

Sylaby přednášek ze semináře

KOSMONAUTIKA A RAKETOVÁ TECHNIKA



Hvězdárna Valašské Meziříčí
23. až 25. listopadu 2007

Program semináře

Pátek 23. listopadu

16:30 až 17:30

PŘÍBĚH PRVNÍ DRUŽICE

Přednáší Mgr. Jiří Kroulík

17:45 až 18:45

TAJUPLNÝ „SPIRAL“ – ZNÁMÝ I NEZNÁMÝ

Přednáší Mgr. Jiří Kroulík

Sobota 24. listopadu

08:30 až 10:00

MEZINÁRODNÍ KOSMICKÁ STANICE ISS 2006-2007 – I. část

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

10:30 až 12:00

**URČENÍ HMOTNOSTI A ROZMĚRŮ NOSNÉ RAKETY Z DÍLČÍCH ÚDAJŮ
O OBĚŽNÉ DRÁZE A HMOTNOSTI UŽITEČNÉHO ZATÍŽENÍ**

Přednáší Prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

14:00 až 15:30

JAK JSME KDYSI POZNÁVALI KOSMONAUTIKU

Přednáší Ing. Bedřich Růžička, CSc.

15:45 až 16:30

EUROPA – ZAJÍMAVÝ CÍL PRO KOSMICKÉ SONDY

Přednáší František Martinek

16:45 až 18:15

MEZINÁRODNÍ KOSMICKÁ STANICE ISS 2006-2007 – II. část

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

Neděle 25. listopadu

08:30 až 09:15

JAK ČÍST LETOVÉ PLÁNY STS

Přednáší Mgr. Antonín Vítek, CSc.

09:30 až 11:30

POZOR, PADÁ RAKETA

Přednáší Ing. Tomáš Příbyl

PŘÍBĚH PRVNÍ DRUŽICE

Mgr. Jiří Kroulík

Chronologie klíčových dat

20. 5. 1954 – Rada ministrů SSSR vydala usnesení o vývoji mezikontinentální rakety 7R (R-7) s jadernou hlavicí

2. 5. 1954 – S. P. Koroljov zaslal D. F. Ustinovovi referát o možném vypuštění družice Země (zprávu s přehledem aktivit v zahraničí připravil M. K. Tichonravov)

24.7.1954 – dokončen předprojekt R-7 o vzletové hmotnosti 260 tun s bojovou hlavicí o hmotnosti 5,4 t a doletem 8240 km

12. 2. 1955 - zahájena výstavba kosmodromu Bajkonur

30. 8. 1955 – S. P. Koroljov předložil vojensko-průmyslové komisi zprávu o možném využití rakety R-7 s třetím stupněm k vypuštění sondy k Měsíci – hmotnost 400 kg nebo 800-1000kg

30. 1. 1956 – Rada ministrů usnesením č. 149-88 „O pracích na stavbě umělé družice Země“ schválila vypuštění družice v rámci MGR (předpokládala se neorientovaná družice „Objekt D“ o hmotnosti 1000-1400 kg v období 1957-1958)

25. 2. 1956 – S. P. Koroljov schválil parametry družice „Objekt-D“, jejíž start byl plánován na podzim 1957

5. 1. 1957 – S. P. Koroljov navrhl vypuštění dvou jednoduchých družic v průběhu roku 1957

únor 1957 – Rada ministrů dala souhlas k urychlení prací na vypuštění družic

Horlivým zastáncem vypuštění umělé družice Země byl M. K. Tichonravov. Údajně již v září 1948 navrhoval S. P. Koroljovovi vypuštění umělé družice Země. Jako pracovník NII-4 byl totiž pověřen vypracováním posudku na tajnou americkou zprávu o možném vypuštění umělé družice Země a jeho skupina dospěla k závěru, že je možné vícestupňovou raketou dosáhnout první kosmické rychlosti. Koroljov však v té době měl úplně jiné starosti s vývojem raket pro armádu.

V březnu 1950 Tichonravov přednesl na uzavřeném zasedání NII-4 referát s názvem „Stavba vícestupňové rakety a vypuštění umělé družice Země touto raketou“ - reakce přítomných byla mimořádně negativní. V únoru 1954 Tichonravov napsal zprávu o amerických aktivitách v této oblasti ministru obrany maršálu A. Vasilevskému a doporučoval, aby se družici věnovala pozornost i v Sovětském svazu. Zpráva skončila u prezidenta AV SSS, který ji s žádostí o vyjádření postoupil ředitelům některých akademických ústavů – výsledek byl negativní.

V té době se již OKB-1 vedené S. P. Koroljovem v rámci zadaného státního úkolu prostřednictvím témat T-1 („Teoretické a experimentální výzkumy, umožňující vývoj řízené dvoustupňové rakety s mezikontinentálním doletem“) a T-2 („Teoretické a experimentální výzkumy spojené se stavbou dvoustupňových letounových střel velkého doletu“) usilovně zabývalo posuzováním možných problémů a určováním technických parametrů budoucích mezikontinentálních raket. Každá ze studovaných kategorií prostředků měla své klady i zápory a rozhodování s přihlédnutím k tehdejšímu stavu raketové techniky bylo velmi obtížné. S ohledem na vývoj protiletadlových raketových prostředků S. P. Koroljov vsadil na balistické rakety, i když jejich vývoj byl náročnější a při jejich realizaci se dala očekávat řada vážných problémů. Již koncem roku 1952 byla z mnoha možných řešení budoucí mezikontinentální balistické rakety v OKB-1 vybrána jako nejvhodnější dvoustupňová raketa se stupni spojenými do svazku.

Usnesením Rady ministrů SSSR č. N957-409 z 20. května 1954 byl oficiálně zadán vývoj mezikontinentálních nosičů jaderných hlavic. Ve snaze omezit možná rizika neúspěchu roz-

hodla státní administrativa vyvíjet v rámci tohoto usnesení zpočátku souběžně letounové střely velkého doletu i mezikontinentální balistické rakety. Vývoj mezikontinentální balistické rakety byl svěřen OKB-1 S. P. Koroljova, vývoj dvou typů letounových střel strategického určení s jadernými hlavicemi měly zajistit OKB-301 S. A. Lavočkina (lehká letounová střela s krycím označením Burja) a OKB-23 V. M. Mjasiščeva (těžká letounová střela s krycím označením Buran). Vybrané letecké kanceláře nejprve dostaly za úkol v rámci předprojektové studie s názvem „Okřídlená raketa mezikontinentálního doletu“ (zkratka KRMD) stanovit výchozí parametry pro zadání projektu. Vědeckým vedoucím obou projektů byl jmenován ředitel NII-1 akademik M. V. Keldyš.

Také S. P. Koroljov s předválečnými zkušenostmi s letounovými střelami se před definitivním rozhodnutím mezi balistickými raketami a letounovými střelami zabýval možností vybavit druhý stupeň rakety velkého doletu křídlem. Chtěl však mít před projektováním takového typu prostředku jistotu, že je realizovatelný a že astronavigační řídicí systém, vybraný pro letounové střely, bude skutečně pracovat. Zadal proto jednak zpracování studie „Komplexní výzkum a určení hlavních letových a taktických charakteristik okřídlených raket velkého doletu“ a na přelomu let 1952 a 1953 nechal prověřit funkční maketu astronavigačního systému, instalovaného na letounu Il-12 na trase Moskva-Daugavpils. Ukázalo se, že chyba v určení polohy cíle u tohoto systému byla maximálně 7 km.

Zmíněné usnesení Rady ministrů ukládalo i sestavení komise pro výběr nové střelnice a příslušné dopadové oblasti – pro budoucí zkoušky mezikontinentálních raket dosavadní raketová střelnice v Kapustin Jaru nepostačovala. S předstihem, již 17. března 1954, však Rada ministrů uložila svým usnesením vybraným ministerstvům, aby do 1. ledna 1955 předložila vlastní návrhy na umístění střelnice (kosmodromu). Výběrová komise, do jejíhož čela byl jmenován genpor. dělostřelectva Vasilij Ivanovič Vozňjuk, v posledním kole posuzovala čtyři varianty umístění nové střelnice - v Marijské autonomní svazové republice, v Dagestánské autonomní svazové republice, v Astrachanské oblasti východně od města Charabali a v kazachstánské Kzyl-Ordinské oblasti poblíž železniční zastávky Tjura-Tam. Při výběru nevhodnější území byla použita nejen kritéria obvyklá pro tento typ vojenských zařízení (řídké osídlení na velkém prostoru, existující komunikační síť, použitelné vodní a energetické zdroje, dostatečná vzdálenost od státních hranic apod.), ale zohledněny byly i speciální požadavky konstruktérů rakety, především předprojekt předpokládal podobně jako u rakety R-2 použití radiokorekce na aktivní části letu, v určité vzdálenosti od vypouštěcího zařízení měla být vybudována tři radiotechnickými prostředky vybavená postavení pro přesné navedení rakety na požadovanou dráhu. Dvě postavení ke korekci bočních odchylek měla být umístěna symetricky po obou stranách od místa startu ve vzdálenosti 150 až 250 km, třetí, pro přesné měření rychlosti vzletající rakety a vydání povelu k vypnutí motoru v okamžiku dosažení předepsané hodnoty rychlosti, mělo ležet ve vzdálenosti 300 až 500 km od vypouštěcího zařízení. Podmínkou bylo, aby antény těchto stanovišť mohly bezprostředně po startu bez překážek na trase komunikovat s anténním systémem na druhém stupni rakety. Právě tato podmínka – i když se od rádiového řízení v roce 1959 odstoupilo – údajně rozhodla o výběru Tjura-Tamu, vzdor náročným klimatickým podmínkám.

Usnesení Rady ministrů o výstavbě kosmodromu (dnes oficiálně označení 5. GIK, Bajkonur) má datum 12. února 1955. První kubík zeminy byl na budoucí vypouštěcí rampě vybagrován 22. července 1955 a od tohoto okamžiku šest stavebních jednotek, pracujících nepřetržitě ve dne v noci za svitu reflektorů, dobývalo a vyváželo až 15 000 kubíků zeminy denně. Na stavbu vypouštěcí rampy bylo spotřebováno více než milion kubíků betonu. K 25. březnu 1957 už na střelnici bylo zaměstnáno 1032 důstojníků, 297 poddůstojníků a 2439 vojáků. Z celkového počtu důstojníků bylo 427 inženýrů a 237 techniků, a 48 % důstojníků bylo ve věku pod 25 let.

Předprojekt rakety R-7 se vzletovou hmotností 260 t, schopné dopravit bojovou hlavici o hmotnosti 5,4 t na vzdálenost 8240 km, byl dokončen 24. 7. 1954. Již 16. března 1954 se však uskutečnilo jednání M. Tichonravova a S. P. Koroljova s akademikem M. Keldyšem, který obě-

ma přislíbil podporu a zřízení akademické komise pro kosmické záležitosti. Akademické ústavy 26. května téhož roku obdržely dopis, upozorňující na možnost zkoumání vesmíru prostřednictvím umělé družice Země. Avšak teprve americké zprávy o projektu Vanguard, zveřejněné v roce 1955, vyburcovaly vedení státu k politickému rozhodnutí - Rada ministrů usnesením č. 149-88 „O pracích na stavbě umělé družice Země“ schválila vypuštění družice v rámci MGR.

Po různých změnách projektu rakety R-7 (původní válcové bloky prvního stupně byly nahrazeny bloky kuželovitého tvaru, vzrostla vzletová hmotnost, tah motorů, plynové řídicí trysky nahradily řídicí raketové motory atd.) byly v dubnu až červenci 1956 postaveny tři makety budoucí rakety a v prosinci téhož roku první letový exemplář R-7 (8K71), určený k továrním zkouškám.

První etapa letových zkoušek mezikontinentální rakety začala třemi neúspěšnými pokusy a dvěma úspěšnými jen zčásti (hlavice se rozpadly v atmosféře). Následující dvě upravené rakety, označené 8K71PS, však úspěšně vynesly na oběžnou dráhu první družice Sputnik 1 a Sputnik 2, a raketa 8A91 Sputnik 3.

