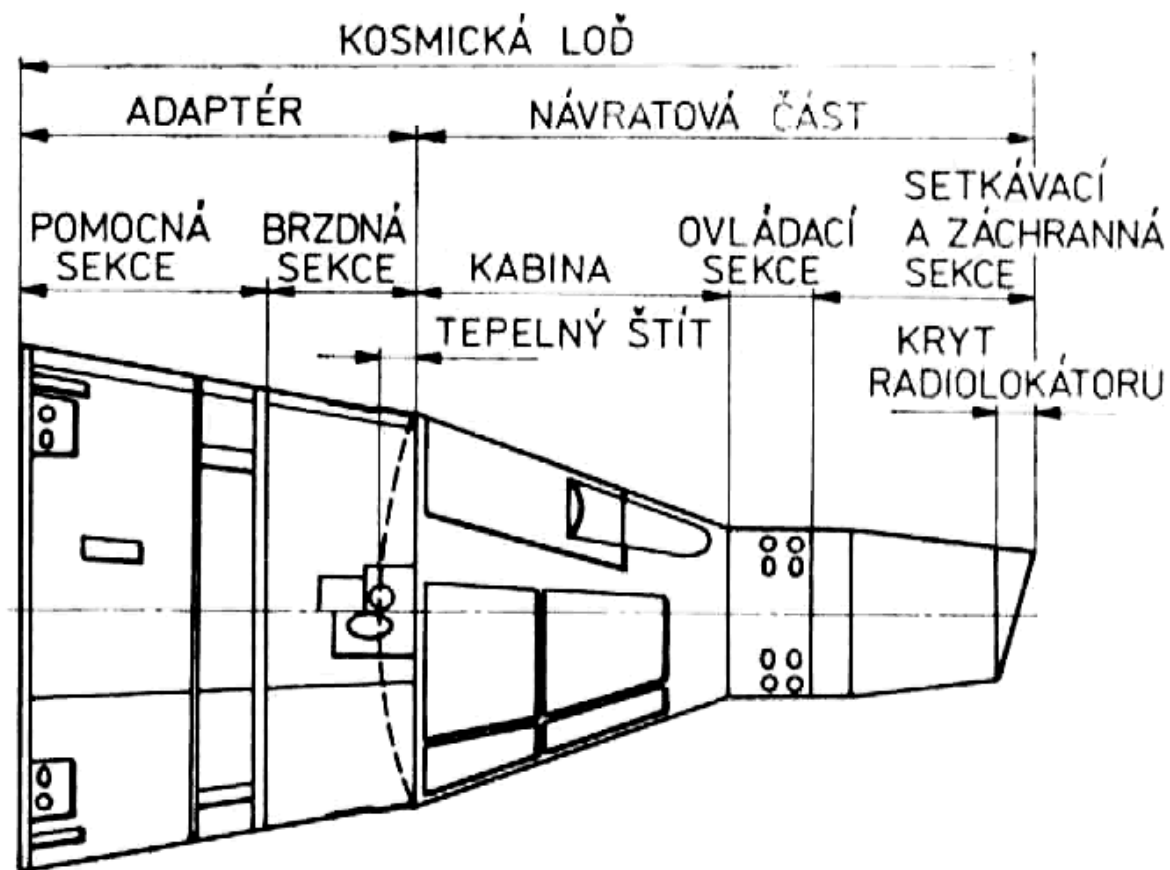


Posádka :
Cooper,L.G.[PL]

Závěrečný let programu. Hlavním úkolem bylo ověřit loď, která prošla 109 změnami – výkonnějšími přístroji a značným odlehčením, lepšími skafandry, většími zásobami vzduchu a vody. Brzy po startu však nastaly potíže právě s pitnou vodou, se skafandrem a na konci letu dokonce vypadla celá automatika přistávání, takže Cooper musel nakonec přistát ručně.

Gemini (Blíženci)

Hlavní části kosmické lodě Gemini



Přehled startů kosmických lodí Gemini

Název	Mez. označ.	Start	Délka letu	Ob.	Posádka
Gemini 1*	1964-018A	8. 4.64			
Gemini 2#	(bal.let)	19. 1.65			
Gemini 3	1965-024A	23. 3.65	4h 53m	3	Grissom, Young
Gemini 4	1965-043A	3. 6.65	4d 1h 56m	62	McDivitt, White
Gemini 5	1965-068A	21. 8.65	7d 22h 55m	120	Cooper, Conrad
Gemini 7	1965-100A	4.12.65	13d 18h 36m	206	Borman, Lovell
Gemini 6A	1965-104A	15.12.65	25h 51m	16	Schirra, Stafford
Gemini 8	1966-020A	16. 3.66	10h 41m	7	Armstrong, Scott
Gemini 9A	1966-047A	3. 6.66	3d 0h 21m	44	Stafford, Cernan
Gemini 10	1966-066A	18. 7.66	2d 22h 47m	43	Young, Collins
Gemini 11	1966-081A	12. 9.66	2d 23h 17m	44	Conrad, Gordon
Gemini 12	1966-104A	11.11.66	3d 22h 35m	59	Lovell, Aldrin

* bezpilotní zkouška; zánik: 12.4.1964

bezpilotní let po balistické dráze

Následující etapa má vyvrcholit přistáním amerických kosmonautů na Měsíci ještě před koncem desetiletí. Již v době, kdy se začali američtí odborníci zabývat tímto úkolem, bylo jasné, že kosmická loď Apollo, která má dopravit Američany na Měsíc, nebude k dispozici dříve než v pětadesátém nebo šestašedesátém roce,

ne –li později. Do té doby bude však potřeba získat zkušenosti z dlouhodobých letů s vícečlennou posádkou, jejichž vrcholem by bylo přiblížení, setkání a spojení kosmické lodi s jiným tělesem. A právě tyto úkoly má splnit kosmická loď Gemini. Podobá se kabinám typu Mercury, je však o mnoho prostornější. Kromě kabiny pro kosmonauty se skládá ještě z úseku se zásobami a z úseku s brzdícími raketovými motory.

Kosmické lodi byly vypouštěny dvoustupňovou raketou Titan 2, zlepšeným modelem mezikontinentální balistické střely Titan.

Realizace programu Gemini se opozdila, mimo jiné kvůli financím. Původní rozpočet zněl na 400 milionů dolarů. Konečný rozpočet si však vyžádal 1 miliardu 220,3 milionů dolarů.

Gemini 1 – 2

Byly to jediné bezpilotní zkoušky. Gemini 1 bez návratu, tedy po mnoha obletech zanikla v zemské atmosféře a Gemini 2 i s prověrkou návratu.

Gemini 3

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1965-024A	23.03.1965	23.03.1965	4h53m	testy manévrování



Posádka :

Grissom,V.I.[VE] | Young,J.W.[PL]

Kosmonauti provedli pokus s umělým oplodněním vajíček mořského ježka a žabích vajíček. Obyvatelé Austrálie v době přeletu Gemini organizovaně rozsvítili světla a Grissom a Young pak ohlásili, že rozsvícení světel v přístavu Perthu dobře pozorovali. Přistání ještě téhož dne bylo prudké, ale přistáli v pořádku.

Gemini 4

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1965-043A	03.06.1965	07.06.1965	4d 1h56m	1.americký výstup do vesmíru



Posádka : McDivitt,J.A.[VE] | White,E.H.[PL]

Kosmonaut E.H.White vystoupil (jako druhý po A.A.Leonovovi) do kosmu

Gemini 6 –12

Nacvičování manévrů a spojování s různými tělesy.

Apollo



Přehled letů programu Apollo

Apollo 7	1968-089A	11.10.1968	22.10.1968	10d20h09m	Schirra, W.M. Eisele, D.F. Cunningham, W.R.	
zkouška CM a SM						
Apollo 8	1968-118A	21.12.1968	27.12.1968	6d 3h01m	Borman, F. Lovell, J.A. Anders, W.A.	
1. pilotovaný oblet Měsíce						
Apollo 9	1969-018A	03.03.1969	13.03.1969	10d 1h01m	McDivitt, J.A. Schweickart, R.L. Scott, D.R.	
zkouška LM u Země						
Apollo 10	1969-043A	18.05.1969	26.05.1969	8d 0h03m	Stafford, T.P. Cernan, E.A. Young, J.W.	
generálka u Měsíce bez přistání						
Apollo 11	1969-059A	16.07.1969	24.07.1969	8d 3h19m	Armstrong, N.A. Aldrin, E.E. Collins, M.	1.č.n.M. 2.č.n.M.
Apollo 12	1969-099A	14.11.1969	24.11.1969	10d 4h36m	Conrad, Ch. Bean, A.L. Gordon, R.F.	3.č.n.M. 4.č.n.M.
Apollo 13	1970-029A	11.04.1970	17.04.1970	5d22h55m	Lovell, J.A. Haise, F.W. Swigert, J.L.	
jen oblet Měsíce (porucha)						
Apollo 14	1971-008A	31.01.1971	09.02.1971	9d 0h02m	Shepard, A.B. Mitchell, E.D. Roosa, S.A.	5.č.n.M. 6.č.n.M.
Apollo 15	1971-063A	26.07.1971	07.08.1971	12d 7h12m	Scott, D.R. Irwin, J.B. Worden, A.M.	7.č.n.M. 8.č.n.M.
Apollo 16	1972-031A	16.04.1972	27.04.1972	11d 1h51m	Young, J.W. Duke, Ch.M. Mattingly, T.K.	9.č.n.M. 10.č.n.M.
Apollo 17	1972-096A	07.12.1972	19.12.1972	12d13h52m	Cernan, E.A.	11.č.n.M.

Popis lodi:

Kosmická loď Apollo byla původně vyvinuta pro let tří kosmonautů na Měsíc a jejich návrat zpět na Zemi. Po ukončení programu však byla použita i jako dopravní loď.

Kořeny programu Apollo vznikly v atmosféře nesmiřitelné rivality americké demokracie se sovětskou diktaturou.

Loď Apollo se skládala ze tří částí : Velitelské sekce, pomocné sekce a měsíční sekce. Měsíční sekce sloužila k dopravě dvou kosmonautů z oběžné dráhy Měsíce na jeho povrch a zpět.

