



KOSMICKÉ ROZHLEDY

2/1978

NEPERIODICKÝ VESTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník Československé astronomické společnosti při Československé akademii věd

ročník 1978

číslo 2

Pavel Koubský

Emisní hvězdy třídy B

1.1. Úvod

Rané objekty s emisními čarami se těší pozornosti astronomů od samých počátků hvězdné spektroskopie. První katalog a bibliografii publikoval Merrill a Burwellová (1933). Během doby byl několikrát doplňován. Je označován MWC a jeho poslední vydání z roku 1949 obsahuje 1088 objektů. Dosud nejobsáhlejší přehled raných hvězd s emisními čarami ve spektru publikoval Wackerling (1970). V tomto přehledu je 5326 objektů. Nejnovější bibliografie navazující na katalog MWC je dílem autorů Jaschek, Ferrer a Jascheková (1971). V pojmu rané hvězdy s emisním spektrem je zahrnuto několik tříd objektů, které spolu souvisí spíše morfologicky. Ale ani užší pojem, který je v názvu MWC katalogu - Be a Ae hvězdy, zdaleka nevymezuje jedinou homogenní skupinu objektů. Teprve později bylo možno objekty MWC katalogu roztrždit do několika skupin:

- Klasické Be hvězdy
- dvojhvězdy s ranou složkou a emisními čarami
- Herbigovy Ae/Be hvězdy
- Be hvězdy se zakázanými čarami ve spektru
- B hvězdy luminositní třídy I a .

Zařadit emisní objekt do jedné z těchto skupin je někdy obtížné a je otázkou, do jaké míry odpovídá morfologická odlišnost fyzikálnímu rozdílu.

Podle nynějších představ se o klasických Be hvězdách hovoří v případě, že hvězda třídy B luminositní třídy III - V vykazuje emisní čáry ve vodíkovém ev. heliovém spektru.

Pro zařazení do skupiny Herbigovy Ae/Be hvězdy je třeba mít evidenci o tom, že hvězda se dosud nevyvinula k hlavní posloupnosti, má emisní čáry ve spektru a je obklopena prachovou a reflexní mlhovinou.

Symbiotické hvězdy jsou definovány jako hvězdy, které mají ve spektru čáry odpovídající chladným objektům (TiO , CaI , CaII) a zároveň emise odpovídající horkému prostředí (HeII , OIII). Fotometrické změny jsou významné (až 3^m).

Další skupinou Be hvězd rozlišovaných podle vzhledu spektra jsou hvězdy B [Q], které jsou charakterizovány především přítomností čar odpovídajících zakázaným přechodům. Toto kritérium způsobuje, že skupina B [Q] je značně nehomogenní, zahrnující bodové planetární mlhoviny, novy a různé pekuliární objekty.

Je zřejmé, že vytvořit smysluplnou definici Be hvězdy je dost obtížné. Raný objekt s emisními vodíkovými (ev. i jinými) čarami je široký pojem, užší pojem je vlastně "klasická Be hvězda". Taková definice je čistě morfologická a mnohem oprávněnější by bylo kritérium podle vzniku emisního prostředí. Pro fyzikální klasifikaci je velmi málo podkladů, protože nevíme, kolik mechanismů při vzniku emisního prostředí kolem raných hvězd působí.

Ze všech vyjmenovaných skupin jsou nejvíce sledovány "klasické" Be hvězdy. Často se kromě Be hvězd hovoří o shell hvězdách. Z morfologického hlediska se shell hvězda liší od Be hvězdy výrazným absorpčním spektrem a zesílenými emisními čarami.

Velká hodnota průmětu rotační rychlosti $V \sin i$ shell hvězd (s výjimkou 17 Lep) naznačuje, že geometrie je důležitá pro to, aby bylo možno ze Země pozorovat shell spektrum.

Delplaceová a Hubert (1975) na nepříliš bohatém materiálu ukázali, že Be shell hvězdy mají luminositní třídu III (platí pro sp. typ B 2). K podobnému závěru došla i Petersová (1976).

1.2. Spektrální charakteristiky a jejich změny

1.2.1. Emisní spektrum

Spektra Be hvězd jsou charakterizována především emisními vodíkovými čarami. Běžně se pozorují první členy Balmerovy série a vyšší členy Paschenovy série v emisí. Nová technika umožnila v několika případech pozorování čar P_{α} , β a γ a dokonce některých čar Brackettovy série. Mimoatmosférická astronomie dovolila sledovat první členy Lymanovy série. Emise v čáře L_{α} se však většinou ve spektrech Be hvězd nepozoruje. Toto zjištění se většinou interpretuje jako vliv cirkumstelární nebo interstelární absorpce.

Další čára, která je nejčastěji v emisí, je čára neutrálního kyslíku O I 844,6 nm. Další kyslíková čára - O I 777,4 nm je indikátorem stavu obálky. Častými emisními čarami ve spektrech Be hvězd jsou čáry ionizovaného železa Fe II.

Emise v heliových čarách není příliš častá. Nejčastěji se vyskytuje v čarách He I 1083,0; 667,8 a 587,5 nm. Zanedbání emise v heliových čarách může vést k falešným závěrům při určování rotace, efektivní teploty nebo gravitačního zrychlení.

Emisními složkami se také projevují čáry Ni II, Si II, Cr II, Mg II (448,1 nm). V ultrafialovém oboru se také projevuje emise čáry Mg II 279,5 a 280,2 nm.

Častým zjevem ve spektrech Be hvězd je emise vápníkového tripletu Ca II 849,8, 854,2 a 866,2 nm.

V několika případech byla zjištěna v emisi i čára Ca II K 393 nm (γ Cas, HD 158503).

V řadě případů se ve spektrech Be hvězd pozorují emisní čáry s vlnovými délkami 638,55 nm a 632,0 nm, které se nepodařilo uspokojivě identifikovat.

1.2.2. Absorpční spektrum

Absorpční spektrum Be hvězd se celkem málo liší od spektra odpovídající normální B hvězdy. Absorpční spektra shell hvězd vždy odpovídají "hvězdě", jejíž spektrum je pozdější než spektrum "centrální" hvězdy, ale vyšší luminositní třídy.

1.2.3. Změny spekter Be hvězd

Proměnnost je nejvýraznější charakteristikou spektra Be hvězd. Existují tři základní typy změn týkající se profilů čar.

Změna poměru intenzity emisní čáry vůči lokálnímu kontinuu (E/C). Tato změna se dá také chápat jako přechod $B \leftrightarrow Be$. Maximální známá hodnota E/C je 20 ($H\alpha$ ve spektru χ Oph). Běžně dosahuje pro $H\alpha$ E/C hodnot 2 - 5.

Další častou změnou je změna poměru intenzit fialové (krátkovlnné) emisní komponenty ku červené (dlouhovlnné) označované jako V/R. McLaughlin(1961) uvádí, že běžná hodnota V/R se pohybuje v intervalu 0,3 - 3.

Třetí typ proměnnosti se týká absorpčního spektra - objevování a mizení ostrých "shell" čar, kterou lze také chápat jako přechod $Be \leftrightarrow Be$ shell.

S výskytem shell spektra také souvisí parametr velmi užívaný pozorovateli Be hvězd - číslo poslední viditelné Balmerovy čáry. Toto číslo souvisí prostřednictvím Inglisovy - Tellerovy formule s elektronovou hustotou. Pomineme-li oprávněnost aplikace tohoto vztahu, je třeba zdůraznit, že číslo poslední viditelné Balmerovy čáry je závislé na hustotě spektrogramu a na rozlišovací schopnosti spektrografu a je proto zjišťování změn ve viditelnosti poslední čáry Balmerovy série velmi nejisté. Na dobře exponovaných spektrech některých shell hvězd lze vidět vodíkové čáry do H 30, výjimečně do H 40.

Kromě změn profilů vykazují Be hvězdy i změny radiální rychlosti jak absorpčních, tak emisních složek. Často studovaným jevem je progresse Balmerových absorpčních čar - závislost radiální rychlosti jednotlivé čáry na čísle čáry a progresse vzdálenosti vrcholů emisních komponent Balmerových čar.

Velmi často lze zjišťovat změnu polohy resp. radiální rychlosti absorpčních čar odpovídajících různým iontům. Rozsah změn radiálních rychlostí může být 100 - 200 km/s. Rozdíly v radiálních rychlostech odvozených z různých iontů mohou dosahovat 70 - 100 km/s.

Změna profilu V/R je doprovázena současně také změnou radiální rychlosti absorpční složky. Když je fialová složka silná, je absorpční složka posunuta k dlouhovlnnému konci spektra a naopak.

Důležitou informací pro interpretaci Be jevu jsou časové škály změn. V tomto odstavci se zaměříme pouze na dlouhodobější změny, rychlým změnám je věnován odstavec 1.2.4. Spektrální změny E/C, V/R a změny radiální rychlosti mají charakteristickou dobu stovky až desetitisíce dnů. Jevy na této škále jsou pouze cyklické, nikoli periodické. U několika Be hvězd se podařilo detekovat periodické změny V/R, výskytu shell čar a radiální rychlosti. Tyto periody jsou řádově desítky až stovky dní. Přes několik období zvýšeného zájmu o Be hvězdy, existuje jen málo Be hvězd, které byly pozorovány dostatečně často, aby zjištěné charakteristické doby měly reálný význam.

1.2.4. Rychlé změny

Nízká účinnost dřívějších spektrografů, malý počet dalekohledů a v neposlední řadě zdlouhavá redukce spektrogramů způsobily, že byl získáván materiál o Be hvězdách vhodný pouze pro zkoumání dlouhodobějších změn. Nové detektory a zejména pokrok ve zpracování dat vedly k tomu, že je nyní možné získávat informace o profilech spektrálních čar Be hvězd s velmi malým časovým krokem.

Lacy (1977) kriticky zhodnotil dosavadní informace o rychlých změnách ve spektrech Be hvězd. V budoucnu bude patrně nutné Lacyho přístup aplikovat na rozsáhlejší soubor Be hvězd a na data s lepší spektrální rozlišovací schopností. Pak teprve bude možné učinit jasný závěr o charakteru rychlých změn ve spektru Be hvězd.

1.3. Spojité záření

Těžičtě zájmu o Be hvězdy leží nepochybně ve studiu spektrálních čar. Spojitému záření těchto objektů byla věnována malá pozornost. Nejvíce dat bylo získáno ze širokopásmové fotometrie v systému UBV.

Dosud nejrozsáhlejší fotometrický program uskutečnili Mendoza (1958) a Feinstein (1968). Z fotometrických studií vyplývá značná proměnnost Be hvězd. Podle různých autorů je časová škála této proměnnosti minuty až roky. Pro studium proměnnosti Be hvězd zatím chybí systematický a souvislý materiál.

Kromě přehlídkových fotometrických studií Be hvězd existuje celá řada prací zabývajících se fotometrií jednotlivých objektů. Pomineme-li měření jasnosti Be hvězd, které jsou v zákrytových dvojhvězdách, pak lze říci, že dosud získaná data jsou velmi sporadická a rozdrobená. Připomeňme, že kvalitní fotometrie může vést k lepšímu poznání struktury a vzniku obálky.

Jen několik Be hvězd bylo fotometricky studováno souvisle po dobu několika dnů nebo desítek dnů. Změny zjištěné v těchto časových obdobích mají většinou cyklický charakter.

Značný objem fotometrických dat existuje pro Be hvězdu 28 Tau - Pleione (HD 23862). Bocula a Šarov (1959) publikovali přehled všech dostupných fotometrických pozorování Pleione od roku 1879. V období předchozí shell epizody (1936 - 1950)

lze fotometrické změny korelovat se spektrálními změnami. Fleione je jedinou známou Be hvězdou, u které nastává při přechodu ze stadia Be do Be shell výrazná změna jasnosti ve všech barvách UVB ($\sim 0,5^m$).

Spojitě spektrum Be hvězd v neklasických oborech bylo dosud málo studováno. Gehrz, Hackwell a Jones (1974) měřili záření 33 Be hvězd v oboru 2,3 - 19,5 m.

Značné množství údajů bylo už také získáno v průběhu spojitěho spektra Be hvězd ve vakuovém ultrafialovém oboru. Teoreticky může být ultrafialové kontinuum nezávislým indikátorem rotace.

Nejrozsáhlejší soubor měření spojitěho spektra ve vakuovém ultrafialovém oboru publikovali Jamar, Macau-Hercotová, Monfils, Thompson, Houziaux a Wilson (1976) na základě výsledků experimentu S 2/68 na družici TD 1A. V katalogu je uveden průběh kontinua asi 100 Be hvězd v oboru 136,0 - 274,0 nm.

1.4. Polarimetrická měření

Studium polarizace světla Be hvězd nemá dlouhou historii. Behr (1959) zjistil vlastní polarizaci u Be hvězdy γ Cas. První měření byla omezena na polarimetrii v širokých a středních filtrech. Be hvězdy vykazují většinou rychlejší pokles lineární polarizace v ultrafialovém oboru, další pokles se projevuje před Paschenovou hranou. Průměrný stupeň polarizace je asi 0,01. Čtyřicet procent studovaných Be hvězd vykazuje změny polarizace. Ojedinelé pokusy o korelaci polarimetrických, fotometrických a spektrálních změn některých Be hvězd daly jen negativní výsledky. Málo se dá říci o časové škále polarimetrických změn (dny až stovky dní).

V posledních letech se podařilo studovat polarizaci s lepší spektrální rozlišovací schopností, takže se objevily práce o průběhu polarizace v emisních čarách Be hvězd.

Polarimetrická měření jsou velmi důležitá pro nezávislé testování modelů a představ o stavbě obálek Be hvězd. Monochromatická měření jsou však velmi obtížná, protože využívají jen malého množství světla a pro jejich redukci je třeba znát mezihvězdnou polarizaci a spektrální rozložení záření.

1.5. Interpretace Be jevu

1.5.1. Rotační rychlosti

O vysvětlení původu emisních čar ve spektru Be hvězd se poprvé pokusil Struve (1931). Podle jeho teorie vznikají emisní čáry ve hmotě, která se odtrhuje z rovníkových oblastí rychle rotující hvězdy. Opticky tenký rotující prstenec dává emisní profil, který se podobá pozorovaným vodíkovým profilům. Rotace je tedy jedním z důležitých parametrů při studiu Be hvězd.

Rotační rychlost resp. veličina $V \sin i$ (V - rotační rychlost, i - sklon osy) se nejčastěji určuje z profilů spektrálních čar. Pro malé hodnoty rotace je možno profily interpretovat jen dopplerovským rozšířením event. zákonem okrajového

ztemnění, ale pro hodnoty blížíící se kritické rotaci je třeba uvažovat vliv gravitačního ztemnění a geometrické deformace. Podrobně se těmito problémy zabývá Collins (1974). Určení rotačních rychlostí Be hvězd je navíc ztíženo tím, že profily spektrálních čar jsou ovlivněny emisí a absorpcí obálky.