Koncepční řešení rakety R-7 bylo s ohledem na dobu vzniku velmi zdařilé, a jak se později ukázalo, ve vztahu k dalšímu rozvoji kosmického výzkumu i perspektivní. Za 50 let kosmické éry bylo vypuštěno více než 1700 nosných raket mnoha modifikací, jejichž základem byla právě raketa R-7.

Chronologie prvních startů prototypů R-7 (1. etapa)

- 15. 5. 1957 – havárie, pád ve vzdálenosti 319 km
- 11. 6. 1957 – přerušovaný start
- 12. 7. 1957 – havárie, zkrat 32,9 s po startu
- 21. 8. 1957 – úspěšný let na vzdálenost 6314 km (cíl v oblasti Kura na Kamčatce, přelet o 55,1 km, odchylka vpravo 3,7 km)
- 7. 9. 1957 – úspěšný let (bod dopadu 2,9 km před cílem na Kamčatce, odchylka vpravo o 1,1 km).

TAJUPLNÝ SPIRAL ZNÁMÝ I NEZNÁMÝ

Mgr. Jiří Kroulík

Studiem kombinovaného aerokosmického prostředku se na základě dohody s S. P. Koroljovem od roku 1962 neoficiálně zabývalo OKB-155 A. Mikojana. Od roku 1964 dostalo k této činnosti pověření a 30. 7. 1965 zahájilo práce na projektu Spiral (téma 50, později 105-205). Konkurenční projekt s označením T-4 řešilo OKB P. Suchoje.

Aerokosmický prostředek Spiral o vzletové hmotnosti 115 t měl sestávat z nadzvukového mnohonásobně použitelného mateřského letounu (izdělje 50-50 alias izdělje 205) o délce 38 m při rozpětí 16,5 m, a jednorázově použitelného dvoustupňového raketového urychlovače o hmotnosti 52,5 t s orbitálním letounem (izdělje 50 alias izdělje 105) dlouhým 8 m a o hmotnosti 8-10 t. Jednomístný bojový orbitální letoun měl být realizován ve variantách:

- a) průzkumné – pro snímkování cílů ve dne a pro radiolokační průzkum za každého poča-

sí (měl být vybaven optickým přístrojem s plynulým zvětšením 3-50x pro pozorování cílů vzdálených až 300 km a fotoaparátem snímajícím plochu 20 x 20 km; radiolokátor s anténou o rozměru 12 x 1,5 m měl mít rozlišení 20 – 30 m při šířce záběru 25 km u pozemních cílů a max. 200 km v případě námořních cílů);

b) útočné – vyzbrojený protizemní raketou o hmotnosti 1700 kg pro ničení letadlových lodí a pomalých plošných cílů;

c) průzkumné a přepadové (označení 50-22) – měl existovat ve dvou modifikacích pro inspekci a přepad blízkých nebo vzdálených cílů. První verze měla být vyzbrojena šesti samonaváděcími raketami (každá o hmotnosti 25 kg) pro ničení cílů v kosmickém prostoru na vzdálenost 30 km, druhá samonaváděcí raketou o hmotnosti 170 kg včetně kontejneru, schopnou zasahovat cíl vzdálený až 350 km.

Orbitální letoun měl být opatřen dvousložkovým raketovým motorem (zvažovaly se kombinace fluor-amidol, kyslík-vodík, fluor-vodík) ke korekcím dráhy (3750 kg paliva umožňovalo u přepadové verze dvě změny roviny oběžné dráhy) a proudovým motorem pro let v atmosféře (200 kg paliva).

V roce 1966 se vzhledem ke složitosti projektu předpokládala jeho realizace po etapách, rozvržených podle náročnosti do čtyř celků:

1. Stavba 3 exemplářů pilotovaného analogu s raketovým pohonem (dostup 120 km), vynášeného letounem Tu-95, a ověřujícího vlastnosti orbitálního letounu v podmínkách blízkých reálným (podzvukové lety v roce 1967, nadzvukové a vysoce nadzvukové při $M = 6-8$ v roce 1968) . Předpokládané náklady 18 mil. rublů.

2. Stavba 4 exemplářů experimentálního orbitálního letounu (EPOS) k ověření konstrukce a systémů skutečného bojového orbitálního letounu. Na dráhu ve výšce 150-160 km je měla v bezpilotní (1969) a pilotované variantě (1970) vynášet nosná raketa typu Sojuz (11A511). Předpokládané náklady 65 mil. rublů.

3. Stavba mateřských letounů. Rozdělena do dvou podetap. Nejprve stavba 4 nadzvukových mateřských letounů (letové zkoušky v roce 1970) s pohonnými jednotkami na kerosen – předpokládané náklady 140 mil. rublů. Poté stavba 4 strojů s vodíkovými motory (letové zkoušky 1972) – předpokládané náklady 230 mil. rublů.

4. Zkoušky kompletní sestavy s pohonnými jednotkami na kerosen s bezpilotní verzí orbitálního letounu (1972), po prověření všech systémů přechod na sestavu s pohonnými jednotkami vodíkovými (1973) a s pilotovaným orbitálním letounem.

Až do zrušení všech prací na projektu Spiral v roce 1979 na něj bylo vynaloženo více než 75 mil. rublů. Počátkem 70. let ministr obrany A. Grečko po prostudování podkladů k projektu Spiral, prohlásil: „Fantaziemi se zabývat nebudeme“. Další práce na projektu Spiral byly oficiálně zastaveny, avšak z podnikových prostředků se na některých problémech dál pracovalo.

Především byla na zmenšených modelech orbitálního letounu Spiral, označovaných BOR (Bezpilotní Orbitální Raketoplán), ověřována stabilita a fiditelnost stroje v různých fázích letu, a zkoumány byly vlastnosti nových materiálů tepelné ochrany. Zkoušky těchto těles, zahájené v roce 1969 ve prospěch projektu Spiral po jeho zrušení pokračovaly s tělesy tvarově blízkými raketoplánu Buran. Postupně byla zkoušena tato tělesa:

BOR-1 – celodřevěný model v měřítku 1:3 (délka 3 m, hmotnost 800 kg); vyneseno raketou Kosmos-2 (11K65) 15. 7. 1969 do výšky asi 100 km, při sestupu do atmosféry dosahoval rychlosti 13 000 km/h, shořel ve výšce 60-70 km, před zánikem předával telemetricky zjištěná data.

BOR-2 a BOR-3 – kovové modely v měřítku 1:3 a 1:2 vynášené z Kapustin Jaru stejným typem rakety.

BOR-4 kovová kopie původního orbitálního letounu z programu Spiral v měřítku 1:3 (délka

3,4 m, rozpětí 2,6 m, vzletová hmotnost 1074 kg, po návratu 795 kg) k ověření tepelné izolace blízké materiálu, použitému na raketoplánu Buran.

Letové zkoušky modelů BOR-4 byly zahájeny letem typu označeného BOR-4S (neměl definitivní variantu tepelného štítu, ale ablativní způsob ochrany) po suborbitální dráze 12. 12. 1980 (raketa K65M-RB5) s trasou směřující k jezeru Balchaš. Po krátké přestávce následovala série letů (modely byly zpravidla uváděny na oběžnou dráhu) s prostředky opatřenými definitivní variantou tepelného štítu:

1. Kosmos-1374 – 3. 6. 1982 – přistání v Indickém oceánu
2. Kosmos-1445 – 15. 3. 1983 – přistání v Indickém oceánu
3. Kosmos-1517 – 27. 12. 1983 – přistání v Černém moři
4. 4. 7. 1984 – suborbitální let
5. Kosmos-1614 – 19. 12. 1984 – přistání v Černém moři
6. 20. 10. 1987 – suborbitální let

BOR-5 – modely tvarově shodné s raketoplánem Buran, údajně s ablativním tepelným štítem a krytem přídě ze slitiny wolframu a molybdenu, vypouštěné na suborbitální dráhy raketou Kosmos-3M. Zkoušky od července 1983 - model ? (4. 7. 1983) neúspěch; model 501 (6. 6. 1984 – model se neoddělil od rakety), model 502 (17. 4. 1985), model 503 (27. 12. 1986), model 504 (27. 8. 1987), model 505 (22. 6. 1988).

BOR-6 – zkoušky průchodu rádiových vln plazmou v okolí sestupujícího raketoplánu (chlazený anténní systém) zahájené koncem 80. let byly za „perestrojky“ pro nedostatek peněz zrušeny.

Z projektu Spiral byla realizována pouze část druhé etapy (EPOS) - pro lety v atmosféře byl postaven podzvukový analog 105.11 k imitaci návratového sestupu atmosférou a přistání (8 letů, zkoušky uzavřeny v roce 1978); nadzvukový analog 105.12 byl postaven, ale nevyzkoušen; pro vysoce nadzvukový analog 105.13 byl postaven pouze trup použitý k ověřování tepelného štítu v barokomoře.

V roce 1966 byla v CPK utvořena pětičlenná skupina kosmonautů, připravovaná pro lety na „výrobku 50“. Museli mít kvalifikaci zkušebního pilota, a proto v 8. GNII VVS V. Čkalova v Achtabinsku zalétávali letouny nejrůznějších typů. Patřili sem G. Titov (od roku 1969 skupině velé), A. Kuklin, V. Lazarev, A. Filipčenko. Skupina kosmonautů vyčleněná k výcviku pro VOS (Vozdušno-orbitalnyj samolet) byla zrušena v roce 1973.

MEZINÁRODNÍ KOSMICKÁ STANICE ISS 2006-2007

Mgr. Antonín Vitek, CSc., Knihovna AV ČR

V průběhu roku 2007 pokračovala výstavba stanice ISS připojením segmentů příhradové konstrukce ITS-P5, ITS-S3/S4 a ITS-S5 a propojovacího modulu Harmony. Segment ITS-P6 byl přesunut na definitivní pozici.

Provoz stanice zajišťovala tříčlenná posádka. Výměnu dvou základních členů zajišťovaly lodi typu Sojuz, výměnu třetího člena raketoplány.

Ke dni 2006-12-01 tvořili posádku ISS Michail V. Tjurin, Michael E. Lopez-Alegria, Thomas A. Reiter (14. základní posádka).

Sestava stanice ke dni 2006-12-01:

Moduly:

- Zarja (FGB [=Funkcional'nyj Gruzovoj Blok]);
- PMA-1 [=Pressurized Mating Adapter One];
- propojovací modul Unity (Node-1);
- PMA-2 [=Pressurized Mating Adapter Two];
- Zvezda (SM [=Servisnyj Modul']);
- příhradová konstrukce ITS-Z1 [=Integrated Truss Structure - Zenith One];
- příhradová konstrukce ITS-P6 [=Integrated Truss Structure - Port Six], kterou tč. tvoří:
 - ITS-P6 LS [=Integrated Truss Structure - Port Six Long Spacer];
 - ITS-P6 IEA [=Integrated Truss Structure - Port Six Integrated Electronic Assembly];
 - ITS-P6 PVAA [=Integrated Truss Structure - Port Six Photovoltaic Array Assembly];
- PVR-P6 [=Photovoltaic Radiator Port Six];
- PVR-S6 [=Photovoltaic Radiator Starboard Six];
- PVR-S4 [=Photovoltaic Radiator Starboard Four];
- PMA-3 [=Pressurized Mating Adapter Three];
- laboratorní modul Destiny;
- společná přechodová komora Quest alias JAL [=Joint Airlock];
- stykací modul a přechodová komora SO-1 [=Stykovočnyj otesek] alias DC-1 [=Docking Compartment] alias Pirs;
- příhradová konstrukce ITS-S0 [=Integrated Truss Structure - Starboard Zero];
- příhradová konstrukce ITS-S1 [=Integrated Truss Structure - Starboard One], kterou tč. tvoří:
 - vlastní příhradová konstrukce ITS-S1 [=Integrated Truss Structure - Starboard One];
 - radiátor ATCSR-S1 [=Active Thermal Control System Radiator - Starboard One];
 - příhradová konstrukce ITS-P1 [=Integrated Truss Structure - Port One], kterou tč. tvoří:
 - vlastní příhradová konstrukce ITS-P1 [=Integrated Truss Structure - Port One];
 - radiátor ATCSR-P1 [=Active Thermal Control System Radiator - Port One].
 - příhradová konstrukce ITS-P3 [=Integrated Truss Structure - Port Three]
 - otočný spoj SARJ [=Solar Alpha Rotary Joint]
 - příhradová konstrukce ITS-P4 [=Integrated Truss Structure - Port Four], kterou tč. tvoří:
 - ITS-P4 IEA [=Integrated Truss Structure - Port Six Integrated Electronic Assembly];
 - ITS-P4 PVAA [=Integrated Truss Structure - Port Six Photovoltaic Array Assembly];
 - PVR-P4 [=Photovoltaic Radiator - Port Four];

