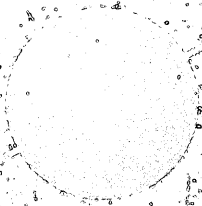
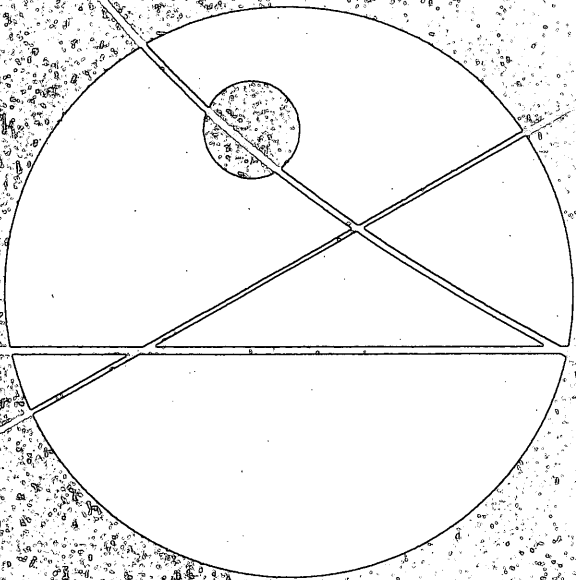


PERIODICKÝ VESNÍK ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD
ROČNÍK 1970, ČÍSLO 1



KOSMICKÉ ROZHLEDY

1/1970

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

ročník 1978

číslo 1

I. S. Šklovskij

O možné jedinečnosti rozumného života ve vesmíru

Myšlenka o množství obydlených světů je tak stará jako lidská kultura. Rozšířila se všude již v době, kdy astronomie jako věda vlastně neexistovala. Takové mlhavé představy o množství obydlených světů prolínají do primitivních a starých náboženských představ - například do budhismu. Astronomie se rozvíjela a idea o mnohosti světů obydlených dostávala určitější podobu. Řečtí filosofové, materialisté i idealisté, v naprosté většině zastávali představy o životě ve vesmíru. Anaxagoras, jeden z prvních zastánců heliocentrické světové soustavy, například soudí, že Měsíc je obydlen. Je i autorem hluboce zakořeněné představy, která přečkala tisíciletí: myšlenky panspermie, učení o neviditelných zárodcích života, rozptýlených po celém vesmíru. Materialistická filosofická škola epikurejců také soudila, že nebeská tělesa jsou obydlená.

Horlivým přívržencem této představy byl i významný římský materialistický filosof Lucretius Carus. Jasně o tom hovoří ve svém nesmrtelném díle "O přírodě", kde říká: "Celý tento viditelný svět není v přírodě jediný, a jsme nuceni věřit, že v jiných oblastech prostoru jsou jiné země s jinými lidmi a jinými tvory ..."

Je kuriózní, že Lucretius, který vůbec nechápe podstatu hvězd a považuje je za světélkující zemské výpary, umístil své obydlené světy za hranice vesmíru.

Patnáct následujících století vládla v Evropě neomezeně aristotelovská geocentrická soustava, o níž se opíralo křesťanské náboženství. Velký vědecký převrat spojený se jménem Mikuláše Koperníka znamenal rozpad Ptolemaiova systému. Země byla "degradována" do "podřízeného" postavení a myšlenka o množství obydlených světů znovu získala vědecký základ.

Velký rozvoj astronomie v posledních čtyřech stoletích znamenal všeobecné rozšíření představ o životě ve vesmíru. Církev se bránila rozšíření heliocentrického systému; postupně se však přizpůsobila. Dnes již teologové připouštějí možnost, že na jiných nebeských tělesech existují rozumné bytosti. Názory církve a vědy, stanovisko idealismu a materia-

lismu k tomuto problému se dnes neliší, to je nepochybné.

