

Viděli jste už záblesky Iridií?

Pavek Gabzdyl

Jistě jste už někdy na obloze viděli přelétat jasnější družici, možná i raketo-
plán, orbitální stanici Mir či dokonce Hubblův kosmický dalekohled. Viděli jste
však už družici, která se najednou rozzářila mnohem jasněji než planeta Venuše
a vzápětí pohasla? Jestliže ano, byli jste s největší pravděpodobností svědkem
záblesku jedné z družic Iridium. Pokud bude znít vaše odpověď „ne“, měli byste
to co nejrychleji napravit. Než se však dostaneme k vlastním zábleskům, pojď-
me se podívat, odkud se vlastně tyto jasné záblesky berou.

Síť Iridium

Iridium je vůbec první společnost, která si vzala za svůj cíl zavést telekomu-
nikační síť, umožňující telefonické, faxové i datové spojení z libovolného místa
na světě. Vznikla v roce 1997 jako konsorcium několika veličanů v oblasti mo-
bilní telekomunikace (Motorola, Sprint, Kyocera a další), které do společného
projektu investovaly něco kolem 5 miliard dolarů. Iridium předpokládalo v prv-
ním roce provozu cca 650 000 uživatelů s očekávaným nárůstem na pět milionů
v roce 2002, přičemž se obecně předpokládá, že celkový počet uživatelů satelitní
komunikace dosáhne v roce 2002 plných 12 milionů. Jak se však ukázalo, není
o Iridia příliš velký zájem.

Evropskou část sítě má na starosti Iridium Communications Germany
v Düsseldorfu a Iridium Italia. V naší republice je společnost Iridium představo-
vána firmou Axicom, s.r.o, která zastupuje Iridium ve styku s veřejností a médií.
Záměrem společnosti Iridium je vytvoření mezinárodní bezdrátové komunikač-
ní sítě mobilních telefonů a pagerů. Za pomoci 66 satelitů a bezdrátové pozemní
komunikační sítě pak bude možno komunikovat odkudkoliv na Zemi.

Vlastní satelity

Celou síť tvoří 66 (+ 6 záložních) nízkorbitálních satelitních stanic. Původ-
ně jich však mělo být 77. Odtud pochází i jejich název „Iridium“, neboť jádro
prvku Iridia obklopuje 77 elektronů. Jednotlivé družice váží 689 kg, mají výšku
asi čtyři metry a jejich trojúhelníková základna má plochu zhruba jeden metr
čtvereční. Ve spodní polovině sondy jsou umístěny tři diagonální hlavní antény
(1,8 × 0,9 m) s plochou 1,6 m², které jsou pokryty (kvůli tepelné izolaci) vysocedrazivým teflonem. „Tělo“ sondy je většinou orientováno směrem k Zemi,
antény jsou tudíž skloněny pod úhlem asi 40 stupňů..

Dráha

Družice se pohybují v pracovní výšce 792 kilometrů na šesti různých dráhách. Každá obletí Zemi více než čtrnáctkrát za den, přičemž jejich jednotlivé přelety dělí pouhých devět minut. Oběh jednoho satelitu kolem Země trvá 100 minut a 28 sekund. Orbitální dráhy nesvírají s rovníkem 90° , a tudíž neprocházejí přímo přes severní a jižní pól, ale jsou od svislice odkloněny o $3,6^\circ$. S rovníkem tedy svírají úhel $86,4^\circ$. Toto naklonění zajistí, že se v místech severního a jižního pólu mohou satelity křížit a míjejí se ve vzdálenosti cca 195 km. Tento způsob míjení je nazýván Satellite CrossLink.

Plocha zemského povrchu, kterou pokrývá svým dosahem jeden satelit, je 4400 km^2 . Ta je rozdělena na 48 kruhových buněk, na celou síť Iridium pak připadá 3168 buněk, přestože by na pokrytí celé plochy Země stačilo pouze 2100 těchto buněk. Každý bod na zeměkouli, ze kterého bude vyslán signál určený pro satelit, je buňkou satelitu monitorován. V případě, že při pohybu satelitu dojde k vychýlení pozemského bodu, odkud je signál vysílán z dosahu jedné buňky, satelit si automaticky najde nejbližší buňku, která si signál převezme.

Za provozu satelitu a jeho pohybu po orbitální dráze však může z důvodu zakřivení Země nebo přiblížení orbitálních drah dojít k vychýlení z jeho oběžné dráhy. Pohyb všech satelitů je hlídán tzv. centry telemetrie, dozoru a kontroly. Tato centra jsou umístěna na západní polokouli tak, aby bylo možné monitorovat pohyb jakéhokoliv satelitu na všech orbitálních drahách, a budou také zajišťovat výměnu poškozených satelitů s navedením záložních na jejich oběžnou dráhu. Satelity mezi sebou komunikují v pásmu od 23,18 GHz do 23,38 GHz.

Komunikace

Nedílnou součástí mezinárodní komunikační sítě je i její pozemní část. Na zemském povrchu jsou umístěny tzv. retranslační stanice, které zajišťují přenos signálu z pozemní bezdrátové sítě na satelitní. Těch je po celé zeměkouli několik. První retranslační stanice pro Evropu je například ve městě Funicco poblíž Říma a provozuje ji po podepsaném kontraktu s Iridium Service Evrope (ISE) společnost Telespazio, s. p. a. Tato společnost by také měla zajišťovat provoz retranslačních stanic v Jižní Americe a na Středním východu. Každá z retranslačních stanic si hlídá přítomnost nejbližších satelitů a přebírá od nich signál. Když pohybující se satelit opouští dosah retranslační stanice, vysílač si automaticky najde nejbližší další satelit a synchronizuje předání spojení tak, aby v žádném případě nedošlo k přerušení spojení.

Jak se volá?

Protože Iridium představuje novou technologii, chcete-li využívat jejich služeb, musíte si pořídit speciální telefon. To znamená, že pokud byste chtěli být k dosažení například na mobilním telefonu v USA, museli byste si zapůjčit speciální telefon pro komunikaci v síti IS 41. Současně s tímto telefonem byste dostali i jiné telefonní číslo, které by však nebylo nikomu z vašich partnerů známo, a tak by se na vás nemohl nikdo dovolat. Tento problém vyřešily satelitní telefony Iridium (dále jen IRIDT). Síť IS 41 umí rozpoznat signál Iridia a automaticky ho směřuje do retranslační stanice, odkud jde dále na určené místo. Pokud nejste v dosahu vysílače IS 41, pak jde signál přímo na satelit. Pro provoz IRIDT za pomoci sítě IS 41 tedy IRIDT nemusí být speciálně upraveny.

Jiným případem je použití IRIDT v zemích, kde je provozována síť mobilních telefonů GSM. Záměrem společnosti Iridium je uzavření roamingových smluv alespoň s těmi největšími provozovateli GSM sítí v konkrétní zemi. U nás jsou již smlouvy s Eurotelem a Paegasem uzavřeny. Pokud tedy budete vlastnit satelitní mobilní telefon podporující duální provoz (satelitní a GSM), máte dvě možnosti:

Budete-li v dosahu GSM signálu roamingového partnera, můžete se zapnutým automatickým vyhledáváním sítě na IRIDT telefonovat pomocí GSM nebo si IRIDT přepnete na satelitní provoz a můžete „jet“ přímo přes satelit.

Nebudete-li v dosahu GSM signálu roamingového partnera, můžete telefonovat přímo přes satelit.

Volat pochopitelně můžete i na veřejnou telefonní síť: Pokud budete v dosahu GSM, je cesta „telefonního hovoru“ podobná, jako když voláte z GSM telefonu na „pevný telefon“. V opačném případě jde signál z IRIDT přes satelit do nejbližší retranslační stanice a z ní buď pozemní cestou, nebo pozemní bezdrátovou komunikací na místo určení.

Kompaktní přístroj s kapacitou baterií na jedno nabití, které vydrží přibližně 30 dní, je možné přenášet v kapse nebo ve speciálním pouzdře na pásku, které je součástí výbavy. Na podsvíceném displeji lze zobrazit 20 znaků ve čtyřech řádcích. Alfanumerické zprávy mohou obsahovat až 200 znaků, numerické 20. Služba také pochopitelně podporuje řadu světových jazyků.

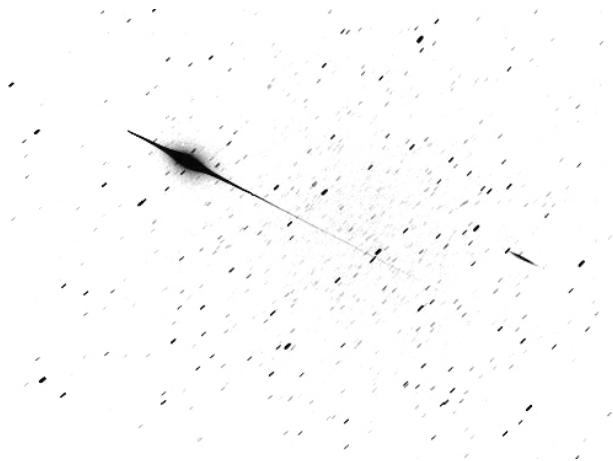
Ohrožená radioastronomie

Družice sítě Iridium bohužel ohrožují radioastronomická pozorování radikálu OH. Podle mezinárodních dohod je totiž úzké pásmo v rozmezí 1610,6 až 1613,8 megahertzů chráněno právě pro studium této molekuly, která se nachází v chladných mračcích mezihvězdné hmoty a okolohvězdných obálkách. Iridio-

vé satelity však pracují na frekvenci 1621,35 až 1626,5 MHz. Mezi Motorolou a U. S. National Radio Astronomy Observatory, která provozuje tříst metrový radioteleskop Arecibo na ostrově Portoriko však došlo k dohodě. V ranních hodinách firma značně omezuje provoz družic právě nad touto observatoří. Podobnou smlouvu však ostatní observatoře nemají.