S rotací souvisí i definice skupiny Be hvězd nazývaných extrémní Be hvězdy. Tento pojem zavedl Schild (1966), (1973), který upozornil na to, že existují dva typy Be hvězd s malou hodnotou $V \sin i$ (určovanou z profilů heliových čar (He I)). V první skupině jsou Be hvězdy, jejichž vodíkové profily odpovídají $V \sin i$, ve druhé jsou hvězdy, jejichž vodíkové čáry jsou velmi široké. Pro první skupinu ponechal Schild označení pole-on, druhou skupinu nazval extrémními Be hvězdami (Bex). Tyto hvězdy jsou spektrálně odlišné od "normálních" Be hvězd (velký infracervený exces, silné, vždy viditelné emisní čáry ve spektru). Jejich poloha H-R diagramu ukazuje, že jsou vývojově nad hlavní posloupností a Schild se domnívá, že obálka Bex hvězdy vzniká při ztrátě hmoty v době sekundárního smršťování jádra. Všechny Schildovy práce o Bex hvězdách jsou založeny na spektrech s malou dispersí bez možnosti detailního studia profilů. Petersová (1976) určovala gravitační zrychlení Bex a poukázala na to, že hodnoty $\log g$ nejsou pouze v intervalu (3,5; 3,7) jak by měly být v době sekundárního smršťování jádra. Vzhledem k tomu, že podle Schilda jsou Bex fyzikálně homogenní skupinou Be hvězd, byla by jejich studie založená na kvalitním materiálu žádoucí.

1.5.2. Modely obálek

Nejistota v určení rotačních rychlostí jak z absorpčních tak emisních čar, nižší rotační rychlost než kritická a proměnnost obálek Be hvězd vedla jiné autory k vypracování dalších modelů Be hvězd.

McLaughlin (1931) navrhl rotačně pulsační model, který byl schopen vysvětlit dlouhodobé změny V/R a radiálních rychlostí.

Sobolev (1947, 1959) byl schopen reprodukovat emisní profily Be hvězd za předpokladu, že obálka je v čarách opticky tlustá a že se významně uplatňuje gradient rychlosti v obálce. Sobolev upozornil na to, že tvar emisní čáry nezávisí jen na poloze pozorovatele vůči hvězdě (jednoduché emise - $i \sim 0^\circ$ pole-on hvězdy, dvojité emise - $i \sim 90^\circ$), ale, že při vhodné volbě průběhu hustoty v obálce lze jednoduchou emisí získat i pro sklon rovný 90° . Sobolevovy teorie využila celá řada autorů pro interpretaci spekter Be hvězd (Doazanová, 1965, HD 50138, Bojarčuk, 1966).

Dalším zlepšením původní Struveho myšlenky byl excentrický eliptický prstenec (McLaughlin (1961), Huang (1972)). Tímto způsobem lze vysvětlit chování emisní čáry při změnách V/R . Huang studoval rozšiřovací funkci při keplerovském pohybu plynného prstence, o kterém předpokládal, že je v čarách opticky tenký. Apsidiálním pohybem excentrického prstence byl schopen modelovat změny V/R a radiálních rychlostí některých hvězd.

Hydrodynamickým popisem obálky Be hvězdy se zabývali Lim-

ber a Marlborough (1968). Studovali různé mechanismy, které mohou vytvořit obálku rychle rotující hvězdy. Dospěli k závěru, že jediným možným mechanismem přenosu úhlového momentu do obálky je viskozita (magnetická nebo turbulентní). Převážná část prací, ve kterých se srovnávají teoretické a pozorované profily, je proto založena na ad hoc modelech. Závěry takto získané nemusí být zcela správné. D.G.Hummer na sympoziu IAU č. 70 o Be a shell hvězdách k tomuto problému poznamenal: "Chtěl bych zdůraznit nutnost testování modelů na větším počtu čar, které vznikají v různých oblastech. K tomu je zapotřebí, aby pozorovatelé získali a publikovali profily mnoha čar pořizovaných v co nejkratším časovém odstupu. Ověřovat model na jednom nebo dvou profilech poskytne velmi málo jednoznačných informací o struktuře obálky".

Pokud se ve zmíněných modelech hovořilo o vzniku obálky Be hvězdy, vycházelo se vždy z původní Struveho myšlenky modifikované tak, že hvězda ztrácí hmotu i při rotační rychlosti nižší než kritické. Ve všech modelech byla Be hvězda považována za izolovaný objekt, pokud o ní nebylo v konkrétním případě známo, že je složkou dvojhvězdy.

Kříž a Harmanec (1975), Harmanec a Kříž (1976) předložili hypotézu, podle které obálka Be hvězdy vzniká jako akreční disk kolem hmotu přijímající složky v interagující dvojhvězdě. Dvojhvězdný model je schopen vysvětlit dlouhodobé změny spektra změnami přenosu hmoty, periodické změny jako důsledek orbitálního pohybu. Nevíc může vysvětlit některé periodické nebo quasiperiodické jevy přítomností plynného proudu.

Informace o struktuře obálek doplňují měření v daleké ultrafialové oblasti spektra. Polohy rezonančních čar odpovídají rychlostem až stovek kilometrů za sekundu (Marlborough a Snow (1976)). Tyto velké rychlosti spolu s pozorovanou asymetrií profilů se považují za důkaz úniku hmoty do prostoru (za předpokladu, že plyn je opticky tenký).

Ultrafialová pozorování také naznačují, že v dynamice obálek Be hvězd bude třeba uvažovat také nezářivé zdroje energie. Jedná se o evidenci oblastí s kinetickou teplotou až $2 \cdot 10^5$ K (přítomnost čar iontů N V, O IV ap.)

Několik Be hvězd se nachází v blízkosti rentgenových zdrojů. Dosud nejpřesnější polohy rentgenových zdrojů poskytli kolimátor RMC na družici SAS 3. Bradt et al. (1977) potvrdili identifikaci zdrojů 1 S 0053 + 604 (MX 0053 + 60) = γ Cas, 1 S 03 52 + 308 (4U0352 + 30) = X Per, 1 S 1145 - 619 (4 U 1145 - 61) = HEN 715 a 1 S 1258 - 613 (GX 304-1, 3 U 1258-61) = objekt MMV.

Literatura:

- Bojarčuk, A.A., Jefremov, J.N. (ed.): 1974, Javlenija nestacionarnosti i zveznaja evolucija, Nauka, Moskva
- Slettebak, A. (ed.): 1976, Be and Shell Stars, D.Reidel Publ.Co., Dordrecht-Holland
- Underhill, A.B.: 1966, The Early Type Stars, D.Reidel Publ.Co.,

Martin J. Rees

Quasary a mladé galaxie

(Darwinovská přednáška 1976)

Úvod

Galaxie nám stále kladou otázky, na něž neumíme odpovědět dokonce ani na nejelementárnější úrovni. Nevíme např., jaké fyzikální procesy určují hmotnosti a rozměry, které jsou pro dané galaxie charakteristické. Ani rozdíly mezi různými typy galaxií neumíme dosud uspokojivě vysvětlit. Ještě záhadnější je aktivita některých galaktických jader, při níž probíhají vysoce energetické procesy, které se aktivně hvězd příliš nepodobají. "Roušku tajemnosti" snad poněkud podhalí vztahy mezi quasary a galaxiemi. V této přednášce se pokusím shrnout naše poznatky o těchto vztazích a rovněž upozornit na některé oblasti, v nichž snad můžeme očekávat pokrok v příštích několika letech. Časová škála vývoje galaxií je však tak dlouhá avzdálenosti quasarář tak obrovská, že se nevyhnutelně budeme muset dotknout i některých kosmologických otázek.

Quasary a příbuzné objekty

Objev quasarář (1963) umožnil astronomům pozorovat objekty s větším rudým posuvem, než mají nejslabší pozorovatelné galaxie. Jsou-li tyto rudé posuvy opravdu důsledkem všeobecného rozpinání vesmíru, znamená to, že quasary jsou mnohem svítivější než běžné galaxie a dávají nám naději, že s jejich pomocí budou astronomové moci rozhodnout mezi soupeřícími kosmologickými teoriemi. I když nyní známe více než 600 quasarář (s největším rudým posuvem $z = 3,53$), nebyla dosud tato naděje splněna; máme však nyní k dispozici dostatek údajů, abychom mohli vyslovit některé závěry o fyzikálních podmínkách v oblastech, kde záření těchto objektů vzniká.

Emisní čáry. Většina astronomů věří, že emisní čáry ve spektrech quasarář (a Seyfertových galaxií, jež jsou jim možná podobné) vznikly v plynu, který ionizovalo ultrafialové kontinuum, jež se obecně interpretuje jako synchrotronové záření pocházející z malé centrální oblasti. Poznatky o spektrech se shodují s výsledky vyplývajícími z dvousložkového modelu, který se skládá z rozlehlé oblasti A (s nízkou hustotou), kde vznikají úzké dovolené i zakázané čáry, a z kompaktní oblasti B (s vysokou hustotou), z níž pocházejí široké dovolené čáry, zatímco zakázané čáry zde nevznikají. (Ukazuje se, že Seyfertovy galaxie II. typu mají pouze "úzkou" složku, kdežto quasary a Seyfertovy galaxie prvního typu mívají obě složky). Šířky čar z oblasti B pravděpodobně

způsobují vysoké rychlosti dosahující hodnot až 10^4 km/s. Dochází zde pravděpodobně ke spojitému růstu hustoty plynu. Přitom úzké zakázané čáry pocházejí snad z oblasti, rozprostírající se několik kiloparseků kolem jádra. I tato velká rozlehlost je stále příliš malá na to, aby byla opticky zjištělná v kosmologických vzdálenostech. Složení plynu nelze spolehlivě určit, ale zřejmě není nikterak "abnormální".

Spolehlivou dolní mez pro rozměr oblasti B dostaneme z předpokladu, že plošná zářivost nemůže ani v jádře emisní čáry převýšit zářivost absolutně černého tělesa s elektromagnetickou teplotou $\sim 10^4$ K. Tento minimální rozměr je $r_{\min} \sim 3 \cdot 10^{14} L_{46}$ metrů, kde L_{46} je zářivost vyjádřená v jednotkách 10^{46} W (= 10^{46} erg/s). Má-li vyzářující plynná oblast pouhých 100 slunečních hmot, musí být emisní čáry široké, takže oblast B je v tomto případě spíše podobná atmosféře O nebo B hvězd než difúzní H II oblasti. Spektroskopické studie (a v některých případech zjištěná proměnnost) nasvědčují tomu, že oblast B je velká pouze několik světelných dní.

Spojité spektrum. Tato složka spektra je často značně polarizovaná a proměnlivá, přičemž k nám přichází z ještě mnohem menší oblasti. Interferometrická měření získaná na velmi velké základně ukazují, že dokonce "nejkompaktnější" rádiová struktura zaujímá mnohem větší objem a že rádiové emisní záření vzniká synchrotronovým mechanismem, při němž mohou relativistické částice získávat energii z menší centrální oblasti. První požadavek na teorii záření quasarů je existence mechanismu, díky němuž se soustřeďuje většina energie těchto objektů ve formě relativistických elektronů. Málo je zatím známo o vlastnostech quasarů v rentgenové oblasti. Rentgenové záření s rychle proměnnou intenzitou může vznikat buď synchrotronovým mechanismem, nebo jako termální emise v horkém ($> 10^8$ K) plynu.

Centrální zdroj energie. Je celkem rozumné věřit našim dedukcím o struktuře a mechanismu vzniku záření. Celá záležitost je však mnohem hypotetičtější, pokusíme-li se "prodloužit" řetěz dedukcí až k centrálnímu zdroji energie, jenž je nejzajímavějším a nejpodstatnějším aspektem jevu, který nazýváme quasar. Většina interpretací quasarů vyžaduje velkou hmotnost (řekněme $10^6 - 10^9 \odot$) v oblasti velké nanejvýš 1 pc. Tato velká hmotnost se obvykle interpretuje pomocí tří modelů.

- a) Hvězdokupa s velkou hustotou hvězd
- b) Velmi hmotné hvězdy ("spinary" nebo "magnetoidy")
- c) Velká černá díra, na které dochází k akreci hmoty (o velkých černých dírách viz Kosmické rozhledy 1975 str. 39).

Více prací by se mohlo zabývat všemi těmito možnostmi - zejména "nejstřednějším" modelem s častými výbuchy supernov v hustém oblaku plynu; tento model je dostatečně pružný, aby vysvětlil pozorované jevy v celé jejich složitosti. Aniž bychom šli do detailů, můžeme však odhadnout maximální upotřebitelnost každého ze tří modelů. V případě a) je

zejména určena maximem využitelné energie z výbuchů supernov. Pro případ b) je hranicí počátek relativistické dynamické nestability, na niž jsou velmi hmotné hvězdy značně citlivé. Nelze tudíž dát bezpečný odhad použitelnosti modelů a) a b). Domnívám se však, že první dva modely nikdy nemohou být tak efektivní jako přeměna deseti procent klidové hmotnosti na elektromagnetické záření, které může být dosaženo při akreci hmoty na černou díru.

Základní požadavek na libovolný model těchto objektů je akumulace velkého množství koncentrované hmoty - pravděpodobně v potenciálové jámě ve středu velké galaxie. Když se dosáhne stavu, kdy produkce energie z vazebné gravitační energie se stane nezanedbatelnou, nelze očekávat jiný konec výroby uvažovaného objektu než gravitační kolaps. Tohoto zhroutilí se zúčastní přinejmenším část hmoty dané soustavy. Jinak řečeno: I v případě, kdy nahromadivší se plyn nekolabuje přímo do černé díry, vývojová řada $a \rightarrow (b) \rightarrow c$ je pravděpodobně neodvratná. Vezmeme-li v úvahu, že libovolná vývojová varianta vede k černé díře a že černá díra, která jednou vznikla, je daleko výkonnější zdroj než libovolný její předchůdce, zdá se být výhodná taková interpretace quasarů, podle níž se jedná o černé díry, jež zachycují okolní hmotu. Jako sekundární problémy vyvstávají otázky, jak v tomto schématu přesně vyřešit vznik quasarů a zda vývojová stadia označená jako a) a b) mohou vysvětlit některé méně nápadné formy aktivity galaktických jader.

Existuje několik nových pozorovacích údajů mluvících ve prospěch quasaru jakožto jediného kompaktního objektu (tj. pro případy b a c uvedené výše). Mezi tyto poznatky bychom mohli zařadit:

- (1) Fotometrická data jsou, jak se zdá, neslučitelná s modelem "vánočního stromku" (s oddělenými prskávkami, pozn. překl.)
- (2) Kompaktní rádiové složky galaxií - např. 3C 111 nebo Cygnus A - jsou seřazeny podél stejné osy, jakou definuje binární struktura ("dvojgalaxie"). Na této ose zůstává centrální zdroj energie miliony let.
- (3) Existují podklady získané z poměru záření čar a z možné jeho proměnnosti, podle níž široké emisní čáry pocházejí z oblastí s vyšší hustotou a menšími rozměry, než by vyplývalo z většiny modelů.
- (4) Proměnnost quasarů (a příbuzných objektů) nelze snadno modelovat výbuchy supernov následujícími za sebou.