Apollo 1



Posádka : Grissom,V.I.[VE] | White,E.H.[PL] | Chaffee, R.B.[PL]

Na rampě 34 na Cape Canaveral stál připraven nosič Saturn 1B i s astronauty. V tom Chaffee nahlásil požár v kabině. Záchranný tým se během pěti minut dostal do kabiny. Bohužel již pozdě. Všichni tři kosmonauti byli mrtví. Vyšetřovací komise zjistila, že požár způsobil elektrický oblouk, který vznikl z poškozeného kabelu.

Tato tragédie měla samozřejmě negativní vliv na časový harmonogram celého projektu Apollo. Následovaly zkušební a bezpilotní lety.

Apollo 7

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1968-089A	11.10.1968	22.10.1968	10d20h09m	testy nové lodi kolem Země



Posádka : Schirra,W.M.[VE] | Eisele,D.F.[PL] | Cunningham,W.R.[PL]

Řada nutných změn v konstrukci velitelského modulu kosmické lodi po požáru Apolla 1 si vyžádala plných sedmnáct měsíců úsilovné práce.

Apollo 7 mělo za úkol simulovat spojení s lunárním modulem a simulování navedení Apolla na dráhu kolem Měsíce.

Také proběhl první televizní přenos z americké kosmické lodi.

Let Apolla 7 byl úspěšný natolik, že se NASA rozhodla změnit plán pro následující misi a letět poprvé k Měsíci.

Apollo 8 – 10 posloužily jako testovací lety kolem Měsíce a k cvičnému manévrování s lunárním modulem.

Apollo 11

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1969-059A	16.07.1969	24.07.1969	8d 3h19m	1.přistání na Měsíci



Posádka : Armstrong,N.A.[VE] | Aldrin,E.E.[PL] | Collins,M.[PL]

Oficiálně byla mise Apolla 11 považována za expedici s otevřeným koncem: astronauti v ní měli pokračovat jen potud, dokud bude všechno klapat a dokud nebude hrozit žádné nebezpečí.

Vše probíhalo podle plánu a tak se na oběžné dráze Měsíce oddělil lunární modul Eagle ve kterém je velitel Neil Armstrong a pilot modulu Aldin. Je 20. července 1969, 20:17, první vyslanci země přistávají na Měsíci. Ale až ve 2:39 následujícího dne Armstrong otevírá průlez a sestupuje na povrch.

Stamiliony lidí na celém světě bez dechu sledují na obrazovkách svých televizorů postavu, zkoušející opatrně půdu před sebou. „Je to malý krok pro člověka, ale velký skok pro lidstvo“ nese se éterem historická věta.

Po něm sestoupí i Aldrin a odhalují pamětní desku s nápisem: “ Zde se lidé z planety Země poprvé dotkli nohama Měsíce. Červenec, L. P 1969. Přišli jsme v míru jménem celého lidstva.« Následují popisy všech členů osádky Apolla 11 .”

Armstrong a Aldrin vztyčují americkou vlajku a přijímají gratulaci prezidenta Nixona.

Důležitým momentem je instalace přístrojů EASEP. Ten se skládá z laserového koutového odražeče pro přesné určování vzdálenosti Měsíce od Země a malého seismometru.

Návratová fáze proběhla bez problémů a velitelská sekce přistála v Tichém oceánu 24. července 1969 v 16.49.53 UT.

Novinkou však bylo, že celá osádka i se vzorky putovala do karantény, aby se vyloučil byt vysoce nepravděpodobný přenos mikroorganismů na Zemi.

Apollo 13

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
1970-029A	11.04.1970	17.04.1970	5d22h55m	expl.nádrže kysl.,oblet Měsíce



Posádka :

Lovell,J.A.[VE] | Haise,F.W.[PL] | Swigert,J.L.[PL]

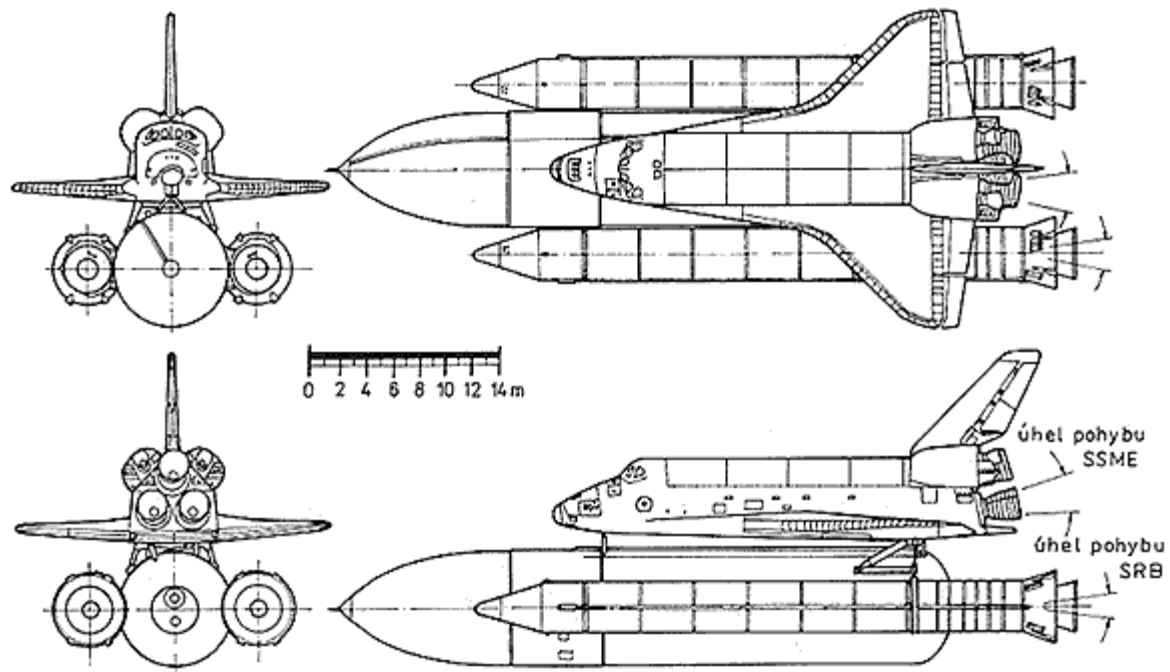
Apollo 13 bylo jedním z nejdramatičtějších letů v historii kosmonautiky.

Po více než dvou dnech letu explodovala nádrž s kyslíkem a postupně přestaly fungovat všechny palivové články.

S takovouto situací se nikdo z kosmonautů ve výcvikovém programu nikdy nesetkal. Ale díky pomoci mnoha expertů vypracoval Huston nouzový plán na úsporný let a kosmonauti nakonec v pořádku přistály.

Další mise **Apolla 14 – 17** úspěšně dopravovali další kosmonauty na Měsíc, kde probíhal výzkum a mapování Měsíce.

Space Transportation System – STS



Popis lodi:

Raketoplán se skládá z orbitálního návratového stupně (Orbiter) a ze startovacího stupně. Ten vzniká spojením přídavné nádrže ET (External Tank) se dvěma startovacími motory SRB (Solid Rocket Booster) na tuhé pohonné hmoty po stranách. Orbiter také obsahuje tři hlavní motory SSME (Space Shuttle Main Engine), které spalují kyslík a vodík z přídavné nádrže ET.

Na povrchu orbiteru je přes 30000 destiček z křemenného skla, které ho chrání před shořením při průletu atmosférou při přistávání. Celý komplex váží při startu více než 2000 tun.

Raketoplán startuje svisle, ale přistává vodorovně na letišti jako bezmotorový kluzák.

Vývojový program raketoplánu byl schválen ještě v roce 1972.

První lety byly značně riskantní, protože raketoplán není schopen letu v bezpilotním režimu a k letovým zkouškám se přistupovalo bez předchozího ověření.

Ale už první let ukázal, že raketoplán bude bezpečnou alternativou částečně znovu použitelného prostředku.

Ovšem i zde se objevily z celkových 113 dva lety z katastrofickým koncem.

Americké raketoplány STS (NASA):

Název	První start	Počet startů (k 8.3.2003)	Stav
Columbia	12.4.1981	28	1.2.2003 explodoval těsně před přistáním
Challenger	4.4.1983	10	28.1.1986 explodoval krátce po startu
Discovery	30.8.1984	30	poslední přistání 22.8.2001 po výměně posádky na ISS
Atlantis	3.10.1985	26	poslední přistání 18.10.2002 po dopravení a namontování 2. dílu příčného příhradového nosníku na ISS
Endeavour	7.5.1992	19	poslední přistání 7.12.2002 po výměně posádky na ISS

STS-51L Challenger

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
-	28.01.1986	-	-	Katastrofa při startu (výbuch v T+74 sekund)



Posádka :

Scobee,F.R.[VE] | Smith,M.J.[PL] | Resnik[ová],J.A.[MS] | Onizuka,E.S.[MS] | McNair,R.E.[MS] | Jarvis,G.B.[PS] | McAuliffe[ová],C.S.[TE]

Největší tragedie v historii amerického vesmírného programu

Let raketoplánu Challenger STS-51L, dvacátá pátá výprava, začal 28.ledna 1986 v 11 hodin 38 minut východoamerického času. Skončil o třiasedmdesát sekund později, explozí vnější nádrže a kosmického letounu, v němž zahynulo všech sedm členů posádky.

Prezidentská komise došla k závěru, že příčinou havárie Challengeru, bylo selhání tlakového těsnění ve spojení zadního pole pravého motoru. Selhání bylo způsobeno chybnou konstrukcí, při níž bylo použito těsnění bez ohledu na jeho nepřijatelně nízkou odolnost vůči působení řady činitelů. Tyto faktory zahrnují vliv teploty, fyzikální rozměry, charakter materiálů, vliv opakovaného používání, únavu materiálu a reakce na spojené dynamické zatížení.

STS-107 Columbia

M.označení	Start	Přistání	Délka letu	Poznámka
2003-003A	16.01.2003	01.02.2003	15d22h20m	vědecký let, mikrogravitace, FREESTAR, SPACEHAB-RDM, katastrofa při přistání



Posádka :

Husband,R.D.[VE] | McCool,W.C.[PL] | Anderson,M.P.[PC] | Chawla[ová],K.[MS] | Brown,D.M.[MS] | Clark[ová],L.B.[MS] | Ramon,I.[PS](Izrael)

Raketoplán Columbia havaroval 1.2.2003 okolo 15 hodiny středoevropského času (17 let a 4dny po Challengeru) ve výšce 63 km při rychlosti 20 000 km/h (Mach 16 - 7x rychlejší než byla plánována) pod chybným sestupovým úhlem. Trosky dopadly na stát Texas a Luissana. Doba letu byla 15 dní a 22:20:22. Zahynulo 7 lidí - 5 mužů a 2 ženy. Teroristický útok byl vyloučen, neboť teroristé nedisponují zbraněmi schopnými něčeho takového.

