

Ing. Jozef R O J K O, CSc.

40 ROKOV KOZMICKÝCH LETOV

1999

O B S A H

Prvé lety do kozmu.....	3
Rozvoj letov človeka do kozmu.....	5
Prvý človek na Mesiaci.....	7
Výskum Mesiaca nepilotovanými objektmi.....	8
Kozmické sondy k planéte Venuša.....	11
Kozmické sondy k planéte Mars.....	12
Kozmické sondy k vzdialeným planétam.....	14
Let do tretej dimenzie.....	15
Orbitálne stanice SAL'UT.....	16
Orbitálna stanica SKYLAB.....	18
Lety raketoplánmi.....	19
Lety k orbitálnej stanici MIR.....	22
Družice na kozmofyzikálny výskum.....	23
Družice INTERKOZMOS.....	25
Spojovacie družice.....	26
Meteorologické družice.....	27
Navigačné družice.....	28
Astronomické družice.....	29
Družice ďalších krajín.....	30
Literatúra.....	30

4. októbra 1997 uplynulo 40 rokov od vypustenia prvej umelej družice Zeme. Rozvoj raketovej techniky, ktorý tomu predchádzal bol zameraný na preteky v zbrojení a aj prvé myšlienky na preskúmanie okolozemského priestoru boli určite spojené aj s možnosťou jeho využitia na vojenské účely. Priniesli ale do pokladnice poznania ľudstva množstvo nových poznatkov. Čo prinieslo 40 rokov, ktoré uplynuli od tejto udalosti ?

Prvé lety do kozmu

4. októbra 1957 bola vypustená v ZSSR prvá umelá družica Zeme (SPUTNIK). Niektorí pamätníci možno ešte spomínajú na jeho tít...tít...tít, ktoré 3 týždne bolo možné počuť z rádioamatérskych prijímačov i z rádia . Hoci boli na palube družice iba dva krátkovlnné vysielače, málokto si uvedomoval, že sa jedná o prelom v skúmaní okolozemského priestoru.

3. novembra 1957 bola vypustená v ZSSR prvá biologická družica Zeme (SPUTNIK-2) so psom Lajkou. Pretože sa nejednalo o návratnú družicu, boli sme svedkami protestov ochrancov zvierat. Asi nebrali do úvahy, že sa jedná o prípravu na pobyt človeka v kozme.

V roku 1958 1. februára bola vypustená v USA družica Explorer-1, 26. marca družica EXPLORER-3 a 26. júla družica EXPLORER-4. Prvá z nich prispela k objavu radiačných pásov okolo Zeme a ostatné k ich detailnejšiemu výskumu.

15. mája 1958 bola vypustená v ZSSR prvá družica (SPUTNIK-3) určená na geofyzikálny výskum. Boli tam prístroje na meranie horných vrstiev atmosféry, meranie elektricky nabitých častíc a elektrického náboja, prístroje na meranie elektrických a magnetických polí a prístroj na registráciu mikrometeorov.

17. marca 1958 bola v USA vypustená v rámci Medzinárodného geofyzikálneho roku družica VANGUARD-1. Mala hmotnosť iba 1,5 kg, ale prvý raz použité slnečné batérie umožnili vysielať vedecké údaje 6 rokov.

11. októbra, 8. novembra a 6. decembra 1958 boli v USA vypustené sondy PIONEER-1,-2 a -3. Boli to pokusy o let k Mesiacu. Napriek tomu, že neboli úspešné (dostali sa maximálne do vzdialenosti 113 800 km od Zeme), mapovali vnútorný a objavili vonkajší radiačný pás Zeme.

18. decembra 1958 bola vypustená v USA prvá spojovacia družica, aktívny retranslátor ATLAS-SCORE s dobou života 34 dní.

2. januára 1959 bol vypustený v ZSSR kozmický objekt s názvom LUNA-1. Preletel okolo Mesiaca vo vzdialenosti 5-6 tisíc kilometrov a stal sa prvou umelou družicou Slnka. Na svojej palube niesol prístroje na kozmofyzikálny výskum.

3. marca 1959 bol vypustený v USA kozmický objekt PIONEER-4, ktorý mal za úlohu opustiť sféru vplyvu Zeme, preletel okolo Mesiaca vo vzdialenosti 60 tisíc km a udržiaval spojenie na veľkých vzdialenostiach od Zeme (650 tisíc km).

12. septembra 1959 bol v ZSSR vypustený kozmický objekt s názvom LUNA-2, ktorý 14. septembra dopadol na Mesiac a dopravil tam doštičky so znakom ZSSR. Súčasne sa uskutočnili fyzikálne merania, pri ktorých sa zistilo, že Mesiac nemá magnetické pole.

4. októbra 1959 bol vypustený kozmický objekt LUNA-3, ktorý pri oblete Mesiaca vo výške 6200 km fotografoval jeho odvrátenú stranu. Filmy boli pri spätočnom lete vyvolané a po priblížení k Zemi fototelevíznym systémom vyslané na Zem.

1. apríla 1960 bola v USA vypustená prvá meteorologická družica TIROS-1, ktorá televíznymi kamerami snímala povrch Zeme v infračervenej oblasti.

13. apríla 1960 bola v USA vypustená prvá navigačná a komunikačná družica TRANSIT. Bola určená na navigáciu lodí a ponoriek.

22. júna 1960 boli prvýkrát jednou raketou vynesené 2 družice Zeme, TRANSIT-2A a SR-1.

10. augusta 1960 bola vypustená družica DISCOVERER-13, ktorej návratný modul sa vrátil na Zem.

12. augusta 1960 bola v USA vypustená družica ECHO-1 ako prvý pasívny spojovací retranslátör.

19. augusta 1960 bola v ZSSR vypustená prvá družica s dvoma psami v návratnom module.

12. februára 1961 bola v ZSSR vypustená medziplanetárna sonda VENERA-1, ktorá 19. a 20. mája preletela vo vzdialenosti 100 000 km okolo planéty Venuša a stala sa družicou Slnka. Po absolvovaní 7 a pol milióna km sa prerušilo spojenie sondy so Zemou.

12. apríla 1961 sa uskutočnil prvý let človeka v kozme. Jurij Gagarin v kozmickej lodi VOSTOK po jednom oblete pristál úspešne na Zemi.

5. mája 1961 bol v USA uskutočnený 15 minútový let A. Sheparda po balistickej dráhe v kozmickej lodi MERCURY-3.

12. júla 1961 bola v USA vynesená prvá úspešná družica včasnej výstrahy MIDAS-3 na vojenské účely.

21. júla 1961 bol v USA opakovaný 15 minútový let po balistickej dráhe. V kozmickej lodi MERCURY-4 letel V. Grissom.

6. augusta 1961 bola vypustená kozmická loď VOSTOK-2 na palube s G. Titovom. Po jednodňovom pobyte na dráhe okolo Zeme úspešne pristál na Zemi.

29. novembra 1961 bola v USA vypustená na obežnú dráhu kozmická loď MERCURY-5 so šimpanzom.

5. mája 1962 bola v USA vypustená kozmická loď MERCURY-6 na palube s J. Glennom. Po troch obletoch, ktoré trvali necelých 5 hodín, úspešne pristál v mori.

Toto je prehľad prvých umelých družíc Zeme a prvých letov človeka do kozmu. Nemá význam zdôrazňovať prvenstvá, ako sa to robilo pred štyridsiatimi rokmi. Veď to boli úspechy ľudstva. Priniesli tiež objavy radiačných pásov s vysokou koncentráciou elektrónov, protónov a alfa častíc, zachytených v zemskom magnetickom poli. Mohli by sme povedať, že zemské magnetické pole chráni život na Zemi pred vysokou kozmickou rádioaktivitou.

Rozvoj letov človeka okolo Zeme

Po prvých úspešných letoch nastalo obdobie osvojovania problémov, ktoré súviseli s pobytom človeka v medziplanetárnom priestore. Predovšetkým tu boli problémy vplyvu dlhodobého pobytu v bezváhovom stave na človeka, problémy dlhodobého stravovania sa, problémy hygieny, problémy udržiavania telesnej kondície atď.

A tak nasledoval jeden let za druhým. V ZSSR to boli lety na lodiach typu VOSTOK. A. Nikolajev lietal skoro 4 dni a 3 dni z toho súčasne lietal P. Popovič a priblížili sa za

letu na vzdialenosť 5 km. Ďalší skupinový let uskutočnili V. Bykovskij a V. Tereškovová, prvá žena v kozme. Boli to päť- a troj - dňové lety.

V USA pokračovali lety na lodiach MERCURY. 5 hodín letel M. Carpenter, 9 hodín W. Schirra, jeden deň a 10 hodín G. Cooper.

Potom nasledovalo obdobie letov s viacčlennou posádkou. V ZSSR na lodi VOSCHOD-1 jeden deň lietala posádka V. Komarov, K. Feoktistov a B. Jegorov. Na lodi VOSCHOD-2 jeden deň leteli P. Beľajev a A. Leonov. Leonov ako prvý človek vystúpil v skafandri na 20 minút do otvoreného priestoru a vzdialil sa od lode 5 metrov. Bolo to 18. marca 1965.

V USA na lodiach GEMINI-3 až 12 lietali dvojčlenné posádky. V. Grissom a J. Young strávili v kozme 5 hodín a uskutočnili na orbite prvý manéver s ručným ovládaním, J. McDivitt a E. White strávili v kozme 4 dni a White ako prvý americký kozmonaut vystúpil do otvoreného priestoru, G. Cooper a Ch. Conrad strávili v kozme 8 dní a snažili sa o priblíženie k nepilotovanému objektu. F. Borman a J. Lovell boli v kozme takmer 14 dní a U. Shirra a T. Stafford 1 deň snažili sa o priblíženie svojich lodí. N. Armstrong a D. Scott strávili v kozme necelých 11 hodín, ale uskutočnili spojenie s nepilotovanou kozmickou loďou. T. Stafford a E. Cernan strávili v kozme 3 dni a ich úlohou bolo priblížiť sa k nepilotovanej družici. J. Young a M. Collins strávili v kozme 3 dni. Ch. Conrad a R. Gordon strávili v kozme 3 dni a spojili sa lanom s bezpilotným kozmickým objektom. J. Lovell a E. Aldrin lietali v kozme celé 4 dni. To už bol november 1966.

Potom v ZSSR začalo obdobie používania kozmických lodí SOJUZ. Do roku 1981 ich bolo štyridsať. Prvý let V. Komarova na SOJUZ-1 od 23. do 24. apríla 1967 skončil tragicky. Pre rotáciu lode pri pristáti nefungoval správne brzdiaci padákový systém a kozmonaut zahynul. Bola to prvá obeť kozmických letov s ľudskou posádkou. Od lode SOJUZ-10 v apríli 1971 to už boli väčšinou lety posádky k orbitálnej stanici.

V USA bol 26. februára 1966 vypustený prvý zo série kozmických lodí APOLLO, ktorých prestížnym cieľom bolo dopraviť na Mesiac človeka. Prvá loď letela po balistickej dráhe 15 minút. Druhá skúšala na orbite družice druhý štart. Tretia letela po balistickej dráhe 1 hodinu a bol skúšaný brzdiaci systém pri návrate do atmosféry.

27. januára 1967 pri štartových skúškach kozmickej lode APOLLO vznikol požiar, pri ktorom zahynuli kozmonauti V. Grissom, E. White a R. Chaffee.

Kozmická loď APOLLO-4 niesla už maketu lunárneho modulu a pri návrate druhou kozmickou rýchlosťou bol skúšaný pri brzdení v atmosfére tepelný štít pre posádku. Pri dvadsaťdňovom lete piatej lode APOLLO boli skúšané motory lunárneho modulu na dráhe umelej družice Zeme. APOLLO-6 letelo 10 hodín bez posádky po eliptickej dráhe a okrem brzdiaceho systému bolo odskúšané i pristátie. APOLLO-7 s trojčlennou ľudskou posádkou takmer 11 dní krúžilo okolo Zeme, pričom sa skúšalo manévrovanie a preverilo pristátie.

APOLLO-8 na palube s F. Bormanom, J. Lovellom a W. Andersom odštartovalo 21. decembra 1968 k Mesiacu, 24. decembra prešlo na dráhu umelej družice Mesiaca, 10 krát obletelo Mesiac vo výške 112 km, pričom bol snímaný TV kamerou povrch Mesiaca a urobené jeho fotografie. 27. decembra sa vrátilo na Zem.