Úkazy, jimiž se zabýváme, jsou tak složité a nestejněrodé (a současně naše poznatky tak neúplné), že vytváření detailních modelů je ... odvážné. Astronomové jsou proto právem opatrní, když krok za krokem postupují po této cestě doufajíce, že mohou nabídnout alespoň kousek pravdivé teorie. Jejich snaha připomíná inženýra, jenž se pokouší sestavit stroj inteligentním kombinováním součástek, které má k dispozici; přitom však má stále nepříjemný pocit, že mu nějaká podstatná část stále chybí. Různé modely aktivních galaktických jader se nemusi navzájem vylučovat. Interakce hvězd, plynu a záření v potenciálové jámě je mnohostranná a musí

existovat vývojová posloupnost vedoucí k černé díře. Je proto nepravděpodobné, interpretujeme-li quasar jednoduchým schématem s několika parametry.

Předběžný model. Zdá se, že různé směry výzkumu "konvergují" nyní k předběžné teorii, která "jde na obyt". V této teorii jsou "prvním hybatel"em", který dal energii quasarům, velké černé díry (s hmotností $\sim 10^7 \odot$) nalézající se ve středech obřích galaxií. Zdrojem energie je zachycování plynu (nebo dokonce celých hvězd) z okolí, který může být snadno doplňován pádem plynu z galaxie obklopující černou díru. V současné době je obvyklý únik plynu z hvězd (který se odhaduje na $10^{-11} \odot$ /rok na jednu sluneční hmotu). U mladých galaxií je tento únik ještě vyšší. Tento plyn by se mohl akumulovat v centru, pokud by odtud nebyl "odfouknut" výbuchem supernovy nebo mezigalaktickým větrem. Jiná možnost je, že proud plynu na černou díru se doplňuje častou slapovou nebo srážkovou destrukcí blízkých hvězd. Většina energie by se mohla uvolnovat uvnitř několika Schwarzschildových poloměrů černé díry - tj. v oblasti s rozměry $\sim 10^{12}$ m pro černou díru s hmotností $\sim 10^8 \odot$.

Hmotnost $10^8 \odot$ se odhadovala třemi způsoby. Významnou roli ve všech akrečních procesech hraje tzv. Eddingtonova mez - tj. zářivost L_{edd} , při níž je tlak záření v rovnováze s gravitací a při větší hmotnosti může bránit další akreci. Hodnota L_{edd} je úměrná hmotnosti a pro $M \sim 10^7 - 10^8 \odot$ můžeme klást $L_{edd} \sim 10^{39}$ W. Dále: Aktivita galaktických jader s největšími známými energiemi vyžaduje uvolnění $\sim 10^{53}$ J (tj. anihilaci $\sim 10^6 \odot$), která by byla možná při hmotnostech přinejmenším $10^7 \odot$. Třetí důvod pro výše uvedenou hodnotu můžeme vidět v tom, že hmotnost galaxií uvnitř centrální oblasti velikosti ~ 1 pc je téhož řádu.

Vývojové souvislosti. Velká černá díra může vznikat postupným kolapsem hvězdokupy bohaté na hvězdy nebo v důsledku nestability objektu s velkou hmotností. Jinou možností je např. případ, kdy černá díra s hmotností $< 10^6 \odot$ se v důsledku zachycování hmoty zvětší za 10^9 let na $10^6 \odot$. Bylo by však ukvapené, kdybychom se pokoušeli zařadit quasary do obecného schématu vývoje galaxií. Jediným rozumným závěrem ze statistiky quasarů a rádiových zdrojů je, že tyto úkazy byly hojnější v době charakterizované rozpínáním z ~ 2 . Rovněž je z hlediska astrofyziky nepravděpodobné, že by jednotlivé objekty mohly zůstat na luminozitní úrovni quasarů po dobu 10^{10} let (třebaže by mohly vzplanout více než jednou, pokud by se "omladily" přírůstkem hmoty, kterou by zachycovaly ze svého okolí). Odtud hned vyvstává otázka, co "zhasíná" tyto objekty a vnučují se různé myšlenky: Typická galaxie musí být "dobře zametená", pokud plyn svým pádem doplňuje kritické množství hmoty, kterou černá díra potřebuje, aby se chovala jako quasar.

Mrtvé quasary? Nutným důsledkem tohoto modelu quasaru je, že "velká" a relativně klidná černá díra je ukryta v jádrech většiny velkých blízkých galaxií. Velký kompaktní zdroj v jádře galaxie Centaurus A by mohl představovat velmi důležitou a nadějnou stopu. Při vzdálenosti ~ 5 Mpc můžeme tento

zdroj považovat za nejbližší rádiovou galaxii. Její celkový výkon v rádiovém oboru je nyní pouze $\sim 10^{35}$ W. Energie 10^{33} J se zde akumuluje ve velmi rozlehlých lalocích zářičích v rádiovém oboru a lze tvrdit, že Centaurus A mohl mít kdysi tak velký zářivý výkon, jako má dnes, Řekněme, Cygnus A nebo 3C 273. Kdyby tato energie byla vyzařována okolím (nebo zárodkem) černé díry, byla by hmotnost tohoto objektu přinejmenším $10^6 M_{\odot}$. Existuje názor, že v jádře Centaurus A je velmi kompaktní rádiový zdroj a zdroj rentgenového záření, který mění svoji zářivost během pouhých dvou hodin. Fabian se spolupracovníky vysvětlují rentgenové a rádiové vlastnosti relativně pomalým pádem hmoty (s téměř sférickou symetrií) na černou díru. Je-li tato interpretace pravdivá, má Cen A jádro, jehož mohutná aktivita téměř skončila a je snad nejbližší velkou černou dírou, u které pozorujeme akreci hmoty. Kompaktní rádiové zdroje v jádrech některých radiogalaxií (a koneckonců i velmi malý a stálý zdroj ve středu naší Galaxie) lze rovněž tímto způsobem interpretovat.

Rudé posuvy quasarů - věčné nejasnosti. Quasary byly objeveny před více než 15 lety. Byli jsme však svědky jen velmi pomalého pokroku při poznávání jejich podstaty. Základní pochybnost, zda je rudý posuv ve spektrech quasarů opravdu kosmologický (jak jsme dosud v této přednášce mlčky předpokládali) nedává leckomu klid, ačkoliv rovnováha důkazů a názorů by mluvila proti radikálním modelům quasarů, jaké vytvářeli astrofyzikové v dřívějších dobách. Důkaz, že se quasary opravdu nalézají ve velkých vzdálenostech, je pouze nepřímý. Pokus o nalezení vztahu mezi hvězdnou velikostí a rudým posuvem pro quasary se známým z vedl k diagramu se značným rozptylem hodnot příslušných veličin. Žádné obvyklé tendence a korelace (jako v případě galaxií) se nenalezly. Stoupenci kosmologické interpretace by mohli říci, že tento fakt ukazuje na značně rozdílnou svítivost quasarů, pro niž mluví i skutečnost, že některé quasary mění svoji jasnost o více než 3^m během několika měsíců. Na druhé straně tento fakt vylučuje použití quasarů jako standardní svíčky pro určování vzdáleností. Navíc quasary (objevené pomocí řady rozdílných technik) nepředstavují exaktně definovaný vzorek pro statistické účely. V každém případě je možné, že některé vývojové efekty (v důsledku nichž vzdálenější quasary jsou podstatně svítivější) zakrývají korelaci mezi magnitudou a rudým posuvem, jejíž nalezení by nebylo nic neočekávaného. (Kdyby byly quasary objeveny dříve než galaxie, byl by pravděpodobně Hubblov zákon přijímán méně ochotně a hypotézy, podle nichž rudé posuvy mohou být způsobovány něčím jiným než rozpínáním vesmíru, by nejspíš bývaly měly mnohem příznivější přijetí).

Jaké jsou důvody vedoucí k závěru, že rudý posuv quasarů je kosmologické podstaty? Teoretické úvahy jsou stále nepřímé a nepřesvědčivé. Jsou zde však čtyři fakta, která by se mohla zdát přesvědčivější:

(1) Existence korelace mezi rudým posuvem a magnitudou pro nejjasnější quasary. To vnucuje domněnku, že z je opravdu indikátor vzdálenosti. Nic takového by nebylo možné očekávat, kdyby z nebylo kosmologické podstaty a quasary byly rozloženy

náhodně.

(2) Existence korelace mezi rozměrem a rudým posuvem pro binární soustavy ztotožněné s quasary. Zde je třeba zdůraznit dvě fakta:

a) Velikost vnější obálky quasaru závisí na z , což opět napovídá, že z je mírou vzdálenosti. b) Tato obálka je více-méně totožná s obálkou radiogalaxií.

(3) Důkaz existence mezilehlých galaxií. Pod tímto pojmem si můžeme představit následující skutečnost: Oblak H I způsobuje značnou absorpci ve vodíkové čáře 21 cm, kterou pozorujeme např. u quasaru 3C 286. Tento oblak je tak rozsáhlý, že zakrývá dvě ze tří rádiových složek 3C 286.

(4) Argumenty plynoucí ze spojitosti. I když argumenty tohoto druhu jsou často dvojsměrné, je k dispozici vzrůstající počet známých případů vedoucích k domněnce, že quasary, N galaxie a Seyfertovy galaxie se navzájem liší jen kvantitativně a že "chmýří" pozorované kolem některých quasará a podobných objektů (s malými rudými posuvy) je vytvářeno galaxií.

Jak ale vypadají argumenty, o nichž se tvrdí, že jsou důkazem jiné hypotézy? Nejméně spolehlivé argumenty pro nekosmologické rudé posuvy jsou ty, které jsou založeny na měřených rozdílech rudých posuvů mezi objekty, které se zdají být fyzikálně spojené. Mezi takové efekty patří např. systematické rozdíly rudých posuvů mezi průvodci blízkých galaxií, dále navzájem souvisící quasary a galaxie a konečně už uvedený rozdíl mezi dvojcími quasará. Statistická důležitost páru quasará silně závisí na hustotě quasarového pozadí. Je ~ 1 nebo ~ 10 , či snad ~ 100 quasará (majících svítivost $\leq 19^m$) na štvřečném stupni? Každý musí jistě souhlasit, že pravdivá odpověď na tuto otázku je striktní požadavek pro veškerý výzkum quasará.

Složitý pro výzkum je důkaz přímých fyzikálních spojení (mosty, řetězy, výtrysky ap.). Zde můžeme klást tři otázky:

(1) Jsou tato spojení reálná? Někteří skeptikové tvrdí, že pozorované "mosty" (např. v Mk 205) mohou být bludy, podobně jako to bylo v případě kvasi pozorovaných výtrysků v 3C 287, jejichž důkaz byl prohlášen za neplatný.

(2) Jsou tato spojení důležitá? K odpovědi na tuto otázku je třeba vědět, u jak mnoha galaxií se nám může zdát, že jsou rozrušeny mosty, "vousy" nebo jinými výrůstky, které ani nekončí u objektu, který nás zajímá, ani nesměřují k němu.

(3) Jsou tato spojení tajemná? I když je obtížné "věštit" konvenční interpretace, do nichž jsou velké rozdíly rudých posuvů zahrnuty, jsou vzniklé hypotézy v řadě typických případů méně nepravděpodobné. Výsledky některých prací nás poučily, že přímé gravitační interakce (při běžných setkáních galaxií) mohou vytvářet velmi podivné konfigurace; přitom konvenční fyzika připouští, že by v jádrech galaxií mohly vznikat ejekce částic, svazky paprsků apod. Nikdo nemůže popřít, že nedávné Arpovy obrazy NGC 1097 ukazují něco

zvláštního. Z toho však ještě zdaleka nevyplývá, že jde o konvenčně nevysvětlitelné jevy.

Zastánci nekosmologických rudých posuvů musí časem uvádět různé jiné, statisticky zvláštní efekty, aby v rámci své hypotézy objasnili periodicity rudých posuvů apod. Problém spočívá v tom, že je příliš snadné nalézt v náhodných datech vlastnosti, jejichž skutečná pravděpodobnost (testuje-li se jejich statistická významnost a posteriori) nepřesáhne jedno procento. Metodologická nebezpečí jsou zde dnes jistě dobře známa, i když si je vždy plně neuvědomujeme. Rozhodujícím testem je, zda daná hypotéza umí předvídat a zda ji lze aplikovat nejen na objekty, u nichž byly příslušné jevy poprvé pozorovány, ale i na některé další vzorky. Mám dojem, že mnohé problémy kolem rozdělení rudých posuvů ztratily na důležitosti (pokud vůbec neprestaly existovat), jakmile se nashromáždilo větší množství údajů. Setkali jsme se však s novými jevy, které často zaujaly místa dřívějších problémů. Nevyhnutelně se však setkáváme s objevy stále podivuhodnějších jevů. Jestliže téměř všechny tyto jevy nemohou být součástí jediné teorie (která by musela být alespon tak specifická a tak přesně definovaná jako např. kosmologické hypotézy), uvažované efekty nelze považovat za "přívazky" k ortodoxním názorům. Příklad anomálních rudých posuvů patří do této kategorie a (ne-li všichni, tedy alespon mnozí) nadšení radikálové by pravděpodobně museli akceptovat "verdict poroty": Není dokázáno.

Existuje však i jiný soubor argumentů, které (i když jsou dosti frekventované) jsou velmi chabé. Mám na mysli často slychaná tvrzení, že některé vlastnosti quasarů - jako např. "požadavky" na energii, hustota vyzařované energie, rychlá proměnnost ap. - vedou k nepřekonatelným potížím (kterým se vyhneme, přijmeme-li lokální hypotézu), jež "tudíž" nepřímo podporují nekosmologickou interpretaci. Jistě jenom mimořádně důvěřiví astrofyzikové mohou brát argumenty tohoto druhu vážně. Mnohé vlastnosti quasarů jsou jistě velmi záhadné a problematické a pouze nemnoho je uspokojivě vysvětleno. Totéž však lze říci i o mnoha lépe poznaných a snadněji studovatelných jevech - v astrofyzice, v geofyzice a dokonce v procesech sledovatelných laboratorními experimenty. Bylo by překvapující, kdyby hádanka quasarů byla rozluštěna úsilím malé skupiny astrofyziků (omezených jak krátkým časem, tak i vlastní kvalitou) zajímavých se o tento problém. Bylo by rovněž předčasné tvrdit, že quasary překračují hranice konvenční fyziky (a ne pouze znalosti dnešních konvenčních fyziků!). Pokrok je pomalejší, než jsme doufali. Není však nutně pomalejší, než se rozumně dalo očekávat. Asi jsme se ještě nedostali do slepé uličky, jež by ospravedlnila opuštění ortodoxních názorů ve prospěch nových, nekonvenčních modelů, ze kterých (kdyby se patřičně specifikovaly) by patrně vznikly ještě větší potíže.