Tragédie vesmírných plavidel

- 24. října 1960** - Před prvním pokusným startem vojenské mezikontinentální rakety SS 7 s novým palivem došlo na kosmodromu Bajkonur v SSSR k požáru a následnému výbuchu motoru a palivové nádrže s kyselinou dusičnou, která se rozlila na betonovou plochu letiště; raketa se startovací konstrukcí se přelomila, upáleno a udušeno bylo asi 200 lidí, mimo jiné vrchní velitel raketových vojsk SSSR maršál Mitrofan Nědělin; oznámeno s dvacetiletým zpožděním.
- 23. března 1961** - Po požáru v přetlakové komoře zahynul člen sovětského 1. oddílu kosmonautů Valentin Bondarenko. Oznámeno koncem 80. let.
- 28. února 1966** - Zemřeli dva američtí astronauti, Charles Bassett a Elliot See, havarovali v mlze v Saint Louis.
- 27. ledna 1967** - Při statické zkoušce lodi Apollo 1 na Kennedyho mysu v USA zahynuli tři astronauti - Virgil Grissom, Edward White a Roger Chaffee.
- 31. ledna 1967** - Při požáru makety kosmické kabiny na letecké základně v San Antoniu v USA zahynuli William Bartley a Richard G. Harmon.
- 24. dubna 1967** - Při přistávání sovětské lodi Sojuz 1 zahynul Vladimir Michajlovič Komarov (první neštěstí při kosmickém letu).
- 7. března 1968** - Zahynul ruský kosmonaut Jurij Gararin při výcviku poblíž Hvězdného městečka.
- 30. června 1971** - Při přistávání sovětské lodi Sojuz 11 se předčasně otevřel provětrávací ventil a v kabině se udusili tři sovětské kosmonauti - Georgij Dobrovolskij, Vladislav Volkov a Viktor Pacajev.
- 28. ledna 1986** - Krátce po startu ve výšce 17 kilometrů nad zemským povrchem explodoval americký raketoplán Challenger a zřítíl se do oceánu. Celá posádka - pět astronautů a dvě ženy - zahynula.
- 2. dubna 1994** - V kosmickém středisku v Si-čchangu v Číně vybuchla meteorologická družice v hodnotě 75 milionů dolarů; zraněno bylo 20 lidí, zabito 23 lidí.
- 26. ledna 1995** - Kosmická raketa Long March-2, která měla na oběžnou dráhu vynést telekomunikační družici Apstar-2, vybuchla minutu po startu z kosmodromu v Si-čchangu v jihozápadní Číně; úlomky rakety dopadly v okruhu sedmi kilometrů od odpalovací rampy, zranily 23 lidí, šest osob přišlo o život.
- 14. února 1996** - Nosná raketa Long March-3B, která měla vynést na oběžnou dráhu družici Intelsat, se 20 sekund po startu z kosmodromu Si-čchang v jihozápadě Číny zřítíla a vybuchla; následkem pádu se uvolnily jedovaté plyny; neštěstí si vyžádalo minimálně čtyři mrtvé a 100 raněných.
- 1. února 2003** - Krátce před přistáním ztratila NASA spojení s raketoplánem Columbia a krátce poté se raketoplán zřítíl. Na palubě zahynula sedmičlenná posádka s prvním izraelským astronautem Ilanem Ramonem. Raketoplán odstartoval na svou vesmírnou misi 16. ledna.

Kosmické orbitální stanice

Saljut - Série prvních sovětských orbitálních stanic (1971)

Základní systémy

Systém orientace a stabilizace

Systém orientace a stabilizace stanice zahrnuje infračervený ukazatel místní vertikály, detektory iontů pro určení vektoru pohybu stanice, čidla sluneční orientace, bloky řízení, vizuální optické přístroje, gyroskopy, komplex radiolokačních systémů apod. Tolerance orientace stanice je od +30' do +2'. Přesnost orientace některých přístrojů, např. teleskopu ORION při uskutečňování autonomních pozorování mohla dosáhnout i +10". Na stanici bylo rozmístěno 32 (základních i záložních) korekčních motorů o nízkém tahu. Na posledních typech stanic Saljut byla stabilizace zabezpečována silovými gyroskopy.

Systém řízení palubních systémů

Systém řízení palubních systémů zajišťuje časový plán činností jednotlivých systémů, zpracování informací o práci systémů, případně jejich korekci, programy práce dle příkazů z řídicího střediska nebo z ovládacích pultů stanice apod. Základním zdrojem napájení elektrickou energií byly sluneční baterie. Na první stanici byly čtyři panely o celkové ploše 28 m², na dalších stanicích pak 3 panely o ploše 60 m² (na Saljutu 7 byly instalovány ještě doplňkové panely). Získanou energií jsou dobíjeny nikl-kadmiové akumulátory. Po spojení s transportní lodí Sojuz byly systémy napájení propojeny v jednu síť. Pro optimální dobíjení akumulátorů byla stanice periodicky orientována plochou panelů na Slunce. Na stanicích Saljut 4.až 7 byl každý panel samostatně orientován na Slunce.

Palubní radiosystémy

Palubní radiosystémy stanice zajišťovaly měření trajektorií letu, příjem řídicích povelů ze Země, telemetrické informace o stavu osádky a činnosti palubních systémů i vědeckých pozorování a experimentů, oboustranné telefonní, telegrafické a televizní spojení se Zemí i s přibližující se dopravní lodí (televizní kamery byly instalovány uvnitř i vně stanice).

Systém termoregulace

Systém termoregulace udržoval teplotu v obytných úsecích 15 až 25°C a vlhkost 20 - 70 %, dále teplotu vědecké aparatury, systémů stanice, konstrukčních uzlů v hermetizovaných i nehermetizovaných částech stanice. Na první stanici Saljut byly tepelné výměníky o ploše 21 m², dalších 6 m² bylo na vnějším povrchu.

Systém zabezpečení životních podmínek

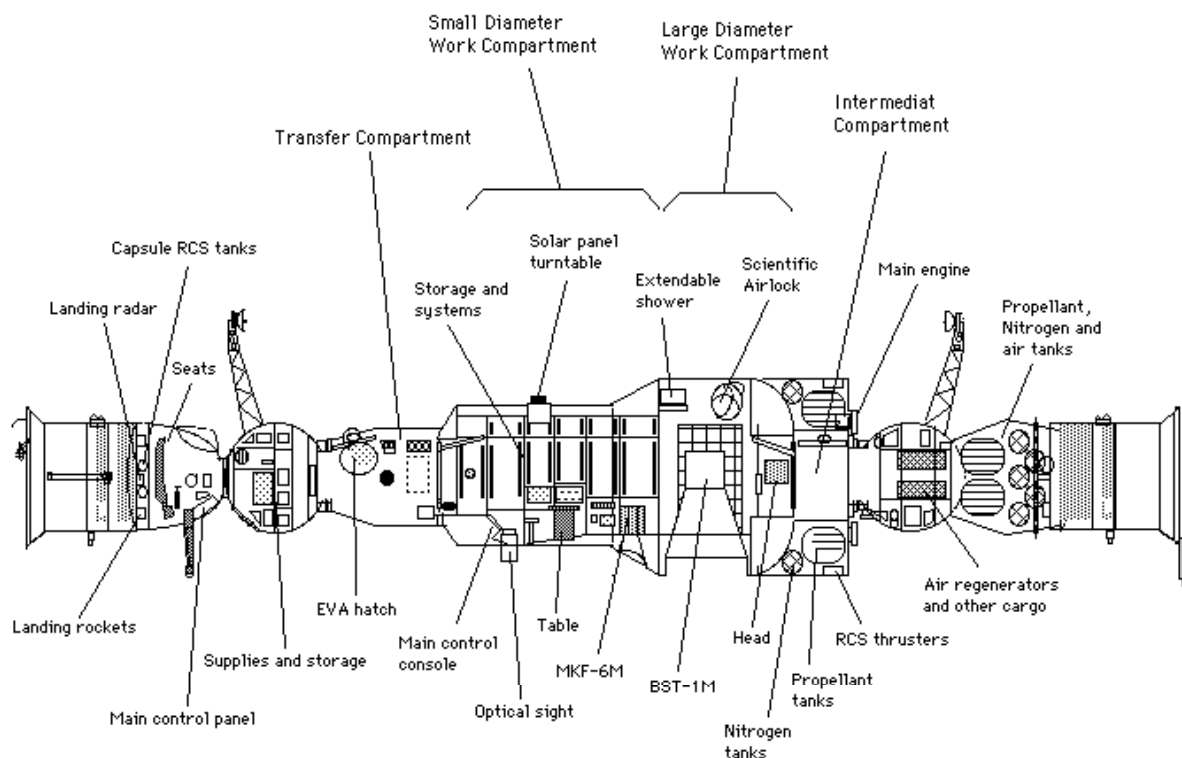
Systém zabezpečení životních podmínek zahrnuje systémy udržování složení atmosféry, uspokojování potřeb osádky v jídle, pití (zásoby pitné a technické vody), odstraňování odpadů, bezpečnost osádky při výstupu do otevřeného kosmu, i při havarijním porušení hermetizace obytných úseků. Dále zahrnuje lékařské nástroje a léky, prostředky osobní hygieny, sprchu aj. Obohacování atmosféry kyslíkem (parciální tlak 21 - 37 kPa při tlaku vzduchu 100 - 126 kPa) a odstraňování oxidu uhličitého je prováděno pomocí bloků regenerátorů a absorbérů. Vlhkost a prach se odstraňuje z atmosféry speciálními filtry. Tuhé odpady se shromažďují v hermetických schránkách a ukládají se do lodí Progress nebo orbitálních modulů lodí Sojuz. Po odpojení od stanice tyto zanikají v atmosféře. Zásoby stravy byly ukládány v kontejnerech nebo chladících boxech. Na stanici byla zařízení pro mísení dehydrované stravy s vodou a její ohřívání, speciální vysavač prachu, holící strojky a strojky na stříhání vlasů s odsáváním. Dále zde byly zásoby čistého prádla, ručníky a utěrky.