APOLLO-9 na palube s J. McDivittom, D. Scottom a P. Schweickartom odštartovalo 3. marca 1969 a pri 10 dňovom lete okolo Zeme bolo odskúšané spojenie kabíny lode s lunárnym modulom (kabína sa musela otočiť o 180°), autonómny let lunárneho modulu s kozmonautmi a výstup do kozmu ako skúška výstupu na Mesiac.

APOLLO-10 na palube s T. Staffordom, J. Youngom a s E.Cernanom odštartovalo 18. mája 1969 a pri 8 dňovom lete bol odskúšaný let k Mesiacu, prechod na dráhu umelej družice Mesiaca vo výške 100 km. Loď obletela 31 krát Mesiac a Stafford s Cernanom v oddelenom lunárnom module bez pristátia na Mesiaci 4 krát obletel Mesiac pri minimálnej vzdialenosti k jeho povrchu 15 km. Nasledovalo oddelenie pristávacieho stupňa lunárneho modulu a spojenie modulu s loďou, let k Zemi a pristátie.

V roku 1975, tri roky po poslednom lete s ľudskou posádkou na Mesiac, sa skončilo súperenie medzi ZSSR a USA v dobíjaní kozmu. Bol uskutočnený spoločný experiment kozmických lodí APOLLO-18 a SOJUZ-19 na obežnej dráhe okolo Zeme. Experiment mal názov APOLLO-SOJUZ (alebo SOJUZ-APOLLO). Experiment začal štartom kozmickej lode SOJUZ-19 15.7.1975 o 13 h 20 min SEČ s kozmonautmi A.A.Leonovom a V.N.Kubasovom na obežnú dráhu s perigeom 186 km, apogeom 220 km, sklonom 51,78 stupňov a obežnou dobou 88,49 min (hmotnosť lode 6680 kg). Kozmická loď APOLLO-18 (hmotnosť 14743 kg) s kozmonautami T.P.Staffordom, V.D.Brandom a D.K.Slaytonom štartovala ten istý deň o 20 h 50 min SEČ a bola navedená na dráhu s perigeom 170 km, apogeom 228 km, sklonom 51,76 stupňov s obežnou dobou 88,41 min. Po prechode SOJUZU na takmer kruhovú dráhu (222,7-225,4 km) uskutočnil sa 17.7.1975 o 17 h 09 min dotyk kozmických lodí a o 3 min sa kozmické lode pevne spojili spojili. O 20 h 19 min bol otvorený priechod medzi loďami (spájajúci modul s hmotnosťou 2112 kg mal tvar valca 3x1,5 m a riešil nielen mechanický prechod ale aj prechod medzi kyslíkovou atmosférou na kozmickej lodi APOLLO a normálnou atmosférou na lodi SOJUZ) a kozmonauti si podali ruky. Kozmické lode zostali spojené 46 h 46 min a kozmonauti urobili veľa technologických, biologických a iných experimentov. Po oddelení kozmických lodí 19.7. o 13 h 03 min sa loď APOLLO vzdialila na 200 m a sovietski kozmonauti mohli pozorovať umelé zatmenie Slnka kozmickou loďou APOLLO. Posádky lodí potom uskutočňovali samostatné experimenty. Loď SOJUZ-19 pristála 21.7.1975 o 11 h 50 min SEČ v Kazachstane a loď APOLLO-18 24.7.1975 o 22 h 18 min SEČ pri Havajských ostrovoch. Nemalú časť prípravy na tento experiment zabrala jazyková príprava kozmonautov. Kozmonauti oboch strán hovorili svojim jazykom a druhá strana im musela dokonale rozumieť.

Prvý človek na Mesiaci

16. júla 1969 odštartovalo APOLLO-11 s úlohou pristáť a vystúpiť na Mesiaci. Posádku lode tvorili N. Armstrong, E. Aldrin a M. Collins. Prví dvaja 20. júla pristáli s lunárnym modulom na Mesiaci. Aby v automatickom režime nepristáli v kráteri s kameňmi s priemerom 3 m, Armstrong prevzal v poslednej fáze pristátia riadenie sám a pristáli 330 m od krátera. Tretí krúžil okolo Mesiaca v základnej lodi. Prvý vystúpil na Mesiac N. Armstrong za priameho televízneho prenosu na Zem so slovami :“Toto je veľký krok pre človeka, ale obrovský skok pre ľudstvo.“ Kozmonauti strávili na Mesiaci 21 hodín a 36 minút. Na Mesiaci inštalovali seizmometer a laserový odrážač a odobrali na Mesiaci 25 kg vzoriek mesačnej pôdy. Prechádzka Armstronga po Mesiaci trvala tri a pol hodiny, Aldrina o štvrt' hodiny menej, pričom so vzdialili od modulu maximálne 30 m. Po štarte z Mesiaca na obežnú dráhu okolo neho sa spojili so základnou loďou, prešli z obežnej dráhy okolo Mesiaca na dráhu k Zemi a 24. júla úspešne pristáli v Tichom oceáne. Po vystúpení na lietadlovú loď ich čakal pobyt v

karanténe, lebo bola obava zo zanesenia nebezpečných mikroorganizmov z Mesiaca na Zem.

Úspešná bola tiež expedícia na Mesiac na lodi APOLLO-12 s kozmonautmi Ch. Conradom, R. Gordonom a A. Beanom, ktorá štartovala 14. novembra 1969. Lunárny modul pristál na Mesiaci 19. novembra. Conrad a Bean strávili na Mesiaci 31 hodín a 31 minút, uskutočnili dva výstupy na Mesiac. Oba trvali skoro 4 hodiny a vzdialili sa pri nich od lunárneho modulu až na 450 metrov. Okrem iného odobrali 36 kg mesačnej pôdy a 24. novembra úspešne pristáli v Tichom oceáne.

Neúspešnou, ale so šťastným koncom, bola expedícia APOLLO-13 s kozmonautmi J. Lovellom, J. Swigertom a F. Haiseom. Pri lete Zem -Mesiac nastala na základnej lodi vážna porucha, ktorá neumožnila zdržať sa pri Mesiaci a po jeho oblete vo výške 250 km sa hneď vydala na cestu k Zemi. Napriek všetkým problémom najmä v zásobovaní elektrickou energiou a nízkou teplotou v kabíne sa im po 6 dňovom lete úspešne podarilo pristáť 17. apríla 1970.

1. februára 1971 začala ďalšia expedícia na Mesiac APOLLO-14. Kozmonauti A. Shepard a E. Mitchell od 5. februára strávili na Mesiaci 33 a pol hodiny, vykonali dve prechádzky po Mesiaci. Jedna trvala 4 hod. 48 min. a druhá bola o 13 minút kratšia. Vzdialili sa od lunárneho modulu na vzdialenosť 1,2 km. Na dvojkoľosovom vozíku vozili a často aj nosili prenosný magnetometer na meranie lokálnych magnetických polí. Kozmonaut S. Roosa na základnej lodi zabezpečil dopad posledného stupňa nosnej rakety na Mesiac s cieľom registrovať seizmické kmity seizmometrom, ktorý umiestnili na Mesiaci predchádzajúce expedície. 10. februára pristáli na Zemi so 43 kg mesačnej horniny a ako posledná posádka, ktorá bola na Mesiaci, museli tiež prejsť karanténou.

Ďalšie tri expedície APOLLO-15,-16 a -17 mali rovnaký charakter. Líšili sa iba dĺžkou pobytu na Mesiaci, troma vychádzkami po Mesiaci (6 h 33 min, 7 h 12 min, 4 h 50 min ; 7 h 11 min, 7 h 23 min, 5 h 40 min ; 7 h 12 min, 7 h 37 min, 7 h 15 min) a spôsobom vychádzok. Všetky tri posádky mali k dispozícii dvojmiestne vozidlo - lunochod, na ktorom sa prvá posádka vzdialila od lunárneho modulu 5 km a prešla po Mesiaci 27,2 km, druhá posádka tiež 5 km a prešla 27,1 km a tretia sa vzdialila 7 km a prešla 35,7 km. Vozidlá dosahovali pri klesaní rýchlosť až 18 km/hod. Všetky tri posádky navštívili do horniny Mesiaca niekoľko vrtoch do hĺbky 3 m, na získanie vzoriek pôdy aj z hlbších vrstiev. Prvá posádka ich priviezla na Zem 77 kg, druhá 97,5 kg a tretia 113 kg. Pri odchode z Mesiaca sa pri druhej a tretej expedícii podaril aj televízny prenos štartu. Prvá a tretia expedícia trvala viac ako 12 dní, druhá viac ako 11 dní. Prvá mala štart 26. júla 1971, druhá 16. apríla 1972 a tretia, ktorej veliteľom bol E. Cernan - Američan slovenského pôvodu, 7. decembra 1972. To bol posledný pobyt človeka na Mesiaci dodnes.

Výskumy Mesiaca nepilotovanými objektmi

Po troch prvých experimentoch LUNA-1,-2 a -3, ktoré už boli spomenuté na začiatku, v ZSSR v rokoch 1963-65 vypustili objekty druhej generácie na výskum Mesiaca. Boli to LUNA-4,-5,-6,-7 a -8. Jednalo sa o experimenty, ktoré mali vyriešiť problémy s mäkkým pristátím na Mesiaci..

31. januára 1966 bol v ZSSR vypustený objekt LUNA-9. Po 4 a pol dňovom lete vo vzdialenosť 75 km od Mesiaca bolo zapnuté brzdenie, ktoré znížilo rýchlosť z 2600 m/s

na niekoľko metrov za sekundu. Pristávací modul s hmotnosťou 100 kg mätko pristál na Mesiaci 3. februára. Bolo s ním uskutočnených 7 rádiových spojení spolu trvajúcich vyše 8 hodín. Okrem vedeckých informácií bolo prenášané aj televízne zobrazenie povrchu Mesiaca. Pristávací modul mal aktívnu dobu života 46 hod. 58 min.

31. marca 1966 bol vypustený objekt LUNA-10, od ktorého sa 3. apríla oddelila umelá družica Mesiaca s hmotnosťou 240 kg s eliptickou dráhou (najmenšia vzdialenosť 350 km, najväčšia vzdialenosť 1017 km) s dobou obehu 2 hod. 58 min. Táto družica Mesiaca aktívne existovala 56 dní. Bolo uskutočnených 219 rádiových spojení s informáciami z prístrojov na družici. Obdobný program mal aj objekt LUNA-11, ktorý bol vypustený 24. augusta 1966. Aktívne existoval 38 dní. LUNA-12 dopravila na dráhu okolo Mesiaca družicu, ktorá za 85 dennú aktívnu dobu života poslala svojim fototelevíznym systémom snímky mesačného povrchu.

21. decembra 1966 bol vypustený objekt LUNA-13, ktorého pristávací modul (112 kg) 24. decembra mätko pristál na Mesiaci. Medzi jeho prístrojmi bol aj prístroj na meranie pevnosti mesačného povrchu a prístroj na registráciu korposkulárneho žiarenia. Na Zem bolo vyslaných aj 5 panorám mesačného povrchu pri rôznych výškach Slnka nad horizontom (6 - 38°).

Objekt LUNA-14 bol vypustený 7. apríla 1968. Vyniesol na eliptickú obežnú dráhu okolo Mesiaca ďalšiu družicu (160 km, 870 km). Skúmal sa pomer hmotností Zeme a Mesiaca, meralo sa kozmické žiarenie a toky nabitých častíc prichádzajúcich zo Slnka a stabilita spojenia v rozličných bodoch dráhy družice.

Prvým objektom tretej generácie objektov dopravovaných k Mesiacu bola LUNA-15. Bola vypustená 13. júla 1969. Mala päťnásobnú hmotnosť. Pri Mesiaci prešla na dráhu vo výške 95 - 221 km a potom na dráhu vo výške 16 - 110 km. Po ukončení programu pri 52 obehu bola pribrzdená a 21. júla dopadla tvrdo na povrch Mesiaca.

LUNA-16, ktorá bola vypustená 12. septembra 1970, dopravila na obežnú dráhu okolo Mesiaca pristávací modul s hmotnosťou 1880 kg. 21. septembra modul mätko pristál na Mesiaci. Vrtacie zariadenie s vnútorným priemerom 20 mm navrávalo do hĺbky 320 mm mesačný povrch, odobralo 105 gramov materiálu, uložilo ho do návratnej časti, ktorá v ten istý deň odštartovala z Mesiaca a 24. septembra mätko pristála na Zemi.