Kosmologické hypotézy jsou přinejmenším dostatečně specifické, aby byly zranitelné konfrontací s pozorováními. (Všichni jistě sami víte, ze kterých pozorování povstávají "trable" a ze kterých nikoliv). Zastánci lokální hypotézy však dosud "nepostavili terč", na nějž by ostatní mohli stří-

let. Proto probíhající diskuse mají nádech asymetrie. Vskutku by bylo těžké vytvořit teorii, která by vysvětlovala více než část anomálií; např. periodicitu rudých posuvů a vztah galaxie - quasary (zajímá-li nás právě) je stejně v rozporu s lokální jako s kosmologickou hypotézou.

Kdosi poznamenal, že quasary byly ve skutečnosti objeveny příliš brzy vzhledem k rozvoji astrofyziky. Tehdy v roce 1963 se dokonce zdály být kvalitativně odlišné od čehokoliv, co bylo do té doby známo a s nimi spojený problém energie přímo provokoval k vytváření nové fyziky. Teprve později se vážně zkoumaly "přechodné objekty" jako N-galaxie, Seyfertovy galaxie ap. A rovněž později (díky objevu pulsarů a úsilí rentgenové astronomie) se vzalo na vědomí, že existují kompaktní a snad dokonce zhrucené objekty, které jsou schopné přeměňovat gravitační energii v netepelné záření. Kdyby byly quasary objeveny, řekněme, roku 1973 (kdy už měli astrofyzikové pojmy jako kolapsar ap. "zažité"), byla by interpretace quasaru jako velkých černých děr zcela přirozená a dostalo by se jí nejspíš obdobné publicity, jaká se věnovala např. procesům v rentgenových dvojhvězdách. **Q u a s a r j e v e l k á č e r n á d í r a!** Tuto koncepci prosazovali už roku 1964 Zeldovič a Novikov a v jiné práci Salpeter. Proto jsme modelům vysvětlujícím quasary a vlastnosti galaktických jader pomocí velkých černých děr hodně dlužni. Tato koncepce je snad nejvíc vzrušující (a věřím, že i nejpravděpodobnější) názor v rámci konvenční fyziky.

(Dokončení příště)

Podle Quarterly Journal of the Royal Astron. Society Vol. 18 (1977), str. 429 volně (a zkráceně) přeložil P. Andrie

Stanislav Lem

Zdalipak jsme sami ve vesmíru?

(Odpověď na článek prof. I.S. Šklovského, jehož překlad jsme uveřejnili v č. 1/78)

Argumenty profesora Šklovského ve prospěch jeho tvrzení, že pozemský život může být unikátním jevem, se opírají o ověřené skutečnosti, ale skutečnosti tak říkajíc "negativní" - které vyplývají z naší neznalosti.

Nevíme, zda vznikl život na Zemi se stejnou nevyhnutelností, s jakou padá kámen v gravitačním poli, nebo tak, jako vychází hlavní výhra v loterii.

Nevíme, kolik planet s podmínkami vhodnými pro vznik života obíhá kolem mnoha set miliard hvězd v místní skupině galaxií.

Nevíme, musí-li vývoj života vyvrcholit objevením

rozumných bytostí, nebo zda jen někdy jejich vznik může dovršit specifickou vývojovou cestu.

Nevíme, vytvoří-li každý druh rozumných bytostí vědecko-technickou civilizaci.

Nevíme, zda se zabývají takové civilizace činností, jež může být objevena astronomickými metodami.

A konečně poslední "negativní fakt", na nějž je vhodné upozornit, je záporný výsledek všech pokusů, které dosud byly podniknuty, abychom zachytili signály z vesmíru. Takové pokusy vícekrát proběhly v SSSR i v USA.

Teoretické výzkumy ukázaly, že příjem signálů není tak jednoduchou záležitostí, jak se zprvu zdálo. Nejme si dnes ani jisti, že přenos signálu obstarají rádiové vlny. V různých galaxiích se obecně vzato mohly rozvinout různé technické druhy komunikace, podobně jako se na Zemi vyvinuly různé národní jazyky. Kromě toho při hledání signálů předpokládáme, že "ti druzí" jsou blahovonně naladěni vůči "rozvojovým". Představa o dobromyslnosti je zakořeněná, ale nepodložená. Civilizaci nic nenutí, aby signalizovala, že existuje. Ovšem to, co civilizace dělá pro sebe samu, je nevyhnutelné, pokud máme na mysli činnost nutnou pro její přežití a rozvoj. Profesor Šklovskij soudí, že činnost takových vysoce rozvinutých civilizací musí být zjištělná jako tzv. "kosmický zázrak". Nejde tu o zázrak v doslovném smyslu, ale o takové jevy, které nemohou být objasněny jako procesy v samotné přírodě. Jako následek přírodních procesů se může vyložit vznik měnávky i člověka, ale ne náramkových hodinek. Hodinky se samy neobjeví, i kdybychom čekali miliardy let. Souhlasím s profesorem Šklovským, že civilizace disponující energetickým potenciálem téhož řádu jako hvězda, by mohla učinit kosmický zázrak. Ale je otázka, zda nevyhnutelně takové civilizace objevíme.

První překážka záleží v tom, že je možné počítat jen s takovými jevy, které spadají do normální činnosti civilizací. Analogickým normálním jevem na Zemi může být například postavení obrovských elektráren, protože se bez nich neobejdeme. Ale k vytvoření umělé hory o výšce čtyř kilometrů nepochybně nedojde, dokonce i kdyby taková stavba příjemně zpestřila krajinu. Můžeme počítat, že objevíme jen to, co kosmická civilizace dělá pro sebe z vážnějších důvodů, než je pouhá zábava. Musíme vzít také v úvahu, že kdybychom sami dnes využívali energie řádově takové, jako je sluneční, nevěděli bychom, co si s takovým bohatstvím počít. Musíme si přiznat, že ani jedna z civilizací si "nehraje s hvězdami" pro zábavu a že nemění například hvězdy v supernovy jen proto, že by to byla pěkná podívaná. Civilizace bude využívat celou hvězdnou energii, jestliže její sociálně-technologická praxe vyžaduje takovou potřebu.

Druhá překážka vyplývá z okolnosti, že neznáme "hvězdnou technologii". Jen kvalifikovaný "hvězdný inženýr" by nám mohl objasnit, co je jednodušší: využít energii černé díry nebo běžné hvězdy. Je zcela možné, že energie téhož řádu jako energie hvězd by se dala čerpat z astronomicky nepozoro-

vatelných objektů. Z nejnovějších výsledků teorie černých děr vyplývá možnost existence černých miniděr s rozměry protonu a hmotnostmi hory. Taková miniděra může explodovat, přičemž skončí svou existenci a uvolní energii řádu milionu megatonových vodíkových bomb. Teorie dnes neukazuje žádnou možnost, jak energie takových miniděr využít. Ale před několika desetiletími také nikdo neviděl cestu, jak využít atomovou energii. Chce-li někdo prohlásit, že to či ono "nebude nikdy možné", musí být krajně opatrný. Černé miniděry mohly vzniknout ve velmi raném stadiu vesmíru a dnes možná nikde nejsou. Tím spíš je však nutná opatrnost při závěru, že "z nich nic nelze získat". Jestliže budeme předpokládat, že "miniděrová" energetika je reálnou šancí pro vysoce rozvinuté civilizace, které mohou miniděry využívat tak, jako my uhlí nebo uran, pak si musíme rovněž uvědomit, že takovou energetiku nebude možné objevit astronomickými metodami.

Obecný princip praví: čím efektivněji umí civilizace využívat dostupné zdroje energie, tím obtížněji lze takovou činnost pozorovat na astronomické vzdálenosti. Obtížněji proto, že nejlepší využití znamená optimální koncentraci energetického toku v rámci zákonů termodynamiky. Kdyby chtěl někdo ohřát vodu v jezere pomocí atomové energie a neuměl jí přitom optimálně využít, mohl by vyrobit cosi na způsob bomby, a tak při ohřívání vody mnoho energie vyplývat na vznik neužitečného záření při výbuchu, vymrštění vody a páry, atd. Takový jev by se dal pozorovat z velké vzdálenosti jen díky energii ztracené bez užítka. Ten, kdo bude vodu ohřívát atomovým reaktorem, využije energii mnohem lépe, ale z dálky nebude nic viditelné. Nepozorovatelné "kosmické zázraky" jsou tedy možné.

Třetí překážka při pozorování kosmických zázraků spočívá v tom, že je těžké objevit to, co se nehledá. Pokud nevíme, jak může vypadat jev, který hledáme, pak ani nevíme, co máme hledat. Pulsary nebyly dlouho pozorovány proto, že objekty s tak rychlou změnou jasnosti nikdo neočekával. Puška doma na zdi nestačí tomu, kdo chce ulovit medvěda. Musí s puškou chodit lesem a hledat stopy. Může jít na houby a medvěda potkat náhodou: tak astronomové objevili pulsary, když hledali něco jiného. Ale to byla šťastná náhoda. "Kosmické zázraky" mohou samy o sobě existovat, ale my nevíme, kde je hledat a jak se přesvědčit o jejich realnosti.

Čtvrtá překážka s objevováním "kosmických zázraků" je ta, že takový zázrak musí mít jediné vysvětlení, a z tohoto vysvětlení musí vyplývat umělý původ. Soudím, že této podmínce většina prací kosmického inženýrství nevyhovuje. Dejme tomu, že na Marsu jsou astronomové, kteří budou Zemi považovat za neobydlenou. Považovali by atomový výbuch ničící nějakou horu za argument ve prospěch rozumu na Zemi? Kdepak. Budou ten výbuch považovat za projev vulkanické činnosti.

Do poslední doby vědci soudili, že atomový reaktor nemůže vzniknout přírodními silami, bez účasti člověka. Avšak v Gubunu byly objeveny zbytky takového uranového reaktoru, který vznikl samovolně a v němž se staletí udržovala štěpná reakce. Toto zařízení nebylo na nebi, ale měli jsme

ho přímo před nosem. A neobjevili jsme ho, dokud se nerozvinula atomová technologie.

Konečně - je velmi obtížné zjistit v astronomickém měřítku jev se všemi příznaky "kosmického zázraku". Nestačí, když se nebeské těleso chová "podivně". Astrofyzika zná hodně podivných objektů, které nikdo nepovažuje za "kosmické zázraky", třebaže nemůžeme hned objasnit jejich chování. Dala by se napsat fantastická povídka, jak učenci jedné civilizace stvořili "kosmický zázrak", aby o sobě dali vědět obyvatelům jiných světů, jak astrofyzikové jiné civilizace tento objekt objevili a tak dlouho pro něj vymýšleli vysvětlení, až připadli na hypotézu, která vysvětluje jeho přirozený původ, bez přičinění rozumu. Takový případ však ve skutečnosti nemůže nastat, protože vědci vysoce rozvinuté civilizace musí chápat možnost právě takových nedorozumění lépe než my. Opravdu se dá vymyslet "umělá hvězda" pro jednoznačnou identifikaci, jak to udělal profesor Šklovskij. Flyne však z toho, že "ti druzí" musí vytvořit právě takové objekty, mohutné pulsary, ačkoliv by jim samým nebyly k ničemu? Naši trpělivost a chtivost poznání nelze považovat za dostatečný důvod, který by objasnil motivy jednání "těch druhých". Profesor Šklovskij by nemohl přijít na nápad s umělým pulsarem před deseti lety; tehdy ještě pulsary nikdo neznal. Možná, že se za deset let objeví nové kosmické objekty, které se k "přestrojení za kosmický zázrak" budou hodit víc než pulsary.

Všechny úvahy svědčí pro existenci jevu, který můžeme nazvat horizontem poznání každé civilizace. Uvnitř tohoto horizontu je všechno, co civilizace poznala a umí udělat (jako my umíme postavit elektrárny), včetně jevů, pro něž je schopna sestavit alespoň teoretický model (jako my tvoříme model černé díry). Za horizontem je vše, co civilizace nezná a co si dokonce nemůže ani domyslet na základě souboru svých znalostí. Jak se bude takové civilizaci jevit grandiozní děj, který může pozorovat, ale který leží za jejím horizontem poznání? Bude to pro ni přírodní záhada. Tak by před stoletím interpretoval hřib jaderného výbuchu každý náš fyzik. V roce 1877 by považoval takový jev za výsledek činnosti neznámých přírodních sil. Každý z těchto vědců by postupoval v souladu s vědeckou metodologií, která nedovoluje zavádět ničím nepodložené hypotézy. A právě hypotéza o uměle vyvolané řetězové reakci by byla v té době čistou spekulací bez jakéhokoliv podkladu v souboru tehdejších znalostí. Muselo uplynout ještě mnoho let, aby neustále rostoucí horizont poznání do sebe zahrnul jadernou energetiku.

Můžeme tvrdit, že vědci před sto lety neznali to co my, a bude to naprosto pravda. Můžeme jít ještě dál a říci, že už známe dost a že nás nic nemůže překvapit tak, jako by výbuch atomové bomby překvapil fyziky minulého století. Kdybychom něco takového chtěli tvrdit, měli bychom si vzpomenout, jak právě v minulém století se vědcům zdálo, že stavba vědy je již plně dovršena a jak litovali budoucí vědce, že budou bez práce. Dojem, že současné poznání zahrnuje vše, co je potenciálně možné vědět, je někdy neobyčejně silný, ale celá historie vědy nás přesvědčuje o jeho nepravdivosti.

Zdá se mi, že je ještě pátá překážka při objevování kosmického zázraku kromě těch, na něž jsem poukázal. Tato překážka vyplývá ze setrvačnosti našeho myšlení. Mnoho lidí může bez rozmyšlení prohlásit, že "umělý objekt" můžeme poznat, aniž bychom chápali jeho účel a funkci, protože v pozemských podmínkách můžeme odlišit od přírodních jevů libovolný typ stroje, ačkoli tento stroj vidíme třeba poprvé v životě. Do našich představ o technologii vstupuje pojem "stroj" jako zařízení sestavené především z pevných těles. Musíme si však přiznat, že kosmická technologie nebude možná znát stroje v našem pojetí. Mechanické konstrukce nemohou dosahovat astronomického měřítka, protože žádné pevné těleso není dostatečně tuhé, aby zachovalo pevnost ve fyzikálně-technickém slova smyslu. Je známo, že je neřešitelné sestavit zařízení tak mohutná, jako je fotonová raketa, protože se žádný materiál nehodí k výrobě zrcadla pro tuto raketu. Stoprocentní odraz světla je fyzikálně vyloučen a pro pohyb rakety je nutný tak mohutný tok záření, že by se jakékoliv zrcadlo vypařilo.