Korekční motory

Korekční motory jsou určeny pro korekce oběžné dráhy a orientaci při sbližování s kosmickými loděmi. Korekční motor byl základní (jednokomorový s tahem 4170 N) a záložní (dvoukomorový s tahem 4110 N). Na stanicích Saljut 6 a 7 byla soustava dvou korekčních motorů s tahem 2 x 3 kN, 32 orientačních motorů s tahem po 140 N a šest nádrží na KPL.

Vědecká aparatura

Vědecká aparatura (uvnitř i vně stanice) sloužila k uskutečňování nejrozumnějších lékařsko-biologických, astrofyzických, geografických, vědeckotechnických a dalších pozorování a experimentů při pilotovaném i autonomním letu. Sestava přístrojů vědecké aparatury závisela na programu letu a byla doplňována dopravními loděmi. Stanice Saljut 3 a 5 měly návratové pouzdro které dopravilo výsledky pokusů a pozorování zpět na Zemi.



Přehled vypuštěných stanic Saljut

Název	Start	Zánik	Popis
Saljut	19.04.71	11.10.71	Po vypuštění byla stanice navedena na dráhu ve výšce 200-222 km. Tato dráha byla průběžně upravována pomocí korekčního motoru, čímž se prodlužovala životnost stanice. Se stanicí se spojily dvě kosmické lodě a pracovala na ní jedna posádka. 11.10.1971 byl naposledy zapálen motor stanice, který snížil rychlost tak, aby zanikla nad neobyd. oblastmi Pacifiku.
Saljut 2	03.04.73	29.04.73	Po provedených korekcích byla výška dráhy 257-278 km. Při posledním manévru se dostala stanice do rotace, a poté zanikla.
Saljut 3	24.06.74	25.01.75	Pomocí korekčního motoru byla navedena na dráhu ve výšce 264-276 km se sklonem 51,6°. 23.9.1974 se od stanice oddělilo přístrojové pouzdro s výsledky experimentů, vlastním motorem bylo navedeno na sestupnou dráhu a přistálo v určené oblasti SSSR. Stanice byla poté navedena na vyšší dráhu, a po dobu šesti měsíců byly na její palubě udržovány přijatelné životní podmínky. Korekční motor byl naposledy zapálen 24.1.1975, který navedl stanici do hustých vrstev atm. aby zanikla nad neobydlenými částmi Pacifiku.
Saljut 4	26.12.74	03.02.77	Pomocí korekčního motoru byla stanice navedena na dráhu ve výšce 336-349 km se sklonem 51,6° a dobou obletu 91,32 min. Vyšší dráha než u předchozích stanic byla zvolena z důvodu menšího odporu atmosféry, čímž se šetřily pohonné hmoty.
Saljut 5	22.06.76	08.08.77	Stanice Saljut 5 byla vybavením i výškou dráhy obdobná stanicí. Po skončení práce dvou posádek se 26.2.1977 od stanice oddělilo přistávací pouzdro se získanými materiály a s výsledky experimentů, a přistálo v plánované oblasti SSSR.
Saljut 6	29.09.77	29.07.82	Stanice byla zcela přestavována a byla vybavena dvěma spojovacími uzly. To umožnilo vyslat ke stanici kromě základní posádky i "návštěvní" a průběžně doplňovat zásoby nákladními loděmi Progress. Celkem se ke stanici připojilo 31 lodí. Dosažená životnost stanice několikanásobně přesáhla plánovanou.
Saljut 7	19.04.82	08.02.91	Stanice byla konstrukčně shodná s předchozí stanicí.

Skylab - První americká orbitální stanice (1973)

Orbitální laboratoř Skylab byla vypuštěna 14.05.1973 ve 14:00 SEČ raketou Saturn 5 (byl to její poslední start) z rampy č. 39A mysu Canaveral (ESMC) na dráhu s parametry : $h_p = 434$ km, $h_a = 437$ km, $i = 50^\circ$, perioda = 93.2 min.

Během navádění na dráhu se však v důsledku konstrukční závady zničil tepelný (meteorický) kryt stanice. Přitom se současně utrhl jeden a zasekl druhý hlavní panel slunečních baterií. Teplota uvnitř stanice začala stoupat, nebylo možno orientovat stanici ke Slunci a aparatura měla nedostatek elektřiny. Start první posádky musel být odložen, nakonec však právě díky "opravářským" schopnostem kosmonautů bylo možno uvést stanici do normálního provozu.

Podařilo se uskutečnit všechny tři plánované pracovní pobyty na palubě s rekordními délkami 28, 59 a 84 dny (poslední rekord byl překonán v roce 1978 posádkou lodi Sojuz 26). Celkem byla stanice v provozu 270 dní, z toho 171 v pilotovaném režimu.

Po odletu poslední posádky 08.02.1974 byla aparatura vypojena a stanice gravitačně stabilizována podélnou osou kolmo k zemskému povrchu. V roce 1977 bylo zjištěno zrychlování sestupu stanice na nižší dráhu vlivem stoupající hustoty atmosféry (vyvolané rostoucí sluneční činností).

V roce 1978 byla provedena řada pokusů o snížení rychlosti sestupu (změnou stabilizace podélnou osou ve směru letu) a uvažovalo se o vyslání "záchranné expedice" pomocí raketoplánu. Problémy s aparaturou stanice a odklady startu prvního raketoplánu však tyto akce znemožnily a stanice zanikla 11.07.1979, po 2248 dnech letu, nad Indickým oceánem a západní Austrálií. Byla nalezena řada úlomků, ale nebyly způsobeny žádné škody.



MIR - Ruská modulární orbitální stanice (1986)

Palubní systémy

Kontrolní a řídicí systémy

Výkonné centrum nové stanice představuje komplet sedmi počítačů, které umožňují maximálně automatizovat řízení letu, činnost palubních systémů a vědecké aparatury podle zadaného programu. Kontrola a analýza jejich stavu, zobrazování instrukcí a dalších potřebných informací, zabezpečení dialogového režimu práce aj. se realizují pomocí displejů a klávesnic. Jestliže je nutné v průběhu letu operativně zasahovat do programu uloženého v paměti počítače, zařídí to specialisté z CUPu (Centr Upravljenja Poljotom (Středisko řízení letu), Kaliningrad u Moskvy, Rusko: Hlavní řídicí středisko pilotovaných letů v Rusku) bez přímé účasti osádky, která se tak může nerušeně věnovat vědeckým výzkumům. S palubní automatikou jsou např. propojeny pulty povelové a výstražné signalizace, řízení motorové jednotky a systémů elektrického zásobování, osvětlení, odstraňování odpadů, termoregulace, regenerace vody a zajištění výstupu kosmonautů do volného kosmu.

Systém řízení letu

Zdokonalený systém řízení letu stanici udržuje v požadované poloze a orientaci v automatickém režimu a zároveň realizuje ruční orientaci a stabilizaci dle povelů z její paluby. Tento systém zahrnuje především snímače úhlových rychlostí (akcelerometry), sluneční a astronavigační čidla, optické zaměřovače, infračervená čidla a pult s malými řídicími pákami ovládání motorové jednotky. V systému se využívá i nový způsob automatického převodu stanice do žádané polohy v prostoru po dlouhodobém letu bez pevně definované orientace. Potřebné povely výkonným mechanismům (jednotkám) vydává palubní počítač, do jehož paměti se ukládají data ze snímačů, určujících polohu stanice při její poslední přesné orientaci; akcelerometry zase poskytují informace o tom, v jakém směru a kolikrát se stanice přemísťovala v předcházejícím období. Další významnou novinkou v systému orientace je použití gyroskopických stabilizátorů. Jejich základ tvoří setrvačníky, roztáčené malými elektromotory. Rotující setrvačník představuje "pevný bod", vzhledem k němuž lze otočit stanici, tzn., že řízením kinetického momentu gyroskopických stabilizátorů je možné ovládat i natáčení stanice, čili konat to samé, co s použitím motorové jednotky, ovšem bez spotřeby pohonných hmot.

Motorový systém

Vlastní motorovou sekci tvoří dva hlavní motory o tahu 2943 N (300 kg), umístěné v čelní stěně přístrojového úseku, které se používají při korekcích oběžné dráhy, a 32 malých reaktivních motorů orientačního systému s tahem 137,3 N (14 kg), rozmístěných na vnějším plášti přístrojového úseku. Všechny motory spalují jednotnou pohonnou hmotu ze společných nádrží. Dodávka pohonné hmoty je přetlaková. Činnost motorů mohou kosmonauti řídit a kontrolovat z pultů v obytné zóně pracovního úseku.

Systém rádiového spojení

Při rádiovém spojení osádek stanice Mir s CUPem se místo dosavadního radiotechnického systému Zarja používá dokonalejšího systému Rossvet, který spolehlivě zabezpečuje oboustranný přenos rádiových a televizních signálů i vně zóny rádiové slyšitelnosti z území SSSR, prostřednictvím geostacionární družice Kosmos 1700-Luč, sloužící pro retranslaci. Tímto způsobem se prodlužuje délka přímého spojení s CUPem na 40 min. V případě vybudování sítě tří spojových družic na geostacionární dráze bude možná komunikace bez přerušení. Nepřetržité spojení bude výhodné jednak pro kosmonauty, jednak umožní předávat vědecké a technické informace bez vynucených přestávek.

Energetické systémy

Po navedení stanice Mir na oběžnou dráhu se rozevřely dva panely slunečních baterií, které tvoří hlavní součást systému zásobování elektrickou energií. Dosahují rozpětí 29.73 m a jejich celková plocha činí 76 m². Pomocí speciálních pohonů, reagujících na signály od snímačů polohy Slunce, jsou panely, nesoucí fotovoltaické články na bázi arzenidu galia, automaticky orientovány tak, aby byl stále zajištěn kolmý dopad slunečního záření. Z tohoto primárního zdroje elektrické energie se potom dobíjí několik paralelně připojených akumulátorových baterií, které bezprostředně napájejí palubní rozvodnou síť stejnosměrným napětím 28.5 V. Na rozdíl od předcházející praxe, kdy se připouštěly odchylky od jmenovité hodnoty až několik voltů, je nyní napětí stabilizováno a může se odchýlovat maximálně o 0,5 V. Toto opatření zvyšuje provozní spolehlivost elektrických spotřebičů a současně tím v řadě případů odpadá potřeba individuálních napěťových stabilizátorů, bez kterých nemohly být některé přístroje zapojeny. Protože se charakter odběru elektrické energie v průběhu dne může výrazně měnit, lze případné odběrové špičky krýt tzv. nárazovou baterií. Je-li nezbytně třeba zvýšit výkon elektrické sítě, mohou se k ní připojit rezervní akumulátorové baterie. Tyto i ostatní baterie jsou přitom opatřeny automatickou ochranou proti dlouhodobému vybíjení nebo přebíjení. Maximální výkon všech palubních zdrojů elektrického proudu činí ~9 kW, z čehož 7.7 kW připadá na dva základní panely slunečních baterií.