Transportní prostředky:

- nákladní loď Progress M-57 (2006-025A, od 2006-06-26)
- transportní loď Sojuz-TMA 9 (2006-040A, od 2006-09-20)
- nákladní loď Progress M-58 (2006-045A, od 2006-10-26)

Logistické akce prosinec 2006-listopad 2007:

2006-12-11	Připojení raketoplánu Discovery-STS-116
2006-12-19	Odpojení raketoplánu Discovery-STS-116
2007-01-20	Připojení nákladní lodi Progress-M 59
2007-03-27	Odpojení nákladní lodi Progress-M 58
2007-03-29	Přemístění transportní lodi Sojuz-TMA 9
2007-04-09	Připojení transportní lodi Sojuz-TMA 10
2007-04-21	Odpojení transportní lodi Sojuz-TMA 9
2007-05-15	Připojení nákladní lodi Progress-M 60
2007-06-10	Připojení raketoplánu Atlantis STS-117
2007-06-19	Odpojení raketoplánu Atlantis STS-117
2007-08-01	Odpojení nákladní lodi Progress-M 59
2007-08-05	Připojení nákladní lodi Progress-M 61
2007-08-10	Připojení raketoplánu Endeavour STS-118
2007-08-19	Odpojení raketoplánu Endeavour STS-118
2007-09-19	Odpojení nákladní lodi Progress-M 60
2007-10-12	Připojení transportní lodi Sojuz-TMA 11
2007-10-21	Odpojení nákladní lodi Progress-M 59
2007-10-25	Připojení raketoplánu Discovery STS-120
2007-11-05	Odpojení raketoplánu Discovery STS-120

Průběh letu:

(Za jménem člena posádky je uveden kód státní příslušnosti, v závorce pořadové číslo jeho letu do vesmíru a kód funkce v transportní lodi.)

Mise: ISS-12A-1 - STS 116

COSPAR: 2006-055A

SPTRK: 29647

Start: 2006-12-10 01:47:35 UTC, Cape Canaveral (KSC), LC-39B

Posádka:

Mark L. Polansky USA (2) CDR

William A. Oefelein USA (1) PLT

Nicholas J. M. Patrick USA (1) MS1

Robert E. L. Curbeam, Jr. USA (3) MS2

A. Chister Fuglesang ESA/SWE (1) MS3

Joan E. M. Higginbotham USA (1) MS4

Pasažér nahoru: Sunita L. Williams USA (1) MS5

Pasažér dolů: Thomas A. Reiter ESA/DEU (2) MS5

Náklad: příhradová konstrukce ITS-P5

Připojení: 2006-12-11 22:12 UTC, PMA-2

Odpojení: 2006-12-19 22:10 UTC, PMA-2

Přistání: 2006-12-22 22:32:00 UTC, Cape Canaveral (KSC), SLF Rwy 15

Výměna třetího člena 14. osádky

Datum: 2006-12-11

Mise: ISS-24P - Progress-M 59

COSPAR: 2007-002A

SPTRK: 29714

Start: 2007-01-18 02:12:15 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Připojení: 2007-01-20 02:58:53 UTC, Pirs

Odpojení: 2007-08-01 14:07:05 UTC, Pirs

Řízený zánik: 2007-08-01 19:27 UTC, jižní Tichý oceán

Mise: ISS-13S - Sojuz-TMA 9

COSPAR: 2006-040A

SPTRK: 29400

Start: 2006-09-18 04:08:42 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Přemístění lodi:

Odpojení: 2007-03-29 22:25 UT, Zarja (FGB)

Posádka: Michail V. Tjurin, Michael E. Lopez-Alegria, Sunita L. Williams[ová]

Připojení: 2007-03-29 22:53 UT, Zvezda (SM)

Mise: ISS-14S - Sojuz-TMA 10

COSPAR: 2007-008A

SPTRK: 31100

Start: 2007-04-07 17:31:14 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Posádka:

Oleg V. Kotov RUS (1) KK

Fjodor N. Jurčichin RUS (2) BI

Pasažér nahoru: Charles Simonyi USA (1) UKP

Připojení: 2007-04-09 19:10:44 UTC, Zarja (FGB)

Předání stanice

Datum: 2007-04-16

Předávající posádka:

(14.) Michael E. Lopez-Alegria, Michail V. Tjurin, Sunita L. Williams[ová]

Přebírající posádka:

(15.) Fjodor N. Jurčichin, Oleg V. Kotov, Sunita L. Williams[ová]

Mise: ISS-13S - Sojuz-TMA 9

COSPAR: 2006-040A

SPTRK: 29400

Start: 2006-09-18 04:08:42 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Odpojení: 2007-04-21 09:11:30 UTC, Zvezda (SM)

Posádka:

Michail V. Tjurin RUS (2) KK

Michael E. Lopez-Alegria USA (4) BI

Pasažér dolů: Charles Simonyi USA (1) UKP

Mise: ISS-25P - Progress-M 60

COSPAR: 2007-017A

SPTRK: 31393

Start: 2007-05-12 03:25:38 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Připojení: 2007-05-15 05:09:57 UTC, Zvezda (SM)

Odpojení: 2007-09-19 00:36:51 UTC, Zvezda (SM)

Řízený zánik: 2007-09-25 19:59 UTC, jižní Tichý oceán

Mise: ISS-13A - STS 117

COSPAR: 2007-024A

SPTRK: 31600

Start: 2007-06-08 23:38:04 UTC, Cape Canaveral (KSC), LC-39A

Posádka:

Frederick W. Sturckow USA (3) CDR

Lee J. Archambault USA (1) PLT

Patrick G. Forrester USA (2) MS1

Steven R. Swanson USA (1) MS2

John D. Olivas USA (1) MS3

James F. Reilly, II USA (3) MS4

Pasažér nahoru: Clayton C. Anderson USA (1) MS5

Pasažér dolů: Sunita L. Williams[ová] USA (1) MS5

Náklad: ITS-S3/S4

Připojení: 2007-06-10 19:36 UTC, PMA-2

Odpojení: 2007-06-19 14:42 UTC, PMA-2

Přistání: 2007-06-22 19:49:38 UTC, Edwards AFB, Rwy 22

Výměna třetího člena 15. osádky

Datum: 2007-06-10

Mise: ISS-26P - Progress-M 61

COSPAR: 2007-033A

SPTRK: 32001

Start: 2007-08-02 17:33:47.843 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Připojení: 2007-08-05 18:40:25 UTC, Pirs

Odpojení: dosud připojen ke stanici, plán 2007-12-22, Pirs

Řízený zánik: dosud na oběžné dráze, plán 2007-12-22, jižní Tichý oceán

Mise: ISS-13A.1 - STS 118

COSPAR: 2007-035A

SPTRK: 32008

Start: 2007-08-08 22:36:42 UTC, Cape Canaveral (KSC), LC-39A

Posádka:

Scott J. Kelly USA (2) CDR

Charles O. Hobaugh USA (2) PLT

Tracy E. Caldwell[ová] USA (1) MS1

Richard A. Mastracchio USA (2) MS2

Daffyd R. Williams CAN (2) MS3

Barbara R. Morgan[ová] USA (1) MS4

B. Alvin Drew USA (1) MS5

Náklad: ITS-S5

Připojení: 2007-08-10 18:02 UTC, PMA-2

Odpojení: 2007-08-19 11:57 UTC, PMA-2

Přistání: 2007-08-21 16:32:16 UTC, Cape Canaveral (KSC), SLF Rwy 15

Mise: ISS-15S - Sojuz-TMA 11

COSPAR: 2007-045A

SPTRK: 32256

Start: 2007-10-10 10:36 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Posádka:

Jurij I. Malenčenko RUS (4) KK

Peggy A. Whitson[ová] USA (2) BI

Pasažér nahoru: Šejch Muszafar Šukor al Masrie bin Šejch Mustafa MYS (1) UKP

Připojení: 2007-10-12 14:50:05 UTC, Zarja (FGB)

Odpojení: dosud připojen k ISS, plán 2008-04-19

Přistání: dosud na oběžné dráze, plán 2008-04-19, Kazachstán

Předání stanice**Datum: 2007-10-19**

Předávající posádka: (15.) Fjodor N. Jurčichin, Oleg V. Kotov, Clayton C. Anderson

Přebírající posádka: (16.) Peggy A. Whitson[ová], Jurij I. Malenčenko, Clayton C. Anderson

Mise: ISS-14S - Sojuz-TMA 10

COSPAR: 2007-008A

SPTRK: 31100

Start: 2007-04-07 17:31:14 UTC, Bajkonur (GIK-5), PU-1/5

Posádka:

Oleg V. Kotov, RUS (1) KK

Fjodor N. Jurčichin, RUS (2) BI

Dolů: Šejch Muszafar Šukor al Masrie bin Šejch Mustafa MYS (1) UKP

Odpojení: 2007-10-21 07:14 UTC, Zarja

Přistání: 2007-10-21 10:36 UTC, Kazachstán

Mise: ISS-10A - STS 120

COSPAR: 2007-050A

SPTRK: 32272

Start: 2007-10-23 15:38:19 UTC, Cape Canaveral (KSC), LC-39A

Posádka:

Pamela A. Melroy[ová] USA (3) CDR

George D. Zamka USA (1) PLT

Scott E. Parazynski USA (5) MS1

Stephanie D. Wilson[ová] USA (2) MS2

Douglas H. Wheelock USA (1) MS3

Paolo A. Nespoli ESA/ITA (1) MS4

Pasažér nahoru: Daniel M. Tani USA (2) MS5

Pasažér dolů: Clayton C. Anderson USA (1) MS5

Náklad: Harmony (Node-2)

Připojení: 2007-10-25 12:40 UTC, PMA-2

Odpojení: 2007-11-05 10:32 UTC, PMA-2

Přistání: 2007-11-07 18:01:18 UTC, Cape Canaveral (KSC), SLF Rwy 33

Výměna třetího člena 16. osádky**Datum: 2007-10-25**

Sestava stanice ke dni 2007-12-01:

Moduly:

Jako ke dni 2006-12-01, navíc:

- příhradová konstrukce ITS-P5 [=Integrated Truss Structure - Port Five]
- příhradová konstrukce ITS-S3 [=Integrated Truss Structure - Starboard Three]
- otočný spoj SARJ [=Solar Alpha Rotary Joint]
- příhradová konstrukce ITS-S4 [=Integrated Truss Structure - Starboard Four], kterou tč. tvoří:
 - ITS-S4 IEA [=Integrated Truss Structure - Starboard Six Integrated Electronic Assembly];
 - ITS-S4 PVAA [=Integrated Truss Structure - Starboard Six Photovoltaic Array Assembly];
 - PVR-S4 [=Photovoltaic Radiator - Starboard Four];
- příhradová konstrukce ITS-S5 [=Integrated Truss Structure - Starboard Five]
- propojovací modul Harmony (Node-2)

Transportní prostředky:

- nákladní loď Progress M-61 (2007-033A, od 2007-08-05)
- transportní loď Sojuz-TMA 11 (2007-044A, od 2007-10-12)

Ke dni 2007-12-01 mají tvořit posádku ISS Peggy A. Whitson[ová], Jurij I. Malenčenko, Daniel M. Tani (16. základní posádka).

URČENÍ HMOTNOSTI A ROZMĚRŮ NOSNÉ RAKETY Z DÍLČÍCH ÚDAJŮ O OBĚŽNÉ DRÁZE A HMOTNOSTI UŽITEČNÉHO ZATÍŽENÍ

Prof. Ing. Jan Kusák, CSc.