Soudím, že technický vývoj má své meze. Neznamenají konec vývoje, ale meze pro tu technologii, která v podstatě používá pevná a tuhá tělesa. Podle mého názoru máme potíže s využitím termojaderné energie proto, že se tato energie nedá udržovat v zařízeních sestavených z pevných těles. Tento problém by se vyřešil přechodem k "energo-energetické" technologii, kterou dosud neznáme. Byla by to technologie, v níž jeden druh energie (například magnetické) by byl oporou, izolátorem a usměrňujícím prostředím pro jiné druhy energie (například energii plazmy). Rekl bych, že k takové technologii jsme už dosti blízko. Když tuto hranici překročíme, náš horizont poznání se skokem rozšíří.

Shrnuji: podle mého mínění schopnost stanovit rozdíl mezi přírodním a umělým jevem je funkcí znalosti toho, kdo tento rozdíl stanoví. Proto možnosti objevení "kosmických zázraku" porostou, dokonce i když nebudeme jejich hledání věnovat zvláštní pozornost. Jak vypadá energetika s výkony hvězdného řádu, z jakých vzdáleností můžeme tyto efekty zjistit, jaké varianty jsou zde možné - to všechno poznáme, až sami zvládneme hvězdnou energetiku. Dnes můžeme o jiných civilizacích jen diskutovat. V budoucnu se podaří stanovit, v jakých určitých vzdálenostech je můžeme objevit. Ale tato budoucnost ještě neznamená konec cesty. Z ničeho nevyplývá, že by ve vesmíru se dalo dosáhnout "absolutního vrcholu poznání". Spíše všechno, co víme, svědčí o tom, že z vrcholu dosaženého cíle vidíme další, ještě nedosažené. Snad až budeme na jednom z těch dalších vrcholů, pochopíme, že kontakt mezi civilizacemi je ve vesmíru nemožný. Ale dnes ještě máme právo na naději.

Únor 1977

Odpovídám Lemovi

Před několika měsíci ke mně na Šternbergův astronomický ústav (GAIS) přišel na konzultaci význačný filmový režisér Antonioni. Podstata věci, která ho ke mně přivedla, byla tato: podle scénáře jeho nového filmu se děti baví pouštěním draka, který - uletí do vesmíru! "Dá se to odůvodnit z vědeckého hlediska?" - "V pohádce je možné všechno", povídám, "proč musíte mít vědecké zdůvodnění pro tak půvabný výmysl?" Ale seriózní vážný maestro ví i beze mne, že v pohádce je všechno dovoleno ... Ne, chce vědecké zdůvodnění. "Bohužel, pokud jde o obyčejného draka a ne řekněme o jakousi fantastickou hračku vybavenou nějakým anihilačně-gravitačním motorem, musím vás bohužel zklamat." - "Ne ovšem dnes, ale řekněme za sto let - copak můžete zaručit, že za sto let to věda nedokáže?" "Lituji, ale obávám se, že i za staletí něco takového bude odporovat základům vědy, a proto se to nikdy nestane."

Rozčarovaný, ale zdaleka ne přesvědčený, opustil veliký režisér náš ústav a přitom nepochybně přemýšlel o úzkoprsosti názorů a o dogmatismu těch nebezpečných podivínů - vědců. Vzpomněl jsem si na ten směšný dialog, když jsem četl článek "Zdalipak jsme sami ve vesmíru?", napsaný St. Lemem s bleskovou rychlostí jemu vlastní.

Ten článek je celý proniknut vírou v neomezené možnosti vědy. "Věda může všechno. Pokud ne dnes, tak za staletí, jsme přece ještě kojenci. Jaké zářící vrcholy se otevřou poznání v budoucnu!" Takovou představu má prakticky každý humanista, když o věci uvažuje. Ale názory odborníků jednotlivých vědeckých disciplín na tento problém nebudou ani zdaleka optimistické - spíše se ponosou plně v duchu zajímavé Snowovy knihy "Dvě kultury". Abych se vyhnul nedorozumění, budu mluvit o známých fundamentálních přírodních zákonech, kterých není tak mnoho a jejichž počet neroste nijak rychle.

Základní přírodní zákony jsou v podstatě vyjádřeny ve formě zákazů. Pravěký člověk věřil, že s pomocí magie a kouzelnictví může nastat cokoliv. S malými změnami takový názor na svět měla naprostá většina lidí až do novověku. Jakožto přínos rozvoje vědy můžeme dnes formulovat jako příklad tři zákazy:

a) Nelze sestavit takový periodicky fungující stroj, který by čerpal teplo ze Světového oceánu a vykonával by odpovídající mechanickou práci (v tomto zákazu je obsažena celá termodynamika). Nebylo by jistě špatné ve století energetické krize mít podobné zařízení, ale "věda to nedovoluje" a žádné kouzlení nám nepomůže.

b) Nelze vysílat signály s rychlostí převyšující rychlost světla ve vakuu (zde je trest relativity; tento zákaz se mnoho desetiletí mnohým nelíbil, ale jakáž pomoc).

c) Nelze současně změřit s libovolně vysokou přesností souřadnice a rychlost elektronu (kvantová mechanika)

Není nutné dokazovat, že takové zákazy nijak neomezuji možnost lidského poznání - odrážejí zákonitosti objektivně existujícího světa.

Je jasné, že v budoucnu budou objeveny nové, dosud neznámé fundamentální přírodní zákony. Nevystřídají však staré, pouze rozumně omezi oblast jejich použitelnosti. Pro posuzovaný problém je však důležité, že na úrovni atomů a molekul, kvant záření a struktury makroskopických těles - například hvězd - se nám obraz vesmíru jeví v podstatě jako dokončený a nečekáme zásadní změny našich obecných představ o vesmíru. To neznamená, že nebudou učiněny nové překvapující objevy. Zdokonalování metod výzkumu vesmíru nepochybně v ohromné míře obohatí naše poznatky a zprésmí představy o charakteru procesů, jež tam probíhají. Dovolím si uvést jednoduchou, ale výstižnou analogii. Přímé metody výzkumu planet z kosmických sond a jejich přistávacích částí dovolily planetě doslova ohmatat. Získali jsme tak velké množství nejcennějších informací. Ale naprosto se nezměnily základní rysy tohoto obrazu sluneční soustavy, který byl získán "nepřímými" metodami výzkumu na dálku, tedy astronomickými pozorováními. Například poznatek o velmi vysoké teplotě na Venuši byl získán už v padesátých letech po prvních radioastronomických pozorováních této planety. Dokonce krátery na Marsu předpověděl známý estonský astronom E. Öpik. A to hlavní: základní charakteristiky planety (hmotnosti, rozměry, atd.) byly už dávno známy. Není to přesvědčivý důkaz, že poznatky získané astronomickými výzkumnými metodami jsou objektivní? To posiluje naši důvěru, že obraz vesmíru, který vyplývá z astronomických pozorování, je v základních obrysech pravdivý.

Obsah mého článku, kritizovaného St. Lemem, vede k tvrzení, že v tomto obrazu světa není místa pro kosmické projevy rozumného života. Vypadá to, že "supercivilizace" nejsou, jinak bychom je dnesními velkými astronomickými přístroji objevili. A marně St. Lem předpokládá, že vysoce hospodárné využití energie učiní supercivilizaci jakoby neviditelnou. Zapomíná na termodynamiku: jakýkoli stacionární systém musí vyzařovat právě tolik energie, kolik jí pohlcuje. Právě na tom je založen Dysonův návrh na pozorování infračerveného záření civilizací, které svoji působnost rozšířily na prostor kolem "své" hvězdy. V této souvislosti chci poukázat na vtipný návrh předsedy Akademie věd Estonské SSR K.K. Rebaně, že bychom mohli pozorovat termodynamicky nevyhnutelné znečištění okolního prostředí odpady supercivilizací.

Pokud ovšem veškerá strategie kosmických civilizací směřuje k tomu, aby se zamaskovaly, staly se neviditelnými a imitovaly přírodní kosmické objekty (jakési kosmické mimikry), mohou velmi znesnadnit pokusy o jejich objevení. Představy, že se něco takového děje, mohou vyvolat po mém soudu málo plodné a dosti scholastické diskuse, jaká volit kritéria, co je umělé a co přírodní. Pak má také sotva smysl posuzovat

problém spojení s mimozemskými civilizacemi. Výsledek bude takový, jako by mimozemské civilizace vůbec nebyly.

Pokud se týká příkladů pro kritéria umělého původu, která jsou uvedena v článku St. Lema: Namísto hypotetického přírodního jaderného reaktoru, který by mohl pozorovat vzdělaní Martané, mohou uvést zcela reálné velmi mohutné přírodní kosmické masery, objevené roku 1966 na radiových vlnách OH (18 cm) a H₂O (1,35 cm). Zdálo by se, že snad už není možné objevit něco "umělejšího" než takový zážrak současně kvantové elektroniky. Stačilo však několik dní, aby se radioastronomové přesvědčili o přírodním původu těch neobyčejných zdrojů záření, souvisejících s důležitým procesem vzniku hvězd z prachoplynných mlhovin.

Jsem dalek toho, abych tvrdil, že jsem ve svém článku dokázal naši kosmickou jedinečnost. Dal jsem si skromnější úkol: ukázat, že v naší době, charakterisované nesmírným pokrokem astronomie, je konkrétními vědeckými poznatky značně lépe podloženo tvrzení, že jsme ve vesmíru prakticky jedineční, než tradiční představa mnohosti obydlených světů. Upozornil bych ještě, že dnes ani nejzarytější nadšenci a optimisté si netroufají tvrdit, že v okolí Slunce do vzdálenosti 1000 světelných let je technologicky dostatečně rozvinutý rozumný život. Vždyť to však prakticky značí, že jsme ve vesmíru jediní! S tím se i nadšenci jakž takž smírují. Chcete-li ovšem rozšířit tento závěr na Místní skupinu galaxií, ostře se ohradí. Ale, vždyť přece v kouli s poloměrem 1000 světelných let je asi 10¹¹ hvězd všech druhů a tříd! Je to plně reprezentativní kus Galaxie.

Možnost, že antropocentrismus má své zdůvodnění třeba jen v Místní skupině galaxií, se mně jeví nesrovnatelně podnětnější ve filosofické, etické i mravní rovině, než tradiční "lidi, hola hej!" A velice bych si přál, aby významný spisovatel a myslitel, náš přítel Stanislav Lem, zasvětil tomu vzrušujícímu problému co nejdříve jedno ze svých příštích děl. Na závěr této poznámky uvedu několik veršů, které jsou ohlasem mého článku od scénaristy E. Agnoviče. Zdá se mi, že ta básnička správně vystihla podstatu problému.

Vyčítáš vědci nevíru
a vytýkáš mu strážlivost?
Vždyť ví: v okolním vesmíru
je člověk sám, nicoty host.
Z potopy času vynesena
na naši arše prastaré
leží náš osud, trest i sen,
mrtvých králů sny troufalé.

V mlhavém tichu prázdnoty
plavidlo naše uvízlo.
Jaký jsem já a kdo jsi ty,
co dobro je a k čemu zlo?
Své hodnoty se učme znát
nač jsou nám díky, k čemu mlat -
lidé jsou sobě přisouzeni
v asylu jistém, svojí Zemi.

Nic snazšího než všechno vzdát
a bez vzdoru a vlastní vůle
na čísi rozkaz směřovat
k absolutní proklaté nule.

V prostoru černém tíše tkví
dunivé ticho hvězdných hodin.
Snad dospěje v něm do dětství
zde Pozemšťanů hrstka rodin.

Překlad článku a veršů P. Příhoda

Domníváme se, že článek uveřejněný v č. 1/78 a následující polemika v tomto čísle neřekly zdaleka vše a že mohou vyvolat odezvu čtenářů. Nebráníme se uveřejnění příspěvků, které budou obsahovat zajímavé a původní postřehy.

Redakce

Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

III. konference o magnetických hvězdách

V pražském hotelu Internacionál uspořádal Astronomický ústav ČSAV ve dnech 20. - 24. 2. 1978 3. konferenci podkomise č. 4 "Magnetické hvězdy" multilaterální spolupráce akademiků věd socialistických zemí "Fyzika a vývoj hvězd". Za tímto komplikovaným názvem se skrývá přátelské setkání více než 40 astronomů z Bulharska, Československa, Maďarska, NDR, Polska a Sovětského svazu, kteří se zabývají zkoumáním magnetických hvězd. Vědecký i společenský význam této akce byl veliký, neboť se do Prahy sjeli všichni, kteří v oboru studia magnetických hvězd něco znamenají. Jediným rušivým momentem v tomto směru byla malá účast sovětských astronomů - místo ohlášené skupiny 40 lidí se jednání konference zúčastnili pouze dva.

Jednání konference bylo zahájeno v úterý 21.2. úvodním slovem vědeckého sekretáře ASÚ ČSAV v Ondřejově Dr. S. Kříže, CSc. Úterní zasedání bylo věnováno spektroskopickému a fotometrickému výzkumu magnetických hvězd, stejně jako část dopoledního zasedání ve středu. V další části jednání pak byly na řadě příspěvky teoretického rázu zabývající se problematikou interpretace pozorování, vzniku a generace magnetického pole hvězd. Ve čtvrtek odjeli účastníci konference do Ondřejova, kde si prohlédli zařízení a seznámili se s prací Astronomického ústavu. V pátek dopoledne následovala diskuse a krátká sdělení. Večer pak byl slavnostně podepsán protokol o další spolupráci v oboru studia magnetických hvězd.

Na konferenci bylo předneseno kolem třiceti příspěvků a krátkých sdělení a již jen jejich pouhý výčet by zabral

neúměrně mnoho místa. (Případně zájemce upozorňujeme, že sborník sylabů příspěvků přednesených na této konferenci bude vydán jako publikace Astronomického ústavu ČSAV.) Soustředím se proto jen na několik ústředních problémů, s nimiž se dnešní výzkum magnetických hvězd musí vypořádat.

Magnetické hvězdy tvoří zvláštní skupinu mezi tzv. pekuliárními, neboli neobvyklými hvězdami. Nejdůležitějším znakem magnetických hvězd je pochopitelně přítomnost silného magnetického pole o indukci až několik tesla. Magnetické hvězdy často jeví změny spektra, jasnosti i intenzity magnetického pole, což se obvykle vykládá jako důsledek nehomogenit na povrchu hvězdy. Jak se hvězda otáčí kolem své osy, natáčí vůči pozorovateli různé části svého povrchu, místa s různým chemickým složením, magnetickým polem atd. A zde vzniká první problém: jak interpretovat pozorované změny spektra, jasnosti a magnetického pole? Metody založené na rozboru profilů spektrálních čar vedou k modelům hvězdy s několika (až 10) skvrnami odlišného chemického složení, zatímco analýza světelných křivek vede k modelu s jednou, nejvýše dvěma rozsáhlými skvrnami. Podobné problémy jsou i s interpretací pozorování podélné složky indukce magnetického pole hvězdy, které hovoří spíše ve prospěch prstencovitého uspořádání nehomogenit chemického složení s osou v rovině rovníku. Jenom spojením všech druhů pozorování a kritickým rozбором všech předpokladů učiněných při interpretaci získaných pozorování je možné dojít k uspokojivému obrazu hvězdy a k vysvětlení všech pozorovaných skutečností.