V červnu 1987 kosmonauti J. Romaněnko a A. Lavejkin instalovali ještě třetí panel slunečních článků o ploše 22 m², který zvyšuje celkový výkon energetické soustavy Miru o dalších 2.4 kW.

Osvětlení stanice

Stanice je vybavena svítidly čtyř různých druhů - pro celkové osvětlení, služební osvětlení, lokální osvětlení a svítidly s regulací jasu. Ovládají se buď z centrálního pultu, nebo samostatnými vypínači, rozmístěnými uvnitř obytných prostorů. Pro zapojení přenosných lamp i přístrojů jsou všechny úseky vybaveny zásuvkami.

Systém termoregulace a klimatizace

Integrovaný systém termoregulace a klimatizace má za úkol udržovat v daných mezích jak teplotu a vlhkost v hermetizovaných úsecích včetně jejich ventilace, tak také tepelný režim konstrukčních prvků, palubního zařízení a přístrojů. Uplatňují se v něm zejména citlivá kontrolní čidla, bloky systému automatické a ruční regulace, výkonná ústrojí a zařízení odvádějící do kosmického prostoru odpadní teplo. Místo

tradičních výměníků tepla meandrového typu (hadů) se nyní ve větší míře uplatňují tzv. tepelné trubice, které představují efektivní uzavřené teplosměnné elementy, pracující na principu fázových změn (vypařování a kondenzace) pracovní látky. Většina hydroagregátů termoregulačního systému je umístěna na vnějším povrchu stanice. Pro lepší rozvod tepla uvnitř stanice se její jednotlivé úseky propojují lehce sestavitelnými vzduchovody. Vnitřní a vnější kapalinové okruhy chlazení a ohřevu spolu s vloženým okruhem umožňují měnit teplotu vzduchu mezi 18 až 28 °C a relativní vlhkost v rozsahu 30 až 70%. Zvolený tepelný a vlhkostní režim na stanici se udržuje automaticky, kosmonauti však mají možnost ručně ovládat příslušné ohřívače, klimatizátory a ventilátory. Složení vzduchové atmosféry, jejíž tlak nabývá hodnot 1066.4 hPa až 1293 hPa, pravidelně kontrolují plynové analyzátory.

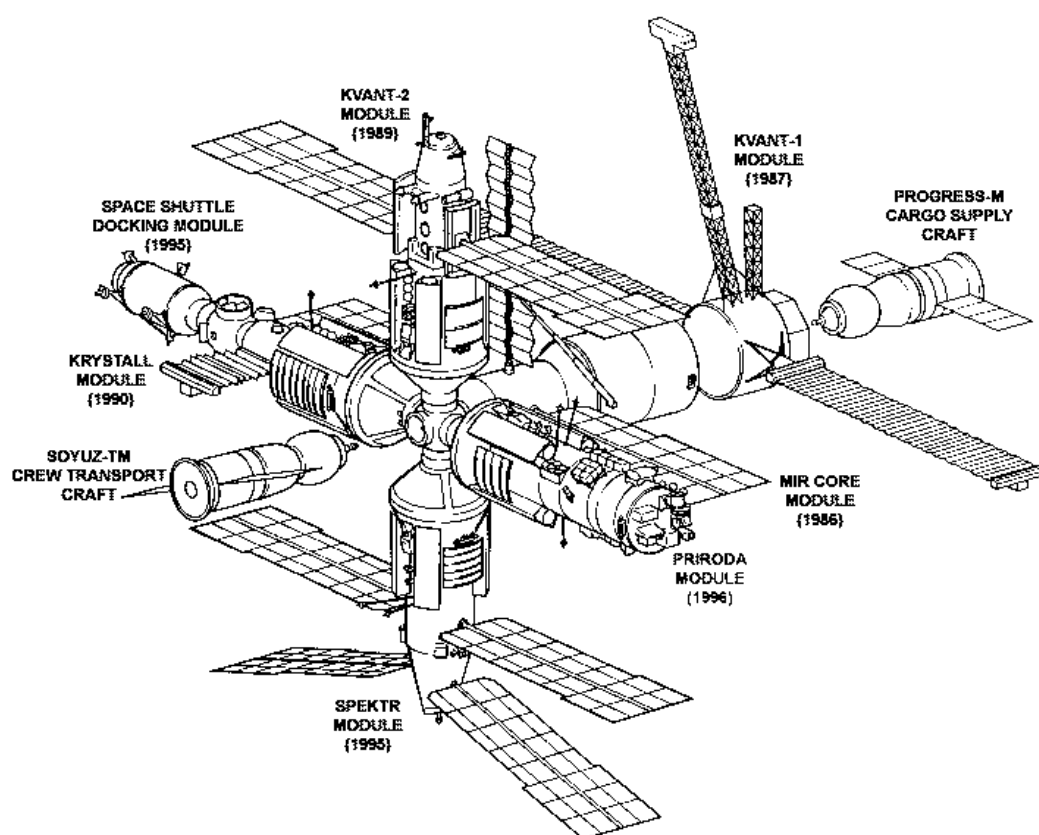
Systém zabezpečení životních podmínek

K zabezpečení životních podmínek je rovněž nezbytný systém zásobování vodou. Hlavní zásobu představuje pozemská voda konzervovaná přísadou iontů stříbra. Takto upravená voda se plní do desetilitrových nádrží a může být skladována až po dobu jednoho roku. Na palubě stanice Mir se rovněž předpokládá regenerace vody z atmosférické vlhkosti, obdobně jako tomu bylo na Saljutu 7. Denní norma spotřeby vody na jednoho kosmonauta je přibližně 2 litry. Podle směrnic lékařů jedí kosmonauti v průběhu dne čtyřikrát. Mají doporučeno několik variant denních dávek potravin, přičemž jídelní komplet obvykle obsahuje tuby, plechovky s konzervovanými produkty, sublimovanou potravou, chléb, ovoce, zeleninu, čaj a kávu. Dehydrované potraviny se před použitím zalévají studenou nebo horkou vodou ze systému regenerace vody, sublimované produkty se redukuje. Na ukládání potravin slouží palubní mraznička, kde lze při teplotě -3 až -10 °C skladovat asi 40 kg různých produktů. Stejně jako v pozemských podmínkách se mraznička musí občas rozmrazovat. Její konstrukce je snadno rozebíratelná a umožňuje výměnu základních prvků. "Umyvadlo" tvoří kulový plášť s bočními výřezy pro ruce a horním otvorem pro obličej. Norma spotřeby vody na mytí je pro každého kosmonauta pouze 0.3 l denně; jako mycí prostředek používají napuštěné houbičky. Po ukončení mytí se "umyvadlo" vytírá speciálními ubrousky. Oddělená kabinka s toaletou je zařízena téměř pozemsky, liší se jen systémy odsávání a větrání. K hygienickému vybavení patří komplety spodního prádla a sportovního oblečení, spací pytle, prostředky osobní hygieny a také vysavač a vlhké prachovky pro periodický úklid stanice.

Stavba orbitálního komplexu

Stanice Mir se svými šesti spojovacími uzly představuje základní blok pro sestavení stálého pilotovaného komplexu se specializovanými moduly vědeckého a národohospodářského zaměření. Kolem Země obíhá ve výšce 300 až 400 km při sklonu oběžné dráhy 51.6°. Dopravu kosmonautů, kterých na Miru může pracovat společně až šest, zajišťují transportní lodi Sojuz TM a dopravu potřebného materiálu nákladními loděmi typu Progress a Progress M které dopravují získané materiály a výsledky vědeckých experimentů zpět na Zemi. Podle předpisů vydaných pro potřeby potenciálních uživatelů nové stanice, lze na její vnější povrch upevnit přístroje do průměru 0.33 až 0.35 m. V odpadní komoře může být umístěn přístroj do průměru 0.33 až 0.50 m, ve vnitřních schránkách aparatura o rozměrech 0.60 x 1.00 m. Zařízení transportovaná lodí Progress mohou mít maximální průměr 0.60 m a jejich délka nesmí převyšovat jeden metr.

Přeměna stanice Mir na velký orbitální komplex si vyžádala jinou strategii sblížování a připojování kosmických lodí, než tomu bylo u Saljutů, kdy se sama stanice natáčela do směru přilétající pilotované lodi. Výpočtové rozborů ukázaly, že v případě orbitálního komplexu stanice Mir bude jednodušší a z hlediska spotřeby pohonných hmot úspornější, když se kosmická loď přiblíží ke stanici na vzdálenost několika set metrů, obletí ji a zakotví u určeného spojovacího uzlu. Za tím účelem byl vyvinut nový radiotechnický systém sblížování Kurs jako náhrada stávajícího systému Igla. Pokud se týká samotných modulů, připojovaly se nejprve k přednímu osovému spojovacímu uzlu. Každý z těchto modulů přitom nesl speciální manipulátor, který po zaklesnutí do jednoho ze dvou "hnízd" - úchyťů na přechodovém úseku Miru umožnil mechanické přemístění modulu k některému volnému bočnímu uzlu. Modulární způsob rozšiřování základního bloku stanice Mir umožnil vytvořit na oběžné dráze komplex s různou konfigurací, hmotností a rozměry. Plné konfigurace bylo dosaženo v roce 1996 připojením modulu Priroda.



Plná konfigurace stanice Mir (se všemi moduly)

Název modulu	Start	Popis
Základní blok	19.02.1986	Obytný a řídicí modul
Kvant	31.03.1987	Astrofyzikální modul
Kvant 2	26.11.1989	Dovybavovací modul
Kristall	31.05.1990	Technologický modul
Spektr	20.05.1995	Geofyzikální modul
Docking module	12.11.1995	Spojovací modul pro raketoplán
Priroda	23.04.1996	Modul pro dálkový průzkum Země

Zánik stanice

V říjnu 2000 ruská vláda oznámila své rozhodnutí začátkem roku 2001 navést Mir do hustých vrstev atmosféry nad oceánem a ukončit tak definitivně jeho činnost.