Tento příspěvek je věnován vědecko-pedagogickým pracovníkům - mým učitelům, kteří se podíleli na výuce raketové techniky a balistiky na VAAZ v Brně a kteří mě, po absolvování akademického studia vedli při počátečních teoreticko-praktických krocích v tomto vědním oboru.

1. ÚVOD

S problematikou přibližného určení hmotnosti a rozměrů nosné rakety (nosiče) jsme se setkávali zejména v počátcích kosmonautiky, kdy data o nosičích podléhala utajení. Po vypuštění tělesa na OD jsme v té době zpravidla měli k dispozici:

- vybrané parametry OD (výška OD h_{OD} v perigeu a apogeu, doba oběhu $T_0 \dots$);
- hmotnost UDZ (kosmického tělesa), v některých případech bylo možné hmotnost (užitečného zatížení) m_{UZ} odhadnout z charakteru kosmické mise;

- postupně byly zveřejňovány údaje o nosných raketách (NR) a tak bylo možné např. vypočítat množství pohonných hmot v nádržích [4].

K významným přínosům patří i práce ing. B. Růžičky, CSc., vedoucí ve své době k originálnímu určení parametrů NR Proton, v té době nedostupných. V rámci PSA na HVM byly ve cvičeních v rámci předmětu Základy raketové techniky počítány parametry celé řady NR. I dnes, kdy máme k dispozici moderní výpočetní a měřicí techniku a celou škálu údajů o NR řady států, jsou jednoduché a přitom poměrně přesné metody určení hmotnosti a rozměrů NR dobrou pomůckou. A navíc jsou svázány s obdobími, které následovalo po vypuštění první UDZ, od kterého uplynulo v letošním roce 50 let.

2. TEORETICKÁ RYCHLOST PRO DOSAŽENÍ ODA CHARAKTERISTICKÁ RYCHLOST RAKETY

Kosmické rychlosti

Z řešení trajektorie kosmického tělesa v polárním souřadném systému lze za zjednodušujících předpokladů (nosičem jsme vynесли kosmický objekt do bodu K – bodu dohoření raketového motoru, který je určen průvodičem $R_K = R_Z + h$, rychlostí tělesa v_K a úhlem sklonu OD k místnímu horizontu θ_K) odvodit diferenciální rovnici, jejímž řešením obdržíme po úpravách známou rovnici kuželosečky, definovanou vztahy:

$$R = R(\alpha) = p / [1 + \varepsilon \cdot \cos \alpha]$$

kde je p parametr kuželosečky $p = v_K^2 \cdot \cos^2 \theta_K / g(R_K)$

ε numerická excentricita kuželosečky

$$\varepsilon = [1 + v_K^2 \cdot \cos^2 \theta_K \cdot (v_K^2 - 2 \cdot g(R_K) \cdot R_K) / (g^2(R_K) \cdot R_K^2)]^{0,5}$$

Pohyb po kruhové OD

$$\varepsilon = 0, \theta_K = 0$$

- $v_K = [g(R_K) \cdot R_K]^{0,5}$, pro $R_K = R_Z = 6378 \cdot 10^3$ m, $g(R_Z) = 9,80665$ m.s⁻²
obdržíme $v_{K1} = 7909$ m.s⁻¹ první kosmickou rychlost u povrchu Země (zanedbávám odpor atmosféry, vliv Slunce a planet, necentričnost gravitačního pole Země a další vlivy).

Pohyb po eliptické OD

$$\varepsilon < 1$$

$$0 < v_K < [2 \cdot g(R_K) \cdot R_K]^{0,5}$$

Objekt se pohybuje v gravitačním poli Země, pokud nedojde k realizaci dalšího aktivního oblouku dráhy. V řadě případů se objekt vrací zpět k povrchu Země.

Pohyb po parabolické dráze

$$\varepsilon = 1$$

$$v_K = [2 \cdot g(R_K) \cdot R_K]^{0,5}$$

Objekt uniká po parabolické dráze z gravitačního pole Země. Rychlost na začátku pasivního úseku dráhy (let setrvačnosti) musí dosahovat (bez ohledu na úhel θ_K) u povrchu Země za zjednodušujících předpokladů jako u kruhové OD.

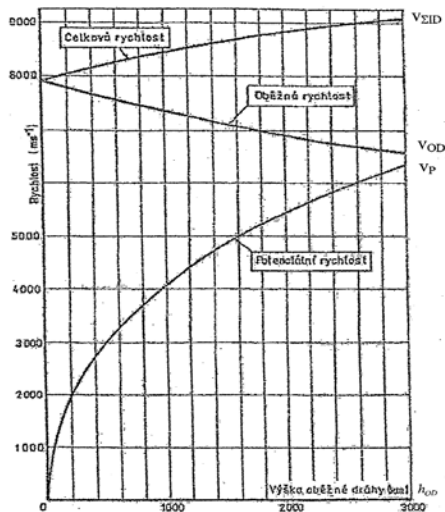
$$v_{K11} = 11,18$$
 km.s⁻¹, tzv. druhou kosmickou rychlost.

Pohyb po hyperbolické dráze

- $\varepsilon > 1$
- $v_{KIII} = 16,6 \text{ km.s}^{-1}$ (výpočet podle energetické věty).

Na povrchu Země (za zjednodušujících podmínek musíme objektu udělit tzv. hyperbolicou – třetí kosmickou rychlost, aby unikl ze Sluneční soustavy.

Pro kruhové OD můžeme v závislosti na výšce OD uvést požadavky na teoretickou (ideální) rychlost podle [3] v následujícím obrázku Obr. 1:



$$v_{SID} = \sqrt{v_{OD}^2 + v_p^2} = \sqrt{2 \cdot g \cdot (R_z) \cdot R_z \left[1 - \frac{R_z}{2 \cdot (R_z + h_{OD})} \right]}$$

(např. při startu z plavidla nebo letounu).

Skutečná rychlost rakety bude poněkud nižší s ohledem na ztráty (až 20 %).

Charakteristická rychlost

Pokrývá požadavky na teoretickou (ideální) rychlost vypočtenou z energetické věty (odmocnina ze součtu kvadrátů oběžné rychlosti a potenciální rychlosti), odpor atmosféry, energetickou potřebu vyplývající z komplikovaných a nekomplikovaných manévrů vedoucích k dosažení konečné OD, včetně potřebných rezerv (určitý objem pohonných hmot zůstane v nádržích paliva a kyslíčovadla).

Vyjádření charakteristické rychlosti pro UDZ

$${}^n(v_K)_{TH} = (1,10 \text{ až } 1,20) \cdot v_{SID} = v_{CHAR}$$

Průběhy maximální teoretické rychlosti u NR za předpokladu stejné efektivní výtokové rychlosti v jednotlivých stupních $w_{EF} = w_{EFi} = \text{konst}$,

$${}^n(v_K)_{TH} = w_{EF} \cdot \ln C,$$

kde $C = c_1 \cdot c_2 \dots c_n$ jsou uvedeny na Obr. 2. [7].

obrázek 1

Charakteristická rychlost rakety

Nosná raketa musí mít zásobu rychlosti větší, než je požadovaná rychlost, odpovídající dané kosmické misi.

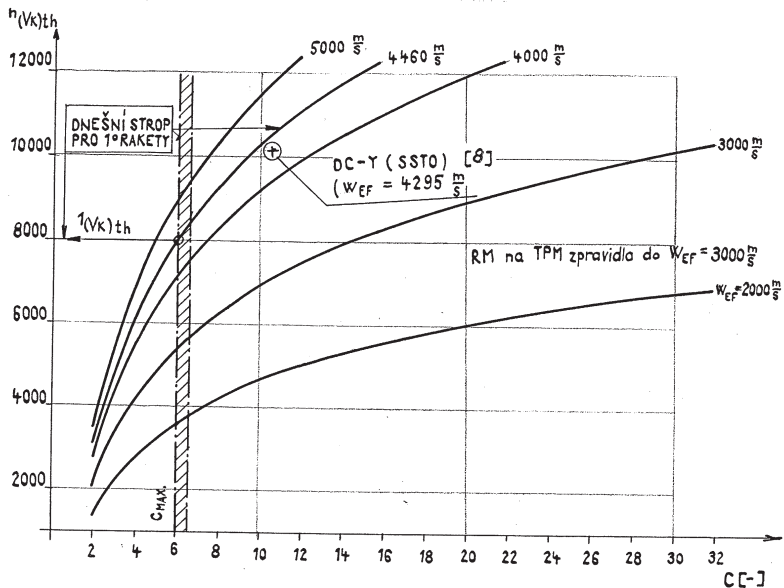
Teoretickou rychlost vícestupňové (n-stupňové) rakety vyjádříme známým vztahem

$${}^n(v_K)_{TH} = v_0 + \sum (w_{EFi} \cdot \ln c_{0i}), \text{ pro } i = 1 \text{ až } n,$$

kde w_{EF} je efektivní výtoková rychlost plynů z trysky RM (m.s^{-1}), která zahrnuje vliv statické složky tahu RM,

C_{0i} rychlostní číslo i-té subrakety (-), pojem subraketa je vysvětlen v další části tohoto příspěvku,

v_0 počáteční rychlost nosiče

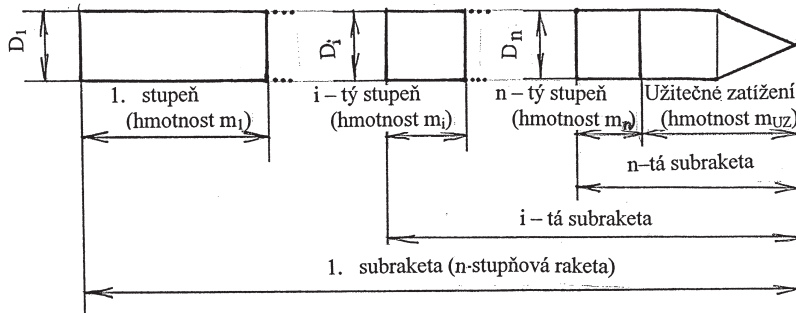


obrázek 2

U moderních technologií SSTO bylo dosaženo $c = c_1 = 11$, odtud $(v_k)_{TH} \approx 10,9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. VÝPOČET HMOTNOSTI NOSNÉ RAKETY [1]

Hmotnostní rozbor vychází ze schématu na Obr. 3.



obrázek 3

Základní jednotkou RN je stupeň, ve kterém do konstrukce daného i -tého stupně o hmotnosti m_{KNi} započítáváme přechodovou konstrukci stupně o hmotnosti m_{PKi} , řídicí soustavu

o hmotnosti m_{RSi} , konstrukci RM (prázdná, suchá) m_{KMi} , konstrukci pomocnou, spojovací a stabilizační m_{Spi} .

Počáteční hmotnost i -tého stupně

$$m_i = m_{KNi} + m_{PHi},$$

kde m_{PHi} je celková hmotnost pohonných hmot v daném i -tém stupni.

Potom počáteční (celková) hmotnost n -stupňové rakety je

$$m_0 = m_{UZ} + \sum(m_{KNi} + m_{PHi}), \text{ pro } i = 1 \text{ až } n.$$

Pojem subraketa:

i -tá subraketa je spojení pracujícího r -tého stupně a zdánlivého užitečného zatížení (hlavice + nepracující stupně, pod hlavicí rozumíme vlastní užitečné zatížení a aerodynamickou schránku pro užitečné zatížení – pro další výpočet označíme hmotnost hlavice jako m_{UZ}):

$$m_{0i} = m_{UZ} + \sum(m_{KNi} + m_{PHi}), \text{ pro } i = r \text{ až } n.$$

Charakteristická čísla a základní hmotnosti vícestupňové rakety

Rychlostní (Ciolkovského) číslo i -té subrakety $c_{0i} = m_{0i}/(m_{0i} - m_{PHi})$

Dopravní číslo i -té subrakety $p_{0i} = m_{0i}/m_{0(i+1)}$

Konstrukční číslo pro i -tý stupeň $s_i = (m_{KNi} + m_{PHi})/m_{KNi}$

Počáteční (celková) hmotnost vícestupňové rakety (1. subrakety)

$$m_0 = m_{01} = m_{UZ} \cdot \prod [c_{0i} \cdot (s_i - 1)/(s_i - c_{0i})], \text{ pro } i = 1 \text{ až } n$$

Hmotnost pohonných hmot v r -tém stupni

$$m_{PHr} = m_{UZ} \cdot [(c_{0r} - 1)/c_{0r}] \cdot \prod [c_{0i} \cdot (s_i - 1)/(s_i - c_{0i})], \text{ pro } i = r \text{ až } n$$

Hmotnost prázdného r -tého stupně

$$m_{KNr} = m_{UZ} \cdot [(c_{0r} - 1)/c_{0r}] / (s_r - 1) \cdot \prod [c_{0i} \cdot (s_i - 1)/(s_i - c_{0i})], \text{ pro } i = r \text{ až } n$$

Optimální návrh vícestupňové rakety

Dvě skupiny metod:

- s uvážením vnější balistiky – řešení diferenciálních rovnic počítačem (NR startuje svisle, přechází na let po zakřivené dráze (řízení počítačem)
- bez uvážením vnější balistiky – rychlý informativní výpočet, vhodné pro ruční výpočet. Zde rozeznáváme 2 podskupiny:

- pro $w_{EFi} = \text{konst}$ je podmínkou optimálního návrhu $s_i / c_{0i} = \text{konst}$.