LUNA-17, ktorá štartovala 10. novembra 1970, dopravila na Mesiac automatický dopravný prostriedok - LUNOCHOD-1. Lunochod pristál na Mesiaci 17. novembra. Jeho hmotnosť bola 756 kg, dĺžka s otvoreným krytom 4,42 m, šírka 2,15 m a výška 1,92 m. Lunochod prešiel po Mesiaci dráhu 10540 m, aktívne pracoval 301 dní, detailne prezrel 80000 m², TV systémami bolo získaných 200 panorám a vyše 20000 snímok povrchu, v 500 bodoch boli preskúmané mechanické vlastnosti povrchu a v 25 bodoch bola urobená jeho chemická analýza. Pohyb lunochodu bol ovládaný povelmi zo Zeme na základe televízneho zobrazenia okolia. Vyriešený bol aj vplyv veľkého rozdielu denných a nočných teplôt. Na hornej strane mal umiestnený laserový odrážač na sledovanie zo Zeme.

2. septembra 1971 bola vypustená LUNA-18. Jej lunárny modul po 54 obehu okolo Mesiaca prešiel na mätké pristátie, ktoré sa pre hornatý terén nepodarilo.

28. septembra 1971 bola vypustená LUNA-19, ktorá 3. októbra prešla na kruhovú dráhu umelej družice Mesiaca s výškou 140 km. Dlhodobé pozorovania tohto objektu dovolili upresniť gravitačné a magnetické pole Mesiaca a fotografovať jeho povrch.

14. februára 1972 bola vypustená LUNA-20, ktorá plnila tie isté úlohy ako LUNA-16. 25. februára návratná časť mätko pristála na Zemi. Priviezla 55 gramov materiálu z mesačného povrchu.

LUNA-21, vypustená 8. januára 1973, vyniesla na Mesiac LUNOCHOD-2. Mal vylepšenú konštrukciu, vylepšené palubné systémy a bol doplnený ďalšími prístrojmi. Tento lunochod za 5 lunárnych dní prešiel 37 km.

LUNA-22, vypustená 29. mája 1974 mala podobný program ako LUNA-19. Nad Mesiacom však lietala vo výške 220 km.

LUNA-23 a -24 mali priniesť vzorky materiálu Mesiaca z hĺbky 2 m. Štartovali 29. mája 1974 a 28. októbra 1974. Na objekte LUNA-23 bolo pri pristáti poškodené vrtné zariadenie. LUNA-24 svoju úlohu úspešne splnila. Návratný modul priviezol na Zem 170 gramov vzoriek mesačnej horniny.

Od 30. mája 1966 do 7. januára 1968 bolo v USA vypustených k Mesiacu 7 objektov s názvom SURVEYOR. Ich úlohou bolo vyskúšať systémy mäkkého pristátia. Snímali tiež povrch Mesiaca, robili chemickú analýzu jeho povrchu a skúmali mechanické vlastnosti jeho povrchu. Ich štartovacia hmotnosť bola okolo 1000 kg, po pristáti na Mesiaci mali hmotnosť okolo 280 kg. Brzdiace motory znížili ich pristávaciu rýchlosť vo výške 4 m na 1,5 m/sek. potom padali voľným pádom a rýchlosť pri styku s pôdou bola okolo 4 m/sek.

Od 10. augusta 1966 do 1. augusta 1967 bolo v USA vypustených k Mesiacu 5 objektov s názvom LUNAR-ORBITER. Hmotnosť týchto objektov bola 386 kg. V prvej etape práce (14 dní) sa fotografoval povrch Mesiaca vo vybraných oblastiach, vyvolávali sa snímky a prenášali na Zem. V druhej etape (niekoľko mesiacov) sa skúmala meteorická a radiačná situácia okolo Mesiaca a meralo sa jeho gravitačné pole. Po vyčerpaní zásob stlačeného dusíka, používaného na nastavenie orientácie boli objekty pribrzdzené, aby sa dopadom na Mesiac zničili a očistilo sa tak okolie Mesiaca od nežiadúcich objektov pre budúce lety s ľudskou posádkou a uvoľnilo sa tiež rádiovfrekvenčné pásmo, na ktorom sa uskutočňovalo spojenie.

Kozmické sondy k planéte Venuša

Kozmické sondy MARINER boli vypúšťané v USA. MARINER-1 bol nevydarený pokus o let k Venuši (22.7.1962). MARINER-2 bol vypustený 27. augusta 1962. Bol určený na výskum Venuše. Mal hmotnosť 203 kg a preletel okolo nej vo vzdialenosti 35 tisíc km pričom boli získané údaje o nadoblačnej atmosfére, o magnetickom poli a upresnená hmotnosť Venuše. MARINER-5 bol vypustený v júni 1967. Okolo Venuše preletel vo vzdialenosti 4000 km. Pokračoval vo výskumoch začatých sondou MERINER-2.

MARINER-10 bol určený na výskum Venuše a Merkúru. Bol vypustený v novembri 1973. Jeho hmotnosť bola 526 kg. Okolo Venuše preletel vo vzdialenosti 5770 km 3 mesiace po vypustení. Na Zem vyslal okolo 3700 snímok oblačného príkrovu planéty, z ktorých sa získali niektoré poznatky o cirkulácii atmosféry. Príťažlivosť Venuše bola využitá na zmenu dráhy sondy tak, aby preletela okolo planéty Merkúr trikrát. Prvý raz vo vzdialenosti 750 km, druhý raz vo vzdialenosti 48 tisíc km a tretí raz vo vzdialenosti 318 km. Bolo získaných okolo 2000 snímok planéty Merkúr s rozlíšením 50 m. Bola objavená riedka héliová atmosféra a slabé magnetické pole.

Po vypustení kozmickej sondy PIONEER-4, ktorý bol spomínaný v úvodnej časti a ktorému predchádzali neúspešné PIONEER-1,-2 a -3, 11. marca 1960 a 16. decembra 1965 boli v USA vypustené kozmické sondy PIONEER-5 a -6 na heliocentrickú dráhu vo vzdialenosti až 148 mil. km. Skúmali oblasti medzi dráhami Zeme a Venuše. Spojenie bolo udržiavané až do rekordnej vzdialenosti 36,2 mil. km od Zeme. Hmotnosť týchto sond bola okolo 50 kg. Podobné úlohy plnila aj sonda PIONEER-9, ktorá bola vypustená 8. novembra 1968.

20. mája 1978 bola vypustená sonda PIONEER-VENUS-1 s hmotnosťou 367 kg, ktorý 4. decembra prešiel na dráhu umelej družice Venuše. Na svojej palube mal analyzátor plazmy, detektor elektrického poľa, merač gama žiarenia, rádiometer, hmotový spektrometer, magnetometer a ultrafialový spektrometer. V roku 1981 bolo vyčerpané palivo systému orientácie. Neorientovaný objekt sa potom využíval na iné ciele.

PIONEER-VENUS-2 bol vypustený 8. augusta 1978. Jeho úlohou bolo preskúmať atmosféru Venuše. Objekt okrem základného bloku (904 kg) mal aj veľkú sondu (316 kg) s tromi malými sondami (po 97 kg). Veľká sonda sa oddelila 15. novembra a malé sondy o 5 dní neskôr. Základný blok dostihol Venušu 9. decembra, vošiel do atmosféry Venuše a po 2 minútach na výške 115 km zhorel. Veľká sonda bola brzdená padákom, ktorý sa oddelil na výške 47 km a potom 39 minút padala než dosiahla povrch Venuše.

V ZSSR na výskum Venuše okrem už na začiatku spomínanej medziplanetárnej sondy VENERA-1 v rokoch 1961 až 1983 bolo vypustených ešte 15 medziplanetárnych sond VENERA. V roku 1965 bola vypustená VENERA-2, ktorá preletela okolo Venuše vo vzdialenosti 24 tisíc km. Na palube mala okrem vedeckých prístrojov aj fototelevízny systém. Ten istý rok odletela k Venuši aj VENERA-3, ktorá mala pristávaciu časť priemeru 90 cm a padákový brzdiaci systém. Pristávaciu časť dopadla na Venušu 1. marca 1966. V júni 1967 bola vypustená VENERA-4, ktorej pristávací modul brzdený padákom mätko pristál na Venuši, vysielajúc údaje o atmosfére. VENERA-5 a -6 boli vypustené s 5 dňovým posunom v januári 1969. Opakovali úlohu sondy VENERA-4. Podarilo sa im vysielat' údaje do hlbších vrstiev atmosféry Venuše. VENERA-7 bola skonštruovaná na väčší tlak a vyššiu teplotu. Na mieste pristátia bola nameraná teplota 475 stupňov a tlak 9 Mpa. Venera-8 plnila úlohu podobnú ako predchádzajúca sonda, len mala pristáť na osvetlenú stranu. Po pristáti pracovala ešte 50 minút. Namerané boli rovnaké hodnoty ako na neosvetlenej strane. Sondy VENERA-9 a -10 boli nového typu. Ich hmotnosť bola 3 krát väčšia ako u predchádzajúcich sond. Boli vypustené 8. a 14. júna 1975. Dva dni pred priletom k Venuši boli oddelené pristávacie moduly, ktoré 22. a 25. októbra pristali na osvetlenú stranu. Tá nebola v tom čase viditeľná zo Zeme a spojenie sa uskutočnilo cez retranslátory, ktorými boli základné sondy navedené na dráhu umelých družíc Venuše. Podobne fungovali aj sondy VENERA-11 a -12 vypustené v septembri 1978. Po mätkom pristáti bola vzdialenosť modulov 800 km. Základné sondy, ktoré tvorili retranslačné stanice tento raz preleteli okolo Venuše a nestali sa jej družicami. V októbri a novembri 1981 boli vypustené sondy VENERA-13 a -14. Na rozdiel od predchádzajúcich pristávacích modulov tieto urobili aj chemickú analýzu pôdy Venuše. 2. a 7. júna 1983 boli vypustené sondy VENERA-15 a -16. V októbri prešli na dráhy okolo Venuše a mapovali rádiolokátorom povrch Venuše vrátane polárnych oblastí.

4. mája 1989 bola raketoplánom ATLANTIS vysadená na medziplanetárnu dráhu sonda MAGELLAN, ktorá po dosiahnutí planéty Venuša prešla na obežnú dráhu okolo nej a od 15. septembra 1990 vysielala rádiolokačné zobrazenia povrchu Venuše.

Kozmické sondy k planéte MARS

Kozmické sondy MARS boli vypúšťané v ZSSR. MARS-1 (1962) mal hmotnosť 893 kg. Hoci vyslal na Zem mnoho fyzikálnych údajov z medziplanetárneho priestoru, pri prelete okolo Marsu vo vzdialenosti 197 tisíc km už s ním nebolo rádiové spojenie. MARS-2 a -3 mali hmotnosť až 4650 kg. Boli vypustené v máji 1971 s 9 dňovým odstupom. Po priblížení k Marsu sa od nich odpojili pristávacie moduly s brzdiacim systémom na mäkké pristátie. Základné sondy prešli na dráhy umelých družíc Marsu. Slúžili ako retranslátoary rádiového spojenia s pristávacími modulmi, ktoré vysielali fyzikálne údaje na pristávacej trajektórii. Okrem prístrojov na fyzikálne merania mali na palube farebný televízny systém vysielajúci na Zem farebné zobrazenie povrchu Marsu. Prvá sonda vykonala 362 obletov Marsu, druhá len 20. Sondy MARS-4, -5, -6 a -7 boli vypustené v roku 1973 21. a 25. júla a 5. a 9. augusta. MARS-4 a -5 boli určené na výskum Marsu z orbity umelej družice. MARS-6 a -7 mali pristávacie moduly. Sondy MARS-4 sa nepodarilo previesť na dráhu umelej družice. Preletela okolo planéty vo vzdialenosti 2200 km fotografujúc Mars. MARS-5 prešiel na eliptickú dráhu umelej družice Marsu (vzdialenosť 1760 a 35000 km). Sonda MARS-6 vypustila pristávací modul, ktorý po brzdení pristál na Marse. Sama preletela okolo Marsu vo vzdialenosti okolo 1600 km a slúžila ako rádiový retranslátor pre pristávací modul. Pristávací modul sondy MARS-7 sa po oddelení nepodarilo naviesť na pristátie a preletel okolo planéty vo vzdialenosti 1300 km.