Ve středu 24.01.2001 v 04:28:42 UT z Bajkonuru odstartovala nákladní loď Progress M1-5 s nákladem 2677 kg paliva, z toho 1797 kg bylo určeno pro navedení Miru do atmosféry Země.

O den později - 25.01.2001 v 05:20 UT se od Miru oddělila předchozí nákladní loď Progress M-43 a uvolnila tak zadní stykovací uzel +X (na modulu Kvant) pro Progress M1-5.

V sobotu 27.01.2001 v 05:33 UT se Progress M1-5 v automatickém režimu úspěšně spojil s Mirem (ten byl v tu dobu na dráze ve výši kolem 292 km). Nebylo tedy třeba přistoupit k mimořádným akcím. Pokud by se totiž spojení nepodařilo, byla by k Miru vyslána záchranná pilotovaná loď Sojuz TM s dvojčlennou posádkou. Ta by zajistila ruční spojení Progressu M1-5 s Mirem.

Po úspěšném připojení Progressu M1-5 k Miru byl předchozí Progress M-43 dne 29.01.2001 v 02:12 UT brzdícím manévrem naveden do hustých vrstev atmosféry, kde kolem 02:58 UT zanikl.

Progress M1-5 nakonec 23.03.2001 (když průměrná výška dráhy klesla pod 220 km) navedl neobydlený Mir do hustých vrstev atmosféry tak, aby jeho zbytky dopadly do Tichého oceánu mezi Austrálii a Jižní Ameriku.

První korekční manévr byl zahájen v 00:32:47 UT ($t=1251$ s, $Dv=9.3$ m/s) motorky systému DPO (Dvigateli Pričalivanija i Orientacii) o tahu kolem 900 N nákladní lodi Progress M1-5. Výsledná dráha měla výšku přibližně 187 až 218 km.

V 02:01:11 UT byl zahájen druhý korekční manévr ($t=1394$ s, $Dv=10.4$ m/s) motorky systému DPO. Výsledná dráha měla výšku přibližně 159 až 218 km.

Poslední brzdící manévr byl zahájen v 05:07:34 UT ($t=1950$ s, $Dv=28$ m/s) hlavním korekčním motorem SKD (Sbližajuščje-Korrektirujuščij Dvigatel') o tahu 3.1 kN, který pracoval až do doby, než spotřeboval veškeré zásoby pohonných látek. Motorky systému DPO pracovaly po dobu přibližně 32.5 minuty. Manévr začal nad Středozemním mořem přibližně u pobřeží Libye (34° s.š., 25° v.d.) po vstupu do rádiové viditelnosti z ruských pozemních stanic, pokračoval přes Středozemní moře, Turecko, Kaspické moře a Rusko až k Japonskému moři (38° s.š., 134° v.d.). V 05:40 UT byl poslední brzdící manévr úspěšně ukončen a Mir byl na plánované sestupové dráze.

Kolem 05:41 UT Mir vstoupil do atmosféry ve výšce 120 km východně od Filipín. Nejprve se odlomily a byly zničeny antény a sluneční panely. Pak došlo k vlastnímu rozpadu stanice na jednotlivé moduly a jejich ničení působením aerodynamického ohřevu a aerodynamických sil ve výškách mezi 90 až 40 km. Tato fáze zániku byla pozorována řadou svědků z ostrovů Fidži.

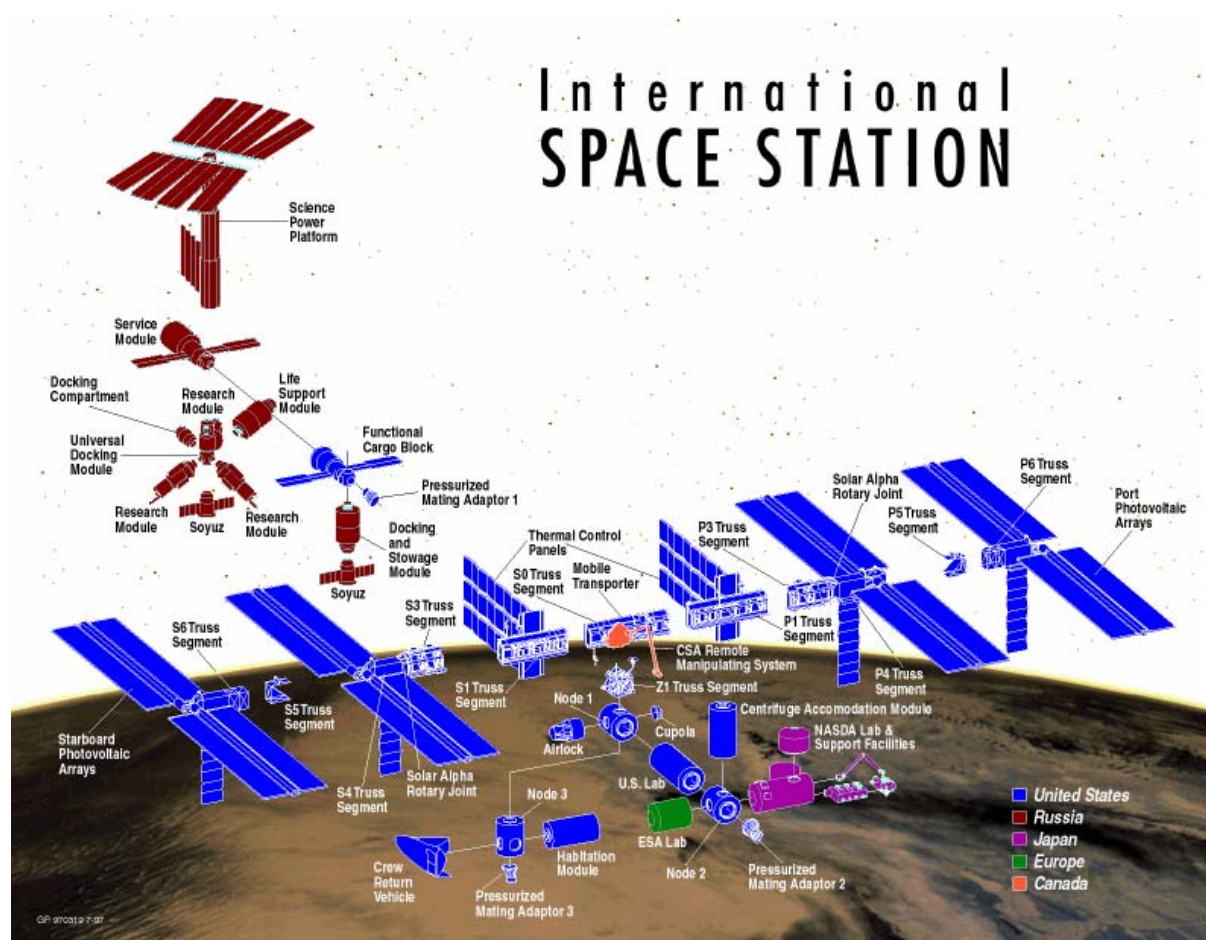
Kolem 06:00 UT dopadly zbytky Miru do Tichého oceánu. Většina úlomků se roztavila a shořela v atmosféře, ale řada úlomků o celkové hmotnosti 20 až 25 tun dopadla na hladinu oceánu. Největší zachované části (především stykovací uzly a gyrodyny) mohly dosahovat hmotnosti kolem 700 kg. Rozměry dopadové elipsy se odhadují na 6000×200 km se středem (bodem zacílení) v bodě o souřadnicích 44.25° j.š., 150.4° z.d.

V té době už ale byla v plném proudu stavba nástupce Miru - Mezinárodní kosmické stanice ISS.

International Space Station (ISS) - Mezinárodní kosmická stanice (1998)

Historie stanice

- 1984: Prezident Reagan vyhlásil plán stavby kosmické stanice. NASA slibovala, že stanici může vypustit do roku 1992 za 8 mld. USD.
- 1987: NASA odložila první start na rok 1994 a zvýšila rozpočet na 15 mld. USD.
- 1988: NASA odložila první start na rok 1995 a zvýšila rozpočet na 25 mld. USD. Reagan stanici pojmenoval Freedom.
- 1991: NASA kompletně změnila návrh stanice a oznámila očekávaný rozpočet kolem 30 mld. USD. Partneři USA se stali Kanada, Japonsko a ESA.
- 1993: Prezident Clinton přikázal NASA znovu přehodnotit celou stanici. Finanční limit byl stanoven na 17,4 mld. USD na období od roku 1994 až do ukončení výstavby. Rusko se stalo partnerem při stavbě stanice. Stanice se začala nazývat Alpha a první start byl naplánován na rok 1997.
- 1997: V důsledku finančních potíží ruské agentury RKA, byl první start odložen na rok 1998.
- 1998: Výstavba ISS byla zahájena vypuštěním modulu Zarja (FGB) a připojením modulu Unity (při STS-88).
- 1999: Další několikaměsíční skluz nastal v důsledku zpoždění výroby a startu ruského servisního modulu Zvezda.
- 2000: Po úspěšném startu modulu Zvezda se stavba ISS rozjela naplno.
-



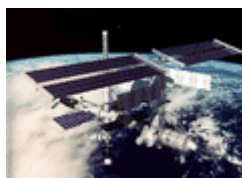
Hlavní moduly:

USA	Destiny (Laboratorní modul US Lab)
	Modul s centrifugou (CAM)
	Obytný modul
	Tři spojovací uzly (Node 1, 2, 3)
Rusko	Zarja (Funkčně-nákladní modul FGB)
	Zvezda (Služební modul SM)
	Laboratorní modul 1
	Laboratorní modul 2
Kanada	Manipulátor Mobile Servicing System (MSS)
ESA	Modul Columbus (COF)
Japonsko	Laboratorní modul s nehermetizovanou plošinou (JEM)
Itálie	MPLM (tři malé přetlakové zásobovací moduly)

Postup přípravy a stavby stanice



Fáze 1 - příprava
(lety raketoplánu ke stanici Mir)



Fáze 2 - stavba
(stavba a zkušební provoz)



Fáze 3 - provoz
(dokončení a provoz)

V průběhu let 1997 - 1998 byly dokončeny první letové kusy stavebních dílů mezinárodní stanice ISS (International Space Station), na jejíž konstrukci se podílejí USA, Kanada, Japonsko, západoevropská organizace ESA a Rusko. Výstavba byla zahájena vypuštěním modulu Zarja (FGB) 20.11.1998 ruskou nosnou raketou Proton.