Potom ${}^n(v_K)_{TH} = w_{EF} \cdot \ln \prod c_{0i} = w_{EF} \cdot \ln C$, pro $i = 1$ až n

kde $C = \exp [{}^n(v_K)_{TH}/w_{EF}]$ je celkové rychlostní číslo

- pro w_{EFi} , které nejsou konst.

U nás jsme používali metodu prof. Staňjukoviče [9], která byla uvedena i v [1].

Princip metody podle prof. Staňjukoviče:

Vypočítávají se rychlostní čísla jednotlivých subbraket c_{0i} , známe-li konstrukční čísla s_i a příslušné efektivní výtokové rychlosti jednotlivých stupňů RN.

Postup výpočtu:

- 1) Z požadavku na vynesení kosmického tělesa na OD (změřených počátečních parametrů OD) známe ${}^n(v_K)_{TH}$
- 2) Označme symbolem $Y_{2r} = c_{0r} / s_r$
- 3) Výpočet - 1. přiblížení
- 4) Výpočet by platil přesně za podmínky $w_{EFi} = \text{konst}$

$$Y_{1r} = \exp[{}^n(v_K)_{TH} / (n \cdot w_{EFr})] / \prod (s_i^{-n}), \text{ pro } i = 1 \text{ až } n.$$

- 1) Výpočet - 2. přiblížení
 $Y_{2r} = Y_{1r} \cdot (1 + \Delta r)$,
kde $\Delta r = \alpha_r \cdot [1 - 1/Y_{1r} - {}^n(v_K)_{TH} / (n \cdot w_{EFr})]$,
 $\alpha_r = (1/n) \cdot \sum (w_{EFi} - 1)$, pro $i = 1$ až n
- 2) Konečná (opravená) hodnota rychlostního čísla r-té subrakety
 $C_{0r} = s_r \cdot Y_{2r}$
- 3) Porovnání vypočtené hodnoty rychlosti $(v_K)^*$ s požadovanou ${}^n(v_K)_{TH}$. Vypočtená rychlost vychází obvykle vyšší o několik málo procent.
- 4) Rovnoměrně upravíme (snížíme) rychlostní čísla subraket c_{0i} pro požadovanou rychlost.

4. VÝPOČET ROZMĚRŮ NOSNÉ RAKETY

Postup výpočtu:

- 1) Odborný odhad architektury NR – tandemové uspořádání, návěsné urychlovací boostery, stejné nebo rozdílné průměry tandemově řazených stupňů.
- 2) Odborný odhad průměru 1. stupně. Pro výpočet průměru rakety lze použít např. vztah, který uvažuje relace mezi průměrem rakety D_R , počátečním tahem raketového motoru F_{C0} a počátečním zrychlením a_0

$$D_1 = 1,128 \cdot [F_{C0} / (a_0 \cdot C_p)],$$

kde $C_p = 4 \cdot m_0 / (\pi \cdot D_R^2)$ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$) je průřezové zatížení vztažené na 1. stupeň

$C_p \approx (18 \text{ až } 40) \cdot 103 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ u tandemového čazení stupňů

$C_p \approx \text{až } 120 \cdot 103 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ při uplatnění mohutných urychlovacích boosterů

$a_0 \approx 11 \text{ až } 20 \text{ (25) m} \cdot \text{s}^{-2}$

- 3) Štíhlost NR $\lambda = L_R / D_R$ (-), u balistické rakety obvykle $\lambda \approx 8$ až 14
 $\lambda \approx (10)12$ až 17 u kosmických nosných raket

- 4) Objemy nádrží složek KPH

Objem nádrží pro j-tou složku (paliva a okysličovadla)

$$V_{Nj} = V_{PHj} + V_{Vj} + V_{Zj} \text{ (m}^3\text{)}$$

kde V_{PHj} je objem pro zabezpečení funkce RM $Q_j \cdot t_K / \rho_j$

Q_j hmotnostní průtok dané složky KPH ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)

t_K doba funkce RM (s)

ρ_j	měrná hmotnost dané složky KPH ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
V_{Vj}	volný objem nad hladinou složky KPH (m^3)
V_{Zj}	rezervní objem (m^3)
$V_{Nj} = (1,06 \text{ až } 1,15)\cdot V_{PHj}$	

Celkový hmotnostní průtok složek KPH

$Q_{PH} = F_C/i_S$, kde i_S je specifický impuls kombinace složek KPH (číselně se přibližně rovná efektivní výtokové rychlosti plynů z trysky).

Hmotnostní průtok složek KPH určíme pomocí reálného směšovacího poměru. Odtud stanovíme délky nádrží daného stupně a délku stupně, např. z relace, že nádrže tvoří z celkové délky stupně cca 85 %.

5. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Kusák, J.: Základy raketové techniky. HVM, 1976. 81 stran. Kapitoly II a VII.
- [2] Lála, P. - Vítek, A.: Malá encyklopedie kosmonautiky. MF Praha, 1982, str. 34 až 69.
- [3] Růžička, B. - Popelínský, L.: Rakety a kosmodromy. NV Praha, 1986, str. 11 až 31.
- [4] Kusák, J.: Seriál. Dnešek a budoucnost čínské kosmonautiky. L+K č. 14 až 21 a č. 24, 1991, 29 stran.
- [5] Kusák, J.: Kosmické rakety dneška. HVM, 1998. 76 stran.
- [6] Kusák, J.: Astrodynamika. Syllabus přednášky. ČVUT Praha, říjen 2007, 9 stran.
- [7] Kusák, J.: Astrodynamika. Přednáška v rámci předmětu Základy kosmonautiky. ČVUT Praha, 18. 10. 2007 (soubor 35 průsvitek).
- [8] Kusák, J.: Kosmické pohony. Přednáška v rámci předmětu Základy kosmonautiky. ČVUT Praha, 25. 10. 2007 (soubor 30 průsvitek).
- [9] Pobědonoscev, J., A.: Umělé družice Země. Praha, Vydavatelství ROH. Bratislava, 1958 (překlad ruského originálu z r. 1957).
- [10] Růžička, B.: Rozbor charakteristických čísel a parametrů nosných raket do r. 2007. Osobní sdělení 11/2007.

JAK JSME KDYSI POZNÁVALI KOSMONAUTIKU

Ing. Bedřich Růžička, CSc.

Padesátileté výročí je zajisté mezníkem, kdy je dobré si připomenout, jak jsme se na nadcházející kosmickou éru připravovali a jaké jsme k tomu tenkrát měli možnosti.

Budeme o tom hovořit z pohledu generace třicátých let, která se v době těsně poválečné připravovala na své budoucí povolání. Pokud moji vrstevníci nestudovali některé obory na přírodovědecké fakultě anebo na Vojenské inženýrské akademii a později na VTA, neměli ještě vyhraněného koníčka, pak nebyli natolik specializovaní, aby se zajímali o literaturu tak spe-

cifickou, jakou publikace o letech do vesmíru tehdy byly. Mohli se vůbec s něčím podobným setkat? Kde mohli najít poučení?

Nebylo to v té době příliš snadné. Teoreticky se mohli seznámit s jedinými dvěmi publikacemi, které na téma letů do vesmíru byly v ČSR před 2. světovou válkou vydány. První napsal v roce 1928 Dr. Vilém Santholzer, budoucí významný jaderný fyzik a nazval ji „Raketové lety do vesmíru“ s podtitulem „Jak na ně pohlíží střízlivá věda a co bude z dnešních vědeckých fantazií jednou pravděpodobně uskutečněno“. Popudem k napsání této práce mu byla v roce 1923 v Mnichově vydaná kniha Hermanna Obertha „Die Rakete zu den Planetenräumen“ (Raketou do meziplanetárních prostorů). Ten kromě sebe v ní z ostatních v té době činných kosmických badatelů uvádí ještě R.H. Goddarda.

Druhou publikaci vydal o čtyři roky později v nakladatelství Šolc a Šimáček v Praze JUDr. Vladimír Mandl, právník a diplomovaný letec v Plzni. Nazval ji „Problémy mezihvězdné dopravy“. Obsahuje celých 100 stran textu s četnými ilustracemi. Mandl má na svědomí i další publikace, např. roku 1932 vydává také knížku (48 str.) „Das Weltraumrecht“ (Kosmické právo). Je to první publikace o této právní disciplíně na světě – proto je pokládán za jejího zakladatele. Rovněž v němčině byla vydána i jeho knížečka (16 str.) „Die Rakete zur Höhenforschung“ (Výšková výzkumná raketa), čímž se stal i průkopníkem výzkumu vysokých vrstev atmosféry přístroji na raketách (realizace až po 2. SV v USA a SSSR). Toho se již Vladimír Mandl nedožil, zemřel roku 1941 ve věku pouhých 42 let. V knize o mezihvězdné dopravě uvádí na str. 20 až 26 ve známost osobu a dílo K.E. Ciolkovského (protože čerpá výhradně z německých pramenů, všude důsledně píše ZIOLKOWSKY). Vedle ostatních (Goddard, Franz von Hefft) věnuje ve své knize nejvíce místa H. Oberthovi a jeho nové publikaci z roku 1929 „Wege zur Raumschiffahrt“ (Cesty ke kosmickým letům).

Jinak se německé publikace z let třicátých (Scherschewski: Die Rakete für Fahrt und Flug – 1929; Max Valiér: Raketenfahrt – 1930; Willy Ley: Die Möglichkeit der Weltraumfahrt – 1928; Hermann Noordung: Das Problem der Befahrung des Weltraums – 1928 a další) u této generace příliš neujaly. Období 1933 – 1945 nebylo německé literatuře ze známých důvodů ještě dlouho po 2. SV příliš nakloněno.

Ruská předválečná literatura, reprezentovaná pracemi Rynina či Ario Šternfelda, především jeho prací „Úvod do kosmonautiky“ (vydaná nejprve francouzsky pod názvem „Initiation à la cosmonautique“ – 1934, rusky 1937 v Moskvě) byla českému čtenáři rovněž nepřístupná.

Ani americká předválečná literatura k nám příliš nepronikla. R.H. Goddard byl velký tajnostkář, příliš nepublikoval – známa byla především jedna z jeho prvních prací „A Method of Reaching Extreme Altitudes“ (1919) a vědecké práce tenkrát mladých pracovníků, jako byl F.J. Malina, A.M.O. Smith, N. Summerfield se k nám dostaly většinou až po roce 1945.

A tak nezbyvalo, než se obrátit na románovou produkci. Z publikovaných děl jmenujme především nejslavnější, nejznámější a nejčastěji citovaná díla Julesa Vernea: Do Měsíce – (1865) a Okolo Měsíce – (1870), kde autor již pracuje s kosmickými rychlostmi, avšak s pohonem pro kosmické cestování nevhodným. Kdyby se ctihodní členové Gun klubu v Baltimore nechali skutečně vystřelit v hliníkovém projektilu z děla Columbiady, zle by to s nimi dopadlo.