O záblescích

Nás určitě v tomto povídání nejvíce zajímají světlená „prasátka“, která na nás sluneční panely družic Iridium vrhají. Jejich jas totiž může dosáhnout až -8 magnitud (jas Venuše $-4,5$ mag, jas Měsíce v úplňku $-12,5$ mag). Tyto záblesky lze tedy pozorovat i na mírně zatažené obloze a dokonce i za denního světla! Typický záblesk trvá mezi 5 a 20 sekundami a během nejjasnější fáze urazí na nebi pět až deset stupňů. Počet pozorovaných záblesků roste se zeměpisnou šířkou, typicky lze během noci spatřit jeden až dva. K jejich předpovědi potřebujete znát polohu svého stanoviště s přesností nejméně několika kilometrů, i tak je ale maximální jasnost, kterou dosáhnou, značně nejistá. Předpovědi na 24 hodin, nebo 7 dní naleznete na internetové adrese: <http://www.gsoc.dlr.de/satvis/>. Nemusíte přitom znát ani souřadnice vašeho pozorovacího stanoviště. V databázi je totiž už nastaveno přes 2 milióny stanovišť! Zkušenost praví, že v seznamu jsou i docela zapadlé vesničky a části našich větších měst.



Obr1. Snímek dvou záblesků družic iridium.

Hezkou podívanou!

Zpracováno podle časopisu CHIP 10/98, materiálů Instantních astronomických novin a internetových stránek Astronomického koutku Oto Kéhara.

Projekty kosmických sond DISCOVERY

Mgr. Tomáš Příbyl

Mise

Datum startu	Náklady (mil. \$)	Stav mise
Cíl mise		

NEAR (Near-Earth Asteroid Rendezvous)

18. února 1996	112	letí k cíli
----------------	-----	-------------

Umělá družice asteroidu Eros, k němuž má dorazit v únoru 2000. První pokus o setkání v prosinci 1998 se pro technickou závadu nezdařil. Ještě předtím sonda zkoumala asteroid Mathilde.

Mars Pathfinder

4. prosince 1996	171	ukončena
------------------	-----	----------

Průzkum planety Mars, kde sonda přistála 4. července 1997. Také na jeho povrch dopravila automatické vozítko Rocky-IV. Poslední kontakt se sondou 7. října 1997.

Lunar Prospector

6. ledna 1998	63	ukončena
---------------	----	----------

Dlouhodobé mapování Měsíce. Mimořádně úspěšná sonda, která svou pouť zakončila řízeným dopadem na lunární povrch 31. července 1999.

StarDust

7. února 1999	128	letí k cíli
---------------	-----	-------------

Získání mikroskopických částiček komety a mezihvězdné hmoty, které bude zachytávat do speciálního aerogelu. Po setkání s kometou Wild-2 (leden 2004) se pouzdro vrátí na Zemi (leden 2006).

Genesis

leden 2001	216	ve vývoji
------------	-----	-----------

Získání vzorků částic slunečního větru, které bude sonda zachytávat do speciálního „lapače“. Ten se má na Zemi vrátit v přistávací kapsli v srpnu 2003.

Contour (Comet Nucleus Tour)

červenec 2002	154	ve vývoji
---------------	-----	-----------

Průlet kolem trojice komet. Jmenovitě jsou to: Encke (listopad 2003), Schwassmann-Wachmann-3 (červen 2006) a d'Arrest (srpen 2008).

Deep Impact

leden 2004

240

ve vývoji

Studium jádra komety P/Tempel-1, pŕltunový projektíl má v jejím povrchu vytvořit mohutný kráter (červenec 2005).

Messenger (Mercury Surface, Space Environment, Geochemistry and Ranging)

léto 2004

286

ve vývoji

Umělá družice planety Merkur. Po dvou pŕlletech u Venuše a dvou u Merku-ru se má usadit na dráze kolem cílové planety v září 2009.

Čínská kosmická loď

Mgr. Tomáš Pŕibyl

Byť se svým astronautem či kosmonautem může v současné době pochlubit téměř třicet zemí čtyř kontinentů (kromě Afriky a Antarktidy), jen dva státy světa dokázaly vyrobit a zalétat vlastní kosmickou loď. Jsou to Rusko a Spojené státy; zástupci ostatních zemí létali vždy na palubách jejich kabin. Jako třetí země by se k nim měla v dohledné době přidat Čína.

Historie čínskému pilotovanému programu je velmi stará a sahá vlastně již do sedmdesátých let. Tehdy měla nejlidnatější země světa mimořádně ambiciózní plány na dobývání vesmíru. Co na tom, že tehdejší raketová technika „Made in China“ nikterak nevyňikala spolehlivostí. Pŕes nejrůznější potíže (technické i finanční) byl koncem sedmdesátých let zformován oddíl pilotů, kteří se začali chystat k letu do vesmíru.

V lednu 1980 dokonce tehdejší čínský tisk přinesl reportáž z výcvikového střediska, v květnu pak údajně došlo k odzkoušení kabiny pro kosmonauty při letu po balistické dráze. Poté své mateřské přístavy opustila i flotila lodí, která měla zajišťovat radarové sledování a rádiové spojení pro kosmickou loď po dobu větší části pobytu na oběžné dráze. Všechny tyto skutečnosti přímo či nepřímou ukazovaly na fakt, že je pilotovaný let na spadnutí.

Pak ale náhle a zcela nečekaně čínská oficiální místa změnila kurs. Prohlásila pilotovaný let za zbytečně nákladnou záležitost a o přípravách vlastního kosmonauta od té doby na veřejnost neproniklo vůbec nic. Co bylo příčinou tohoto „obratu“, se dosud můžeme jen dohadovat.

V polovině osmdesátých let byly vážně zvažované plány o letu čínského kosmonauta (nebo kosmonautů) na palubě amerického raketoplánu. Čáru přes rozpočet tomuto záměru udělala nejprve havárie raketoplánu Challenger a následně zrušení startů tohoto dopravního prostředku, později pak krvavé události na náměstí Nebeského klidu v Pekingu a ochlazení mezinárodních vztahů.

Koncem osmdesátých let se Čína pokusila vzkřísit svůj pilotovaný program. Jeho základem se měla stát mohutná nově vyvinutá raketa na kapalný kyslík a kerosen. Vše ale nasvědčuje tomu, že celý projekt zašel dříve, než stihl opustit rýsovací prkna konstruktérů.

Do třetice všeho dobrého, řekli si zřejmě vedoucí čínští činitelé a v roce 1992 v rámci úkolů pro osmou a devátou pětiletku stanovili následující cíle: Vývoj ŠESTI nových kosmických raket a OSMI umělých družic! Nikoliv kusů, ale typů! Mezi osmi uvažovanými družicemi měla být i pilotovaná kabina. Šlo o ambiciózní plány přesně v duchu prosazovaného hesla „Čína - světová velmoc 21. století“.

Jenomže čínští představitelé si záhy uvědomili, že zřejmě kapku přestřelili a že takto velkolepé plány nejsou v silách jejich ekonomiky. Proto postupně začali jednotlivé plány škrtnat. Už už to vypadalo, že dojde i na pilotovanou kabinu, když se objevila nečekaně spása v podobě Ruska. Vzápětí byla podepsaná dohoda o spolupráci v oblasti kosmické techniky. To představovalo výcvik kosmonautů a prodej některých klíčových technologických komponentů. V rámci výcviku kosmonautů se od roku 1996 podrobili dvouleté přípravě ve Hvězdném městečku u Moskvy dva kandidáti: Wu Jie a Li Quiglong. Není ovšem jasné, zda šlo o první čínské kosmonauty či pouze o instruktory čínského kosmického oddílu.

Jako cílové datum pro pilotovaný let byl stanoven říjen roku 1999, kdy si Čínská lidová republika připomíná padesáté výročí založení. A jak známo, komunistické země si na pořádné oslavy notně potrpí - a let vlastního kosmonauta je bezesporu oslavou více než důstojnou.

V současnosti toho o čínském pilotovaném programu mnoho nevíme. Snad jen tolik, že první zkušební let kabiny v bezpilotním režimu se očekává na přelomu let 1999 a 2000. Poté by měl následovat let druhý - opět bez posádky. Až třetí bude pilotovaný. Těžko říci, kdy k němu dojde. Budou-li oba bezpilotní úspěšné, může kabina s kosmonauty vzlétnout během jednoho roku. Ovšem čínští představitelé často hovoří o rozpětí let 2003 až 2005 - těžko říci, zdali se jedná o příliš opatrný odhad nebo skutečné zhodnocení pilotovaného programu, který je ve světě známý pod označením „Projekt-921“.

Odhady technických parametrů čínské kosmické lodi Projekt-921:

- Hmotnost: 8400 kilogramů
- Délka: 8,5 metru
- Průměr: 3,0 metru
- Nosná raketa: CZ-2F (odvozená od CZ-2E)

Co nového v netradičních nosičích pro kosmonautické účely

Doc. Ing. Jan Kusák, Csc.

1. Úvod

Netradiční vícenásobně použitelné nosiče:

- perspektivní skupina nosičů kosmických těles
- pozornost zejména podskupině SSTO RLV
- informace k projektům SSTO a DSTO na hvězdárně Valašské Meziříčí [1], [2], [3] a v publikacích [4] a [5]
- obsah přednášky: dílčí informace k následujícím projektům
 - X - 33 a Venture Star
 - X - 34
 - Future X Pathfinder
 - Kistler
 - Phoenix a Hopper
 - Roton
 - zmínka o aktivitách společnosti
 - BEAL AEROSPACE
 - PIONEER ROCKETPLANE
- projekt X - 38 bude zařazen na příštím astronomickém semináři

2. X – 33 a VENTURE STAR [5], [7.2], [7.3], [8.4]

Výzkumně-vývojové práce od r. 1995, dnes ve fázi dokončování stavby suborbitálního demonstrátoru X – 33 ATDV (Advanced Technology Demonstrator Vehicle) řešené NASA + Lockheed Martin. Pokud letové zkoušky X – 33 (15 letů) poskytnou vyhovující výsledky, mělo by dojít k vývoji SSTO RLV Venture Star od r. 2000. Projekt je oproti původním plánům ve zpoždění 1,5 až 2 roky?