Problémy v důsledku havárie raketoplánu Columbia

Na oběžné dráze létá v polopostavené Mezinárodní kosmické stanici ISS šestá základní posádka (Bowersox, Budarin, Pettit). Ti mají k dispozici připojený ruský Sojuz TMA-1. Start dalšího raketoplánu (měl jím být v březnu Atlantis STS-114) který měl vyměnit posádku na ISS je v nedohlednu. Teoreticky by posádku na ISS mohly vyměnit Rusové Sojuzem (start Sojuzu TMA2 je plánován na druhou polovinu dubna) - Rus v základní posádce ISS má vždy výcvik na pilotáž Sojuzu TMA. Případně by stávající posádka ISS mohla stanici zakonzervovat a vrátit se jejich Sojuzem TMA1 zpět na Zem. To se ale jeví jako varianta nejméně vhodná a nejkatastrofičtější.

Hlavní problém ale nastává ve chvíli, kdy si uvědomíme, že raketoplán připojený k ISS vždy před svým odletem "vytlačil" svými motory stanici na vyšší oběžnou dráhu, ze které potom postupně klesala zpět. Pokud by se toto nedělo, mohlo by to mít velice neblahé následky. Stanice klesá na oběžné dráze rychlostí zhruba 200 metrů za den. Za rok tak může poklesnout až o 100km. To by se dalo ještě vydržet. Další klesání by však mohlo mít pro celou ISS fatální následky.

Sojuzem se sice na ISS dá vyměnit posádka, Progresssem ISS zásobovat, ale tak jako tak bude zastavena další výstavba stanice. Navíc Rusové nemají dostatečné množství Sojuzů ani Progressů k dispozici a vyrobit je v reálném čase asi nestihnou.

Další vesmírné projekty

Hubblův teleskop

Dalekohled HST umístěný na oběžné dráze {Země} ve výšce 614 km je nejvýkonnějším dalekohledem na světě. Jde o společný projekt NASA (National Aeronautics and Space Administration) a ESA (European Space Agency). Na oběžné dráze pracuje bez rušivých vlivů atmosféry. Na Zemi existují větší systémy, ale s výrazně menším výkonem. Podpůrná optika umožňuje astronomická pozorování v UV, optickém oboru a blízkém IR oboru (od 115 nm do 1 000 nm).

Parametry

- **start:** 24. dubna 1990
- **zakočení mise:** mise stále probíhá
- **nosná raketa:** raketoplán Discovery
- **hmotnost:** 11 600 kg
- **nominální výkon:** 2 400 W
- **oběžná dráha:** 614 km
- **průměr primárního zrcadla:** 2,4 m

Závady

Hned při prvních testech se objevil zvláštní jev. V pravidelných intervalech se těleso celé observatoře rozkmitalo, a to tak, že v ohniskové rovině se bodový zdroj roztáhl až na 6 úhlových vteřin. Po týdnu zjistili odborníci z NASA příčinu jevu. Zdrojem kmitání byly panely slunečních baterií. Rozkmitání nastávalo vždy při přechodu ze světla do stínu (způsobeno tlakem záření a teplotními změnami vyvolávající pnutí). Závada odstraněna v dubnu 1991 programovým řešením.

Chyba v Katalogu pozičních hvězd. Při pozorování se nedařilo správně vygenerovat hvězdné pole v blízkosti požadovaného objektu. Příčinou byla chyba znaménkové konvence v jednom z použitých vzorců pro výpočet. Chyba nalezena a opravena.

Největší šok přišel 20. května 1990 v průběhu technologických zkoušek a prvního snímkování oblohy. Citlivost byla na předpokládané úrovni, ale obraz byl lehce rozostřen. Zaostřit se nedařilo posunem ani náklonem sekundárního zrcadla. Po další zkoušce bylo konstatováno, že optická část teleskopu zavádí sférickou aberaci. Důvodem bylo podleštění o 4 mm. Kombinací chyby 2,4 m zrcadla a 34 cm zrcadla sekundárního vzniká rozdíl ohniskových vzdáleností okrajového a středového paprsku o 38 mm! Tuto závadu nebylo možno jednoduše opravit (např. počítačovým zpracováním obrazu). Při první servisní misi musela být nainstalována korekční technika.

Výzkum planety Mars

Vyslané sondy

SSSR

Název	Start	Hmotnost	Popis
Mars 1	01.11.1962	894 kg	První sonda vyslaná k Marsu (193000 km od Marsu).
Mars 2	19.05.1971	4560 kg	První zásah Marsu.
Mars 3	28.05.1971	4560 kg	První přistání na Marsu.
Mars 4	21.07.1973	2500 kg	Neúspěšný pokus o vytvoření družice Marsu.
Mars 5	25.07.1973	2500 kg	Umělá družice Marsu.
Mars 6	05.08.1973	2300 kg	Měření v atmosféře Marsu.
Mars 7	09.08.1973	2300 kg	Neúspěšný pokus o měkké přistání na Marsu.
Mars-96 (Mars 8)	16.11.1996	7000 kg	Sonda k Marsu, neúspěšný start (zánik 18.11.1996).

USA

Název	Start	Hmotnost	Popis
Viking 1	20.08.1975	3445 kg	První měření na povrchu Marsu.
Viking 2	09.09.1975	3445 kg	Měření na povrchu Marsu.
Mars Observer	25.09.1992	2500 kg	Neúspěšný pokus o vytvoření družice Marsu.
Mars Global Surveyor	07.11.1996	1060 kg	Umělá družice Marsu.
Mars Pathfinder	04.12.1996	890 kg	Sonda k Marsu s mini vozidlem.
Mars Climate Orbiter	11.12.1998	629 kg	Neúspěšný pokus o vytvoření družice Marsu.
Mars Polar Lander	03.01.1999	576 kg	Neúspěšná sonda k Marsu (pokus o přistání v polární oblasti, mikrosondy DS2).
2001 Mars Odyssey	07.04.2001	725 kg	Umělá družice Marsu.

Mars Pathfinder:

Mars Pathfinder vznikl jako příprava pro vybudování sítě malých levných přistávacích zařízení MESUR (Mars Environmental Survey) na přelomu století. Odtud pochází název "průkopník". Po rozdělení programu na "Mars Pathfinder" a "Mars Network" (který byl r. 1993 zcela zrušen) vedení NASA převedlo Pathfinder r. 1991 z AMES Research Laboratory do Pasadenské JPL.

V roce 1992 bylo rozhodnuto doplnit sondu o miniaturní vozítko (Microrover) Rocky-IV. Název Sojourner dostalo až v létě 1995 podle návrhu třináctileté vítězky soutěže The Planetary Society pro mládež V. Ambroise[ové] z Bridgeportu (což byla přezdívka bojovnice za práva černochoů Isabelly Van Wagenerové).

Roku 1992 byl Mars Pathfinder jako první projekt zařazen do programu Discovery, jehož heslem je "rychleji, levněji, lépe". Úvodní projekt předpokládal náklady ve výši do 150 mil. USD, což je cca 1/15 ceny sond Viking. S ohledem na chronologii startů byl Mars Pathfinder označen Discovery II. Sonda sama stála 171 mil., vozítko 25 mil., start 61 mil. a zabezpečení provozu přijde na dalších 15 mil. -

celkem tedy nyníšších 280 mil. USD. Cílem sondy zůstalo ověření nové techniky, avšak uskuteční se i několik vědeckých experimentů, zaměřených na strukturu atmosféry, meteorologii, geologii Marsu atd.

Přistávací modul má tvar čtyřstěnu o hraně asi 0,9 m, se třemi hliníkovými panely, které se po přistání rozevírají jako "okvětní lístky". Slouží i jako sjezdová rampa vozítka a na vnitřní ploše jsou sluneční články o ploše 3,3 m². V modulu je veškerá elektronika včetně systému tepelné regulace. Sonda je řízena integrovaným systémem, jehož jádrem je komerční jednočipový 32-bitový mikropočítač IBM Rad6000 s antiradiační ochranou. Paměť DRAM o kapacitě 128 MByte pro záznam dat pracuje rychlostí až 22 mil. instrukcí/s. 64 MByte je vymezeno pro obrazové záznamy. Přes tento počítač je vedena veškerá komunikace se Zemí i s vozítkem.

Oboustranné spojení Pathfinder-Země se uskutečňuje v pásmu X (8 GHz). Na přistávacím modulu je všesměrová anténa a anténa s velkým ziskem. K dispozici je jediný kanál a technická i vědecká data jsou přenášena multiplexem. Při využití sítě DSN s anténami o průměru 34 m je poměr signál/šum 6000:1, tj. asi 37 dB, což umožňuje digitální přenos rychlostí 1200 bit/s. Při využití antén o průměru 70 m lze použít rychlosti až 8200 bit/s. Přicházející signál má hodnotu -146 dBm (dB na miliwatt), čili 2,5.10⁻¹⁸ W.

Elektrickou energii dodávají sluneční články, které spolu s dobíjecími stříbro-zinkovými akumulátory poskytují na povrchu Marsu až 850 Wh za jasného dne a cca 400 Wh při písečné bouři. Pathfinder byl sterilizován podle mezinár. norem. Jen některé části (anténa, padák...) byly sterilizovány v peci, zbytek byl ošetřen chemicky.

Technický systém, umožňující získat informace o atmosféře během přistávání (profily hustoty, teploty a tlaku od výšky 100 km až k povrchu) a po dobu činnosti na Marsu. Teplotní čidla tvoří termočlánky - jeden pro měření při sestupu, další ve výšce 25, 50 a 100 cm nad povrchem. Vikingy měly čidlo jen v jedné výšce a nemohly proto získat informace o vertikálním proudění.