Podobných děl českému čtenáři dostupných bychom mohli jmenovat řadu. Od Kurta von Lasswitz: „Na dvou planetách“ (1897-1901), přes H.G. Wellse: „První lidé na Měsíci“, až po nejnovější autory, polského Stanisława Lema, Američana Raye Bradburha a Brita Arthura Clarka. Pamatujme ovšem, že vedle těchto klasiků kosmické sci-fi existovaly i romány různých fantastů. Ty bývají zpravidla nejvíce čteny, třebaže pohled na kosmonautiku spíše deformovaly.

V oblasti teorie raketového pohonu byla situace přeci jen o málo lepší.

V roce 1926 vyšlo páté vydání Cranzovy učebnice (Cranz. C.: Lehrbuch der Balistik, Springer Verlag, Berlin 1925-1927), kde ve druhém díle (Vnitřní balistika) je na stránkách 402 – 410 uceleně vyložena vnitřní balistika raketového motoru s TPL. V knihovnách některých našich podniků se toto dílo dochovalo dodnes (např. v knihovně podniku Explosia Semtín, později v knihovně VÚPCH Pardubice-Semtín).

Výtečná ruská učebnice autorů Langemak, G.E.; Gluško, V.P.: Rakety, jejich konstrukce a použití (Moskva 1935) se do rukou českým odborníkům před 2. SV nedostala. Přednášejícímu se podařilo zmocnit se jednoho strojopisu německého překladu této knihy, pořízeného za 2. SV buď péčí Heereswaffenamt v Berlíně nebo v Peenemünde. Nalezen byl po válce na našem území (v Příbrami ?).

V roce 1939 vyšlo koncem června dílo Rudolfa Faulknera „Moderní fyzika“. V tomto anebo v některém z dalších vydání (do roku 1942 vyšla celkem tři vydání) jsme v kapitole o vybraných státech z klasické mechaniky našli také krátké pojednání o balistice s ještě kratší zmínkou o raketách.

V knižnici Cesta k vědění (vydávané Jednotou českých matematiků a fyziků v Praze – šlo vlastně o monografie, psané předními odborníky, nahrazující vysokoškolské učebnice, když naše vysoké školy byly po 17. listopadu 1939 nacistickou Třetí říší zavřeny) vyšla knížka pozdějšího profesora ČVUT dr. Zdeňka Pírka „Co je to balistika a zvukoměřičtví“. Ve stostránkové publikaci bylo možno nalézt poučení mnohem důkladnější.

Tentýž autor, prof. Dr. Pírko, uveřejnil v Časopise pro pěstování matematiky a fyziky (č.3, 1950) článek „Základní rovnice raketové teorie“, v němž se poprvé v české literatuře na přísně vědecké úrovni rozebírají vztahy pro řešení vnitřní balistiky raketového motoru. V podstatě dodnes se zde uvedené vzorce – snad jen s dnešním označováním veličin – používají. Zvláštní výtisk tohoto článku získal přednášející, tehdy posluchač VIA, přímo od autora článku.

A do třetice profesor dr. Zdeněk Pírko (1909 – 1983). V roce 1950 vytisklo nakladatelství Naše vojsko jeho obsáhlou knihu „Rakety“ (256 stran + přílohy). Kniha obsahovala cenné informace o prostředcích V-1 a V-2, údaje o poválečném vývoji raket a o chystaném výzkumu pomocí výškových a geofyzikálních raket aj. Kniha měla zajímavý osud. Z důvodů nikdy spolehlivě nevysvětlených byla – jak je uvedeno na zadní předšádce – „Vytištěna ve 300 obtazích pro studijní účely MNO. NEPRODEJNĚ!“. Chtěl-li jí někdo vlastnit, bylo třeba si ji v knihovně MNO/VTÚ či později i Vojenské technické akademie (VTA) v Brně půjčit a ztratit ji. Kdo to udělal, zaplatil sice asi 50 Kč za ztracený výtisk, ale kniha mu už zůstala. Tak jako mně.

První oficiální učebnicí byla „Vnitřní balistika děl a raket“ z pera Ing. Dr. Františka Polanského (1901 – 1978), dlouholetého balistika Škodových závodů, pak profesora VŠSE v Plzni a posléze profesora (jeden čas i vedoucího katedry munice a raket) VTA v Brně. Vyšla v červnu 1951 a stala se na dlouhá léta základním pramenem pro studium vnitřní balistiky, respektive teorie raketového motoru pro posluchače VTA (nyní Univerzita obrany) a ostatní zájemce. Novější kniha prof. Polanského „Vnitřní balistika děl“ (Naše vojsko, Praha 1958) již kapitolu o raketách neobsahuje.

Přidáme-li k tomu učebnici Aloise (?) Pimparý: „Rakety – Základy výpočtu a konstrukce raket“, která vznikla ze souboru přednášek pro posluchače letecké fakulty VTA, konaných v letech 1951-1953, byl tady slušný základ pro další práce v tomto oboru. Učebnice měla jednu vadu – vydala ji Konstrukta Praha, n.p. v roce 1953 a označila ji jako publikaci pro „Služební potřebu“. (Že se přesto získat dala, o tom nelze pochybovat).

Od počátku padesátých let začaly se u nás objevovat i odborné publikace v ruském jazyce. Jednak populární brožury jako např. Ljapunovovy „Rakety“ (1948, 1954, 1955 s rozsáhlým přehledem literatury), knihy o vojenském uplatnění raket, např. M. Sonkin „Ruské raketome-

ty“ (česky, NV, Praha 1953), anebo knihy technického charakteru, z nichž je třeba jmenovat učebnici V.F. Zamkovce „Porochovyje reaktivnyje snarjady“ (Artakademia, Moskva 1949), v níž nalezneme kromě technického výkladu i zevrubné informace o raketách, používaných v pozemních silách válečných států za 2. světové války.

O raketových motorech s KPL, o jejich konstrukci a uplatnění, jsme našli podrobný výklad v knize Siňjareva a Dobrovolského „Kapalinové raketové motory“ (orig. Židkostnyje raketnyje dvigateli – Oborongiz 1956). Druhé přepracované a doplněné vydání bylo schváleno k tisku den před vypuštěním první umělé družice Země dne 3. 10. 1957.

Obliba ruské literatury u naší generace měla své příčiny:

- byla snadno dostupná v prodejních Sovětské knihy a srozumitelná (na školách se od 1945 učila ruština);

- knihy byly přístupné zájemcům z řad studentů i cenově (výše zmíněná kniha o kapalino- vých RM stála v roce 1957 14,70 Kč);

- vědeckotechnické knihy měly zpravidla výbornou úroveň odbornou i metodickou.

To se o literatuře anglické či americké té doby říci nedá. Knihy sice byly graficky lépe vypraveny, tištěny na kvalitním papíře, byly však spíše popisného charakteru, obsahovaly méně technických informací a výpočtů. Dalším podstatným důvodem byla cena. Byly ovšem i výjimky. Dodnes vzpomínám na publikace:

Sutton G.P.: Rocket Propulsion Elements. J.Wiley & Sons, New York 1950 (rusky 1952)

Kooy, J.M.J.; Uytendogaart, J.W.H.: Ballistics of the Future. Technic Publishing Co, Haarlem 1946. Jedna z prvních knih o německých prostředcích V-1/V-2 a balistice dalekých doletů

Stemmer, J.: Raketenantriebe. Schweizer Druck- und Verlagshaus, Zürich 1952. Velmi rozsáhlá monografie s množstvím nových faktů (523 stran).

Pokud jsme se k těmto knihám chtěli dostat, pak byla možnost hlavně v knihovnách (technické, univerzitní), v knihovnách podnikových a leckdy se daly sehnat anglicky psané knihy v ruském překladu. Několik příkladů za všechny:

R.N.Wimpress: Internal Ballistics of Solid-fuel Rockets. Mc Graw-Hill Co., London 1950
R.N.Uimpress: Vnutrennjaja balistika porochovyh raket. Izdatelstvo inostrannoj literatury, Moskva 1952 (9,40 Kč)

Burgess, E.: Frontier to Space. Chapman and Hall Ltd., London 1955 – rusky 1957

Humphries, J.: Rockets and Guided Missiles. London 1955 – rusky z 2. vyd. 1958 – Kniha zvláště cenná obšírným přehledem knižní a časopisecké literatury (17 stran).

Pokud to nešlo touto cestou, pořizovali jsme si kopie. Tímto způsobem byla získána i fotokopie knihy H.S. Zim: Rockets and Jets. Harcourt, Brace & Co., New York 1945. Bylo to ovšem zdoluhavé a nákladné.

Někdy jsme se k tomuto způsobu uchýlili i u knih ruského původu. Např. kniha velkého formátu (A3) od M.A. Popova: Albom čertěžej konstrukcij ŽRD; Gosizdat oboronnoj promyšlennosti, Moskva 1955, byla u nás k dispozici v jediném výtisku. Přitom šlo o ucelený přehled výkresů skupin a dílů německých raket z 2. SV (mj. V-2 aj.) po válce v SSSR zdokumentovaných. Na zakázku katedry munice a raket asi 30 výtisků pořídila pro účely výuky knihovna VTA.

Z tohoto přehledu je zřejmé, že v oboru teorie a konstrukce jsme měli možnost se poučit, z čeho studovat, na čem stavět.

Po 2. SV se začala ve větší míře objevovat literatura o kosmických letech tak, jak si jejich vývoj a průběh představovali odborníci různých oborů.

Poprvé jsme měli možnost seznámit se s převážnou částí díla K.E. Ciolkovského. Sborník

jeho prací o raketové technice vydalo nakladatelství Oborongiz pod názvem „Trudy po raketnoj téchniké“ v roce 1947. Jen o rok později se dostala do fondů knihovny Vojenského technického ústavu (VTÚ).

V nových vydáních se objevily knihy Ario Šternfelda. V roce 1956 vydala Mladá fronta jeho knihu „Lety do vesmíru“. V ruské verzi byla téhož roku publikována další Šternfeldova práce „Iskusstvennyje sputniki“. V českém překladu byla vydána nakladatelstvím Orbis v edici Malá moderní encyklopedie v roce 1958 (necelý rok po vypuštění Sputniku 1). Neúnávný A.A. Šternfeld vydává jednu práci za druhou. V roce 1957 ze svých starších prací sestavil a vydal útlou knížku „Ot iskusstvennyh sputnikov k mezplanetnym paljotam“ (Gostěchizdat, Moskva 1957). Při práci ho zastihl start první UZ. Vzpomíná na to v předmluvě datované v listopadu 1957. V českém překladu bylo toto dílo na trhu již v roce 1958 (Šternfeld, A.: Od umělých družic k meziplanetárním letům. SNTL, Praha 1958). Když jsme pátrali po přesnějším datu vydání, čekalo nás jisté překvapení. Knižka byla pod přírůstkovým číslem 3200 zařazena do stavu knihovny Oblastní lidové hvězdárny ve Valašském Meziříčí již 9. I. 1958, třebaže v poslední kapitole (str. 130-137) je zpráva o startu třetí sovětské UZ z 15. května 1958. Vysvětlení bylo nakonec prosté – spletl se knihovník, ve skutečnosti byla kniha dána do tisku teprve 7. srpna 1958.

Další ze stěžejních děl A. Šternfelda „Vveděnije v kosmonavtiku“ se dočkalo nového vydání až roku 1974 (nakl. Nauka, Moskva).

O dalších nekosmických aplikacích raket pojednávala kniha F.Linka a L.Neužila: Raketové lety a výzkum vysoké atmosféry (Nakladatelství ČSAV, Praha 1957).

Do šíření znalostí o kosmonautice se zapojil i Československý rozhlas s Československou akademií věd ve 21. cyklu rozhlasové univerzity, který byl vyslán v období 1956/57. Shrnutím všech relací vznikla publikace „O Mezinárodním geofyzikálním roce“ (red. Ivo Budil), která sice vyšla v roce 1958, byla však k tisku připravena ještě před památným 4. říjnem 1957.

Ze zmínek o dostupné literatuře je možno usuzovat, že pramenů nebylo tak málo. Nelze však z toho usoudit, jaký byl zájem laické veřejnosti o tento nový obor vědy a techniky. Úmyslně říkáme laické veřejnosti, neboť nelze do ní počítat např. astronomy a příbuzné profese – ty to mají v popisu práce.