V USA boli kozmické sondy MARINER vypúšťané aj k planéte Mars. Sonda MARINER-4 bola vypustená 28. novembra 1964. Mala hmotnosť 261 kg, preletela okolo Marsu vo vzdialenosti 10 tisíc km. Bolo urobených 22 snímok jeho povrchu a upresnená jeho hmotnosť. Americké sondy PIONEER-7 a -8 v roku 1966 a 1967 skúmali oblasti medzi dráhami Zeme a Marsu. Pod menom MARINER-6 a-7 boli vypustené vo februári a marci 1969 ďalšie sondy. Preleteli okolo Marsu vo vzdialenosť približne 3400 km. Prvá sonda urobila 74 snímok a druhá sonda 93 snímok povrchu Marsu s rozlíšením 300 m. Sonda MARINER-9 bola vypustená 30. mája 1971. Mala hmotnosť 998 kg a po priblížení k Marsu prešla na eliptickú dráhu jeho umelej družice (1400km a 18 tisíc km). Za jeden rok činnosti vyslal na Zem 7329 snímok planéty Mars a jeho mesiacov Fobos a Deimos s rozlíšením 100 m.

Americké sondy VIKING-1 a -2 boli vypustené 20. augusta a 9. septembra 1975. Ich hmotnosť bola 3420 kg. Mali orbitálnu stanicu a pristávací modul, ktorý po pristáti na Marse mal hmotnosť 577 kg. V júni a auguste 1976 prešli na pretiahlu eliptickú dráhu okolo Marsu (1500 , 50600 km a 1519, 35600 km). Potom boli sondy prevedené na synchronnú orbitu s pericentrom 1500 km nad vypočítaným miestom pristátia, aby bol preň vybraný vhodný terén. Po mesiaci meraní a vyhľadávaní miesta pristávacie moduly mätko pristáli na Marse a urobili merania na pristávacej dráhe i na jeho povrchu. Okrem iného boli skúmané mechanické vlastnosti pôdy a negatívne bolo aj hľadanie organických látok v pôde. V zimných mesiacoch zaregistroval pristávací modul sondy VIKING-2 v oblasti pristátia biele škvrny, o ktorých sa predpokladá, že sú inoväťou

vodného ľadu. Obe sondy a ich pristávacie moduly vyslali na Zem niekoľko tisíc snímok planéty Mars. Práca orbitálnej časti druhej sondy bola skončená po vyčerpaní zásob stlačeného dusíka pre systém orientácie 25. júla 1978. Pre tú istú príčinu bola skončená práca prvej sondy 7. augusta 1980. Pristávací modul druhej sondy skončil prácu v marci 1980 pre nedostatky v elektroenergetickom systéme. Spojenie s pristávacím modulom prvej sondy bolo skončené v novembri 1982.

Kozmické sondy k vzdialeným planétam

Kozmické sondy PIONEER- 10 a -11 mali hmotnosť 250 kg a ich úlohy boli veľmi náročné. Sonda PIONEER-10 odštartovala 3. marca 1972, dosiahla pri Zemi rekordnú rýchlosť 14 km/sek., 4. decembra 1973 preletela okolo Jupitera vo vzdialenosti 131 tisíc km, vyslala na Zem 80 snímok Jupitera, sledovala jeho okoloplanetárny priestor a jeho Galileove mesiace. V roku 1979 preletela okolo Uránu a v roku 1987 okolo Pluta a opustila našu Slnčnú sústavu. Nesie obrazové posolstvo pre možné mimozemské inteligencie. Je na ňom časová mierka jadrovej reakcie (1957), konštrukcia sondy, reprezentanti ľudstva - muž a žena a slnečný planetárny systém. Sonda PIONEER-11 odštartovala 5. apríla 1973, v decembri 1974 preletela okolo Jupitera vo vzdialenosti 20 tisíc km a od jeho mesiaca Titan 356 tisíc km. V roku 1979 preletela okolo planéty Saturn, pričom bol objavený jeho ďalší pás a mesiac. Pri Saturne vplyvom jeho príťažlivosti sonda zmenila smer a skoro po priamke sa začala vzdďaľovať od Slnka. Medziplanetárna sonda VOYAGER-2 štartovala 20. augusta 1977 po pomalej dráhe k Jupiteru. Sonda VOYAGER-1 štartovala 5. septembra po rýchlej dráhe k Jupiteru. Hmotnosť sond bola 798 kg. Elektronapájanie bolo zabezpečené z izotopových generátorov, lebo slnečné batérie na veľkých vzdialenostiach od Slnka nebolo možné použiť. Polohu niektorých prístrojov najmä kamier bolo možné meniť ich uložením na skanovaciú plošinu. Činnosť sond bola riadená zdvojenými centrálnymi počítačmi. 15. decembra 1977 sonda VOYAGER-1 prebehla sondu VOYAGER-2 a 8. septembra 1978 vyšla z pásu asteroidov. 5. marca 1979 sa priblížila k Jupiteru na 280 tisíc km. Urobila 18 tisíc snímok planéty a jej mesiacov. Objavila Jupiterov prstenec, sopečnú činnosť na mesiaci Io a povrchové útvary na ďalších jej mesiacoch. Gravitačnými účinkami Jupitera bola sonda nasmerovaná na dráhu k planéte Saturn. 12. novembra 1980 sa priblížila k Saturnu na 124 tisíc km. Preletela pod rovinou jeho prstencov a k jeho mesiacu Titan na vzdialenosť 4500 km. Okolo ostatných mesiacov preletela vo vzdialenostiach nad 100 tisíc km. Objavila detajlnú štruktúru prstencov (stá) Saturna, povrchové útvary na jeho mesiacoch a štruktúru mračien planéty. Po prelete okolo Saturna uniká sonda zo Slnčnej sústavy. Sonda VOYAGER-2 vyšla z pásu asteroidov 21. októbra 1978 a 9. júla 1979 sa priblížila k Jupiteru na vzdialenosť 648 tisíc km, doplnila údaje získané sondou VOYAGER-1 s vyššou presnosťou a detajlnejšími zábermi Veľkej červenej škvrny, Jupiterovho prstena a niektorých mesiacov. 26. augusta 1981 preletela okolo Saturna vo vzdialenosti 101 tisíc km a získala podobné údaje ako predchádzajúca sonda. Potom sonda VOYAGER-2 prešla na dráhu letu k planéte Urán. 24. januára 1986 preletela okolo neho vo vzdialenosti 24 000 km, získala jeho snímky, objavila ďalšie jeho mesiace (10), rozlíšila jeho prstence (9) a spresnila jeho hmotnosť a priemer. 24. augusta 1989 preletela sonda okolo planéty Neptún vo

vzdialenosti 29230 km. Sonda pritom objavila okrem iného 6 nových mesiacov. Neptún ich má dovedna 8.

18. októbra 1989 bola vynesená na obežnú dráhu raketoplánom ATLANTIS kozmická sonda GALILEO s jeho pohonnou jednotkou. O deň neskôr bola uvedená do činnosti pohonná jednotka sondy a sonda bola navedená na medziplanetárnu dráhu k planéte Venuša. 10. februára 1990 preletela sonda okolo Venuše vo vzdialenosti 16250 km. Urobila 81 snímok Venuše a vplyvom jej gravitácie zvýšila svoju rýchlosť. 8. decembra 1990 preletela sonda okolo Zeme vo vzdialenosti 960 km a došlo k ďalšiemu zvýšeniu jej rýchlosti. 29. októbra 1991 preletela sonda okolo asteroidu Gaspra vo vzdialenosti 1600 km a urobila jeho snímky s rozlíšením 160 m. Pri návrate k Zemi 8. decembra 1992 preletela sonda vo vzdialenosti 110 tisíc km nad severnou pologuľou Mesiaca a boli urobené prvé snímky jeho severného pólu (1067 záberov s rozlíšením 1 km). O 11 hodín neskôr preletela sonda vo výške 304 km nad južným Atlantikom (70 snímok Ánd a Kordilier s rozlíšením 10 m). Zvýšením rýchlosti na 39 km/s prešla sonda na heliocentrickú dráhu pretínajúcu dráhu planéty Jupiter. 28. augusta 1993 preletela sonda vo vzdialenosti 2400 km od asteroidu Ida. Bolo získaných 150 snímok tohto asteroidu s maximálnym rozlíšením 24 m. Ich štúdiom bol objavený mesiac asteroidu Ida, ktorý bol neskôr pomenovaný Daktyl. Od 17. do 22. júla 1994 bola zo sondy snímaná zrážka kométy Shoemaker-Levi 9 s planétou Jupiter. Bolo získaných 150 snímok tejto zrážky. Snímky mesiaca lo priniesli svedectvo o neštandardnej vulkanickej činnosti na tomto mesiaci.

Let do tretej dimenzie

Všetky doteraz spomínané lety sa uskutočnili v relatívne malej vzdialenosti od roviny ekliptiky. Na lety do väčších vzdialeností je potrebná energia, ktorú nemôže udeliť sondám žiadna zo známych rakiet. Na urýchlenie kozmickej sondy na let do veľkých vzdialeností od roviny ekliptiky sa využila obrovská hmotnosť planéty Jupiter, ktorého gravitačná sila pri správnom navedení kozmickej sondy k nej by mohla dodať sonde dostatočnú energiu na únik z roviny ekliptiky. Túto možnosť využila kozmická sonda ULYSSES (anglický názov pre Odyssea), ktorú vyniesol na obežnú dráhu raketoplán DISCOVERY 6. októbra 1990. Vo februári 1992 preletela sonda okolo planéty Jupiter. Po zrýchlení Jupiterom je dráha sondy v rovine skoro kolmej na rovinu ekliptiky. V roku 1994 preletela sonda južnou polárnou oblasťou Slnka. V marci 1995 bola v perihéliu svojej dráhy. V júni až septembri 1995 preletela severnú polárnou oblasť Slnka. Vo februári roku 1998 doletela k obežnej dráhe Jupitera a začala svoj druhý oblet okolo Slnka. Prvý oblet sa uskutočnil v období minima slnečnej činnosti. Druhý oblet sa uskutočňuje v období maxima vďaka rozhodnutiu predĺžiť fungovanie sondy, ktoré sa malo skončiť v septembri roku 1995.

Na sonde ULYSSES sú umiestnené nasledujúce vedecké prístroje :

1. Merač iónov a elektrónov nízkych energií HI-SCALE (Bell Laboratories)
2. Merač magnetického poľa VHM AND FGM (Imperial College London)
3. Merač plazmy slnečného vetra SWOOPS (Los Alamos)
4. Merač slnečného a kozmického gama-žiarenia GRB (UC Berkeley)
5. Merač zloženia iónov slnečného vetra SWICS (Bern)
6. Merač častíc slnečného a kozmického žiarenia COSPIN (Chicago)

7. Merač rádiových a plazmových vln URAP (NASA Goddard)
8. Merač energetických častíc a medzihviezdneho neutrálneho plynu EPAC, GAS (MPAe Lindau) a
9. Merač kozmického prachu DUST (MPK Heidelberg).

Orbitálne stanice SALUT

Orbitálne stanice SALUT boli pripravené a vypustené v ZSSR. Ich hmotnosť po vynesení na orbitu bola 19 ton. Priemer staníc 4,15 m, dĺžka 13,6 až 16 m. Základné napájanie elektrickou energiou bolo zo slnečných batérií. Na prvých troch staniciach mali plochu 28 m² a orientovali sa na Slnko spolu so stanicou. Stanice SALUT-4 až -7 mali slnečné batérie 60 m² a na Slnko boli orientované samostatnými orientačnými systémami. Stanice lietali vo výškach od 200 do 280 km, aby sa nachádzali pod radiačnými pásmi a posádky boli vystavené menšej radiácii.

Stanica SALUT-1 lietal od apríla do októbra 1971. Prvá priletela k stanici loď SOJUZ-10. Uskutočnilo sa jej spojenie s orbitálnou stanicou, ale pre chybu v spojovacom agregáte lode SOJUZ sa prechod kozmonautov na stanicu neuskutočnil a po dvoch dňoch sa vrátili na Zem. SOJUZ-11 dopravila na stanicu posádku v zložení G.Dobrovolskij, V. Volkov a V. Pacajev, ktorá pracovala na stanici 22 dní a odskúšala prakticky všetky systémy stanice. Pri návrate na Zem v dôsledku porušenia hermetičnosti kabíny všetci traja členovia posádky zahynuli.

Stanica SALUT-2 lietala od 3. do 29. apríla 1973. Pre chybu v systéme orientácie stanice k nej nepriletela žiadna posádka.

Stanica SALUT-3 lietala od júna 1974 do januára 1975. V júli ju navštívila dvojčlenná posádka na lodi SOJUZ-14, ktorá tam odpracovala 14 dní. V auguste dopravil automatický návratný modul materiály pozorovania zo stanice na Zem.