X – 33 nepilotovaný letový demonstrátor v měřítku 1:1,72 se shodným tvarem jako Venture Star. Vnější uspořádání je založeno na geometrii vztakového tělesa M2 – F1 z 60. – tých let.

Cena projektu (odhady z r. 1999) 912,4 mil USD bude asi vyšší.

Dosud zveřejněná data [7.4]:

- délka 19,2 m (v [5] 20,4 m)
- šířka (rozpětí) 20,7 m
- celková (startovací) hmotnost 126,3 t – odborný odhad podložený výpočtem (v [5] 123,8 t)
- pohonné jednotky 2x Rocketdyne XRS – 2200 lineární aerospike (v [5] uveden 2 x J2S lineární aerospike), složky KPH LOX + LH₂
- hmotnost nosiče po vyčerpání PH 34,02 t, tj. $m = 0,73$ a $v_{TH} \sim 5247$ m/s (pro $w_{EF} = 4000$ m/s)
- celkový tah při hladině moře 1,82 MN, regulace tahu v rozmezí 40 až 119 %
- složky KPH v nádržích: LH₂ 14,9 t, LOX 82,1 t (odborný odhad)
- počáteční zrychlení pro nominální velikost tahu 14,4 m/s²

Vybrané práce za období 10/98 až 9/99:

- celkem 7 letových zkoušek s modelem raketového motoru s lineárním centrálním tělesem LASRE (Linear Aerospike SR-71 Experiment) v měřítku 1:10 a v polovičním rozpětí, bez zkoušky s pracujícím RM; program předčasně ukončen

- ve 4.Q/98 zahájeny zkoušky komponent RM Rocketdyne XRS – 2200, první zkouška turbočerpadel a plynového generátoru 2,81 s (powerpack test) v 10/98

- výroba 2 ks nádrží na LH₂ koncem r. 1998, z toho u jednoho kusu nevyhovující vnitřní povrch – nutnost opakované výroby (zpoždění programu)

- v 1.Q/99 zkoušky kovových desek tepelné ochrany z Ti slitiny – původně vyvinuté pro X – 15 v 50-tých letech (podmínky zkoušky – let ve výšce 100 km při M 13), v tomto období ověřovány raketové motory systému ovládání polohy

X - 33 (celkem 8 ks) a byl slavnostně předán vypouštěcí komplex, který byl dokončen v 11/98

- od 13. 9. t. r. probíhaly pevnostní zkoušky dvou 8,7 m dlouhých nádrží na LH₂ [6.7], do Stennisova kosmického střediska NASA dodán první ze čtyř RM - zde absolvuje 14 dílčích zkoušek a poté zkušební 190 s funkcí RM za skutečných (simulovaných) podmínek letu

Informace z 10/99 [8.4] uvádějí, že do X - 33 bylo zabudováno kolem 90 % software. První let by měl být údajně v polovině r. 2000. Do 12/99 měla by být X - 33 hotova z cca 69 %.

Plánované zkoušky [7.3], celkem 15 letů:

- prvních 5 letů - funkce RM po dobu 175 s, let do apogea 50 km (M 9, přistání horizontální na Michael Army Airfield, Utah, 724 km vzdál.)

- 2 další lety - funkce RM po dobu 195 s, let do apogea 79,25 km (M 13,8, přistání na Malstrom AFB, Montana, 1529 km vzdáleném)

- po přistání návrat do vypouštěcího postavení s pomocí letadla NASA Suttle Carrier

- odhad - 50 pracovníků za 2 dny připraví X - 33 k dalšímu startu

- po podrobném vyhodnocení prvních 7 letů dojde k upřesnění programu zkoušek pro zbývajících 8 letů.

Venture Star [8.4]

- Critical Design Review vícenásobně použitelného raketového nosiče SSTO RLV Venture Star (založeného na pokročilých technologiích ověřovaných na X - 33) se mělo uskutečnit v 10/99, NR by měla mít schránku - pro UZ a posádku - ve tvaru válcových kontejnerů jako vnější zástavbu o f 5 m (16 m), usnadnění zástavby nádrží a dalších palubních systémů, bude schopna pojmout X - 38 pro ISS

- NR by měla doplnit po úspěšném dokončení zkoušek X - 33 a vlastní NR park raketoplánů Space Shuttle někdy v letech 2008 až 2012

- NASA předpokládá používat Venture Star až po min. 17 úspěšných letech na OD a až po několikaletém tzv. přechodném období

- cena Venture Star se odhaduje na 5 (8) mil USD

- NR má a jistě bude mít řadu vlivných odpůrců [6.1], [7.4].

3. X – 34 [6.3], [7.1], [7.6] a [8.4]

Vicenásobně použitelný nepilotovaný zkušební raketoplán je vyvíjen jako součást aktivit NASA v rámci RLV (nepatří do kategorie SSTO RLV), který bude demonstrovat suborbitální lety do výšky 76 km / M 8 s automatických režimem přistání za zhoršeného počasí. Program představuje pokračování výzkumu zaměřeného na dosahování velkých výšek a rychlostí prováděného před 30 lety s raketoplánem X - 15. Má prokázat, že lze ekonomicky provozovat RLV s malým počtem pracovníků.

Vývoj - společnost OSC (Orbital Sciences Corporation)

- první model A - 1 raketoplánu X - 34 dodán do Drydenova střediska NASA, veřejnosti předveden 30. 4. t. r.

- OSC oznámila [7.6], že plánuje vývoj komerčního nosiče družic založeného na X - 34 s nosnou kapacitou 3,6 t

- zkoušky v r. 1999 byly spojeny s montáží A - 1, která byla dokončena 22. 2. 1999, pokračovaly zážehem úplného RM 11. 3. na zkušebnímu stavu Stennisova střediska NASA (doba funkce 20 s, plný tah 300 kN); po úpravách letounu L - 1011 Tri Star byly zahájeny dne 29. 6. 1999 letové zkoušky upoutaného X - 34 v podvěsu (podobně jako Pegasus) z Edwards AFB, Kalifornie. Podle [7.6] měla být první série letů ukončena v září 1999 v Dryden Research Center, Kalifornie. V rámci letových zkoušek se počítalo po ukončení upoutaných letů s počítačem řízeným klouzáním s eventuelní funkcí RM Fastrac a přistání na vyschlém jezeře u Edwards AFB.

S druhým exemplářem A - 2 (přepokládal se RM NK-39 Aerojet-Samara; pro pozemní statické zkoušky v Holloman AFB, Nové Mexiko, bude koncem 2.Q/2000 RM Fastrac podle [8.4] by měly proběhnout zkoušky v Dryden, Holloman nebo Kennedy Space Center do letové rychlosti M 2; při uplatnění NK - 39 lze údajně dosáhnout M 5 až 8. Po přesunu do Kennedy Space Center, Florida, by měly lety pokračovat do M 4,5 s autonomním přistáváním za bočního větru a deště. Souběžně budou sledovány časy přípravy nosiče od jeho přistání do dalšího startu.

Se třetím exemplářem A - 3 by měl být dokončen zbytek z plánovaných 27 letů X - 34 v Dryden s cílem dosáhnout letové výšky 76 km / M 8 v rámci stávajícího 85 mil USD kontraktu mezi OSC a NASA.

Podle [6.3] budou odzkoušeny celokompozitní konstrukce draku, kompozitní nádrže KPH, materiály tepelné ochrany vnějších ploch, autonomní řídicí a přistávací systémy.

V programu odzkoušené technologie by měly v budoucnu umožnit snížení nákladů na vynesení UZ a umožnit přístup do kosmu širší skupině komerčních

uživatelů. Poslední zveřejněné informace uvádějí, že NASA a OSC znovu upravili plány zkoušek s cílem snížení rizika zkoušek:

- A - 1 bude po kontrole a repasi jako verze A - 1A využita v r. 2000 pro pojezdové zkoušky na dráze při 120 km/hod a pro další zkoušky s letounem-nosičem /druhý plánovaný let byl z 31. 8. 1999 přesunut na září [8.4]. Zkoušky by měly pokračovat na White Sands Missile Range, New Mexico v r. 2000

- původní plány počítaly se souběžnými zkouškami A - 2 a A - 3. Změny v programu zkoušek údajně umožní kompletaci A - 2 při zkouškách A - 1A

Poznámka k RM FASTERAC:

Jde o RM standardního uspořádání s klasickou zvonovitou výstupní částí trysky a turbočerpadlovým dodávkovým systémem. Je vyráběn standardní, poněkud zjednodušenou výrobní technologií.

Dnes zveřejňovaná data pro X - 34 [6.5], [7.6] - jsou odlišná od [5], která uvádíme v závorce pro tehdy uvedenou X - 34A

- délka do 17,7 m (21,9 m)

- výška 3,5 m

- rozpětí do 8,5 m (10,5 m)

- počáteční (startovací) hmotnost 20 t (po odečtení v [5] uvedené orbitální části do 29,4 t)

- původně uvažovaný třístupňový nosič je dnes uváděn jako dvoustupňový suborbitální nosný systém s L-1011 letounem-nosičem jako prvním stupněm

- pohonná jednotka - 1 x RM Fastrac pracující s LOX + RP-1 s celkovou dobou funkce do 150 s [7.1]

4. Future X Pathfinder [6.5]

Uvedený program zahrnuje vývoj nepilotovaného kosmického raketoplánu, který bude schopen automatického přistávání. vývoj provádí fy Boeing Phantom Works na základě kontraktu s NASA od 12/98. Po vstupu do realizační fáze obdrží projekt ozn. X - 37. X - 37 odzkouší vícenásobně použitelný prostředek RLV. Zkoušky na OD by měly být zahájeny od r. 2001.