Další zajímavou otázkou je výskyt magnetických hvězd ve dvojhvězdách a hvězdokupách. Výzkum zastoupení magnetických hvězd v těchto systémech může mnohé napovědět při řešení úlohy vzniku a vývoje magnetických hvězd. S tím souvisí i teoretické aspekty vzniku a generace magnetického pole. Skupina prof. Krauseho z Potsdamu a pracovníci v Moskvě a Leningradu pracují na teorii vzniku magnetického pole pomocí tzv. α -efektu hvězdného dynama. Závěry teoretiků je nutno prověřovat velmi solidním pozorováním a statistickými pracemi.

Problém, který je jakoby přímo stvořen pro multilaterální spolupráci, je ověření toho, zda jsou reálné rychlé krátkodobé změny jasnosti a spektra, které u magnetických hvězd pozorovala řada autorů, zatímco řada jiných autorů existenci těchto změn popírá a považuje je za pozorovací efekty. Současné pozorování určitých magnetických hvězd několika přístroji stejného druhu by snad mohlo dát definitivní odpověď na tuto otázku.

Sledování magnetických hvězd by mělo být co nejkomplexnější, neboť jenom tak je možné si učinit dobrý obraz o jejich vlastnostech. Proto se hodně pozornosti věnuje vývoji nových přístrojů umožňujících získání nových pozorovacích dat. Skupina pozorovatelů z NDR zdokonaluje svůj fotometrický dalekohled - dvojče, který je umístěn v Šemaše v SSSR, krymská skupina vyvíjí spektrograf s vy-

sokou rozlišovací schopností, jenž umožní měření magnetického pole i těch magnetických hvězd, které rychle rotují a mají proto široké čáry, nevhodné pro klasický způsob měření magnetického pole. Počítá se i s rozšířením pozorovacího oboru o pozorování v infračervené a ultrafialové části spektra prováděném z paluby umělých družic. Je zřejmé, že žádná astrofyzikální observator není vybavena natolik, aby bylo možné o dané hvězdě zjistit všechny údaje. K tomu je zapotřebí spolupráce astronomů obvykle několika zemí. A právě tomuto rozšíření spolupráce pražská konference hodně posloužila.

Jednání konference bylo velmi srdečné, jazykové bariéry zde úspěšně odbourávala skupina překladatelů, která všechny příspěvky simultánně překládala do češtiny, angličtiny, němčiny a ruštiny. Konference přispěla nejen k seznámení se současným stavem výzkumu magnetických hvězd v jednotlivých socialistických zemích, ale i k navázání a prohloubení osobních kontaktů, které, jak se zdá, jsou nejužitečnějším zdrojem vědeckých informací. O úspěch konference se zasloužil místní organizační výbor v čele s Dr. J. Grygarem, CSc. a výkonný výbor řízený ing. V. Rajským. Příští konference se má sejít v druhé polovině příštího roku v Zelenčuku v SSSR.

Z. Mikulášek

Práce publikované v Bulletinu Čs. astronomických ústavů
Vol. 29 (1978), No 2

Poznámky ke změnám fragmentace skupin slunečních skvrn
M. Kopecký, B. Růžičková-Topolová, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

V práci je ukázáno, že změny poměru P/R (P - celková plocha slunečních skvrn, R - Welfovo relativní číslo) sice závisí na průměrné ploše skupin skvrn, ale především jsou způsobovány změnami vnitřní struktury skupin skvrn, tj. změnami rozdrobenosti skupin na jednotlivé skvrny. Je ukázáno, že v různých obdobích mají stejné velké skupiny skvrn co do plochy různý počet jednotlivých skvrn. Je studována závislost této rozdrobenosti skupin skvrn na jejich velikosti, 11-letém cyklu a fázi 11-letého cyklu.

- aut -

Modely přenosu energie v podpovrchových vrstvách slunečních skvrn a interpretace umbriální granulace

J. Staude, Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik, Potsdam, NDR

Autor prováděl výpočty pro různé modely přenosu energie v konvektivní zóně a v umbriální siločáře. Dřívější výsledky čs. autorů (Bumba, Suda a další) lze vysvětlit zbytkovou konvekcí, při níž dochází k přenosu malé části energie do podfotosférické silové trubice.

- pan -

Roční variace pohybu slunečních skvrn nalezené V.F.Čistákovem
Jaakko Tuominen, Astrophysical Laboratory, University of
Helsinki

Navrhuje se model vysvětlující uvedené změny jako
zdánlivý geometrický efekt.

- pan -

Optické tloušťky a stupeň ionizace vodíku v ohromsférických
erupcích různé mohutnosti

L.N.Kuročka, V.A.Ostapenko, Astron. observatoř Kijevské
university

Autoři navrhnou metodu pro určování optických
hloupek erupcí pomocí intenzity vzdálených vodíkových
čar Balmerovy serie. Optické tloušťky a stupeň ionizace se
hledaly pomocí řešení rovnice ionizační rovnováhy.

- pan -

Silová funkce dvou obecných těles

M. Šidlichovský, Astron. ústav ČSAV, Praha

V práci je určena silová funkce dvou obecných těles
jako funkce Stokesových konstant a vzájemné polohy obou
těles. Využívá se transformačních vlastností sférických
funkcí. Metoda umožňuje např. určení silové funkce systému
Země-Měsíc bez jakýchkoliv předpokladů o hustotním rozložení
uvnitř těchto těles. Vstupní data - Stokesovy konstanty -
jsou dnes již dostatečně známy z družicových a gravimetrických
měření.

- aut -

Nová metoda redukce pozorování zenitových teleskopem

J. Vondrák, astron. ústav ČSAV, Praha

Tato metoda se používá v Ondřejově od července 1977.
Počítačový program umožňuje (kromě redukce samotné) počítat
zdánlivá místa hvězd v pravouhlé soustavě, a automatické
ztotožnění jednotlivých obrazů hvězd. Dále se metodou nej-
menších čtverců určují souřadnice zenitu na fotografiích,
efektivní ohnisková vzdálenost, úhel rotační hlavice,
úhel orientace desky v komparátoru, korekce hodin a okam-
žitá šířka. Souřadnice zatížené hrubými chybami se automaticky
vyřazují.

- pan -

Průchody komet a asteroidů v blízkosti Země

L. Kresák, Astron. ústav SAV, Bratislava

Autor uvádí seznam 82 přiblížení různých komet a
asteroidů na vzdálenost menší než 0,2 a.j. Pro každé přiblí-
žení k Zemi jsou určeny parametry charakterizující geometrii
sblížení a jasnost; geocentrické dráhy se uvádějí pomocí
diagramů. Odhaduje se vliv místa pozorování a rozebírá se
transformace absolutních hvězdných velikostí na rozměry
těles. K odhadu úplnosti daných pozorování používá autor
statistických testů.

- pan -

Komety a asteroidy v blízkosti Země

Ľ. Kresák, Astron. ústav SAV, Bratislava

Na základě výsledků předešlé práce určuje autor střední tok a hustotu uvedených objektů (při rozlišení různých typů meziplanetárních těles) v okolí Země a uvádí řadu numerických hodnot.

- pan -

Slučitelnost paradoxních rudých posuvů pozorovaných u galaxií a quasarů s teorií gravitace

Z. Horák, ČVUT, Praha

Newtonova i Einstejnova teorie gravitace vede ke známému vztahu mezi kosmologickou vzdáleností a únikovou radiální rychlostí pro "volné" galaxie. Přesto ve skupině galaxií, které se od nás vzdalují společnou únikovou rychlostí, ale mohou se navzájem dynamicky ovlivňovat, může vedlejší (menší) galaxie mít větší příčnou složku rychlosti a tedy i větší relativistický rudý posuv než hlavní (velká) galaxie. Pro binární systém (skupinu dvou galaxií) je možno z pozorovaných rudých posuvů a z odhadnutého poměru hmotností obou objektů vypočítat kosmologickou vzdálenost jejich těžiště i jejich příčné rychlosti (opačného směru). Tím lze vysvětlit ve skupinách galaxií pozorované větší rudé posuvy vedlejších galaxií ve srovnání s posuvem galaxie hlavní. Podobně lze z pozorovaného rudého posuvu kvasaru expandujícího zdánlivě nadsvětelnou rychlostí (např. 3C 279 a 3C 120) a ze změřené vzájemné úhlové rychlosti jeho obou složek vypočítat užitím relativistických vztahů správnou kosmologickou vzdálenost kvasaru a relativní rychlost jeho složek, která tak vychází vždycky podsvětelná.

- aut -

Práce publikované v Bulletinu Čs. astronomických ústavů
Vol. 29 (1978), No 3

Byl tunguzský meteorit úlomkem Enckeovy komety?

Ľ. Kresák, Astron. ústav SAV, Bratislava

Autor vyslovuje argumenty ve prospěch hypotézy, že tunguzský objekt (meteorit) z 30.VI.1908 se oddělil od jádra Enckeovy komety.

- pan -

Rozdělení hmot a zdroje meziplanetárních bludných balvanů

Ľ. Kresák, Astron. ústav SAV, Bratislava

Vezmeme-li v úvahu frekvence průchodů komet a asteroidů v blízkosti Země a pozorovaný tok meteoritů a bolidů, můžeme odtud udělat odhad rozdělení meziplanetární hmoty (podle hmot) v nepozorovatelné oblasti velikostí. Autor zjistil, že dvě třídy těles (lišící se svým složením) určené z pozorování meteorů představují dvě oddělené populace:

a) Populace s vysokými hustotami, do níž patří meteority a asteroidy; b) populace s nízkými hustotami spojená s kometárnými jádry.

- pan -

Celkový počet asteroidů typu Apollo a jejich náhodné znovuobjevení

L. Kresák, Astron. ústav SAV, Bratislava

Rozebírá se odhad celkového počtu asteroidů typu Apollo, který vychází ze skutečnosti, že ani jeden asteroid tohoto typu nebyl náhodně znovu objeven. Autor ukazuje, že doposud používaná metodika neodpovídá charakteru této úlohy. Je totiž podstatné, že pro stále rostoucí počet nových objektů spolehlivé dráhy a efemeridy vylučují nové objevení náhodou. Nadějně odhady lze získat analýzou efektivnosti pozorování ve velkém měřítku nebo pomocí statistiky přiblížení asteroidů k Zemi.

- pan -

Závislost chyby měření koeficientu ambipolární difúze na výšce

V. Novotný, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Rozptyl naměřených hodnot koeficientu ambipolární difúze v meteorických stopách závisí na výškovém gradientu větru. Ukazuje se, že chyba měření uvedeného koeficientu je nejmenší pro výšky 94 - 96 km.

- pan -

Derivace Voigtových funkcí

P. Heinzl, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Autor odvodil vztahy pro parciální derivace těchto funkcí, jež mají hojně aplikace v astrofyzice (některé z nich se v této práci rovněž uvádějí).

- pan -

Vztah erupční aktivity k přiblížování a rozchodu skvrn v aktivní oblasti a jejím magnetickým vlastnostem

E. Marková, Lid. hvězdárna, Úpice

V práci je sledována pro dobu mimořádně velké erupční aktivity v červnu 1970 souvislost mezi erupční aktivitou aktivních oblastí v rámci velkého komplexu a magnetickými gradienty těchto aktivních oblastí a jejich denními změnami. Byly definovány nové indexy charakterizující aktivní oblast jako např. okamžitá hustota plochy skvrn a okamžitá hustota počtu skvrn. Tyto indexy byly určeny na základě měření plochy, obsahující všechny skvrny komplexu aktivních oblastí uzavřené obálkou. Byl proveden pokus tuto plochu ve vztazích pro jednotlivé indexy nahradit vzdáleností. Mění změny těchto indexů byly opět porovnávány s erupční aktivitou a vyvozeny některé vzájemné souvislosti.

- aut -

Radiové vlastnosti protonové oblasti z VI-VII 1974

Le Bach Yen, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov
(Národní pedagogický institut, Hanoj, Vietnam)

Aktivní oblast McMath 13043 od 28. června do 10. července 1974 byla zdrojem intenzivních rádiových vzplanutí. Je uvedeno několik vzplanutí zaregistrovaných v Ondřejově a jejich vyhodnocení. Vzhledem k tomu, že aktivita oblasti v blízkosti minima slunečního cyklu (1976) byla ojedinělá a nebyla rušena jinými aktivními zdroji na Slunci, byla studována pomalu proměnná složka (S-component) na některých vybraných kmitočtech (její spektrální průběh) a bylo provedeno srovnání pomalu proměnné složky s minimálním tokem klidného Slunce.

- aut -

Vývoj magnetických polí a polí rychlosti ve vznikající skupině slunečních skvrn

G. Bachmann, Sonnenobservatorium Einsteinturm, Potsdam, NDR

Magnetografická měření měla za cíl určení intenzity longitudinální složky magnetického pole, radiálních rychlostí a rozdělení jasnosti ve vznikající skupině skvrn. Autor se pokusil porovnat tento konkrétní vývoj aktivní oblasti s našimi obecnými představami.

- pan -

Adiabatické pulsace rotující hvězdy ovlivňované slapy

V. Ureche, University of Cluj-Napoca, Rumunsko
N. Lungu, Pedagogický institut, Oradea, Rumunsko

Potvrdily se výsledky autorů z předešlé práce, kde hvězda nebyla ovlivňována slapy. Pouze nestabilita se v tomto případě objevuje už dříve. V práci je nalezena podmínka stability.

- pan -

Fotografická fotometrie 4 nových eruptivních hvězd

C. Poulakos, Academy of Athens, Řecko

Autor hledal eruptivní hvězdy v oblasti $\alpha = 1^{\text{h}}57^{\text{m}}$, $\delta = 61^{\circ}12'$. Hraniční hvězdná velikost byla 16^{m} . Výsledky fotometrie jsou uvedeny v tabulce.

- pan -

Hvar Observatory Bulletin No.1 (Zagreb, 1977)

V r. 1972 byla na Hvaru v Jugoslávii otevřena společná jugoslávsko-československá observatoř, spravovaná geodetickou fakultou zářebské university ve spolupráci s Astronomickým ústavem ČSAV. Během pěti let provozu se ukázalo, že rozhodnutí o vybudování observatoře na místě s dobrými astronomickými pozorovacími podmínkami bylo šťastné, a pracovníci observatoře i hostující astronomové zde vykonali řadu cenných pozorování.