Stanica SALUT-4 lietala od decembra 1974 do februára 1977. V januári 1975 dopravila loď SOJUZ-17 dvoch členov posádky, ktorí pracovali na stanici 28 dní. 24. mája 1975 dopravila loď SOJUZ-18 na stanicu posádku P. Klimuk a V. Sevastianov, ktorá odpracovala na nej 63 dní. Od novembra 1975 3 mesiace bol spojený s orbitálnou stanicou bezpilotný SOJUZ-20 a uskutočnili sa skúšky doby života jednotlivých systémov.

Stanica SALUT-5 lietala od júna 1976 14 mesiacov. Dvojčlenná posádka SOJUZ-21 pracovala na stanici v júli a auguste 1976 48 dní. Dvojčlenná posádka lode SOJUZ-24 pracovala vo februári 1977 na stanici 17 dní.

Stanica SALUT-6 lietala od augusta 1977 do júla 1982. Bola doplnená o ďalšie stykové miesto. Na zásobovanie stanice bola vyvinutá transportná loď Progress. Prvá posádka J. Romanenko a J. Grečko priletela na stanicu loďou SOJUZ-26 v decembri 1977 a pracovala na stanici 96 dní. Za ten čas na lodi SOJUZ-27 priletela na stanicu dvojčlenná posádka, ktorá pracovala na stanici len niekoľko dní. 2. marca 1978 odštartovala loď SOJUZ-28 s posádkou A. Gubarev a V. Remek (ČSSR). Ako prvá medzinárodná posádka pracovala niekoľko dní so základnou posádkou na orbitálnej stanici, uskutočnila plánované experimenty a 10. marca sa vrátila na Zem.

Druhá základná posádka stanice SALUT-6 štartovala na lodi SOJUZ-29. Pracovala na stanici 139 dní. Za túto dobu pracovali na orbitálnej stanici dve medzinárodné

posádky. Na lodi SOJUZ-30 prileteli P. Klimuk a M. Hermaszewski (Poľsko) a na lodi SOJUZ-31 V. Bykovskij a Z. Jähn (NDR).

Tretia základná posádka štartovala na lodi SOJUZ-32 5. februára 1979 a pracovala na stanici 174 dní. Medzinárodnej posádke N. Rukavišnikov a G. Ivanov (Bulharsko) sa v apríli nepodarilo spojiť s orbitálnou stanicou. V júni bola k orbitálnej stanici vyslaná loď SOJUZ-34 a SOJUZ-32 bol s výsledkami výskumov a experimentov poslaný na Zem. Tretia základná posádka sa vrátila na Zem loďou SOJUZ-34.

Štvrtá základná posádka orbitálnej stanice štartovala na lodi SOJUZ-35 9. apríla 1980. Pracovala na nej 184 dní. V máji a júni 7 dní pracovala na stanici medzinárodná posádka V. Kubasov a B. Farkas (Maďarsko), ktorá letela na lodi SOJUZ-36. V júli 7 dní pracovala na stanici ďalšia medzinárodná posádka V. Gorbátko a Fam Tuan (Vietnam), ktorá priletela na lodi SOJUZ-37. V septembri pracovala na orbitálnej stanici 7 dní medzinárodná posádka J. Romanenko a A.T. Mendez (Kuba), ktorá priletela na lodi SOJUZ-38.

Piata základná posádka orbitálnej stanice štartovala na lodi SOJUZ T-4 12. marca 1981 a pracovala na nej 74 dní. Za ten čas pracovali na orbitálnej stanici dve medzinárodné posádky. 7 dní v marci V. Džanibekov a Ž. Gurragča (Mongolsko) a 7 dní v máji L. Popov a D. Prunariu (Rumunsko). Let orbitálnej stanice v automatickom režime pokračoval do 29. júla 1982.

Stanica SALUT-7 bola vypustená 19. apríla 1982. Prvá základná posádka priletela na orbitálnu stanicu 13. mája loďou SOJUZ T-5. Tvorili ju A. Berezovoj a V. Lebedev, ktorí strávili na orbitálnej stanici 211 dní. 24. júna priletela na 7 dní medzinárodná posádka SOJUZ T-6, ktorú tvorili V. Džanibekov, A. Ivančenkov a J. Chrétien (Francúzsko). 19. augusta priletela na 7 dní k orbitálnej stanici loď SOJUZ T-7 s posádkou, ktorú tvorili L. Popov, A. Serebrov a S. Savickaja.

Pokus o privezenie ďalšej základnej trojčlennej posádky loďou SOJUZ T-8 v apríli 1983 sa nepodaril, a tak druhá základná posádka v zložení V. Lachov a A. Alexandrov sa dostala na orbitálnu stanicu až 27. júna loďou SOJUZ T-9 a pracovala na nej 149 dní.

Tretia základná posádka priletela k orbitálnej stanici SALUT-7 8. februára 1984 loďou SOJUZ T-10. Tvorili ju L. Kizim, V. Soloviov a O. Aťkov a pracovali na stanici 236 dní. Loďou SOJUZ T-11 3. apríla priletela k stanici na 7 dní ďalšia medzinárodná posádka v zložení J. Malyšev, G. Strekalov a R. Šarma (India). 17. júla priletela k orbitálnej stanici na 11 dní posádka lode SOJUZ T-12 V. Džanibekov, S. Savickaja a I. Volk. S. Savickaja ako prvá žena vystúpila do kozmického priestoru.

Štvrtá základná posádka priletela k orbitálnej stanici 6. júna 1985 loďou SOJUZ T-13. Tvorili ju V. Džanibekov a V. Savinych. V. Savinych pracoval na nej 168 dní. 17. septembra loďou SOJUZ T-14 prileteli tiež V. Vasiutin, G. Grečko a A. Volkov. 26. septembra sa na Zem vrátil na lodi SOJUZ T-13 Grečko s Džanibekovom. Vasiutin s Volkovom zostali na stanici pracovať ešte 64 dní.

13. marca 1986 pristáli na orbitálnej stanici MIR L. Kizim a V. Soloviov. 5. mája preleteli zo stanice MIR na SALUT-7. 26. júna sa vrátili na MIR s nákladom ešte funkčných prístrojov.

Orbitálna stanica SKYLAB

Orbitálna stanica SKYLAB bola pripravená a vynesená na takmer kruhovú obežnú dráhu s výškou 435 km v USA. Jej hmotnosť bola 77 ton, dĺžka 25 m a priemer do 6,6 m. Elektrické napájanie bolo zabezpečené dvoma systémami slnečných batérií, každá s plochou 110 m štvorcových a výkonom 3,8 kW. Na obežnú dráhu bola vynesená 14. mája 1973. 9. júla 1979 vošla do atmosféry. Nezhorené časti padli do Indického oceánu a do málo obývaných časti Západnej Austrálie.

Prvá posádka v zložení Ch. Conrad, J. Kerwin a P. Weitz bola dopravená na orbitálnu stanicu loďou APOLLO S.2 25. mája 1973 a pracovala na nej 28 dní. Jednou z jej úloh bola oprava slnečných batérií.

Druhá posádka v zložení A. Bean, O. Garriott a J. Lousma bola dopravená na orbitálnu stanicu loďou APOLLO S.3 28. júla 1973 a pracovala na nej 59 dní. Jej úlohou bolo pozorovanie Zeme a Slnka a biologické experimenty.

Tretia posádka v zložení G. Carr, E. Gibson a W. Pougue bola dopravená na orbitálnu stanicu loďou APOLLO S.4 16. novembra 1973 a pracovala na nej do 8. februára 1974 (84 dní). Medzi úlohami mala pozorovanie Kohoutkovej kométy a čiastočného zatmenia Slnka.

Pri výskume Zeme posádky urobili 40 tisíc a pri výskume Slnka 200 tisíc snímok, najviac v rgt a ultrafialovej oblasti spektra.

Lety raketoplánmi

V USA vyvinuté raketoplány majú názov SPACE SHUTTLE (kozmický tkáčsky člnok). Mali zlacniť kozmický výskum, lebo dovtedy používané návratné kozmické lode bolo možné použiť len raz. Raketoplány však umožňovali a umožňujú nielen vynášanie kozmických objektov ale aj ich stiahnutie z obežnej dráhy na Zem. Na obežnú dráhu s výškou 185 km sú schopné vyniesť objekty s hmotnosťou 29,5 t a z obežnej dráhy dopraviť na Zem objekty s hmotnosťou 14,5 t. Raketoplán má hmotnosť 111 t, dĺžku 37,3 m, výšku 17,5 m a rozpätie 23,8 m. Jeho nákladný priestor má rozmer 18,3 x 4,6 m. Posádka môže byť 7 členná, z toho štyria výskumníci alebo experimentátori. Nominálna dĺžka letu je 7 dní a výška dráhy 200 - 500 km. Na jeho prepravu medzi kozmodromami bolo upravené dopravné lietadlo Boing-747, ktoré má raketoplán pripevnený na trupe lietadla. Pri prvých letových skúškach raketoplán sa odpútal vo výške od lietadla.

Prvý štart raketoplánu SPACE SHUTTLE s menom COLUMBIA sa uskutočnil 12. apríla 1981. Trval 2 dni. Jeho posádku tvorili kozmonauti J.Young a R. Crippen.

Druhý štart raketoplánu COLUMBIA sa uskutočnil 12. novembra 1981. Trval 2 dni. Jeho posádku tvorili kozmonauti J. Engle a R. Truly. Za letu odskúšali prácu s manipulátorom užitočného nákladu.

Tretí štart raketoplánu COLUMBIA sa uskutočnil 22. marca 1982. Trval 8 dní. Jeho posádku tvorili J. Lousma a Ch. Fullerton.

Štvrtý štart raketoplánu COLUMBIA sa uskutočnil 27. júna 1982. Trval 7 dní. Jeho posádku tvorili T. Mattingly a H. Hartsfield.

11. novembra 1982 raketoplán COLUMBIA štartoval piaty raz. Na palube bola štvorčlenná posádka V. Brand, R. Overmyer, J. Allen a W. Lenoir. Let trval 5 dní a medzi iným bol uskutočnený aj prvý výstup do kozmu z raketoplánu.

Druhý raketoplán SPACE SHUTTLE sa nazýval CHALLENGER. Prvý jeho štart sa uskutočnil 4. apríla 1983. Posádka bola štvorčlenná a let trval 5 dní. Na obežnú dráhu bola vynesená družica TDRS-1.

Druhý štart raketoplánu CHALLENGER sa uskutočnil 18. júna 1983. Trval 6 dní a v 5 člennej posádke bola aj prvá americká kozmonautka S. Ride. Na obežnú dráhu boli vynesené dve komerčné družice.

Tretí štart raketoplánu CHALLENGER sa uskutočnil 30. augusta 1983. Trval 6 dní. V 5 člennej posádke bol lekárom W. Thornton. V dobe letu mal 54 rokov. Na obežnú dráhu bola vynesená jedna komunikačná družica.

28. novembra 1983 sa uskutočnil šiesty štart raketoplánu COLUMBIA. Trval 10 dní. V 6 člennej posádke bol aj nemecký občan U. Merbold. V nákladnom priestore raketoplánu sa nachádzal orbitálny blok SPACELAB-1 s hmotnosťou 14,1 t (maximálna hmotnosť v nákladnom priestore, s ktorou môže raketoplán SPACE SHUTTLE pristáť na Zemi). Bol vyvinutý Európskou kozmickou agentúrou ESA na uskutočnenie výskumov a experimentov na dráhe okolo Zeme bez oddelenia od raketoplánu.

3. februára 1984 sa uskutočnil štvrtý štart raketoplánu CHALLENGER. Trval 7 dní. Z nákladného priestoru boli vyložené na orbitu dve spojovacie družice. Dvaja členovia z 5 člennej posádky vystúpili do kozmu a odskúšali systém premiestňovania, nachádzajúci sa v „batohu“ na chrbte. Stiahli do nákladného priestoru raketoplánu družicu, opravili ju a opäť vyložili z raketoplánu. Dovtedy sa v „batohu“ na chrbte nachádzal len systém zabezpečujúci životné funkcie kozmonautov v skafandri.

6. apríla 1984 odštartoval piaty raz raketoplán CHALLENGER. Na palube mal 6 člennú posádku. Let trval 6 dní. Dvaja členovia posádky vystúpili na 7 hodín do kozmu, aby opravili družicu na obežnej dráhe okolo Zeme. Z nákladného priestoru bola na obežnú dráhu „vyložená“ družica určená na vedecké pozorovania.

Tretí raketoplán SPACE SHUTTLE sa nazýval DISCOVERY. Prvý jeho štart sa uskutočnil 30. augusta 1984. Let trval 6 dní. Posádku tvorilo 6 kozmonautov z toho jedna žena. Okrem letových skúšok raketoplánu bol let určený na vnesenie troch spojovacích družíc na orbitu raketoplánu. Spojovacie družice boli potom prevedené na stacionárnu dráhu (výška 35 tisíc km).