5. Kistler [5], [6.1], [6.5]

Projekt společnosti Kistler Aerospace patří k široké škále projektů menších soukromých společností, které hledají finanční podporu pro své plány. Z původních záměrů [5] musela fy hodně slevit.

Vývoj parku pěti RLV ozn. K - 1 by měl stát 770 mil USD, společnost údajně zatím shromáždila 450 mil. USD. Nosná raketa (má být dvoustupňová s RM

NK-33 a NK-34 ruské fy NK Dvigatěl) měla startovat v druhé polovině r. 1999 z australské základny Woomera.

6. Phoenix a Hopper

Němečtí vojáci a konstruktéři mají dlouholeté zkušenosti z prací na projektech RLV, a proto nepřekvapuje, že v [8.1] byly zveřejněny dílčí informace u příležitosti PARIS '99. Společnost Daimler Chrysler Aerospace (DASA) staví raketu - demonstrátor Phoenix v rámci vývoje technologie RLV se zahájením zkušebních letů kolem r. 2002.

Phoenix - testování s cílem shromáždit údaje pro budoucí uplatnění a snížit rizika při vývoji RLV Hopper při využití ekologických složek KPH.

Hopper - horizontální start (s pomocí pohybující se vypouštěcí desky/stolu), UZ bude vyneseno na OD horním jednorázově použitelným stupněm, který bude uchycen na palubě Hopperu. Horní stupeň shoří v atmosféře při návratu. Orbitální modul - delta-plán /raketoplán/ přistává horizontálně jako letoun.

Řešení - DASA + min. 2 zahraniční partneři.

- koncepce Hopperu je založena mj. na využití technologií, které DASA vyvinula pro programy jako byl Sänger

- nízké ceny za start, vhodné pro družicové multisítě

Základní zveřejněná data:

Parametr	Phoenix demonstrátor	Hopper
Délka [m]	6	40 /rozpětí křídel 20 m/
Počet stupňů	neuveden !?/	2 ? *
Pohonná jednotka	RM	3 x RM Vulcain Mk 2
Uspořádání	RLV	částečně RLV (deltaplán)
m_{oc} [t]	?	400
Nosná kapacita [t]	-	7/LEO ** 5/GTO ?
Využití 2012	Zkušební projekt pro odzkoušení technologií pro RLV	částečně RLV, použití od r.

* dle mého názoru 3°

** podle [8.1]

7. ROTON [7.5], [7.7], [8.2]

Projekt je řešen na bázi soukromého kapitálu a je dosti rozporuplný. Projekt by měl stát 150 mil USD, řešitelé fy Rotary Rocket se sídlem v Redwood Shores, Kalifornie, mají zatím shromážděno jen 31 mil. USD [6.5].

Po technické stránce - Roton by měl být vícenásobně použitelným SSTO nosičem typu VTVL /Vertical Take-off, Vertical Landing/ pro vynášení UZ na LEO s neobvyklou konstrukcí pohonné jednotky - raketový motor (ozn. rotary Rocket Jet engine) pracuje s kombinací KPH LOX a letecký petrolej.

Po vynesení UZ na LEO dojde k postupnému rozvinování rotorových listů a k vertikálnímu návratu jako autorotující helikoptéra. Návrat je prý možný i s plně naloženou schránkou (např. při nevyložení UDZ nebo při sejmutí tělesa z OD). Roton má být výhradně pilotovaným RLV (2 členná posádka). Zveřejněná data:

- délka RLV SSTO Roton 19,2 m
- pohon [6.5] 6 x RM (LOX + kerosen) nominální tah 2260 kN
- startovací hmotnost 180 t
- hmotnost UZ pro jeden let 3,2 t/LEO * 3,5 t [6.5]
- počáteční zrychlení 12,56 m/s²
- použití od r. 2001
- cena za vynesení nákladu kategorie 3,2 t (10% ceny oproti r. 1999)
- cena Rotonu 7 mil. USD
- * stejná kapacita jako u řady dnešních jednorázově použitelných NR

Společnost Rotary Rocket předvedla vícenásobně použitelný demonstrátor ATV (Atmospheric Test Vehicle) ve skutečné velikosti 1. 3. 1999. ATV by měl demonstrovat spolehlivost přistání před vlastní konstrukcí dvou prototypů zkušebních nosičů PTVs (Prototype Test Vehicles) pro orbitální zkušební lety v r. 2001 s RM Fastrac. Komerční lety by měly být zahájeny v r. 2001, uvádí fy Rotary.

Vývoj probíhal od r. 1997. ATV nemá raketový motor, pohon zajišťující 4 lopatky rotoru (jako u helikoptéry) - omezený vztlak, určitá manévrovatelnost a řízené klesání.

Zajímavost - piloti Rotonu by se patrně stali prvními privátními astronauty v kosmu [7.4].

Dosavadní zkoušky - dílčí přehled podle [7.4]:

- 30. 11. 1998 kvalifikační zkoušky rotoru (75 ot/min)

- první „letová“ zkouška - 3 × vzletový manévr, 3 × přistávací manévr, výška letu 2,4 m, doba zkoušky 4 min a 40 s
- testovací lety budou pokračovat až do výšky 1 km
- do 12/2000 zkoušky s Rotonem

Předpokládaná nosnost na OD - 2 členná posádka + 3,2 t UZ, vertikální přistání.

Konstrukční zvláštnosti Rotonu:

- RM mají být umístěny na rotujícím disku ve spodní části rakety, 3 - ramenný rotující rozvaděč je použit pro tlakování složek KPH (údajně nahrazuje turbočerpadlový blok). Disk je uváděn do rotace pracujícím RM.

- Raketa přistává pomocí 4 - listového nosného rotoru (listy jsou při startu složeny podél trupu), odklon-rozevření listů má být řízen podle rychlosti sestupu /stabilizační funkce/. Tato technika byla již dříve zvažována - např. i u programu Apollo.

Některé poznámky k projektu /aktivitám fy Rotary Rocket/ [6.7]

- v r. 1998 probíhala řada ověřovacích zkoušek, byla zahájena stavba nového zkušebního a vývojového závodu blízko Edwards AFB,

- model rakety Roton ve skutečné velikosti pro zkoušky v atmosféře v r. 1999 stál 2,8 mil USD

Optimismus společnosti získat v příštích 10 letech více jak 2000 družic k vypuštění (10 mld. USD) není asi moc reálný a není dosud podložen uceleným technickým řešením projektu. Rozhodující zde bude celková záloha rychlosti (pokud chtějí dosáhnout OD), a ta je s ohledem na některé uzly a zvolenou kombinaci složek KPH v kategorii RLV SSTO nereálná.

8. Poznámky k některým aktivitám spol. Beal Aerospace a Pioneer Rocketplane

8.1 Beal Aerospace [6.5], [6.6]

Americká společnost Beal Aerospace Technologies, Inc., založená v r. 1993 (tehdy 40 zaměstnanců ?), má záměr během 1,5 roku realizovat NR o hmotnosti 1000 t s nosnou kapacitou 17 t/LEO. K tomuto účelu společnost pronajala nebo zakoupila celou řadu pozemků a objektů [6.6].

Původně se počítalo s vývojem rakety BA - 1; mělo jít o 3° NR s nosnou kapacitou 7,5 t/LEO a s prvním startem koncem r. 2000. Složky KPH H_2O_2 + kerosen.

Tato etapa byla zrušena (připomíná to vzdáleně fy Kistler) a dnes se počítá přímo s NR BA - 2, která má mít nosnou kapacitu neuvěřitelně velkou 5 t/GTO, záměry hovoří o prvním startu v r. 2000. Tyto ambiciozní plány postrádají (pokud nejsou pod palcem společnosti již hotové - zakoupené celky, se kterých lze takovou raketu postavit) technické zázemí.

Zveřejněné údaje o zkouškách:

- v r. 1998 měly proběhnout první statické zkoušky RM pro BA s vyhovujícími výsledky [6.6]

- další výsledky zkoušek, které by uvedený záměr podpořily, nejsou známy.

První start Ba - 2 ze Sombrero Island (fy má pozemek pronajatý na 98 roků jako pozemek pro kosmodrom) se má konat v r. 2000. Ze všech doposud zveřejněných informací lze jen ztěžka posoudit, zda jde o science-fiction nebo o tajně připravený projekt.

8.2 Pioneer Rocketplane [6.5], [6.7]

Společnost se sídlem v Lakewood, Colorado, navrhuje stavbu vícenásobně použitelného raketoplánu Pathfinder s kombinovaným pohonem. Na projekt obnášející 300 mil. USD bylo shromážděno jen 5 mil. USD.

Pilotovaný prostředek by měl umožnit vynesení menších až středně těžkých UZ na LEO při přibližně 1/3 nákladech ve srovnání s dnešními NR. Start by byl z běžného letiště pomocí dvojice proudových motorů F-100, v nádržích je jen kerosen. Ve výšce 9 km je do nádrží doplněn LOX o hmotnosti téměř 60 t z letounu-tankeru KC-135 nebo k tomu upraveného B-747. Zážeh RM RD - 120 (výrobce NPO Eněrgomaš), zvýšení rychlosti na M 12 a vystoupení do 130 km. V této výšce se uvolní UZ s RM na TPH, jehož funkcí se UZ dostává na OD. Vlastní raketoplán zbrzdí svou rychlost a vrací se poháněn dvěma proudovými motory jako letadlo.