Proto bylo rozhodnuto vydávat neperiodický bulletin, obsahující výsledky astronomických pozorování, popisy přístrojů a jejich doplňků a další odborné studie. V redakční radě Bulletinu Observatoře Hvar je šest jugoslávských a dva českoslovenští astronomové. Vedoucím redaktorem je dr. V. Vujnović z Fyzikálního ústavu záhřebské university a výkonným redaktorem ing. M. Solaric z geodetické fakulty téže university. V prvním čísle Bulletinu jsou pět úvodních slovech ředitele observatoře prof. V. Petkoviće uveřejněny tyto příspěvky:

- P. Mayer (ASÚ UK, Praha): Přístroje pro stelární astronomii na observatoři Hvar a možnosti jejich dalšího vývoje
- P. Ambrož, V. Bumba, K. Haylíček, J. Ptáček, J. Suda (ASÚ ČSAV, Ondřejov): Dvojitý sluneční teleskop observatoře Hvar
- D. Skoko, V. Kuk (Geofyzikální ústav přírodovědecké fakulty záhřebské university, Záhřeb): Seismická stanice Hvar
- V. Petković (geodetická fakulta záhřebské university, Záhřeb): Určení geodetických souřadnic observatoře Hvar
- V. Vujnović (Fyzikální ústav záhřebské university, Záhřeb): Podmínky pro astronomická pozorování na observatoři Hvar

Práce jsou psány anglicky, se srbochervátskými shrnutími.

- 38 -

Práce publikované v Acta Universitatis Carolinae - Mathematica et Physica, Vol. 18 (1977) Nos. 1 + 2

Zvětšení zemského stínu při měsíčních zatměních pozorovaných v letech 1973 - 1975

J. Bouška, Katedra astronomie a astrofyziky MFF UK, Praha

Z časových okamžiků vstupů kráterů do stínu a výstupů z něho, určených při posledních čtyřech zatměních pozorovaných v Československu, bylo počítáno zvětšení stínu. Při zatmění z 9./10. prosince 1973 bylo nalezeno zvětšení stínu 1/67, při zatmění z 4./5. června 1974 - 1/42, při zatmění z 29. listopadu 1974 - 1/48 a při zatmění z 18./19. listopadu 1975 - 1/47.

Pozorování komet a planetek na hvězdárně na Kletci v roce 1975

A. Mrkos, Katedra astronomie a astrofyziky MFF UK, Praha a hvězdárna na Kletci

Práce obsahuje 179 přesných pozic 6 komet a 6 planetek, získaných na hvězdárně na Kletci během roku 1975.

Spektrofotometrie komety 1975 IX

J. Bouška a A. Mrkos, Katedra astronomie a astrofyziky MFF UK, Praha

Ze spektrogramů komety a srovnávacích hvězd byly určeny monochromatické jasnosti emisních pásů CN a C₂ a relativní intenzity kontinua. Z těchto jasností byly stanoveny celkové počty molekul CN a C₂ v komě a relativní spektrofotometrický gradient.

Sluneční zatmění z 29. dubna 1976 a rozdíl mezi ET a UT

J. Bouška, Katedra astronomie a astrofyziky MFF UK, Praha

Z fotografického pozorování částečného zatmění Slunce 29. dubna 1976 byla určena korekce efemeridového času.

- JB -

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

Seminář historické sekce ČAS k astronomii v době Karla IV.

Vzhledem k blížícímu se 600. výročí úmrtí Karla IV. v r. 1978, kterého bude vzpomenuťo řadou akcí vědeckých i zaměřených k širší veřejnosti, soustředila historická sekce ČAS svůj seminář, který se konal 7. prosince 1977 v Praze, monotematicky k astronomii vlády tohoto panovníka. Ukazuje se, že právě díky Karlovým organizačním akcím (tu myslíme především na založení univerzity v Praze) i jeho mimořádnému osobnímu zájmu o astronomie a příbuzná vědecká problematika v Čechách postoupily v této době na přední evropskou úroveň. I když se však tento obecný rámec hodnocení ukazuje jako nesporný a zřejmě zůstane i po podrobném bádání v platnosti, o faktické náplni, tj. o tématické a úrovni astronomického bádání na universitě, na Karlově dvoře i v případných jiných střediscích, jakož i o osobnostech, které v tomto oboru působil, není dosud jasno.

Na semináři byly předneseny celkem 4 referáty. Z toho 3 byly zaměřeny k astronomickým prvkům ve výtvarném umění, zpravidla přímo objednaném a obsahově předepsaném Karlem IV. Dr. Josef Krása z Ústavu pro teorii a dějiny umění ČSAV přednesl obecný problémový referát k této tématice, zejména se soustředil k vztahům dění v Čechách k evropské kultuře. Dr. Karel Stejskal z téhož ústavu pak rozvedl daný rámec speciálně pro architekturu a nástěnné obrazové cykly zejména na Karlštejně. Dr. Zdeněk Horský z Astronomického ústavu ČSAV ukázal na číselnou a astronomicko-astrologickou symboliku, podle níž bylo s největší pravděpodobností řízeno založení Karlova mostu, a na stylisaci průčelí staroměstské mostecké věže, která zároveň představovala svého druhu pražský triumfální oblouk, jako symbolický průřez vesmírem, kde je zastoupena postupně nad sebou pozemská, měsíční, sluneční a

hvězdná sféra. V druhé části semináře Dr. Milan Mráz z Ústavu pro filosofii a sociologii ČSAV podrobně rozebral komentář Jana Václavova s Prahy k Aristotelově spisu O nebi a zabýval se metodologickými otázkami bádání v této oblasti.

Jako celek seminář ukázal, že v dané etapě práce je studium astronomických prvků v umění Karlovy doby (kde astronomie vystupovala většinou jako nositel symboliky) v určitém předstihu vzhledem ke studiu skutečného teoretického postupu astronomie této doby. Je to dáno z velké části přístupností pramenů, neboť velká část rukopisů relevantních k danému problému, pokud se vůbec zachovaly, v průběhu času přešla do jiných zahraničních sbírek a třeba i nerozlišitelně splynula s cizími fondy. Bádání v tomto směru stojí před rozsáhlým a dlouhodobým úkolem identifikace a evidence pramenů, teprve potom může nastoupit mimořádně obtížná práce na jejich výkladu a hodnocení. Vzdor obtížnosti a malé naději na rychlý pokrok je však třeba přistoupit k tomuto bádání, neboť neustále a nemístně - také ke škodě úplnosti obrazu našich národních dějin - je Karlova doba v Čechách chybějícím článkem dějinného řetězce světové vědy.

Historická sekce ČAS chce věnovat problematice astronomie za Karla IV. i další seminář na podzim 1978.

Z.H.

NOVÉ KNIHY

Hvězdářská ročenka 1978, Academia, Praha, 1977, 252 stran,
12 obrázků, cena brož. výtisku 31,- Kčs

Po vůni a hojnosti každodenního ohleba se nám nevděčníkům začne stýskat zpravidla až tehdy, když se nám ho nedostává; potom kajícíně přiznáváme jeho nezbytnost. Naštěstí nám Hvězdářská ročenka ani letos, jako již po několik let, nedala příležitost k hladovění. Vyšla dostatečně včas a byla včas na knižním trhu. Budiž tedy aspon recenzentovi dovoleno pochválit tradiční hodnoty vezdejší hvězdářské stravy.

Ročenka na rok 1978 (tj. ročník 54.) zcela zachovává osvědčenou stavbu, rovněž autorský kolektiv se proti předchozím ročníkům pozměnil jen málo. Omezíme-li se na konstatování, že úvodní části, obsahující efemeridy, mají svou standardní hodnotu, k zamýšlení vybízí část D - Přehled pokroků v astronomii. Tentokrát zahrnuje plných sto stran tisku. I tato část se již stala standardním doplňkem Ročenky. Zaslouží si však, aby na ni bylo zvlášť upozorněno. I když si v české časopisecké literatuře sotva můžeme stěžovat na to, že by se nedostávalo na nejrůznější úrovni zpráv o aktuálních astronomických objevech či pokrocích, většinou jde o dosti útržkovité a bohužel často značně senzacechtivé

články. Na nápadný rozdíl od toho se zmíněná část Hvězdářské ročenky (připravená tentokrát sedmičlenným autorským kolektivem) vyznačuje klidným, seriózním a především úplným pohledem na dnes tak široké pole astronomického bádání. Při tom jde o zpravodajství velmi aktuální a rychlé. (Snad jen někde bychom uvítali větší péči o jazyk a styl). Je třeba zvlášt ocenit, že astronomové jsou dnes u nás jediní, kdo obnovili tradici udržovanou našimi předními přírodovědci na počátku našeho století, tradici každoročně souhrnně informovat o pokroku celého vědního oboru. Právě pro tuto část především není hodnota našich efemerid efemérní; ostatně čtenář se sám může přesvědčit o tom, jak hutnou informaci a dobré podněty dá přečtení několika za sebou jdoucích ročníků této části ročenky.

Snad ještě jedna věc stojí pro budoucnost za úvahu: Od r. 1966 bylo - z důvodů přílišného rozsahu - upuštěno od každoročního publikování oddílu značeného tehdy jako "F", tj. vysvětlení k Hvězdářské ročence. Od té doby byl tento díl publikován pouze jednou, a to ve svazku na rok 1974. Jistě není nutné publikovat tento úsek každoročně, na druhou stranu však není dobré ponechávat ročenky trvale bez vysvětlivek. Nestálo by za pokus publikovat pravidelně tento oddíl každým pátým rokem počínaje svazkem na rok 1980?

Nakonec ještě poznámku: V roce 1976 Ladislav Hejna odvodil a publikoval (KR 1976, str. 87) rovnici pro vývoj ceny za jednu stránku ročenky. Je třeba konstatovat, že autor tehdy užil příliš hrubé aproximace, neboť lineární funkce tu nevyhovuje.

Z. Horský

Cesta Maximiliána Hella do Vardö pri Laponsku a jeho pozorovanie prechodu Venuše v roku 1769. Preložil František Hattala, úvod napísal Ján Tibenský, Bratislava, 1977.
119 stran. Cena väzaného výtisku 14,- Kčs.

V roce 1970 bylo na Slovensku velmi široce slaveno 250. výročí narození Maximiliána Hella, toto výročí bylo dokonce zařazeno mezi světová kulturní výročí UNESCO. Tato akce po právu upozornila na význam banskoštiavnického rodáka Maximiliána Hella (nar. 15.5.1720 ve Vindšachtě, dnešních Štiavnických Baních, prakticky součástí Bánské Štiavnice), budovatele několika observatoří, z toho zejména vídeňské hvězdárny, tedy ústřední observatoře tehdejší monarchie, a astronoma, který se proslavil zejména vědeckou expedicí za pozorování přechodu Venuše přes sluneční disk v r. 1769 do Laponska.

Jako jeden z důsledků Hellových oslav je třeba chápat i vydání recenzované knížky. Jde o velmi svěží překlad původně latinského textu, který nebyl vlastně psán pro veřejnost. Je to deník výpravy za pozorování přechodu Venuše přes sluneční disk 3. července r. 1769. Nejsou tu záznamy

vědeckých pozorování - takový deník psal sám vedoucí výpravy Maximilián Hell, ale běžný deník, tedy prostě a realistické líčení postupu cesty, která trvala od dubna r. 1768 do srpna 1790. Autorem tohoto textu je Hellův jediný průvodce na této expedici, Ján Sajnovics, který byl původně asistentem Fr. Weisse na hvězdárně trnavské university. Nehledaný sloh, který stejně prostě líčí útrapy cesty jako komické situace, je hlavním půvabem knížky, která tak potěší skoro každého čtenáře. Zájemce o astronomii tu navíc najde řadu podrobností o přístrojích této doby, jejich obsluze a údržbě, jako i popisy observatorií, které výprava cestou navštívila, jako např. klementinské observatoře v Praze. (Je však třeba upozornit, že předlohou tohoto slovenského vydání byl německy překlad, který z původního latinského textu pořídil a v r. 1835 vydal Karl Littrow. Littrow však původní Sajnovicův text poněkud zkracoval a shrnoval. Pro přesnou citaci se tedy ani toto slovenské vydání nehodí).

Úvodní stať historika Jána Tibenského (celkem 20 stran) je zasvěcenou studií o životě Maximiliána Hella, o jeho vědecké dráze a významu jak pro slovenskou vědu, tak pro organizaci vědeckého výzkumu v monarchii za Marie Teresie. Zvláštní pozornost je po právu věnována vědeckým poměrům v Bánské Stiaivnici, která v tu dobu vynikala nejen důlním podnikáním, ale i odbornou bánskou akademií, a Hellově rodině, jejíž příslušníci se podíleli na konstrukci ojedinělých bánských strojů i na výuce na bánské akademii. To pomáhá dokreslit prostředí, inklinující k exaktním vědám, v němž budoucí astronom vyrůstal.

Z. Horský

Zdeněk Pokorný: Jak vznikla sluneční soustava? Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Brno, květen 1977.
16 stran v tužší obálce, 4 obrázky.

Tato publikace zahájila ediční řadu přehledných monografií s názvem Kapitoly z astronomie. Jde o metodický materiál pro hvězdárny, planetária a astronomické kroužky. V rozsahu jednoho autorského archu je shrnuto vše podstatné, co o problematice vzniku sluneční soustavy dnes víme. Po stručném úvodu obsahujícím historii otázky následuje přehledný obraz dnešního stavu sluneční soustavy. Téměř filmovým střihem autor přechází ke scénáři vzniku sluneční soustavy ze sluneční mlhoviny, dále probírá otázku hmotnosti sluneční mlhoviny, chemický aspekt věci a proces akrece - pro vznik planet tak rozhodující. Zvláště se autor zabývá vznikem Jupitera a Saturna. Dále pojednává o vzniku a vývoji planetárních atmosfér a věnuje si důsledků stadia T Tauri ve vývoji Slunce. Poslední kapitola má název Jak vypadá sluneční soustava dnes? Publikace je slušně vytištěna; jen na autotypické štočky už technika tiskárny nestačila. Výhodné by asi bylo, aby všechny obrázky řady nadále byly

pérovky.

Několik pověščnějších poznámek závěrem: Malý rozsah by se mohl zdát nevýhodou. Zajišťuje však současně, že se publikace přečte či prostuduje snadno celá a je na autorovi, aby v daném rozsahu co nejstručněji uvedl maximum. Z. Pokornému se to po mém soudu podařilo. Ostatně pro podrobné studium bývá na hvězdárnách dostatek speciálnějších odborných publikací. Možná, že se mnou leckdo nebude souhlasit, ale podle mé zkušenosti je skutečnost taková, že při dnešní informační záplavě prostudují zájemci jen malé procento knižní produkce, která je k dispozici v knihovnách. Znalost jazyků a přístup ke knižnímu fondu jsou tu ovšem podmínkou. Tím spíš krátké přehledy nabývají na významu. Je jen škoda, že řada nebude vycházet ve větším nákladu a že nebude volně v prodeji na lidových hvězdárnách. Určitě by se dobře prodávala. Recenze druhé publikace řady je v KR č. 1/78 a vyšla již publikace třetí.