A právě v tomto směru jsme spíše pesimisty. Do podzimu 1957 nebylo příliš mnoho lidí, kteří by se pídili po literatuře z tohoto oboru, která jen z malé části byla k dostání v českém jazyce. Domníváme se, že není možné si dělat iluze o informovanosti a připravenosti většiny populace na nadcházející kosmickou éru.

Teprve vypuštění první družice před 50 lety vzbudilo o kosmonautiku nebývalý zájem. Vyvolalo to i podstatně větší produkci literatury jak o raketovou techniku, tak i o lety do vesmíru. Bylo by obtížné vyjmenovat třeba jen důležitější díla z tohoto oboru po roce 1957 tak, jak se nám to dařilo v období předkosmickém.

Přesto chceme upozornit ještě na dvě publikace, které nás po říjnu 1957 velice zaujaly. První je skromná knížka Ju.A. Pobědonosceva „Umelé družice Země“ (Práca, Bratislava, leden 1958). V té jsme našli tolik podnětů a tolik nových údajů (mj. o tenkrát ještě ne velmi známé Vertretově metodě charakteristických čísel pro porovnávání konstrukcí raket), že i dnes se s nimi v přednáškách a publikacích setkáváme. Druhou je kniha Vladimira Isakoviče Levantovského „Mechanika kosmických letů v elementárním podání“ (Nauka, Moskva 1970), která se stala metodickým základem pro výuku kosmonautiky a raketové techniky v pomaturitním studiu astronomie (známé pod zkratkou PSA), která více než dvě desetiletí probíhala v prostorách hvězdárny ve Valašském Meziříčí.

EUROPA

ZAJÍMAVÝ CÍL PRO KOSMICKÉ SONDY

František Martinek

Výzkum pomocí přístrojů na kosmických sondách jednoznačně potvrdil, že pod ledovou kůrou na povrchu Jupiterova měsíce Europa existuje obrovský oceán slané vody. Nabízí se otázka: Může v tomto prostředí existovat život?

Led a voda

Na základě výzkumu, provedeného sondami Voyager v 80. letech minulého století byl vysloven závěr, že pod ledovým povrchem Europy může existovat kapalná voda. Mimořádně detailní snímky, které během své mise pořídila koncem 90. let minulého století sonda Galileo, znovu rozvířily otázku možného života na Europě. Domněnka o existenci vodních oceánů se dostala do popředí zájmu poté, co astronomové a geofyzikové zjistili, že slapové působení Jupiteru stačí k mírnému zahřátí nitra měsíce. U sousedního satelitu Io (který je z galileovských měsíců Jupiteru nejbližší) je toto zahřívání nitra mnohem silnější a způsobuje jeho intenzivní vulkanickou činnost.

Má život šanci?

V této souvislosti samozřejmě každého napadá otázka, do jaké míry existence tekuté vody, teplo uvnitř měsíce a dopady jader komet a meteoritů, které zde dopravily organické sloučeniny, dávají šanci ke vzniku a udržení života na tomto malém tělese. Definitivní odpověď zatím nikdo nezná.

O množství vody na Evropě se intenzivně debatuje. Některé odhady vedou k závěru, že pod vrstvou ledu, jejíž tloušťka se odhaduje na několik km, existuje vodní oceán hluboký asi 100 km. Pokud je to pravda, pak je na Evropě minimálně 2krát více vody než na Zemi! Vzhledem ke slapovému působení Jupitera a velkých měsíců planety mohou na Europě existovat podmořské sopky. Pokud se týká existence života, je nutné si připomenout, že na Zemi žijí v okolí podmořských průduchů bohaté kolonie organizmů, které ke své existenci nepotřebují sluneční světlo.

Zdejší život by se mohl podobat životu, nacházejícímu se hluboko v pozemských oceánech. Robert Pappalardo (University of Colorado) říká: „Strávili jsme poměrně hodně času hledáním odpovědi na otázku, zda na Marsu existovalo prostředí vhodné pro život. Dnešní Europa pravděpodobně takové prostředí má. Musíme se o tom přesvědčit, protože Europa zřejmě měla k dispozici všechny ingredience, nutné pro život. A ne jen před 4 miliardami roků, ale má je i dnes.“

Vědci zjistili, že život na Zemi může být opravdu skoro všude, i tam, kde by ho ještě před několika desítkami let nikdo nečekal. Jednou z takových lokalit jsou podmořské hydrotermální průduchy, nacházející se na dně oceánů, kam se zcela určitě nedostane ani paprsek slunečního světla, a přesto se zde životu daří velice dobře. Voda zde má teplotu kolem 400 °C. Obrovský tlak v těchto hloubkách zajišťuje, že voda ani při vysokých teplotách nezačíná vařit. Podobné podmínky mohou panovat i na Europě.

Jestli tomu tak opravdu je, to můžeme zjistit pouze přímým výzkumem pomocí miniaturní „ponorky“, která by brázdila tento svérázný vodní svět. O takové výzkumu se uvažuje, avšak jeho realizace je zatím v nedohlednu. Přesto již byly učiněny první přípravné kroky.

Ponorka pro Evropu

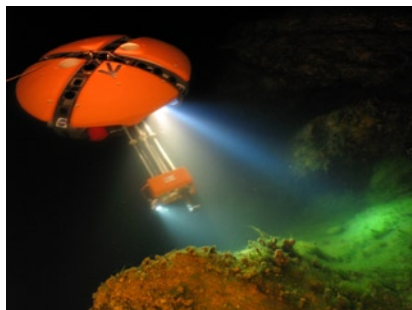
Abychom mohli toto vodní prostředí prozkoumat, potřebujeme kosmickou sondu, která by přistála na ledovém povrchu měsíce. Dalším krokem musí být průnik ledovou vrstvou o tloušťce zhruba 10 km, schopnost zařízení pohybovat se ve vodním prostředí, provádět jeho výzkum a předávat informace na Zemi. Prototyp takového podmořského plavidla se zkoušel v květnu 2007 v jezeře El Zacatón v Mexiku, což je nejhlubší zaplavená propadlina na světě.

Automatická miniponorka je označována zkratkou DEPTHX (Deep Phreatic Thermal Explorer). Důležitým úkolem expedice bylo ověřit technologie, které budou použitelné pro náročné podmínky při výzkumu ledového oceánu Evropy. Pokud by byl takovýto projekt uskutečněn, jednalo by se o nejsložitější misi ve výzkumu Sluneční soustavy, jaká kdy byla realizována. „Jsme stoprocentně přesvědčeni, že na Evropě existuje oceán kapalné vody. Avšak zatím nemáme ani ponětí o tom, zda v něm existuje život,“ říká Chris McKay, Ames Research Center, NASA.

Ponorka DEPTHX má vejčitý tvar o rozměrech 4,26 x 3,04 m a hmotnost 1,3 tuny. Může se volně pohybovat, vznášet a sledovat určitou dráhu ve všech směrech bez jakýchkoliv vnějších povelů. Vodní prostředí křižuje minimální rychlostí 0,2 m/s za účelem provádění mapování. Může se rovněž dlouhodobě vznášet na místě.

Zařízení DEPTHX je vybaveno 54 sonary, rozmístěnými rovnoměrně kolem vlastní konstrukce. Sonar používá pulsy ultrazvukových vln o vysokém výkonu a na základě jejich odrazu lokalizuje objekty do vzdálenosti 250 až 300 m od ponorky. Kromě sonaru je k navigaci využíván akcelerometr, hloubkoměr a inerciální řídicí jednotka. Na základě získaných dat je vytvářen počítačový trojrozměrný obraz okolního prostředí. Dále je ponorka vybavena širokouhlou kamerou k pořizování snímků, rovněž se provádí měření tlaku, teploty a koncentrací některých chemických prvků v okolním vodním prostředí. Je také vybavena rozkládacím ramenem, pomocí něhož je možné provádět odběr kapalných i pevných vzorků, a také pomocí mikroskopu pátrat po přítomnosti živých organismů. K osvětlení prostředí používá výkonné světlomety.

Do budoucna plánuje společnost Stone Aerospace postavit další exemplář miniponorky s názvem ENDURANCE, která bude dalším krokem na cestě k vývoji zařízení pro kosmický výzkum. Bude mnohem menší, avšak stejně výkonná jako DEPTHX. Zkoušky zařízení ENDURANCE se uskuteční v jezerech v oblasti severního pólu Země, která jsou ukryta pod vrstvou ledu. NASA nyní vyvíjí technologie k roztažení sloupce ledu o tloušťce několika km, aby zařízení mohlo proniknout do jezera, ukrytého pod ledem. První zkoušky zařízení, označovaného jako cryobot, se uskutečnily již v roce 2002. Tehdy cryobot ve tvaru válce o průměru 12 cm a délce 1 m pronikl ledovcem do hloubky 23 m.



Život i na povrchu Evropy?

Otázkou možného života na Evropě se zabývá také paleobiolog Jere H. Lipps, profesor biologie na University of California, Berkeley (USA). „Protože existuje mnoho důkazů pro přítomnost vodního ledu a protože existuje velká pravděpodobnost, že se pod vrstvou ledu nachází slaný oceán, je Evropa hlavním cílem při pátrání po životě ve Sluneční soustavě.“

Lipps má se svými spolupracovníky mnoho zkušeností s dlouhodobým výzkumem života

v Arktickém a Antarktickém ledu. Ví, jak bizarní organismy se zde mohou rozvíjet a jak unikátní procesy mohou vynášet život z mořských hlubin na ledový povrch. „V pozemském ledu život doslova bují. V Antarktidě žije v ledu velké množství druhů řas, prvoků, bakterií a dalších živočichů. Mnoho z nich přežívá v jakýchsi „kanálech“ slané vody, která nezamrzá. Bakterie, rozsívky, škeble, šneci, houby apod. žijí pod vrstvou ledu, nicméně často se objevují na povrchu, neboť jsou různými způsoby vyzdviženy na led (puklinami v ledu, přesunem ledových ker apod.).

Struktura ledu na povrchu měsíce Europa je taková, že by zde mohly probíhat podobné procesy. Pokud život existuje ve zde přítomném vodním prostředí, pak je tu určitá šance, že se dostává prasklinami v ledu na povrch měsíce. Tudíž k jeho objevu by nebyly nutné nákladné a složité kosmické sondy, které by se musely „prokousat“ tlustou vrstvou ledu. Stačilo by přistání ve vhodné oblasti na povrchu Europy. Objevené struktury na Europě totiž poskytují důkazy, že kapalná voda pronikla na povrch na různých místech trhlinami v ledu a vytvořila zde hladká „jezera“ (která posléze zamrzla). Dalším důkazem jsou do hnědo-červena zbarvená místa na povrchu měsíce v důsledku průniku vody, kontaminované různými rozpuštěnými minerály.

Plánované projekty NASA k výzkumu planety Jupiter:

JUNO (Jupiter Polar Orbiter) – výzkum Jupitera z polární oběžné dráhy. Úkolem sondy bude výzkum polárních oblastí, studium vnitřní struktury planety, určení chemického složení atmosféry, měření teploty a rychlosti proudění v různých výškách atmosféry. Předpokládáný start v roce 2011, přilet k Jupiteru v roce 2016.

EGE (Europa Geophysical Explorer) bude z oběžné dráhy studovat vodní oceán měsíce Europa, studovat případné změny na ledovém povrchu a hledat vhodná místa pro přistání dalších kosmických sond. Start sondy EGE je předběžně plánován nejdříve na rok 2015.

Jupiter Flyby with Probes Mission je návrh sondy k výzkumu základních vlastností Jupiteru včetně gravitačního a magnetického pole, atmosféry a vnitřní struktury planety. Start by se mohl uskutečnit nejdříve v roce 2020. Sonda by měla nést několik atmosférických pouzder, které by se oddělily od průletové sondy a pronikly by hluboko do atmosféry obří planety.

Europa Astrobiology Lander je předběžný návrh mise, jejímž úkolem by bylo přistání na ledovém povrchu měsíce, jeho geologický průzkum a především pátrání po stopách života. Start by se mohl uskutečnit podle současných odhadů v roce 2035.