Zveřejněná data:

- délka raketoplánu do 25 m

- pohonné jednotky: 2 vojenské proudové motory F - 100, RM RD - 120 ruské NPO Eněrgomaš na LOX a kerosen

- nosná kapacita 1 t / nízká polární dráha při uplatnění RM Thiokol Star 48 B; 2,5 t / LEO s menším sklonem dráhy s RM Star 75

Uvažuje se o horním stupni s RM Fastrac z projektu X - 34, který by dopravoval UZ na OD místo RM na TPH.

8.3 Kelly Space & Technology

Společnost má záměr během 3 let zkonstruovat raketoplán ASTROLINER s předpokládanou posloupností letu:

- start na hřbetě B - 747
- 3 (?) × RM NK - 33 dopraví na LEO 4,7 t
- návrat raketoplánu s pomocí dvou proudových motorů.

Na projekt je zapotřebí 500 mil. USD, z toho 10 mil. USD je již získáno.

Použitá literatura

- [1] Kusák J.: Nosné kosmické prostředky dnešních dnů, Astronomický seminář ke 40. výročí otevření Hvězdárny Valašské Meziříčí pro veřejnost, HVM 29. září - 1. října 1995, str. 6 a 7
- [2] Kusák, J.: Nosné prostředky SSTO, Kosmonautický seminář 22. až 26. listopadu 1996, HVM, str. 12 až 14
- [3] Kusák, J.: Ruské raketoplány - co nového?, Raketoplány 24. až 26. října 1997, Sylaby přednášek, HVM, str. 7 až 12
- [4] Martinek, F.: Z historie a současnosti kosmických raketoplánů, HVM 1997
- [5] Kusák, J.: Kosmické rakety dneška, HVM 1998
- [6] Letectví a kosmonautika, ročník 1999
 - [6.1] č. 5, str. 37/309
 - [6.2] č. 6, str. 39/379
 - [6.3] č. 9, str. 38/582, č. 12-13, str. 11/759, č. 15, str. 7/955
 - [6.4] č. 16, str. 9/1025
 - [6.5] č. 17, str. 30/1114 a 31/1115
 - [6.6] č. 18, str. 18/1170, č. 21, str. 8/1364 a 9/1365
 - [6.7] č. 22, str. 36/1460, str. 38/1461, str. 39/1393, str. 40/1464
- [7] Spaceflight, ročník 1999
 - [7.1] č. 1, str. 5
 - [7.2] č. 2, str. 46
 - [7.3] č. 4, str. 142 až 144
 - [7.4] č. 5, str. 181, str. 212 až 215
 - [7.5] č. 6, str. 229 a 230
 - [7.6] č. 7, str. 270
 - [7.7] č. 10, str. 405
- [8] Flight International, ročník 1999
 - [8.1] 23-29 June, str. 17
 - [8.2] 4-10 August, str. 4
 - [8.3] 25-31 August, str. 35
 - [8.4] 1-7 September, str. 29, 13-19 October, str. 29 a 30

Peenemünde

- zbrojnice Třetí říše anebo brána do vesmíru?

Ing. Bedřich Růžička, CSc:

Když bylo v USA koncem 1946 oficiálně oznámeno, že v Americe pracují němečtí raketoví experti, strhla se mezi státními úředníky, ve vojenských a zvláště vědeckých kruzích bouře odporu, která s různou intenzitou pokračovala do 1949. Ještě v 1957 se objevovaly narážky na německé odborníky jako na bývalé nepřátele s nacistickou minulostí.

Bylo nutno tyto specialisty od pochybné minulosti očistit. Začal se vytvářet mýtus Peenemünde, kde kosmonautičtí nadšenci se maskovali za (Hitlerovy) zbrojní inženýry a zkonstruovali raketu, jež vystoupila jako první těleso do vesmíru. Že se při návratu zřítily na Londýn, Antverpy a jiná místa bylo sice politováníhodné, na tom však konstruktéři vinu nenesou. To Himmlerovy SS připravily nevinné odborníky nejprve o kompetence při výrobě raket, k níž využily otrocké práce vězňů a poté se v plné míře staly zodpovědnými za jejich praktické použití.

Mýtus ovšem potřebuje i hrdiny - jejich symbolem se stali Walter Dornberger, dlouholetý šéf HVA Peenemünde, prý „muž neuvěřitelné odvahy, často stojící proti moci a intrikám vedení SS“; Arthur Rudolph, technický vedoucí pokusného sériového závodu (VW) v Peenemünde, později jeden z ředitelů v podzemní továrně v Mittelwerku a ještě později „vysoce zasloužilý americký občan, za války vystavený v Mittelwerku podmínkám, které se nijak podstatně nelišily od podmínek pro zde nuceně nasazené pracovníky“ a posléze Wernher von Braun, technický ředitel HVA, proklamovaný „tvůrce rakety V-2, nejpoblábnější raketový inženýr světa“, který za nacistického režimu prý „neměl nic přímo společného s Mittelwerkem ani s jeho závody.“

Od konce padesátých let dodneška vycházejí tyto apologie ve snaze očistit hnědou minulost tehdejšího Německa. Bylo tomu skutečně tak?

Walter Dornberger (1895-1980) vyjádřil snahy a zaměření svého pracovního týmu velice jasně: „Od těch dob, co existuje dělostřelectvo, toužili vojenští strategové po ideální střele, která by doletěla dál než kterákoliv jiná. I v době, kdy letadlo nastoupilo své bezpříkladné vítězné tažení, přáli si vojáci mít ještě nějaký další nosič výbušnin, který by se dal pořídit laciněji a dal by se snadněji ovládat než takový bombardér. Raketa V-2 měla toto přání splnit.“ A na dalším místě píše: „Nezbylo nic jiného, než na střelnici v Kummersdorfu zřídit vlastní zkušebnu. Chtěli jsme se konečně dostat z oblasti teorie, neprokazatelných tvrzení a velkohubých fantazií a dospět k vědecky podloženým výsledkům. Měli jsme

plné zuby vymyšlení fantastických projektů pro cesty vesmírem. Šesté místo za destinnou čárkou ve výpočtu dráhy k Venuši nám bylo stejně jedno jako problémy vytápění a zásobování čerstvým vzduchem v přetlakové kabině marsovského korábu ... Chtěli jsme konečně dospět k praxi.“

Arthur Rudolph (1906-1996) - (NSDAP 1930-31, SA 1932), inženýr, inicioval v roce 1943 využívání vězňů KL k výrobě raket v peenemündském VW a později v Mittelwerku, kde byl svědkem poprav nuceně nasazených. Po válce až do svého důchodu pracoval v kosmickém průmyslu Spojených států. Když byl podle doplňku k zákonu o přistě-hovalectví (1952) podroben v Kalifornii orgány OSI (Office of Special Investigations) vyšetřování s cílem dosáhnout jeho vypovězení, neboť spadal do kategorie osob, které v letech 1933-45 „nařídili, podnikli, napomáhali nebo jinak spolupůsobili při pronásledování lidí z důvodů jejich rasy, náboženského vyznání, původu nebo politického názoru“, v obavě před soudním řízením se amerického občanství vzdal a vrátil se do Německa (1984).

Ani minulost Wernhera von Brauna (1912-1977) není bez poskvrny. Člen NSDAP od 1937 a od 1940 jeden ze čtyř příslušníků SS v kolektivu pracovníků HVA to za pouhé tři roky dotáhl až na SS-Sturmbannführera (majora). Na přímluvu ministra Speera ho Hitler v červenci 1943 jmenoval profesorem. Za příspěvek k realizaci nejnákladnějšího válečného projektu Třetí říše mu byl propůjčen Válečný záslužný kříž a v roce 1944 i rytířský stupeň téhož řádu. Většina historiků se shoduje v tom, že nacionalisticky orientovaný von Braun nebyl přesvědčeným nacistou, nýbrž praktickým oportunistou - což vedlo k tomu, že sice nacistické názory neprosazoval, zato však je fakticky realizoval a vždy byl nakloněn k ústupkům vůči okolnostem i vůči režimu. Za sny po Měsíci by taková vyznamenání určitě nezískal.

Fakta, bohatě dokumentovaná, jak je uvádějí nově vydávaná díla, např.: Eisfeld, R.: Touha po Měsíci. Jota, Brno 1997 / Neufeld, M. J.: Die Rakete und das Reich. Brandenburgisches Verlagshaus, Berlin 1997 / Hölsken, D.: V-Missiles of the Third Reich. Mono-gram Aviation Publications, Sturbridge, Mass. 1994 / Michels, J.: Peenemünde und seine Erben in Ost und West. Bernard & Graefe Verlag, Bonn 1997 / Bode, V.; Kaiser, G.: Rake-tenuspuren - Peenemünde 1936-1996. Bechtermünz Verlag, Augsburg 1998 / Stüwe, B.: Peenemünde-West. Bechtermünz Verlag, Augsburg 1998 / vedou k novým pohledům na začátek a průběh vývoje dálkových raket v Německu a opravňují nás mj. k tvrzení, že:

- vývoj raket v Německu byl ustanoveními Versailleské smlouvy podnícen jen okrajově;

- výstavba prvních zkušebních zařízení na střelnici v Kummersdorfu byla diktována úspornými důvody, nevyžadovala ani vyvlastnění, ani odkoupení pozemků;

- úloha Wernhera von Brauna v nalezení vhodného prostoru pro stavbu raketového výzkumného střediska nebyla tak významná jak mu dřívější zprávy přisuzovaly;

- von Braunovy zásluhy o V-2 jsou po výtce organizačního rázu, jako konstruktér zklamal;

- boj mezi armádou, průmyslem a SS o podíl na sériové výrobě V-1 i V-2 byl bojem o zisky a politickou moc - zejména SS (Himmler) se neštítala žádných prostředků, jak ukazují aféra Zanssen, zatčení vedoucích činitelů HVA, Dornbergerův vynucený ústup ze slávy či počínání generálního zmocněnce pro rakety, SS-Gruppenführera Hanse Kammlera.