P. Příhoda

Texty k přednáškám, vyd. Planetárium Praha

Tiskovin, obsahujících novinky z astronomie a kosmického výzkumu, není na našich hvězdárnách nikdy dostatek. Většina návštěvníků přednášek a besed si proto pilně zapisuje sdělení lektora; komplikovanější je to při představení planetárií, kde vládne tma.

Pracovníci pražského Planetária si toho byli vědomi a proto od loňského roku začali připravovat ke každé větší nové přednášce stručný text, který návštěvník obdrží při odchodu. Je to program, "vzpomínka" a současně zdroj nových informací. Rozsah bývá někdy čtyři, jindy osm stran včetně kreseb a fotografií, vždy v jednotné úpravě formátu A 5, rozmnoženo ofsetem. Až dosud byly autorským kolektivem (Růkl, Příhoda, Holávková, Grün) připraveny materiály k přednáškám: Ve světě planet, Hvězdy na dovolené (letní obloha), Za Jižním křížem (jižní obloha), Astronomie starého Egypta, Schovávaná ve vesmíru (rozuměj zatmění a zákryty) a K obřím planetám.

Texty jsou sice určeny především návštěvníkům pražského Planetária, ale v omezeném množství je tato instituce může poskytnout i dalším vážnějším zájemcům (hvězdárnám, malým planetáriím, astronomickým kroužkům), kterým mohou posloužit jako aktuální metodická pomůcka.

M. Grün

PŘEČETLI JSME PRO VÁS

Debrosoedeční objevitelé

"Nedávný objev zajímavých charakteristik hvězdy HR 1099 = V 711 Tau přinesl pozorovatelům možnost pozorovat jasnou (5,8^m) a snadno přístupnou dvojhvězdu typu RS CVn v rozmanitých oblastech vlnových délek. Abychom dále usnadnili práci specialistům v oboru UV družicové astronomie, radioastronomů a vysokodispersním spektroskopikům, objevili jsme nyní ještě jasnější dvojhvězdu typu RS CVn a to HR 4665 (5,4^m)."

B.W.Bopp, F. Pikel, D.S. Hall, G.W. Henry,
H.J. Landis, Inform: Bull. Var. Stars No.1352, 1977.

NOVINKY Z ASTRONOMIE

Detailní fotografie Deimose

V detailních záběrech Marsových měsíců jsme zatím měli možnost vidět především Phobos. Teprve v říjnu 1977 prolétla oběžná část Vikinga 2 v blízkosti měsíce Deimos a získala zajímavé fotografie povrchu. Průlet to byl opravdu těsný - pouhých 23 km nad povrchem. Ukázalo se, že Deimos má podstatně hladší povrch než Phobos, který je zcela zaplněn krátery - nepochybně impaktního původu. Deimos je na první pohled pokryt menším počtem kráterů. Blížší studium však ukazuje, že také on je zaplněn krátery, ale pokrytými a téměř zamaskovanými vrstvou drtě, regolitu. Množství vrstvy se odhaduje na několik desítek metrů. Na záběru, který uveřejnil Sky and Telescope v prosinci 1977, je dobře vidět oblast rozměru asi 1 x 1 km. Podstatnou část oblasti pokrývá větší kráter zamaskovaný regolitem. Tento větší kráter je ještě pokryt řadou menších, vzniklých později a podobně nezřetelných. Jen asi desetina kráterů je zřetelná, s ostrými obrysy. Obě kategorie - ostrých a zasypávaných kráterů - se značně liší a na záběru nevidíme přechodné formy. Jde tedy nepochybně o nejméně dvě generace kráterů, vzniklé asi ve dvou různých časově omezených etapách. Starší jsou ovšem krátery zamaskované regolitem. Zajímavé je, že pozornější pohled na fotografie Phobose rovněž zřetelně ukazuje zamaskované krátery. Mladší generace zřetelných kráterů však Phobosův povrch zaplňuje tak hustě, že na snímcích se dají vysledovat jen velké zamaskované krátery, ostatní zcela zanikly.

Ze zvláštností, které ukázaly detailní fotografie Deimose, vyniká několik velkých balvanů, s rozměry středně

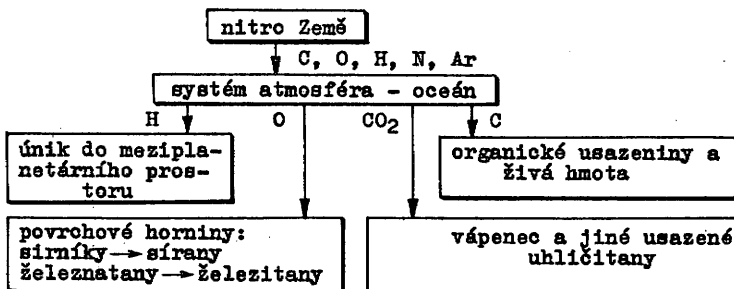
velkých budov. Popsané záběry dosahují rozlišení 3 m. Zajímavé je, proč se regolit usadil v tak mocné vrstvě na tělese s nízkým gravitačním zrychlením, kde bychom něco podobného na první pohled nečekali. Ostatně i jiné útvary, jež na těchto malých tělesech pozorujeme, jsme dosud vysvětlovali (třeba na Měsíci) působením procesů, které předpokládají silnější gravitační pole. V případě Marsových měsíců jsme pak bezradní a tato skutečnost navenojuje pochybnosti, zda i na Měsíci bylo naše dosavadní vysvětlení správné. Problém je zřejmě obecnější a později se k němu vrátíme.

P. Příhoda

Vývoj atmosféry Země

Dnešní atmosféra Země je sekundární, neboť tu primární (pokud ji naše planeta vůbec měla) Země ztratila v raných fázích vývoje sluneční soustavy. Druhotná atmosféra vznikla uvolnováním plynů z nitra planety a řadou dalších pochodů. Michael H. Hart uveřejnil v časopise *Icarus* (33, 1978, str. 23-39) výsledky počítačového modelování vývoje zemské atmosféry. V práci se zaměřil především na změny chemického složení atmosféry a povrchové teploty. V úvahu vzal změny svítivosti Slunce, albeda Země a skleníkový efekt, změny podmíněné vznikem života a různé geochemické procesy. Získané výsledky jsou pozoruhodné.

Výpočty vycházely z předpokladu, že před 4,5 miliardalet let Země neměla žádnou atmosféru. Dnešní druhotná atmosféra se vyvíjela a měnila v závislosti na procesech vyznačených v tomto schématu:



Výsledky ukazují, že před $2 \cdot 10^9$ let Země obklopovala atmosféra, která obsahovala N_2 , CO_2 , redukované sloučeniny uhlíku (zejména metan), trochu NH_3 , avšak žádný volný vodík. Kyslík, který se uvolňoval fotolýzou vody a po 800 milionech let i fotosyntézou, postupně rozbíjel CH_4 a NH_3 . Po zhruba 2 miliardách let byly z atmosféry Země odstraněny všechny

zbytky těchto plynů (atmosféra se skládala převážně z N_2 - 96 %) a od té doby začíná pozvolna narůstat množství volného O_2 . Před zhruba 420 miliony let bylo již množství O_2 a O_3 v atmosféře natolik velké, že redukovalo UV záření dopadající na povrch Země na úroveň snesitelnou pro živé organismy. Brzy poté se život přenesl na pevný povrch a množství živé hmoty rychle narůstalo. Následný vzrůst fotosyntetické aktivity vedl k dalšímu zvýšení množství volného kyslíku v atmosféře. Tyto změny složení atmosféry Země jsou znázorněny (spolu s dalšími počítanými veličinami) na obr. 1. Extrapolace za hranici dnešního stáří Země ($4,5 \cdot 10^9$ let) ukazuje, jak by probíhal další vývoj, kdyby nebyl ovlivněn lidskou činností.

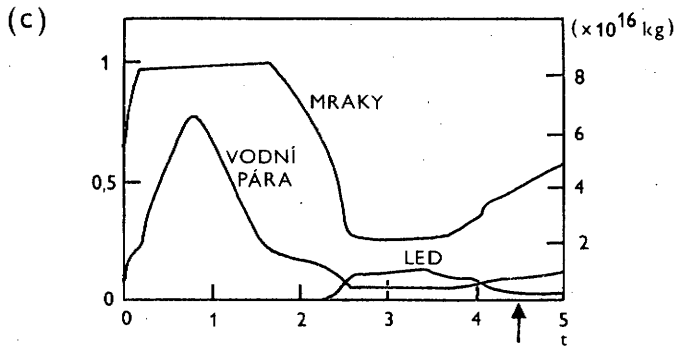
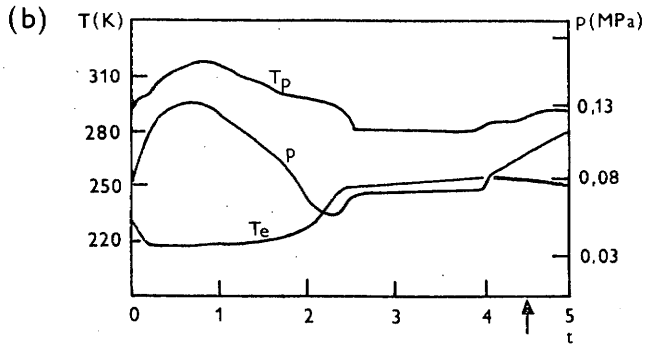
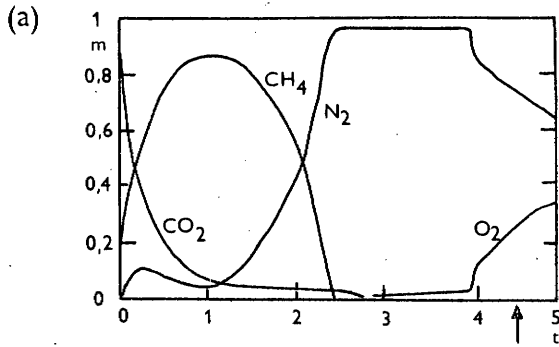
Jedním z nejdůležitějších výsledků počítačového modelování vývoje atmosféry Země jsou dlouhodobé změny efektivní teploty a střední povrchové teploty (viz. obr. 1). Během prvních 2,5 miliard let byla střední povrchová teplota podstatně vyšší než dnes (290 - 315 K, dnes 288 K) díky silnému skleníkovému efektu, který způsobovaly CH_4 , NH_3 a velká množství H_2O a CO_2 v atmosféře. Jakmile CH_4 , NH_3 a ostatní redukované sloučeniny uhlíku zmizely z atmosféry díky oxidaci, situace se podstatně změnila: střední povrchová teplota poklesla na 280 K a objevily se rozsáhlé polární ledové příkrovy.

Výpočty ukazují, že kdyby vzdálenost Země od Slunce byla jen o několik procent (1) větší, nastalo by zalednění celé Země trvajícím až do současnosti! Naopak, kdyby Země byla jen trochu blíže ke Slunci, nikdy by nepřestal působit skleníkový efekt (což je zřejmě případ planety Venuše). Z toho vyplývá zajímavý závěr: hvězdy slunečního typu mají velmi úzkou tzv. zonu obyvatelnosti (někteří ji nazývají ekosférou) - v případě našeho Slunce sahá jen od 0,95 do 1,01 AU. Problém je navíc "dynamický" - hranice zony obyvatelnosti nejsou konstantní, ale mění se s časem v důsledku vzrůstu svítivosti centrální hvězdy během jejího vývoje na hlavní posloupnosti (hranice zony se posouvají dále od hvězdy). Je jasné, že má-li na planetě existovat život trvale, nesmí planeta nikdy opustit tyto posouvající se hranice zony - a to je další omezení.

Z. Pokorný

Text k obr. 1:

(a) změny složení zemské atmosféry (m - relativní hmotnost plynné složky atmosféry, t - čas v miliardách let);
 (b) změny střední povrchové teploty T_p a efektivní teploty T_e (stupnice vlevo) a atmosférického tlaku p (stupnice vpravo); (c) změny pokrytí zemského povrchu mrakami a ledem (stupnice vlevo) a množství vodní páry v atmosféře (stupnice vpravo).



VESMÍR SE DIVÍ

Hmotnost Měsíce je asi 81 krát menší než hmotnost Země. Z gravitačního zákona víme, že gravitační síly jsou závislé na druhé mocnině vzdálenosti středů těles. Proto na Měsíc působí větší gravitační silou blízká Země než vzdálené Slunce ... Naše sluneční soustava je v jedné z mnoha mlhovin (pozn.: na obr. je pod označením "hvězdná mlhovina" uvedena síťová mlhovina v Labuti), tvořené obrovským počtem sluncí. Malou část z nich vidíme pouhým okem v té části noční oblohy, kterou tvoří Mléčná dráha.

Z učebnice fyziky pro odborná učiliště a učňovské školy (fyzika B), str. 118 a 118, SPN Praha 1972

Střední a dlouhé milimetry nejsou tě. na skladě

"... V submilimetrovém pásmu totiž zejména vysílají signály chladné temné shluky kosmického prachu a plynu, z nich pak vznikají hvězdy. Když naopak hvězdy zanikají, chladnou a nelze je také vidět jinak, než v submilimetrové části spektra... Nejen pro astrofyziky jsou však důležité výzkumy elektromagnetických vln kratších milimetrů. Jejich studium může poskytnout "klíč" i k chemické analýze molekul, jež se usazují na kosmických částicích. Ve vesmíru již byly objeveny různé složité molekuly, například etylalkoholu. Vědci o jejich studium mají neobyčejný zájem, protože by to mnohá přispělo k objasnění problému vzniku života nejen na Zemi, ale i v dalekém vesmíru ... Submilimetrovým teleskopem se studují různá chladná seskupení vodních par ... Posádka orbitálního komplexu Saljut 6 - Sojuz 27 provedla v souladu s programem letu s pomocí teleskopu první měření v ultrafialovém pásmu dlouhých vln ... "

Lidová demokracie, 27.2.1978, str. 1

Tyto zprávy rozmnožuje pro svou vnitřní potřebu Československá astronomická společnost při ČSAV (Praha 7, Královská obora 233). Řídí redakční kruh: vedoucí redaktor J. Grygar, výkonný redaktor P. Příhoda, členové P. Ambrož, P. Andrlé, J. Bouška, Z. Horský, M. Kopecký, P. Lála, Z. Mikulášek, Z. Pokorný, M. Šidlichovský.

Technická spolupráce: M. Liesková, H. Holovská.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu sekretariátu ČAS. Uzávěrka tohoto čísla byla 3. dubna 1978.

ÚVTEI - 72113

Sčt 18