5. októbra 1984 odštartoval na svoj šiesty let raketoplán CHALLENGER. Let trval 8 dní. Posádka mala 7 členov z toho dve ženy a jedného kanadského občana. K. Sullivanová ako prvá Američanka vystúpila do odkrytého kozmu. Z nákladného priestoru raketoplánu bola vyložená na obežnú dráhu družica určená na vedecké účely.

8. novembra 1984 odštartoval na svoj druhý let raketoplán DISCOVERY. Let trval 7 dní. Posádku tvorilo 5 členov. Úlohou letu bolo dopraviť na obežnú dráhu dve spojovacie družice, ktoré boli neskôr prevedené na stacionárne dráhy. Okrem toho bolo treba zachytiť dve spojovacie družice vyvedené na obežnú dráhu raketoplánom CHALLENGER vo februári. Obe družice boli postupne uložené v nákladnom priestore a privezené na Zem na opravu, čo bolo lacnejšie ako výroba nových.

24. januára 1985 odštartoval na svoj tretí let raketoplán DISCOVERY. Let trval 3 dni. Posádka bola päťčlenná. Plnila úlohy ministerstva obrany USA.

12. apríla 1985 odštartoval na svoj štvrtý let raketoplán DISCOVERY. Let so sedemčlennou posádkou trval necelých 7 dní. Raketoplán vyniesol na obežnú dráhu dve spojovacie družice. V posádke bol prvý raz aj senátor USA E. J. Garn

29. apríla 1985 odštartoval na svoj siedmy let raketoplán CHALLENGER. V nákladnom priestore viezol kozmické laboratórium SPACELAB-3. Let trval 7 dní. V sedemčlennej posádke bol 56 ročný lekár W. Thornton.

17. júna 1985 odštartoval na svoj piaty let raketoplán DISCOVERY. Let trval 7 dní. V sedemčlennej posádke bol aj Francúz P. Baudry a občan Saudskej Arábie S. Saúd. Na obežnú dráhu boli vynesené tri telekomunikačné družice.

29. júla 1985 odštartoval na svoj ôsmy let raketoplán CHALLENGER. Let trval 7 dní. V sedemčlennej posádke bol aj 58 ročný K. Henize. V nákladnom priestore viezol raketoplán kozmické laboratórium SPACELAB-2.

27. augusta 1985 odštartoval na svoj šiesty let raketoplán DISCOVERY. Let trval 7 dní. Posádka mala 5 členov. Na obežnú dráhu boli vynesené tri telekomunikačné družice a opravená družica SYNCOM IV-3.

3. októbra 1985 odštartoval na svoj prvý let raketoplán ATLANTIS. Let trval 4 dni. Posádka mala 5 členov. Let bol zameraný na potreby Ministerstva obrany USA.

30. októbra 1985 odštartoval na svoj deviaty let raketoplán CHALLENGER. Let trval 7 dní. V osemčlennej posádke boli aj dvaja Nemci a jeden Holanďan. V nákladnom priestore bolo umiestnené kozmické laboratórium SPACELAB D-1, vyrobené v Nemecku.

27. novembra 1985 odštartoval na svoj druhý let raketoplán ATLANTIS. Let trval necelých 7 dní. V sedemčlennej posádke bol aj Veri Vela (Mexiko). Na obežnú dráhu boli vynesené tri telekomunikačné družice.

12. januára 1986 odštartoval na svoj siedmy let raketoplán COLUMBIA. Let trval necelých sedem dní. Posádka mala 7 členov. V posádke bol po prvý raz člen Snemovne reprezentantov USA (Bill Nelson). Na obežnú dráhu bola vynesená jedna telekomunikačná družica.

Pri dvadsiatom piatom štarte raketoplánu SPACE SHUTTLE 28. januára 1986 pri desiatom štarte explodoval vo výške 14 km raketoplán CHALLENGER. Zahynuli pri tom všetci členovia posádky : F. Skobee, M. Smith, J. Resniková, E. Onizuka, R. McNair, G. Jarvis a K. McAuliffeová. Závada bola v jednej zo štartovacích rakiet na tuhé palivo. Nedokonalé tesnenie spôsobilo explóziu hlavnej palivovej nádrže.

Po vyše dvojročnej prestávke 29. septembra 1988 odštartoval na svoj siedmy let raketoplán DISCOVERY. Let trval 4 dni. Posádka mala 5 členov. Na obežnú dráhu bola vynesená družica TDRS-3.

Potom nasledoval jeden let raketoplánu za druhým. Do 25. septembra 1997 bolo uskutočnených 61 letov. 16krát štartoval raketoplán COLUMBIA, 16krát raketoplán DISCOVERY, 18 krát raketoplán ATLANTIS a 11krát raketoplán ENDEAVOUR. Plnili úlohy podobné ako pri predchádzajúcich štartoch. Pribudli však lety k orbitálnej stanici MIR.

29. októbra 1998 odštartoval raketoplán DISCOVERY na deväťdesiaty piaty let raketoplánov SPACE SHUTTLE. Let trval 9 dní. V posádke raketoplánu bol aj John Glenn, prvý kozmonaut USA, ktorý po 36 rokoch od svojho prvého a jediného štartu letel druhýkrát do kozmu. Pri tomto svojom druhom štarte mal 77 rokov. Vo vesmíre pôsobil ako „geriatrický pokusný králik“. Podrobil sa mnohým experimentom, sledujúcim vplyv pobytu vo vesmíre na jeho organizmus.

Lety k orbitálnej stanici MIR

Základný modul orbitálnej stanice MIR bol vyneseny na orbitu 20. februára 1986. Základný modul má hmotnosť 20,4 t. Skladá sa z dvoch akoby do seba zasadených valcov s priemerom 4,14 a 2,9 m. Treťou časťou stanice je spojovací modul tvaru gule s priemerom 2,2 m, ktorý má 5 spojovacích uzlov. Jeden je v pozdĺžnej osi stanice a 4 kolmé na ňu zvierajú medzi sebou uhol 90°. Na menšom valci stanice sú inštalované slnečné batérie s rozptätím takmer 30 m s celkovou plochou 76 m².

13. marca 1986 priletela na stanicu MIR loďou SOJUZ T-15 prvá posádka v zložení L. Kizim a V. Soloviov. Ich úlohou bolo oživiť základný blok stanice a preveriť jeho základné systémy a zariadenia. 5. mája preleteli na stanicu SOLUT-7, aby dokončili niektoré vedecké pokusy a odtiaľ previezli na stanicu MIR 400 kg prístrojov, zariadení a vzoriek. Na stanici SALUT strávili 6 týždňov. Ich pobyt v kozme trval 125 dní.

Od februára do decembra 1987 pracovala na stanici MIR druhá základná posádka v zložení J. Romanenko a A. Lavejkin. 12. apríla 1987 bol k stanici MIR po niekoľkých dramatických pokusoch a za prispenia posádky z otvoreného kozmu pripojený astrofyzikálny modul KVANT. Úlohou posádky bolo oživiť modul KVANT. Dodatočná montáž slnečných článkov s plochou 22 m² vyžadovala výstup do otvoreného kozmu. Koncom júla 1987 navštívila MIR medzinárodná posádka so sýrskym kozmonautom M. Farisom. Člen tejto posádky A. Alexandrov vystriedal A. Lavejkina v základnej posádke. Okrem technologických experimentov táto posádka nemalo času venovať d'ialkovému prieskumu Zeme a biologickým experimentom s kultiváciou vyšších rastlín.

23. decembra 1987 sa spojila so stanicou MIR ďalšia loď s posádkou V. Titov, M. Manarov a A. Levčenko. Prví dvaja tvorili 3. základnú posádku stanice MIR. Tretí sa vrátil s 2. základnou posádkou 29. decembra 1987 na Zem. J. Romanenko strávil v kozme 326 dní, schudol 1,5 kg, vyrástol o 1 cm a objem holenných svalov sa mu zmenšil o 15%. Tretia základná posádka pracovala v kozme 366 dní. Za tento čas k ním zavítali 3 medzinárodné expedície. V júni to bola sovietsko-bulharská. Na prelome augusta a septembra sovietsko-afgánska. Lekár V. Poliakov z tejto expedície zostal na stanici MIR ako tretí člen základnej posádky na zabezpečenie lekárskeho dozoru pri 366 dňovom pobyte v kozme. Tretia medzinárodná expedícia sovietsko-francúzska bola na stanici MIR na prelome novembra a decembra. Jej členom bol aj generál J. Chrétien (druhý štart do kozmu). Tento sa vrátil na Zem s treťou základnou posádkou 21. decembra.

Na orbitálnej stanici MIR zostali A. Volkov, S. Krikaľov a V. Poliakov ako 4. základná posádka. Ich pobyt na stanici trval do 27. apríla 1989.

5. septembra 1989 priletela na stanicu MIR 5. základná posádka A. Viktorenko a A. Serebrov. 26. novembra odštartoval k stanici MIR modul KVANT-2. Tento modul rozširuje možnosti základného bloku stanice. Nesie komoru na výstup do otvoreného priestoru, systém regenerácie pitnej vody a vzduchu, sprchovací kút a ďalšie vybavenie. Posádka sa vrátila na Zem 19. februára 1990. Dopravila na Zem 100 kg vedeckého materiálu.

11. februára 1990 priletela na stanicu MIR 6. základná posádka, ktorú tvorili A. Soloviov a A. Balandin. 30. mája odštartoval k stanici MIR modul KRISTAL, ktorý je akýmsi prototypom kozmickej továrne. Na jeho palube možno robiť a realizovať malú priemyselnú výrobu (nesie medzi iným aj 5 taviacich piecok). Jeho súčasťou je aj spojovací modul pre lode s hmotnosťou nad 100 t. Uvažovalo sa so sovietskymi raketoplánmi BURAN, ale používa sa na spojenie s americkými raketoplánmi SPACE SHUTTLE.

V máji 1995 sa k orbitálnemu komplexu pripojil modul SPEKTR. Jeho úlohou je sledovanie Zeme, zvlášť jej prírodných zdrojov a atmosféry. Na tomto module je inštalovaný aj súbor amerických prístrojov.

Posledná súčasť orbitálneho komplexu sa do vesmíru vydala 23. apríla 1996. Bolo to laboratórium PRÍRODA. Medzi prístrojmi na tomto module bol aj Spektrometer protónov a elektrónov SPE-1 vyrobený na Ústave experimentálnej fyziky SAV v Košiciach.

Vo februári 1995 sa uskutočnilo prvé spojenie raketoplánu SPACE SHUTTLE Discovery so stanicou MIR. V posádke raketoplánu bol aj ruský kozmonaut V. Titov. V júni 1995, v septembri 1996 a v septembri 1997 sa so stanicou MIR spojil raketoplán ATLANTIS.

Družice na kozmofyzikálny výskum

1. februára 1958 bola vypustená na obežnú dráhu okolo Zeme americká družica EXPLORER-1. V marci toho istého roku bola vypustená družica EXPLORER-3 a v júli EXPLORER-4. Potom nasledovali ďalšie družice typu EXPLORER každý rok až do roku 1975, kedy bola vypustená posledná družica tohto typu s označením EXPLORER-55. Nepravidelne boli vypúšťané tieto družice až do roku 1982. Celkove bolo úspešne vypustených 56 družíc tohto typu. Všetky skúmali okolozemské priestranstvo s dôrazom na rozličné aspekty (radičné pásy, ionosféra, vrchné vrstvy atmosféry, gama žiarenie Slnka, rádioastronomické merania, meranie magnetického poľa Zeme, meranie nabitých častíc, meranie radiácie, výskum ozónovej vrstvy a pod.)

17. marca 1958 bola v USA vypustená už skôr spomínaná družica VANGUARD-1. Za ňou nasledovala 17. februára 1959 družica VANGUARD-2 a 18. septembra 1959 družica VANGUARD-3. Družice VANGUARD lietali na dráhach s perigeom okolo 650 km, apogeom skoro 4000 km a so sklonom dráhy k rovníku 34°. Fyzikálne merania mohli byť uskutočňované v dlhom intervale, lebo na napájanie meracích prístrojov boli prvý raz použité sľečné batérie.