Přehled dalších zvažovaných sond bude představen v přednášce.

JAK ČÍST LETOVÉ PLÁNY STS

Mgr. Antonín Vítek, CSc., Knihovna AV ČR

NASA Johnson Space Center (JSC) v Houstonu pravidelně s přibližně dvou týdním předstihem před startem jednotlivých expedic raketoplánů zveřejňuje na svých stránkách na adrese <http://www.nasa.gov/centers/johnson/news/flightdatafiles/index.html>

pod odkazem „Flight Plan“ souhrnný letový plán chystané expedice ve formátu PDF. Tento plán je nutno brát pouze jako orientační, protože jeho časová škála je nastavena na nejdříve možný termín startu, schválený na zasedání manažerů (FRR - Flight Readiness Review), který se může ve skutečnosti z nejrůznějších příčin ještě měnit. Odklad dne startu samozřejmě ovlivní jak časování jednotlivých operací během přiletu ke stanici, tak činností na stanici.

Proto na základě průběžného vyhodnocování událostí během letu vydává (JSC) každý den

aktualizaci letového plánu na nejbližších 24 hodin, které jsou zasílány posádce raketoplánu i ISS před budíčkem. Na webu se objevují pouze s minimálním zpožděním (cca 2-3 hodiny). Dostanete se na ně ze stránky http://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/news/index.html pod odkazem „Execute Packages“. Po otevření se objeví stránka se seznamem dosud vydaných denních aktualizací (plán na den startu aktualizován není). Např. pro let STS-120 má adresu http://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/sts120/news/execute_packages.html

Letové plány jsou zveřejňovány souběžně ve dvou formátech: přehledovém a detailním. Přehledový plán shrnuje základní činnosti celé posádky STS i ISS vždy pro dobu 12 hodin na jedné stránce (přibližně formátu A4). Vzhledem k nutnosti šetření místem je při popisu jednotlivých činností používáno mnoho zkratk, některých obvyklých, z nichž většinu můžete najít jednak v kapitole „Acronyms“ v podkladech o letu pro novináře a veřejnost (tzv. Press Kit). Pokud je tam nenajdete, můžete je také hledat ve slovníku zkratk ve SPACE-40. Jiné zkratky jsou vytvářeny pouze pro danou potřebu (nejsou tedy normalizovány), ale většinou se dají snadno dešifrovat.

Druhý typ letového plánu, detailní, na jedné stránce popisuje práci pouze tří nebo čtyř astronautů, a to po dobu 4 hodin. Je méně přehledný z hlediska celkové orientace v práci na palubě, ale obsahuje méně zkratk. Neobsahuje také na rozdíl od přehledového plánu činnosti členů dlouhodobé posádky stanice.

K sylabu jsou připojeny typické příklady obou typů letových plánů převzaté z aktualizace letového plánu na pátý den mise STS-120.

Kromě popisu činností jednotlivých členů posádky lze z těchto podkladů zjistit informace o orientaci raketoplánu (a tedy i stanice) v prostoru, o tom, kdy se komplex pohybuje ve stínu Země nebo na denní době oběhu, podmínky spojení s družicemi TDRS, práce s manipulátorem aj.

POZOR, PADÁ RAKETA!

Ing. Tomáš Přibyl

Někdy je to víceméně drobná nečistota, která ovšem pronikne přes nastražené pasti filtrů, dostane se do turbočerpadla, pracujícího na desítky tisíc otáček za minutu – a následuje těsně po startu nebo nad zemským povrchem monumentální exploze, kterou posměšlní novináři nazvou „miliardovým ohňostrojem“, zapomínajíce, že kosmonautika není o stoprocentní spolehlivosti a že i tyto nezmary nás posouvají dále stejně jako úspěchy. Jindy je to špatně propojená kabeláž nebo netěsný ventil, které vedou k tomu, že motor rakety s drahocenným nákladem tiše zhasne jako sfouknutý plamen svíčky – a to, co tak dlouho vypadalo nadějně, končí svůj let v ohnivém infernu hustých vrstev atmosféry.

Historie kosmických selhání se začala psát před padesáti lety, 6. prosince 1957. Tehdy jen několik desítek centimetrů nad rampou vypověděl službu motor rakety Vanguard, která se následně před zraky desítek novinářů zřítila v moři plamenů na mysu Canaveral. Protože mělo jít o pokus vrátit USA do hry v pomyslných „kosmických závodech“, který ovšem selhal tím snad nejhorším možným způsobem, psala druhý den média o „Kaputniku“. Z jakých slov byl tento název odvozený, jistě netřeba dodávat.

Od té doby si svůj „křest ohněm“ odbyla prakticky každá kosmická raketa. Ano, i zde najdeme výjimky, ovšem potvrzující pravidlo (a z výjimek se, jak známo, pravidlo dělá špatně). Jde třeba o rodinu raket Saturn, která byla nesmírně drahá a nesmírně důkladně testovaná. Ovšem i v jejich případě už několikrát „bily zvony“ a dá se hovořit o dávce nezbytného štěstí, že nedošlo k žádnému fatálnímu selhání.

Pokud se podíváme na spolehlivost jednotlivých v současnosti používaných kosmických dopravních systémů, pak je následující:

- Delta-2: 98,15 procenta.
- Proton: 87,5 procenta.
- Ariane-5: 94,3 procenta (plus dva částečné nezdary).
- Atlas-5: 91 procent.
- Delta-4: 100 procent (z osmi startů jeden částečný neúspěch).
- Sojuz (a ostatní deriváty R-7): 95,1 procenta (1700 startů, 83 nehod – přes polovinu nehod se ovšem stalo v prvních deseti letech provozu: posledních deset let je spolehlivost 98,2 procenta, protože ze 113 raket jen dvě selhaly).

Je třeba zajímavé sledovat, jakým způsobem jednotlivé společnosti přistupují ke svým selháním, aby si vylepšily statistiky:

- Arianespace nepočítá do úspěšnosti Ariane-5 dva premiérové lety. Prostě proto, že by jí „kazily statistiku“.
- SeaLaunch tvrdí, že jeho nosič má za sebou bohatou a dlouhou historii startů už pod označením Zenit, ale nikdy si je nepočítal do spolehlivosti (ona spolehlivost zhruba 75 procent u Zenitu asi není ničím, čím by se dalo chlubit). Inu, vždy použít jen argumenty, které se hodí.
- SpaceX po prvním nezdaru s raketou Falcon-1 přejmenoval hned dva premiérové starty na „testovací“. Slibuje, že třetí bude operační – uvidíme, zdali nebude dodatečně (po případné havárii) nutno i tento předesignovat.
- „Čarovat“ umí i konstruktéři rakety R-7, a to díky různým verzím, modernizacím a dalším úpravám – vždy dokážou nějakou argumentací eliminovat nějaký „nepatřičný“ vzorek. Dlužno ovšem podotknout, že za posledních deset let mají zdaleka nejuspěšnější bilanci.

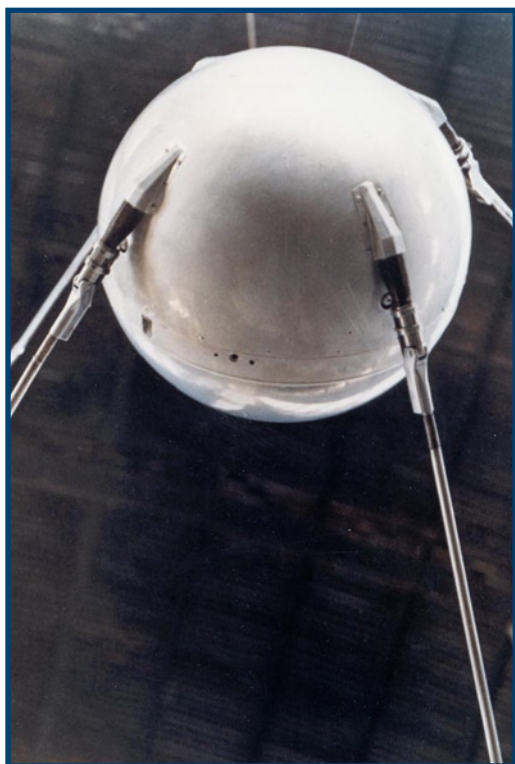
A to nemluvíme o sporech, kdy se vynášené zařízení nedostalo na plánovanou oběžnou dráhu (premiéra Delta-4 Heavy) nebo kdy se náklad nedostal na oběžnou dráhu právě svou vlastní vinou, ač raketa pracovala stoprocentně (první let Eněrgije).

Samozřejmě, že celá problematika je výrazně složitější. Jde o to, že raketa Proton z šedesátých let se těžko může s tou dnešní srovnávat – někde úplně jinde je elektronika, motory, kontrola atd. U rakety Proton je historicky uváděno 320 startů a čtyřicet selhání (spolehlivost 87,5 procenta). Je zapotřebí ale podotknout, že v posledních deseti letech (od 1. ledna 1998) Proton uskutečnil 73 startů s pěti nehodami (spolehlivost 93,2 procenta – což sice není kdovíjak oslňující, ale je to pořád lepší).

Stejně tak je zajímavé sledovat postoje jednotlivých firem a zemí k nouzové situaci. Když havarovala krátce po startu první Ariane-5 (4. června 1996), televizní přenos záběry padajících trosk donekonečna opakoval a za půl hodiny stál před kamerou ředitel Arianespace a vše známé podrobně vysvětloval. Když se vymknul kontrole první Falcon společnosti SpaceX, bylo vysílání okamžitě přerušeno a nikdy nebyl zveřejněn žádný další snímek. Podobné to bylo při letošní lednové havárii nosiče SeaLaunch – televizní přenos byl několik sekund po havárii ukončen. Žádné další obrazové informace nebyly zveřejněné, několik dní nebyla společnost SeaLaunch dokonce ochotná ani informovat o předběžném stavu své plošiny (ač je doprovodná loď vybavena vrtulníkem).

Jeden z nejpodrobnějších seznamů „kosmických nehod“ najdete na <http://www.astronautix.com/articles/thelures.htm>. Zájemcům mohou doporučit také knihu „Space Systems Failures“ (Springer, 2005) od Davida Harlanda a Ralpha Lorenze (netýká se pouze kosmických raket, ale selhání v nepilotované kosmonautice obecně).

50 LET OD SPUTNIKU



První umělá družice Země – Sputnik – byla na oběžnou dráhu vypuštěna 4. 10. 1957, tedy před 50 lety. O 4 měsíce později následoval start americké družice **Explorer**. Startem družice Sputnik byla zahájena éra výzkumu a využívání kosmického prostoru. Začala éra aktivní kosmonautiky. Následovaly stovky dalších družic (astronomických, telekomunikačních, meteorologických, geodetických apod.), kosmické sondy k výzkumu blízkých i vzdálených těles Sluneční soustavy (některé dokonce opustí náš planetární systém), pilotované kosmické lodě s člověkem na palubě, přistání člověka na Měsíci... **Jaké bude další využití kosmické techniky?**

Základní parametry:

	SPUTNIK	EXPLORER
Start:	4. 10. 1957	31. 1. 1958
Průměr:	580 mm	165 mm
Hmotnost:	83,6 kg	13,97 kg
Frekvence vysílače:	20,005 a 40,002 MHz	108,03 MHz
Oběžná doba:	96,2 min	114,8 min
Výška oběžné dráhy:	288 až 947 km	358 až 2550 km
Sklon dráhy k rovníku:	65°	33°
Životnost:	92 dny	111 dnů
Počet oběhů Země:	1440	~ 56 000
Zánik družice:	4. 1. 1958	31. 3. 1970

Na uspořádání semináře se podílejí:



Hvězdárna Valašské Meziříčí
<http://www.astrovm.cz>



Kosmo Klub
<http://klub.kosmo.cz>



NWT Computer s.r.o.

HVĚZDÁRNA VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ
Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí
telefon/fax: 571 611 928
e-mail: info@astrovm.cz; internet: <http://www.astrovm.cz>
k tisku připravil František Martinek (fmartinek@astrovm.cz)
sazba Jakub Mráček (jmracek@astrovm.cz)