Podstatnou novinkou ve výzkumu Marsu je první pohyblivý prostředek MFEX (Microrover Flight Experiment). Lze ho ovládat ze Země, avšak řada činností se vykonává autonomně. Základem je hliníková konstrukce na šestikolovém podvozku Rocker-Bogie, navrženém v JPL koncem 80. let. Hmotnost je 11,5 kg, délka 630 mm, šířka 480 mm, výška 280 mm a zdvih podvozku 130 mm. Na "zádech" nese panel slunečních baterií (0,22 m², 0,34 kg), pokrytý 234 články GaAs/Ge, poskytující max. 16,5 W. Normální spotřeba je asi 10 W. Mimořádně lze zvýšit odběr až na 30 W připojením tří záložních baterií o kapacitě po 12 Ah, které však nelze dobíjet.



O práci modulu i vozítka byla veřejnost pravidelně a podrobně informována zejména prostřednictvím internetu - příslušné servery zaznamenaly během pouhého měsíce na 565 milionů dotazů s maximem 47 milionů dotazů dne 8.července.

Sojourner ujel celkem 62 m rychlostí 10 mm/min a poskytl 550 snímků hornin a údaje o mineralogickém složení několika balvanů v okolí místa přistání sondy.

Ačkoliv životnost vozítka byla plánována na týden, ve skutečnosti Sojourner pracoval bezmála 3 měsíce a během té doby přenesl na Zemi na 1 Gb údajů. Samotná sonda Pathfinder s plánovanou životností jeden měsíc nakonec fungovala až do 27. září a předala na Zemi celkem 2,6 Gb údajů, zejména pak 16 tisíc snímků a dále zejména meteorologické údaje o tlaku, teplotě, větru, barvě oblohy a dohlednosti.

Plánované sondy

Mars Exploration Rovers

Začátkem roku 2004 na Marsu přistanou dvě průzkumná vozidla (roversy). Jejich cílem bude určit vývoj klimatu a přítomnost vody v historii na rudé planetě v místech, jenž kdysi mohly skýtat příznivé podmínky pro život. Dále provedou geologický průzkum hornin a odešlou detailní barevné fotografie.

Průzkumné rovery (označované jako MER-A a MER-B) přistanou na dvou různých místech, jimiž v minulosti prokazatelně tekla voda. Pro přistání bude použito stejného postupu jako během úspěšné mise {Pathfinder}, tedy vaků naplněných plynem do nichž jako do trampolíny sondy dopadnou. Všechno ostatní však bude naprosto nové a podle všeho ještě lepší.



Okamžitě po přistání pořídí vozidla panoramatický 360° záběr svého okolí ve viditelném a infračerveném spektru. A zatímco sestupová část zůstane v místě přistání ponechána bez jakéhokoliv vybavení, dotkne se šest kol vyslaných ze Země poprvé povrchu rudé planety. Mobilní vědecká laboratoř s vybavením Athena vážící 150 kg, se pak vydá na cestu objevování této podivuhodné planety, poháněna sluneční energií.

Tito robotičtí geologové pravděpodobně přistanou v místech sedimentárních vrstev nanesených vodou a fotografovaných sondou {Global Surveyor}. Úkolem přístrojů bude analýza hornin. Nejprve z nich vrtákem (RAT) odstraní vnější zvětralé vrstvy a pak prozkoumají jejich vnitřní obsah.

Za jeden den budou vozidla schopny urazit takovou vzdálenost, jakou Sojourner ujel za dobu celé své dvouměsíční životní dráhy. Bude to vůbec poprvé, co bude planeta zkoumána takovýmto způsobem.

Roversy by měly fungovat minimálně 90 dní. Pokud však vše poběží hladce vědci doufají, že by od nich mohli získávat informace ještě po několik dalších měsíců.

Cryobot (hledání živých forem)

Hledání života mimo naši planetu patří k největším posedlostem vědeckého světa a k jednomu z důvodů, proč jsou vysílány sondy k planetám naší Sluneční soustavy. Po přistání Vikingu v sedmdesátých letech na Marsu a ne zcela průkazném chemickém testu živých organismů, který provedl, bylo dlouho ticho. Nyní nastupuje nové gen. cryobotů vybavená zkoumat polární čepičky Marsu a ledovce Evropy.



Všechny živé organismy na Zemi potřebují ke svému životu vodu. Domníváme se, že i na jiných planetárních tělesech podobných Zemi tomu bude obdobně. Nejlépe uchované zbytky případných živých organismů tedy mohou být skryty v ledových příkrovech, pokrývajících polární čepičky Marsu či ledovce Jupiterova měsíce Europa.

Základní myšlenka cryobota je jednoduchá a nová zároveň. Namísto vrtů do ledovce, které jsou energeticky náročné a k nimž je potřebná velká a hmotná aparatura, naprosto nevhodná k meziplanetární přepravě, cryobot má tvář malého torpéda (jeho velikost je pouhý 1 metr délky a 15 cm v průměru), v jehož špičce je umístěn radioaktivní zdroj generující teplo. Díky svému teplému “nosu” a gravitaci planety se cryobot pomalu protavuje do nitra ledovce. To, že nad ním ledovec zpětně zamrzá, není nevýhoda, jak by se mohlo na první pohled zdát, ale výhoda – nedochází ke kontaminaci vnitřku ledovce (či případného oceánu pod ním) materiálem z povrchu. Samozřejmě zde vyvstává problém komunikace takto zamrzajícího cryobota se zbytkem sondy zůstávším na povrchu a se zemí. I to je vyřešeno elegantně: rádiové vlny se mohou na určitou vzdálenost šířit v ledu. Cryobot tedy bude při svém sestupu vypouštět malé transistory, operující na podobné frekvenci jako mobilní telefony, které v ledu zamrznou a budou předávat (“jako tichou poštou”) signál z cryobota sondě na povrchu ledovce a ta dále řídícímu středisku na Zemi.



Cryobot ponese detektory života, které budou odebírat roztavenou vodu v okolí cryobota a analyzovat ji – a snažit se najít zbytky molekul, které byly součástí živých organismů. Jaké molekuly to mohou být? Všechny organismy na Zemi obsahují tyto “horké” kandidáty: DNA, aminokyseliny a buněčné stěny. Problém Marsu je, že pokud tam nějaký život byl (na úrovni mikroorganismů, neočekávám žádné “Mart’any”), s největší pravděpodobností po stovkách miliónů či miliard let vyhynuly. DNA tím pádem vypadá ze hry – je velmi neodolná vlivům prostředí a velmi rychle se rozpadá. Aminokyseliny jsou již žhavějšími kandidáty. Živé organismy na Zemi je obsahují v drtivé většině v levotočivé formě (tzv. L-aminokyseliny), což je pro ně velmi typické. Pokud aminokyseliny vyrobíte uměle (například v laboratoři), dostanete stejně zastoupení levotočivé a pravotočivé formy (L- a D- aminokyseliny).

Výhoda cryobota a mikrolaboratoří na jeho „palubě“ je zřejmá. Život budeme detekovat přímo na místě, což velmi zlevní misi (odpadá nutnost návratu sondy se vzorky na Zemi) a umožní rychlejší a operativnější vysílání dalších sond nebo cryobotů. První vyslání cryobota k Marsu se plánuje na rok 2007, mise s cryobotem k Europě během 15 - 20 let.

Vývoj jaderného motoru

Jaderný motor k rychlejšímu letu na Mars chystá americký Národní úřad pro letectví a vesmír (NASA). Vývoj raketového motoru oficiálně oznámil americký prezident George Bush ve zprávě o stavu unie 28. ledna. NASA považuje projekt, který potrvá pět let a bude stát jednu miliardu dolarů (asi 30 miliard korun), a údajně již dostal zelenou od americké administrativy, za klíčový. Nový motor totiž umožní teoreticky až třikrát vyšší cestovní rychlost než motory poháněné chemickými palivy a tím zkrátí případnou cestu na Mars na dva měsíce z dosavadního půl roku. Celá mise na Mars s návratem a pobytem posádky by se zkrátila z nynějších neúnosných tří let na jeden rok.

Využití energie štěpné jaderné reakce k pohonu se zdá být velmi výhodné, vzhledem k tomu, že z jaderných reakcí se uvolňuje přibližně 10^7 x vyšší množství energie, než z těch nejenergičtějších chemických reakcí. Úvahy o využití atomové energie k pohonu raket se objevily už za 2. světové války a v 50. a 60. letech na programu jaderného pohonu pracovalo jak USA, tak Rusko a dokonce bylo sestrojeno a vyzkoušeno několik prototypů (např. americká Nerva).

Jenže jaderný pohon má také velké množství nevýhod. Jako jaderné palivo se používá buď ^{235}U nebo ^{239}Pu , což jsou velmi vzácné radioaktivní izotopy vyskytující se v přírodě v minimálním množství (^{235}U), nebo se v přírodě vůbec nevyskytující (^{239}Pu). Ale výroba jaderného paliva není až takový problém (přestože je velmi nákladná), největším problémem bránícím širšímu uplatnění jaderných pohonů je radioaktivita a s ní související nebezpečí, jako možnost radioaktivního zamoření nebo ozáření posádky rakety. Nesmím také opomenout, že vzhledem k minimálnímu kritickému množství jaderného paliva a nutnému antiradiačnímu a termálnímu stínění jsou všechny jaderné pohonné systémy velmi rozměrné a hmotné a tudíž vhodné prakticky jen pro velké vesmírné lodě.

Koncepty jaderného pohonu lze rozdělit na dva typy - **tepelné jaderné motory** a **impulsní jaderné motory**. Princip tepelných jaderných motorů je vcelku jednoduchý - spalovací komora je vlastně jaderný reaktor, ve kterém je umístěno jaderné palivo a kde probíhá štěpná řetězová reakce. Do tohoto jádra je vháněna pracovní látka (palivo), většinou kapalný vodík, kterému jaderné palivo předává tepelnou energii (vzniklou štěpnou reakcí). Vodík zahřátý na vysokou teplotu pak uniká tryskou ven. Tento pohon lze ještě dále rozdělit podle formy, ve které se palivo v reaktoru vyskytuje.

Použité zdroje

www.nasa.gov

www.astro.cz

web.quick.cz/kosmos-news/

www.czechspace.cz

mikos.ic.cz/Budoucnost.htm

www.sweb.cz/svici/mir_iss.htm

www.tiscali.cz/mult/mult_center__veda_.402050.html

www.ufo.cz/alfa

mek.kosmo.cz

www.vesmirweb.net

zpravy.idnes.cz

astro.pef.zcu.cz