Konstrukci rakety V-2 předstihli ve své době němečtí odborníci všechny bojující státy, jejich zbraň však nebyla schopna výsledek války zvrátit. Přes všechno úsilí dokázali denně na Velkou Británii vyslat nejvýše 24 tun výbušin - náklad, rovnající se užitečnému zatížení šesti létajících pevností (v letech 1943-45 vedle běžných leteckých útoků uskutečnily RAF a USAAF přes 160 velkých náletů, při každém z nich bylo svrženo více než 1000 tun leteckých pum - nejvíce 12. 3. 1945 na Dortmund - 4851 t).

Byli však i odborníci jiných národů schopni podobný program realizovat? Vyjádřili se k tomu britští experti - pokud by se jim dostalo podpory, jaká byla poskytnuta na raketový výzkum v Německu, dokázali by totéž a za stejnou dobu.

Vývoj německé dálkové rakety trval 9 let, bylo však potřeba ještě dalších 12 let, aby vzlétla první družice a brána do kosmu se skutečně otevřela.

Příběh měsíčního zlatokopa

Pavel Gabzdyl

Když 14. 12. 1972 odstartoval lunární modul Apolla 17 z měsíčního povrchu, asi tenkrát nikdo netušil, na jak dlouho zůstane náš nejbližší vesmírný soused opuštný. Trvalo neuvěřitelných 22 let než se k Měsíci vydala alespoň levná

automatická sonda Clementine, která byla navíc součástí vojenského programu. Jaký úsudek by si asi utvořil případný obyvatel Měsíce o stavu naší civilizace?

Bližší poznání naší přirozené družice přitom není jen rozmařilým plánem NASA s cílem zapíchnout americkou vlajku do dalšího měsíčního zákoutí, ale především nám může pomoci nahlédnout do minulosti nejen Měsíce, ale rovněž sluneční soustavy a našeho kosmického domova - Země. Zájem o poznání Luny však vzrůstá i díky jeho připravované „kolonizaci“. Již sonda Clementine přinesla planetárním geologům velmi mnoho nečekaných a lze říci, že i převratných objevů, které způsobily nárůst počtu vědeckých prací pojednávajících o našem satelitu.

O to více byly očekávány výsledky sondy Lunar Prospector, která je součástí známého programu Discovery. Nutno dodat, že základní motto tohoto úsporného programu zní: „rychleji, lépe a levněji“. Náklady na celý projekt tedy byly velmi omezené. Na Prospectoru nebyla např. žádná kamera ani palubní počítač, protože veškeré experimenty a ovládání probíhalo přímo ze Země. Doba vývoje sondy trvala pouze dva roky a celková cena projektu činila jen 63 milionů dolarů (34 milionů na vypuštění, 25 milionů stála sonda a 4 milióny provoz). Samotná sonda o hmotnosti 295 kilogramů (včetně paliva) svým tvarem připomínala buben s průměrem 1,4 metru a výškou 1,22 metru. Po obvodu bubnu byly rozmístěny sluneční články a tři dvou a půl metrové tyče, na kterých se nacházela většina vědeckých přístrojů.

Prospector se na svou čtyř a půl denní pouť k Měsíci vydal ve středu 7. ledna 1998. Tři stupně nosiče Lockheed Martin Athena 2 pracovaly bez problémů a tak se za šest minut po startu sonda ocitla na parkovací dráze kolem Země ve výšce asi dvě stě kilometrů. Po ukončení tří čtvrtin oběhu se na více než minutu zapálil další stupeň, jenž sondu nasměroval k stopětihodinovému letu k Měsíci a současně mu udělil pomalou rotaci. Celá série manévru proběhla během jedné hodiny. V hlavní části mise se sonda pohybovala po polární dráze kolem Měsíce ve výšce 100 kilometrů. Postupem času se její výška nad měsíčním povrchem zmenšovala.

Sonda po celou dobu své činnosti pracovala naprosto bezvadně. Její dráha byla v závěru tzv. prodloužené mise upravována, až nakonec obíhala Měsíc po polární dráze pouhých 25 km nad jeho povrchem. Když sondě zbývalo ještě dostatek pohonných látek pro dalších osm měsíců, pracovníci v řídicím centru se rozhodli, že toto technologické dobrodružství zakončí efektním experimentem - dopadem do nepojmenovaného kráteru poblíž jižního pólu Měsíce. 31. července 1999 v 11:00 našeho času tak Lunar Prospector dopadl rychlostí 1,7 km/s do dna jednoho z kráterů na jižním pólu Měsíce.

Přestože sonda „váží“ jen 161 kilogramů, energie dopadu měla být podle výpočtů stejná, jako kdyby do Měsíce narazil dvoutunový automobil rychlostí 1 800 kilometrů za hodinu. Odborníci doufali, že vymrští obrovskou fontánu měsíčního prachu a vodní páry, která by mohla být detekována i ze Země. Při tomto experimentu se mělo vypařit 18 kg ledu. „*Zatímco pravděpodobnost úspěchu je relativně nízká, případný dopad je ohromný,*“ komentoval jeden ze zúčastněných dr. Guenter Riegler. „*Naši externí spolupracovníci se k plánu postavili pozitivně a potvrdili, že je po technické i operační stránce realizovatelný. Finanční náklady jsou přitom minimální a celá mise je stejně u konce. Takže Lunar Prospector dostane poslední šanci poskytnout nám ještě nějaká vědecky cenná data.*“

Na Měsíc mířilo v době dopadu dvacet velkých teleskopů na Havajských a Kanárských ostrovech a také dvě zařízení na oběžné dráze kolem Země: HST a SWAS (Submilimeter Wave Astronomy Satellite). Ani jeden z přístrojů však nezaznamenal ve chvíli dopadu nic mimořádného. Nezdar experimentu zapříčinila špatná geometrie systému Země-Měsíc (librace vychýlila místo dopadu 3° mimo dosah pozemských dalekohledů). Nejšťastnější údajně nebyla ani koordinace dalekohledů. Experiment tedy dopadl nezdarem, avšak to se zdaleka nedá říci o celé misi Lunar Prospector. Stručný výčet experimentů a jejich předběžných výsledků je přesvědčivý.

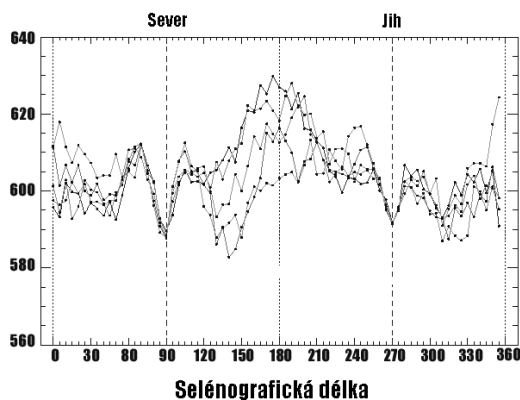
1. Neutronový spektrometr

Dozajista největší mediální bombu kolem mise Lunar Prospector rozpoutala tisková konference z 5. března 1998, kdy tým vědců pod vedením dr. Alana Bindera oznámil: *Je velmi pravděpodobné, že se na povrchu našeho vesmírného souseda, v oblasti jeho jižního a především severního pólu, nachází vodní led. Jeho celkové množství se pohybuje mezi 10 a 300 miliony tun. Více vodního ledu, v případě že skutečně existuje, se přitom nachází kolem severního pólu.* Dosud získaná měření sondy Lunar Prospector naznačují, že by se v oblasti pólů měla voda skutečně nacházet - smíchaná s regolitem v poměru 1:100 až 1:300. Měla by být rozprostřena v oblasti 10 až 50 tisíc čtverečních kilometrů u severního pólu a 5 až 20 tisíc kilometrů čtverečních na jihu.

Existenci vodního ledu na Měsíci teoreticky předpověděli již v roce 1961 Kenneth Watson, Bruce C. Murray a Harrison Brown. Vycházeli z faktu, že rotační osa Měsíce je vůči ekliptice skloněna jen 1,6 stupně. To by znamenalo, že některé krátery v polárních oblastech by se musely nacházet permanentně ve stínu. V takovém strašidelném a bezslunném prostředí by se mohl uchovat led, který se na Měsíc dostal prostřednictvím srážek s kometami nebo na vodu boha-

tými asteroidy. Celkové množství materiálu, které se tímto způsobem na měsíční povrch dostalo, se přitom odhadovalo na 10 až 100 miliard tun.

Tuto odvážnou myšlenku začala prověřovat již sonda Clementine v roce 1994. Snímky, které pořídila, jasně prokázaly, že v oblasti jižního pólu se nacházejí krátery permanentně zahalené stínem. Metoda zjištění přítomnosti vodního ledu v meziplanetárním měřítku však měla u Prospectoru premiéru. Spočívala v detekci neutronů, které neustále proudí od lunárního povrchu. Spektrometr byl schopen rozeznat tři úrovně neutronů: nízko energetické „thermal“, středně energetické „epithermal“ a vysoko energetické „fast“ neutrony. Vzájemná interakce mezi vodíkovými ionty (obsaženými v oblastech vodního ledu) a neutrony způsobuje, že neutrony svou energii ztrácí a pohybují se dále nižší rychlostí. Pokles energetických hladin neutronů, které neutronový spektrometr detekoval, proto prozradila oblasti se zvýšenou koncentrací vodíkových iontů.