Družice ELEKTRON-1,-2,-3 a -4 boli vynesené na obežnú dráhu v ZSSR po dvojiciach jednou raketou. Prvé dve boli vypustené 30. januára 1964 a druhé dve 11. júla 1964. V perigeu mali výšku okolo 400 km a v apogeu okolo 7000 km (ELEKTRON-1 a -3) a okolo 67000 km (ELEKTRON-2 a -4). Nerovnaké dráhy družíc oboch dvojíc umožnili súčasné fyzikálne meranie na dvoch rozličných miestach okolozemského priestoru. Na palubách mali prístroje na meranie plazmy, ionizujúceho žiarenia, magnetického a elektromagnetického poľa, merače gama žiarenia a prístroje na meranie izotopového zloženia kozmického žiarenia.

16. marca 1962 bola v ZSSR vypustená družica s označením KOZMOS-1. S týmto označením sú vypúšťané do kozmu družice do dnešnej doby. Do konca roku 1970 ich bolo 389, do konca roka 1980 to bolo 1236 družíc, do konca roka 1984 1915 družíc. Družice KOZMOS mali veľmi široké určenie. Plnili predovšetkým úlohy ako družice EXPLORER a ELEKTRON (kozmo-fyzikálny výskum). Na niektorých sa však robili aj biologické a lekárske experimenty na zvieratách a rastlinách. Mnohé z nich boli aj návratné (výskumný materiál bol dopravený naspäť na Zem). Niektoré skúšali nové kozmické lode pre ľudskú posádku (ich spojenie, rozdelenie a pristátie návratných modulov). Medzi nimi bolo aj niekoľko meteorologických družíc, navigačných družíc, oceánografických družíc i družíc na diaľkový prieskum Zeme. Na družiciach KOZMOS-782 (1975) a -936 (1977) boli aj biologické objekty zo zahraničia (USA, Francúzsko, Československo). Pristávacím modulom boli biologické materiály dopravené späť na Zem a podrobené štúdiu vplyvu pobytu v kozme. Na družici KOZMOS-1129 (1979) boli aj biele krysy, vychované v osobitne čistých podmienkach špecialistami Ústavu endokrinológie SAV v Košiciach. Na družici KOZMOS-1514 (1983) boli umiestnené aj dve opice z rodu Makak.

V Ústave experimentálnej fyziky SAV v Košiciach boli pre návratné, zväčša biologické družice KOZMOS pripravované bloky stopových alebo dráhových detektorov, ktoré boli vynášané do kozmu na niekoľko dní až týždňov. Po návrate na Zem sa stopy (dráhy) v pevnolátkových tenkých doštičkách vyhodnocovali na určenie zložiek kozmického žiarenia,

ktoré pôsobili na sady doštičiek detektorových blokov. Takéto bloky pasívnych detektorov boli na družici KOZMOS-1129 19 dní v roku 1979, na družici Kozmos-1514 5 dní v roku 1983, na družici KOZMOS-1667 7 dní v roku 1985, na družici KOZMOS-1757 15 dní v roku 1986, na družici KOZMOS-1781 14 dní v roku 1986, na družici KOZMOS-2044 14 dní v roku 1989 a na orbitálnej stanici MIR 34 dní v roku 1991.

Družice OGO boli vypúšťané v USA od roku 1964 do roku 1969. Mali hmotnosť okolo 500 kg a boli určené na výskum Zeme a jej blízkeho okolia. Skúmali kozmické žiarenie, žiarenie Slnka, polárne žiary, procesy v atmosfére a zemskú magnetosféru. Zdokonalili obraz o magnetickom poli Zeme a jej radiačných pásoch. Družice OGO-1, -3 a -5 lietali na veľmi výstredných dráhach so sklonom k rovníku 31° až do vzdialenosti 140 tisíc km. Družice OGO-2, -4 a -6 lietali na polárnych dráhach do výšky málo nad 1000 km.

Družice PROGNOZ boli vypúšťané v ZSSR. Boli určené na výskum procesov spojených so slnečnou aktivitou a ich vplyvom na medziplanetárne prostredie a magnetosféru Zeme. Ich hmotnosť bola 1 t, apogeum 200 tisíc km (PROGNOZ-9 až 700 tisíc km). Družice PROGNOZ-1 a -2 boli vypustené v roku 1972. Na väčšine družíc tohto typu boli umiestnené aj prístroje z iných krajín : Francúzska, Československa, Švédska i Maďarska. Medzi prístrojmi boli prístroje na meranie slnečného vetra, rázovej vlny na hranici magnetosféry, gamaspektrometer na meranie gama žiarenia slnečného i galaktického pôvodu i monitor neutrónov slnečného pôvodu. Medzi prístrojmi na družici PROGNOZ-8 (1980) boli aj prístroje zo slovenských vedeckých pracovísk. Monitor elektrónov a protónov DOK-T z Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach a Analyzátor kozmického rádiovfrekvenčného žiarenia AKR-2 vyrobený na Matematicko-fyzikálnej fakulte UK v Bratislave pre Geofyzikálny ústav SAV v Bratislave. Družica PROGNOZ-10 bola vypustená v roku 1985 v rámci programu INTERKOZMOS (Projekt INTERSHOCK). Na jej prístrojovom vybavení sa podieľali pracoviská v ZSSR a ČSSR. Slovenské pracoviská pripravili pre tento experiment Prístroj na meranie spektier a uhlového rozdelenia elektrónov a protónov DOK-1 (Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach) a Analyzátor kozmického rádiovfrekvenčného žiarenia AKR-2M (Matematicko-fyzikálna fakulta UK pre Geofyzikálny ústav SAV v Bratislave).

V rámci programu INTERBALL boli vypustené v Ruskej federácii dve družice. V roku 1995 CHVOSTOVÁ SONDA (apogeum 200 tisíc km) a v roku 1996 AURORÁLNA SONDA (Apogeum 25500 km). Spolu so sondami boli vypustené aj české subdružice MAGION-4 a -5. Na príprave vedeckej aparatury týchto družíc sa zúčastnilo Rusko, Francúzsko, Švédsko, Fínsko, Česko, Bulharsko, Taliansko, Ukrajina, Nemecko, Poľsko, Spojené kráľovstvo, Slovensko a Grécko. Vedecký program bol podobný ako u družíc PROGNOZ, ale so zameraním na javy v chvoste magnetosféry Zeme a od roku 1996 aj na súčasné merania na dvoch miestach okolozemského priestoru. Slovenské pracoviská pripravili pre obe sondy Prístroj na meranie spektier a uhlového rozdelenia elektrónov a protónov DOK-2 (Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach) a pre chvostovú sondu Analyzátor kozmického rádiovfrekvenčného žiarenia AKR-X (Matematicko-fyzikálna fakulta UK pre Geofyzikálny ústav SAV v Bratislave). Pre obe subdružice MAGION bol na Slovensku pripravený Spektrometer elektrónov a protónov DOK-S (Ústav experimentálnej fyziky SAV v Košiciach a Elektrotechnická fakulta TU v Košiciach).

Družice INTERKOZMOS

14. októbra 1969 bola v ZSSR vypustená prvá družica zo série INTERKOZMOS. K spolupráci na vedeckom programe boli prizvané vtedajšie socialistické krajiny. Prakticky na všetkých experimentoch INTERKOZMOS sa zúčastnilo Česko - Slovensko, okrem družice INTERKOZMOS-9-KOPERNIKUS-500 (1973), na ktorom spolupracovalo so ZSSR iba Poľsko a družice INTERKOZMOS-22-BOLGARIA-1300 (1981), na ktorom spolupracovalo so ZSSR

iba Bulharsko. Všetky družice boli nízkoorbitálne a určené na kozmofyzikálny výskum. Jedna z nich INTERKOZMOS-6 (1972) na palube niesla blok fotoemulzí, ktoré po 4-dňovej expozícii tvrdými kozmickými lúčmi návratný modul dopravil na Zem. Na družiciach INTERKOZMOS-3, -5, -13(1970, 1971, 1975) pracovali aj Monitory elektrónov a protónov PG-1, ktoré na objednávku Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach vyrobili na Matematicko-fyzikálnej fakulte KU v Prahe. Na družici INTERKOZMOS-17(1977) pracoval aj Prístroj na meranie neutrónov a gamakvantov SK-1, ktorého blok elektroniky na objednávku Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach vyrobili na Elektrotechnickej fakulte VŠT (teraz TU) v Košiciach. Na družici INTERKOZMOS-24 (1989) pracoval aj Spektrometer elektrónov a protónov SPE-1 z Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach. Na jeho subdružici MAGION-2 pracoval aj Spektrometer elektrónov a protónov DOK-S vyrobený na objednávku Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach na Elektrotechnickej fakulte TU v Košiciach. Obdobný spektrometer DOK-S pracoval aj na subdružici MAGION-3 družice INTERKOZMOS-25 (1991). Do tejto série možno zaradiť aj družicu KORONAS-I (po rozpade ZSSR bol program INTERKOZMOS zrušený), ktorá bola vypustená v roku 1994. Na tejto družici pracoval aj prístroj na meranie energetických spektier neutrónov, gama žiarenia, protónov a elektrónov SONG, ktorého detektorová časť bola pripravená v Ústave jadrovej fyziky Moskovskej štátnej univerzity a časť na palubné spracovávanie meraných údajov na Ústave experimentálnej fyziky SAV v Košiciach.

Spojovacie družice

19. decembra 1958 bola v USA vypustená prvá spojovacia družica, aktívny retranslátor ATLAS-SCORE s dobou života 34 dní.

12. augusta 1960 bola v USA vypustená pasívna balónová telekomunikačná družica ECHO-1. Lietala vo výške okolo 1600 km. Hmotnosť mala 75 kg a priemer 30 m. Zanikla v máji 1964. 21. januára 1964 bola na obežnú dráhu vynesena družica ECHO-2. Mala hmotnosť 248 kg a priemer 41 m. Družice ECHO boli balóny z plastickej látky pokryté veľmi jemnou hliníkovou fóliou. Slúžili na odraz elektromagnetických vln. Cez ECHO-2 sa uskutočnilo prvé družicové spojenie medzi USA a ZSSR. V roku 1962 a 1963 boli v USA vypustené dve spojovacie družice TELSTAR. Mohli prenášať jeden TV program alebo 60 obojsmerných telefonických hovorov. Lietali vo výške 1000 až 10000 km.

V roku 1962 a 1964 boli v USA vypustené dve spojovacie družice RELAY. Boli schopné prenášať 300 obojsmerných telefonických hovorov. V roku 1965 bola vyvedená na geostacionárnu dráhu spojovacia družica Early Bird (Ranné vtáča). Bola to prvá geostacionárna družica, ktorá zjednodušila udržiavanie spojenia, pretože stála nad jedným miestom, čo nevyžadovalo zameriavanie spojovacej družice na Zemi. Jej výška (okolo 36 000 km) však znižovala intenzitu signálu prijímaného na Zemi.

Od roku 1965 do roku 1984 v ZSSR vypustili 103 spojovacích družíc MOLNIA. Všetky lietali po eliptickej dráhe s apogeom okolo 40000 km nad severnou pólguľou s dobou obehu okolo 12 hodín a náklonom voči rovine rovníka 65° . Takáto dráha bola výhodná pre potreby spojenia v ZSSR, lebo družica bola viditeľná z jedného bodu teritória ZSSR viac ako 8 hodín. Tromi vhodne lietajúcimi družicami tohto typu sa dalo zabezpečiť 24 hodinové spojenie medzi bodmi bez priamej viditeľnosti. 20 pozemných staníc tvorilo spojovaciu sieť s názvom ORBITA. Retranslátoři na družiciach typu MOLNIA-1 pracovali v decimetrovom vlnovom pásme, retranslátoři na družiciach typu MOLNIA-2 a -3 v centimetrovom pásme. Zabezpečovali retransláciu TV programov, telefónnych hovorov a telegrafných správ nielen na teritóriu ZSSR ale aj so zahraničím. 29. júla 1974 bola vypustená družica MOLNIA-1C na geostacionárnu dráhu do výšky 35850 km.

Od roku 1976 do roku 1984 bolo v ZSSR vypustených 13 stacionárnych družíc typu EKРАН (STACIONAR T). Slúžili na retransláciu TV programov do odľahlých oblastí Sibíri a

severných oblastí ZSSR. Od roku 1975 do 1983 bolo vypustených 13 stacionárnych družíc typu RADUGA s medzinárodným indexom STACIONAR-1, -2 a -3. Slúžili na retransláciu TV programov, telefónnych hovorov a telegrafných správ do pozemnej siete ORBITA.

Od roku 1974 boli v USA vypúšťané na stacionárnu dráhu spojovacie družice WESTAR pre spojovací systém DOMSAT. Vypočítaná životnosť družíc bola 10 rokov. Slúžili ako regionálny komerčný systém spojenia v USA. Pozemný systém tvorilo 5 staníc v New Yorku, Atlante, Chigagu, Los Angeles a Dallase. V roku 1984 bola vynesená raketoplánom 6. družica tohto typu.