Obr.2 Tento obrázek ukazuje místa, kde neutronový spektroskop Lunar Prospectoru zjistil pokles energetických hladin neutronů, které proudí následkem bombardování slunečního větru od měsíčního povrchu. Právě tento pokles prozrazuje oblasti s možným výskytem vodního ledu. Jak je, vidět tyto podezřelé oblasti se nacházejí blízko pólů, tedy v krajinách věčného stínu.

2. Gama spektrometr

Měsíční kůra je tvořena převážně těmito devíti základními prvky: uranem, thoriem, draslíkem, křemíkem, hořčíkem, železem, titanem, vápníkem a hliníkem. Částice kosmického záření neustále bombardující měsíční povrch, vyrážejí tyto prvky ve formě kvant gama záření zpět do kosmického prostoru. Protože každý prvek se ve spektru podepisuje jinak, můžeme pomocí zařízení zvaného

gama spektrometr zjistit zastoupení prvků v jednotlivých oblastech Měsíce. Dají se tak odhalit i případná ložiska některých minerálů a kovů např. hliníku, která mohou být velice důležitá při budování měsíčních základů. Délka mise a skutečnost, že sonda prolétala nad parcelami o rozměrech 150×150 kilometrů devětkrát měsíčně, zaručila dostatečnou spolehlivost a přesnost naměřených dat. Spektrometr gama záření o hmotnosti 8,6 kilogramů byl umístěn na jedné ze tří radiálních tyčí. K jeho činnosti postačil zdroj o výkonu tří wattů.

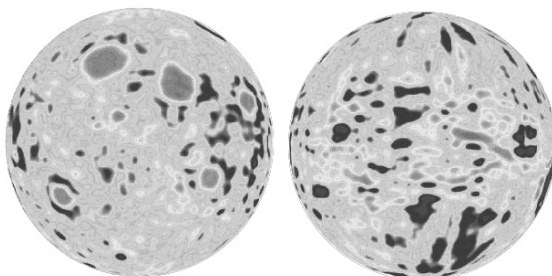
Díky výsledkům z gama spektrometru jsme se dověděli mnoho nového i o gigantické pánvi South Pole-Aitken (SPA), která je se svým průměrem 2 500 km zároveň největším známým impaktním kráterem v celé sluneční soustavě. Jeden z posledních objevů týkajících se této pánve publikoval David Blewett (Havajská univerzita). Ten spolu se svými kolegy identifikoval několik oblastí uvnitř SPA, jež obsahují materiál, který by se tam vlastně ani vyskytovat neměl. Podle současných modelů impaktních procesů, by totiž vnitřek SPA měl překypovat především materiálem z pláště Měsíce, ale není tomu tak. Klíč k rozluštění této záhady možná leží v oblasti se zvýšeným obsahem thoria v severozápadní části pánve. Larry Haskin (Washington University, St. Louis) věří, že tato podivná oblast souvisí se vznikem neméně gigantické pánve na přivrácené straně Imbrium basin, která se nachází přesně na opačné straně Měsíce. Imbrium basin vzniklo asi před 3,84 miliardami let a trosky tohoto gigantického kráteru můžeme vidět už jen v podobě horských prstenců obepínajícího známé Moře dešťů. Během impaktu bylo kolem celého Měsíce vymrštno neuvěřitelné množství materiálu, který z převážné části pokryl povrch našeho Měsíce. Materiál, který stihl obletět celý Měsíc se pak střetl přesně v protipólu impaktu a vytvořil tak ložisko thoria pozorovatelné v SPA.

3. Dopplerův gravitační experiment

Už výsledky lunárních misí z šedesátých let ukázaly, že Měsíc má velmi nerovnoměrné tíhové pole. Jeho místní anomálie způsobují především tzv. mascony (z anglického mass concentration), které pravděpodobně tvoří mocné vrstvy lávových příkrovů uvnitř měsíčních moří. První mapu rozložení těchto masconů na celém Měsíci získali dychtiví vědci až prostřednictvím sondy Clementine, která sledovala našeho souputníka v roce 1994. Lunar Prospector však už po několika týdnech své činnosti přinesl mnohem přesnější mapy, které se vlivem přibližování k měsíčnímu povrchu stále zpřesňovaly.

Se zjištěním tíhových anomálií Měsíce, při němž se využívá známého Dopplerova jevu (Doppler Gravity Experiment pod vedením Alexandra Konopliva z Jet Propulsion Laboratory), díky kterému slyšíme tón sirény policejního auta vyšší, když se k nám přibližuje, než když se od nás vzdaluje, souvisí i objev

doposud neznámých masconů (Mare Humboldtianum, Mendel-Rydberg, Schiller-Zucchius, Hertzsprung, Coulomb-Sarton, Freundlich-Sharonov a Mare Moscovienne). Vědci tak získali přesnější představu o nitru našeho souseda, ale také poznali dosud neznámé impaktní struktury, které jsou už dnes překryty mladšími krátery, a tudíž je nelze zjistit z topografických měření.



Obr.2 První mapa tíhových anomálií sondy Lunar Prospector. Zvláště na přivrácené straně (vlevo) lze velmi snadno rozeznat centra některých známých měsíčních moří, která tvoří mascony.

4. Magnetometr

Jestliže má náš Měsíc své vlastní magnetické pole, pak je velmi pravděpodobné, že ho vytváří efektem dynama jeho kovové jádro. Existence jakéhokoliv druhu pevného měsíčního jádra byla po dlouhou dobu neznámá, avšak nová data z Lunar Prospectoru hovoří spíše o jeho existenci. Vědci na základě dat mohli zjistit přerozdělení hmoty uvnitř Měsíce pětkrát přesněji než dříve. Podle těchto dat by Měsíc skutečně mohl mít tuhé jádro s průměrem asi 600 km (pokud je převážně železné) nebo 1 000 km (pokud je železné s příměsí síry). To velice nahrává domněnce tzv. Velkého impaktu, která vedla ke vzniku našeho Měsíce 50 miliónů let poté, co se zrodila sluneční soustava. Dále se zjistilo, že měsíční jádro bylo tekuté ještě před 3,6 miliardami let, kdy efektem dynama vytvářelo podobně silné magnetické pole jako Země dnes. Na rozluštění si ale budeme muset počkat až při misi Lunar-A, která bude implantovat na Měsíc seizmometry.

Data z magnetometru a elektronového reflektometru potvrdila i existenci magnetických anomálií přesně v protipólech velkých měsíčních impaktních pánví, jakými jsou Moře dešťů nebo Moře Jasu. Jejich existenci prokázaly již malé subsatelity vypuštěné na oběžnou dráhu kolem Měsíce při misích Apollo 15, 16 a 17. Ty sice snímaly jemné vzruchy magnetického pole pouze v rovníkových

zónách, ale přesto objevily mnoho roztroušených magnetických anomálií různé intenzity, které souvisely s povrchovými útvary, nad kterými právě magnetometry přelétaly. Nejzajímavější bylo bezesporu jejich odhalení nad útvary typu Reiner Gamma (nepravidelné struktura s vyšším albedem v oblasti měsíčních moří). Tyto protipóly mohly vzniknout během velkých impaktů. Při dopadech velkých meteoritů s rychlostí větší než 10 km/s se totiž vyhozená hornina roztaví v horký plyn, který může být částečně ionizován. Ionizovaný plyn by se mohl od místa vzniku impaktu rozletět po celém Měsíci, a setkat se právě v jeho přesně protilehlém místě, kde může vytvořit místní zhuštění magnetického pole.

K přesnému mapování magnetického pole Měsíce a jeho interakce se slunečním větrem sloužil triaxiální magnetometr v kombinaci s elektronovým reflektometrem. Magnetometr byl nainstalován na zvláštní dvou a půl metrové tyči. To proto, aby byl dostatečně izolován od indukčních magnetických polí, které vznikaly kolem zařízení vlastní sondy. Byl tak citlivý, že mohl registrovat magnetické pole o intenzitě pouhé jedné milióntiny magnetického pole Země. Spolu s reflektometrem přitom toto zařízení vážilo pouhých pět kilogramů a k jeho provozu by vystačil výkon běžného CD-přehrávače.

5. Alfa částicový spektrometr

Alfa částicový spektrometr určoval radioaktivní plyny, zejména radon a polonium, unikající z podpovrchových vrstev Měsíce. Alfa částice jsou jádrem atomu hélia (dva protony a dva neutrony) a stejně jako gama záření unikají z radioaktivních prvků při jejich přirozeném rozpadu. Jako detektor alfa částic se použily polovodičové křemíkové destičky. Když jimi prošla alfa částice, zanechala v ní náboj, který byl přímo úměrný její energii. Protože každý prvek má odlišnou energii alfa částic, vědci mohli zjistit, který z prvků danou částici emitoval.

Sbohem pane Shoemaker!

V roce 1997 tragicky zahynul slavný astronom a geolog Eugene Shoemaker v Austrálii při autonehodě. Se svou ženou objevil kolem dvaceti komet a osmi stovek planetek. Shoemaker je rovněž spoluobjevitelem proslulé komety Shoemaker-Levy 9, která se v červenci roku 1994 zřítily do atmosféry Jupitera. Věčným přáním tohoto mimořádného geologa bylo dostat se na Měsíc, dokonce se ucházel o místo v posádce při projektu Apollo. Jeho zdravotní stav mu však jeho sen nedovolil uskutečnit. Na návrh Carolyn Porco z Arizonské univerzity však bylo na palubě Lunar Prospectoru umístěno pouzdro s částí jeho zpopelněných ostatků. Shoemakerovi se tak sice posmrtně, ale přeci jen, splnil jeho životní sen: dostat se na Měsíc.