Od roku 1964 boli vypúšťané na stacionárnu dráhu medzinárodné spojovacie družice INTELSAT. Vytvárali globálnu družicovú spojovaciu sieť. Na tomto projekte participuje viac ako 100 krajín sveta združených v organizácii rovnakého názvu ako je názov družíc. Prvá družica INTELSAT-1 mala hmotnosť 38,5 kg, bola umiestnená nad Atlantickým oceánom. Umožňovala prenos TV programov medzi USA a Európou, resp. sprostredkúvala telefonické hovory (240 liniek). Do série družíc INTELSAT-1 patrili ešte ďalšie 3 družice. Spojovacie družice INTELSAT-2 (hmotnosť 84 kg), INTELSAT-3 (hmotnosť 150,5 kg) a INTELSAT-4 (hmotnosť 719 kg) mali postupne väčší výkon i rozsah činnosti. Družice INTELSAT-4 umožňovali prenášať súčasne 5000-9000 telefonických hovorov a až 12 farebných TV programov. V roku 1980 bola vypustená spojovacia družica typu INTELSAT-5. Mala hmotnosť 1012 kg. Umožňovala prenášať 12000 telefonických hovorov. Pozemné antény sú v 105 členských štátoch organizácie.

Meteorologické družice

1. apríla 1960 bola v USA vypustená prvá meteorologická družica TIROS-1. Bola prvou zo série desiatich družíc tohoto typu. Posledná družica TIROS-10 bola vypustená v roku 1965. Družice TIROS lietali vo výškach od 600 do 1000 km (TIROS-9 do 2600 km), niesli televíznu kameru so širokouhlým objektívom (s rozlíšením okolo 3 km) a ďalšiu televíznu kameru s vyšším rozlíšením. Kamery snímali obrazy oblakov a povrchu Zeme v infračervenej oblasti žiarenia. Na družiciach TIROS-1 - TIROS-7 sa snímané obrazy zapisovali do pamäti a vysielali na Zem pri lete nad USA. Na ďalších družiciach typu TIROS boli snímané obrazy vysielané v reálnom čase a prijímané na Zemi malými pozemnými stanicami v rozličných krajinách.

V ZSSR bol prvou meteorologickou družicou KOZMOS-122 (1966). O rok neskôr boli vypustené ďalšie meteorologické družice KOZMOS-144 a -156 a vybudovaná pozemná sieť na príjem a šírenie získaných údajov. V roku 1969 bola vypustená prvá zo série 28 meteorologických družíc typu METEOR vypúšťaných do roku 1977. Podobne ako družice TIROS i družice METEOR lietali vo výškach od 600 do 1000 km. Na rozdiel od družíc TIROS mali však jednu kameru vo viditeľnej a druhú v infračervenej časti spektra. Od roku 1975 do roku 1984 bola vypúšťaná séria 10 meteorologických družíc typu METEOR-2, ktoré vysielali získané obrazy v reálnom čase a bolo ich možné prijímať na ľubovoľnom mieste na Zemi. Za jeden oblet okolo Zeme družice zosnímali asi 20% jej povrchu. K meteorologickým družiciam typu METEOR možno zahrnúť aj sériu družíc typu METEOR-PRÍRODA vypúšťaných od roku 1977 do roku 1981, u ktorých bol kladený väčší dôraz na diaľkový prieskum Zeme ako na meteorologickú službu.

V rokoch 1964 až 1978 boli v USA vypustené meteorologické družice NIMBUS- 1 až -7. Až na družicu NIMBUS-1 lietali takmer na kruhovej dráhe vo výške okolo 1100 km. Okrem meteorologických meraní zaoberali sa aj meraním znečistenia atmosféry a stavu ozónovej vrstvy. Od roku 1970 do roku 1976 bolo v USA vypustených aj 6 meteorologických družíc typu ITOS (zdokonalená verzia družíc TIROS), ktoré NASA vypúšťala pre spoločnosť NOAA na výskum oceánov a atmosféry a preto boli niekedy nazývané aj družicami NOAA. Lietali prakticky po kruhovej dráhe vo výške okolo 1500 km.

Doteraz spomínané meteorologické družice mali dráhy, ktorých rovina musela byť skoro kolmá na rovinu rovníka, aby pod dráhou družice otáčajúca sa Zem mohla byť celá pozorovateľná z družice.

Družice METEOSAT Európskej kozmickej agentúry ESA boli vynášané na stacionárnu dráhu (doba obehu sa rovná dobe otočenia Zeme okolo osi). Prvá družica METEOSAT bola vypustená 23. novembra 1977 a druhá 19. júna 1981. Obe boli vynesené tak, aby stáli na nultom stupni zemepisnej šírky. Každých 30 minút vysielali do pozemného prijímacieho strediska v Nemecku snímky oblačného pokrytia a povrchu Zeme.

V rokoch 1966 až 1974 v USA vypustili sériu družíc ATS-1 až -6. Boli to družice, ktoré mali vyskúmať možnosti realizácie spojovacích, meteorologických a navigačných družíc s dlhou dobou života. Družica ATS-6 pracovala nad Indickým oceánom 5 rokov a medzi iným šírila TV programy na pozemné kolektívne TV prijímače v indických dedinách.

V rokoch 1975 až 1983 vypustili v USA sériu meteorologických družíc GOES. Boli vypustené na stacionárne dráhy v rozličných zemepisných dĺžkach. Okrem základného programu snímkovania oblačnosti s rozlišovacou schopnosťou 1 km a infračerveného snímkovania registrovali aj kozmické a rtg žiarenie a intenzitu magnetického poľa s nadväznosťou na slnečnú činnosť.

Navigačné družice

13. apríla 1960 bola v USA vypustená prvá navigačná družica TRANSIT. Bola určená na navigáciu lodí a ponoriek.

31. marca 1978 bola v ZSSR vypustená prvá navigačná družica KOZMOS-1000.

V polovici osemdesiatych rokov sa zaužívalo navigovanie lodí, lietadiel a rakiet pomocou geostacionárnych navigačných družíc

V roku 1990 bol dobudovaný systém navigačných družíc s názvom Global Positioning System (GPS). Tvoria ho 18 družíc na obežných dráhach vo výške okolo 20 000 km. Systém dodával geodetické údaje na spresnenie doterajších poznatkov o rozmeroch našej planéty. Systém umožňuje vyhodnocovaním polohy viacerých družíc súčasne určiť polohu prijímača signálov z družíc s presnosťou niekoľko cm.

Astronomické družice

V rokoch 1966 až 1972 boli v USA vypustené družice OAO-1, -2 a -3. Išlo o orbitálne astronomické laboratóriá na pozorovanie ultrafialového a rtg žiarenia kozmických objektov, ktoré nemožno pozorovať zo Zeme, pretože atmosféra tieto žiarenia pohlcuje. Hmotnosť týchto družíc bola okolo 2 tony a lietali vo výške približne 800 km. Zistili, že teplota hviezd s veľkou hmotnosťou je vyššia, než sa predpokladalo a že galaxie vyžarujú viac energie v ultrafialovej oblasti, ako sa očakávalo.

9. augusta 1975 bola v USA vypustená astronomická družica COS B určená na detekciu gama žiarenia s energiou 25-1000 MeV. Jej hmotnosť bola 277,5 kg, perigeum 442 km, apogeum 99000 km a sklon 90°.

V rokoch 1977-79 boli v USA vypustené na obežnú dráhu družice HEAO-1, -2 a -3. Lietali vo výškach okolo 500 km a boli určené na komplexný výskum žiarenia vysokých energií (tvrdé gama žiarenie) vysielaných pulzarmi, kvazarmi a inými objektmi. Družica HEAO-1 objavila vyše 1000 zdrojov rtg žiarenia. Družica HEAO-2 uskutočnila detajlný prieskum zistených zdrojov pomocou štvorzložkového rtg ďalekohľadu s elektronickou optikou s priemerom 56 cm a rozlišovacou schopnosťou 2". Družica HEAO-3 registrovala zložky

kozmickeho žiarenia s energiou 2-20 GeV, častice s energiou 0,06-10 Mev gamaspektrometrom a ťažké častice špeciálnym detektorom.

23. marca 1983 bola v ZSSR vypustená družica ASTRON-1 s perigeom 1250 km a apogeom 201120 km. ASTRON je adaptovaná medziplanetárna sonda VENERA, ktorá miesto pristávacej časti niesla ultrafialový ďalekohľad s hmotnosťou 400 kg, priemerom 1 m a dĺžkou 5 m. Zrkadlo malo priemer 80 cm. Ďalšími prístrojmi boli dva ultrafialové spektrometre. V prvých mesiacoch zachytili prístroje niekoľko sto spektrogramov pulzarov, dvojhviezd, hviezdnych obrov, galaxií a kvazarov. V užšom výbere pozorovaných objektov družice bolo 50 hviezd a 15 galaxií.

25. januára 1983 bola vypustená na obežnú dráhu vo výške 900 km holandsko-anglicko-americká družica IRAS. Mala hmotnosť 1076 kg. Pomocou infračerveného ďalekohľadu s priemerom 57 cm a pri udržiavaní teploty 2° K (supratekutým héliom) zaregistrovala za 10 mesiacov činnosti asi 200 tisíc zdrojov infračerveného žiarenia, vrátane piatich komét, troch prachových prstencov medzi dráhami Marsu a Jupitera a oblakov prachu okolo hviezd Vega Fomalhaut.

Hubbllov kozmický teleskop váži 11,5 tony. Je dlhý 12,8 m a priemer valca je 4,1 m. Vo valci sa nachádza zrkadlo s priemerom 2,4 m. Na obežnú dráhu vo výške 618 km ho vyniesol raketoplán DISCOVERY, štart ktorého sa uskutočnil 24. apríla 1990. 2. decembra 1993 štartoval na svoj let raketoplán ENDEAVOUR, posádka ktorého uskutočnila prvú opravu Hubblovho teleskopu na zlepšenie jeho vlastností a zvýšenie jeho spoľahlivosti. Druhá úspešnú opravu Hubblovho teleskopu uskutočnila posádka raketoplánu DISCOVERY, ktorý štartoval na obežnú dráhu 11. februára 1997.

Družice ďalších krajín

Doteraz boli spomínané viac-menej iba družice vypúšťané, mohlo by sa povedať, kozmickými veľmocami. Kozmický výskum sa však robil aj v iných krajinách. Jeho počiatky najlepšie dokumentuje nasledujúci prehľad prvých družíc :

Spojené kráľovstvo	24. júna 1962	ARIEL-1	raketou USA
Kanada	29. sept. 1962	ALOUETTE-1	raketou USA
Taliansko	15. dec. 1964	SAN MARCO-1	raketou USA
Francúzsko	26. nov. 1965	ASTERIX-1	vlastnou raketou
Austrália	29. nov. 1967	WRESAT-1	raketou USA
Nemecko	08. nov. 1969	AZUR	raketou USA
Japonsko	11. febr. 1970	OHSUMI	vlastnou raketou
Čína	24. apr. 1970	CHINA-1	vlastnou raketou
Spojené kráľovstvo	28. okt. 1971	ROSPERO	vlastnou raketou
Holandsko	30. apr. 1974	ANS-1	raketou USA
Španielsko	15. nov. 1974	INTASAT	raketou USA
India	19. apr. 1975	ARIABHATA	raketou ZSSR
Indonézia	08. júla 1976	PALAPA-1	raketou USA
Česko-Slovensko	24. okt. 1978	MAGION	raketou ZSSR
India	18. júla 1980	ROHINI-B	vlastnou raketou
Bulharsko	07. aug. 1980	BULGARIA-1300	raketou USA

Literatúra :

Grygar, J., Horský, Z., Mayer, P., VESMÍR, Mladá fronta, Praha 1983.

Encyklopedija KOSMONAVTIKA,
Izdatel'stvo SOVIETSKAJA ENCIKLOPEDIJA, Moskva 1985.

Gruško,V.P.,Pazvitie paketostrojenja i kosmonavtiki v SSSR,
Mašinostrojenje,Moskva 1987.

Encyklopédia ASTRONÓMIE, Obzor, Bratislava 1987.

Kronika TECHNIKY, Fortuna Print, Bratislava 1993.

Aeronautics and Space Report of the President, Fiscal Year 1997 Activities, NASA 1998.

Rojko,J., SLOVENSKÁ ELEKTRONIKA PRE KOZMOFYZIKÁLNY VÝSKUM, Ústav
experimentálnej fyziky SAV, Košice 1997.