Prameny:

Internetové stránky projektu: <http://lunar.arc.nasa.gov>

Alexander Konopliv, Science, 13 March 1999, p. 1628

Paul D. Spudis, The Once and Future Moon, Smithsonian Institution Press, 1996

Heiken, Vaniman, French, Lunar Sourcebook, Cambridge University Press, 1991

Angara, Dněpr a ostatní

Mgr. Jiří Kroulík

Ruští výrobci kosmických raket v poslední době představili veřejnosti řadu nových prostředků, které mají nahradit či doplnit existující a mnohdy již konstrukčně překonané ruské nosné rakety, respektive rakety nabízené Ruskem ke komerčním účelům.

Projekty je možné rozdělit do dvou základních skupin:

- a) nově vyvíjené rakety,
- b) konverze bojových raket vyřazovaných z výzbroje.

K nově vyvíjeným raketám patří především Angara. U jejího zrodu stála státní objednávka na vývoj nosných raket lehké, střední a těžké kategorie. První měly být řešeny v rámci projektu Něva, druhé v rámci projektu Jenisej, třetí pak v rámci projektu Angara. V roce 1997 však došlo ke změně zadání a bylo rozhodnuto v rámci projektu Angara vyvinout s využitím univerzálního raketového modulu všechny uvedené třídy raket.

O raketě Angara jsme hovořili již v loňském roce. Projekt se však dále vyvíjí, vznikají nové perspektivní verze rakety. S ohledem na rozšíření využitelnosti této raketové stavebnice přibylo k původním šesti základním variantám dalších šest perspektivních, které mohou být obchodně využitelné.

Základem této stavebnicové řady raket je univerzální raketový modul, který bude používán u všech verzí rakety v různém počtu jako první stupeň. V závislosti na počtu těchto univerzálních bloků v prvním stupni a použitém druhém stupni tak vzniká řada nosných raket různých tříd o nosnosti od 1,5 t do 30 t na nízkou oběžnou dráhu. Pohonné látky používané v 1. stupni tvoří kombinace kapalný kyslík - kerosen. Průměr a délka univerzálních bloků vycházejí z technologických možností výrobce rakety (zařízení umožňující výrobu segmentů o průměru 2,6 m, z nichž jsou svařovány nádrže modulu 1. stupně). Pohonnou

jednotkou všech univerzálních modulů bude raketový motor RD-191M (odvozen od čtyřkomorového raketového motoru RD-170) používaného u rakety Eněrgija a Zenit. Druhý stupeň bude u základních variant tvořit buď blok I (používán na raketě Sojuz 2) nebo blok Briz – KM (používán pro raketu Rokot), u perspektivních to bude buď opět univerzální raketový blok nebo speciálně vyvinutý stupeň s motorem spalujícím kapalný zemní plyn.

Nejblíže k realizaci mají varianty lehkých nosných raket Angara 1.1. a 1.2. Její první stupeň bude tvořit jediný univerzální modul, druhý stupeň pak urychlovací bloky Briz–KM nebo blok I. Dodatečně může být nosná kapacita zvýšená návěšnými urychlovacími motory (mohou být až 4 v prvním stupni a dva v druhém stupni).

Rakety střední a těžké třídy Angara-3 a Angara-4 mají v prvním stupni větší počet univerzálních bloků – v prvním případě tři v druhém čtyři. Obě tyto rakety mají mít v druhém stupni blok I. První zkušební let Angary 5 I je plánován na druhé čtvrtletí roku 2003. Nosnou kapacitou pokrývají tyto rakety nosnou kapacitu raket Zenit 2 a Proton K a M, které mají v budoucnu nahradit. Těžké rakety Angara I a 4E mají mít v prvním stupni 4 univerzální bloky, přičemž u rakety Angara 4I bude druhý stupeň tvořit blok I u verze Angara 4E jeden univerzální modul s kyslíkovodíkovým raketovým motorem RD - 0120, který navíc bude spouštěn společně s moduly prvního stupně. Posledně zmiňovaná varianta by měla být poprvé vypuštěna ve třetím čtvrtletí roku 2005. Podobně je řešena i varianta Angara – 5V, která rovněž bude mít v prvním stupni čtyři univerzální raketové moduly, v druhém stupni pak raketový blok poháněný dvěma tříšložkovými raketovými motory RD – 0750.

Práce na raketě Angara v Chruničevových závodech pokročily do realizační fáze. V únoru letošního roku byla dokončena výrobní dokumentace a v souvislosti s tím, bylo možné zahájit výrobu prvních letových exemplářů verze Angara 1. 1. Předpokládá se, že k prvnímu vypuštění této rakety by došlo ještě ve čtvrtém čtvrtletí roku 2000 a další dva prototypy by měly následovat v prvním a druhém čtvrtletí roku 2001. Souběžně jsou ve výrobě 3 exempláře rakety této verze určené pro stendové zkoušky (jeden z těchto exemplářů byl vystaven na letošním aerosalonu v Paříži).

Mezi zajímavé perspektivní úpravy rakety Angara patří tzv. všeazimutální verze Angara-1VA. Ta bude mít mnohonásobně použitelný první stupeň, který se po oddělení od nosné rakety bude vracet k místu vypuštění a přistane zde jako klasický letoun. Na stupni bude dodatečně instalováno křídlo, které při startu bude složeno podél trupu a po oddělení stupně se vyklopí do letové polohy. Ocasní část stupně bude opatřena říditelnými stabilizačními plochami a v přední části stupně budou dva proudové motory, které zabezpečí stupni potřebnou

rychlost pro návrat na letiště umístění poblíž vypouštěcího komplexu. Protože stupeň bude rovněž opatřen zatahovacím podvozkem přistane na dráhu jako klasické letadlo. Vzletová hmotnost rakety Angara -IVA bude 158 t a na dráhu o sklonu 63° a výšce 200 km dopraví užitečné zařízení o celkové hmotnosti 2,7 t. Oproti verzi Angara 1.2 sice nosná kapacita poklesne o 1 t, avšak návrat prvního stupně na vypouštěcí základnu umožní raketu vypouštět na všechny užívané sklony drah bez nebezpečí dopadu stupně do obydlených oblastí.

Další zajímavé využití nosné rakety Angara představuje její kombinace s mnohonásobně použitelným kosmoplánem v rámci programu Orel. K raketě Angara-3I by měl být připojen zmenšený kosmoplán MAKS se skládacím křídlem, dvoučlennou osádkou a nákladem o hmotnosti 4,2 t nebo dalších sedmi cestujících. Raketa by měla být vypouštěna jak z kosmodromu Bajkonur, tak z kosmodromu Plesek. Původní kosmoplán MAKS měl zhruba dvojnásobnou hmotnost. Celá sestava Angara - 3 plus kosmoplán bude mít při vzletu hmotnost 431 t.

Při úvahách o budoucí modernizaci raket Angara vystupuje do popředí především nové řešení druhého stupně rakety. Namísto bloku I by mohl být používán blok poháněný raketovým motorem na zemní plyn, případně upraveným raketovým motorem RD-0124. Dalším řešením je stavba druhého stupně s motorem RD-191M a zvětšenou zásobou pohonných hmot.

Rakety mají být vypouštěny jak z kosmodromu Pleseck tak z kosmodromu Bajkonur, v budoucnu pak z plovoucí vypouštěcí plošiny. Na kosmodromu Pleseck má být k vypouštění využito pozemní infrastruktury používané pro rakety Zenit 2. Na kosmodromu Pleseck by to měla být dvě vypouštěcí místa, z nichž první bylo téměř před dokončením. V letech 1997-98 však byla značná část tohoto vybavení demontována a předána společnosti Sea Launch. V souvislosti s tím se první start rakety Angara 1-1 uskuteční nejspíše z Bajkonuru.

Druhá nově vyvíjená raketa dostala název Unity (v ruštině Jedinstvo), nebo také ULV-22. Má být stavěna konstrukční kanceláři akademika Makejeva pro mezinárodní společnost ULSI a vypouštěna z australského teritoria. Je to raketa dvoustupňová, využívající stávajících pohonných jednotek (nebo jejich modifikací, např. RD-120, RD-107). Pohonnými látkami bude kapalný kyslík-kerosen, případně etylalkohol a kyslík.

Skupina raket vznikajících konverzí vyřazovaných strategických raket bojových, v současné době v různém stupni rozpracovanosti, zahrnuje především rakety Rokot (původně raketa SS-19), Strela (původně RS-18), Dněpr (R-36M). Pro všechny je charakteristické zachování původního způsobu vypouštění -

z podzemního síla. Nezměněna zůstává sestava prvních dvou stupňů, přidává se (případně upravuje) třetí stupeň.

Rodina raket Angara

Raketa	Ang.-1.1	Ang.-1.2	Ang.-1V	Ang.-3I	Ang.-4I	Ang.-4E	Ang.-5I
Vzletová hm. (t)	145	170	158	431	570	766	700
Počet stupňů	2	2	2	2	2	2	2
1. stupeň	URM	URM	URM*	3 URM	4 URM	4 URM	5 URM
2. stupeň	BRIS-KM	blok I	blok I	blok I	blok I	K.V	blok I
3. stupeň	-	-	-	Briz-M	KVRB	KVRB	KVRB
Délka (m)	31,6	40,56	40,56	45,34	51,5	40,38	51,5
Nosná kapacita na nízkou oběžnou dráhu (t)	2,0	3,7	2,7	13,5	18,3	30,0	21,0

Pozn.:

URM - univerzální raketový modul

URM* - univerzální raketový modul se zvýšeným množstvím pohonných látek,

V - stupeň s kyslíkovodíkovým raketovým motorem.

Obsah

Viděli jste už záblesky Iridíí?	1
Projekty kosmických sond DISCOVERY	5
Čínská kosmická loď	6
Co nového v netradičních nosičích pro kosmonautické účely	8
Peenemünde - zbrojnice Třetí říše anebo brána do vesmíru?	18
Příběh měsíčního zlatokopa	20
Angara, Dněpr a ostatní	27