Jak se rozvíjela myšlenka o množství obydlených světů v novověku? Do první poloviny 19. století vládla představa o všeobecném osídlení vesmíru. Stačí upozornit, že Herschel - a před ním Newton - považovali Slunce za obydlené! V 18. - 19. století se téměř žádný z vědců a filosofů neodvážil vystoupit proti koncepci mnoha obydlených světů. Jen ojedinělé hlasy varovaly před představou, že život - a především rozumný život - je na všech planetách. Vzpomeňme například dnes zapomenutého anglického vědce Wawella, který dosti směle na svoji dobu (roku 1853!) vyslovil mínění, že se velké planety sluneční soustavy nehodí pro život, protože se skládají "z vody, plynnů a par". Popíral také možnost života na Merkuru a Měsíci. Myšlenka nevhodnosti Měsíce pro život vstupovala do povědomí lidí velmi pomalu. Dokonce ještě koncem 19. století známý americký astronom W. Pickering "dokazoval", že lze na povrchu Měsíce pozorovat hromadné migrace hmyzu a tím vysvětloval pozorovatelné cyklické změny měsíčního povrchu. Podobná podivná domněnka aplikovaná k Marsu vznikla uprostřed našeho století. Tehdy také autor těchto řádek vylechl od jednoho významného sovětského astronoma jinou hypotézu, která objasňovala záření noční oblohy na Venuši tím, že se v husté atmosféře naší kosmické sousedky prohání obrovské množství ... světlušek!

Při tom všem vedoucí tendencí v rozvoji koncepce o mnoha obydlených světech v posledních stu letech je systematické snižování počtu kosmických objektů, na něž bychom mohli pohlížet jako na útočiště života. Tato tendence je zřejmá i dnes, jak uvidíme dále. Teprve poslední čtvrtstoletí umožnilo skutečně vědecký přístup k nejstaršímu problému množství obydlených světů. Především v onom období proběhla v astronomii "druhá revoluce" se svým ohromným množstvím objevů, jež podstatně měnily naše představy o vesmíru. +/ Vystávaly před námi stále určitější obrysy vesmíru v jeho vývoji od jednoduchého k složitějšímu. Důležité úspěchy byly dosaženy v předstávách o původu a vývoji hvězd. Významné výsledky radioastronomie stimulovaly ideu o možném uskutečnění mezihvězdného radiového spojení. A ta se v posledních letech stala téměř základní otázkou v problému mimozemských civilizací. Objevila se tendence zaměnit obecný problém množství obydlených světů problémem spojení s mimozemskými civilizacemi, což je principiálně správné. Velký vliv na náš problém měl i jiný výsledek vědy v posledním čtvrtstoletí: proniknutí do podstaty dědičnosti a vznik molekulární biologie. Teprve tyto výsledky umožňují konkrétně řešit problém vzniku života na Zemi, na který zatím nedokážeme odpovědět. A konečně - uplynulá dvě desetiletí znamenala začátek kosmické éry v historii lidstva a první kroky v ovládnutí blízkého kosmického prostoru. Vznikla kosmická technologie a začala se prudce rozvíjet. Vesmír pronikl do povědomí všech obyvatel naší planety. Také problém mimozemských civilizací a spojení s nimi opustil pole vědecké fantastiky, kterou už dávno živil, a stal se plně aktuálním. To dokládá i několik vědeckých symposií a konferen-

+/ viz autorův článek v časopisu "Voprosy filosofii (1968)"

cí, na nichž se systematicky analyzovala problematika rozumného života ve vesmíru. Zvláště plodné a významné bylo sovětsko-americké symposium na Bjurakanské observatoři AV Arménského SSR na podzim roku 1971. +/

Třebaže se na těchto symposiích řešil široký okruh otázek, převládala problematika kolem otázky spojení s mimozemskými civilizacemi. Takový "pragmatický" přístup k problému, jak jsem již uvedl, těžko může přispět k řešení. Poněkud perspektivnější se zdá být obecný logicko-filosofický přístup, který se pokusím vyležít v tomto článku.

Základní pro celý problém mimozemských civilizací sřejmě je prostý vztah, označovaný jako Drakeův vzorec

$$N = n \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot \frac{t_1}{T}$$

kde N je počet vysoce rozvinutých civilizací, které existují v Galaxii současně s námi; n - množství hvězd v Galaxii; P_1 - pravděpodobnost, že hvězda má soustavu planet; P_2 - pravděpodobnost vzniku života na planetě; P_3 - pravděpodobnost, že vývoj života na planetě povede ke vzniku rozumných myslících bytostí; P_4 - pravděpodobnost, že rozumný život dosáhne technologické éry; t_1 je střední doba trvání technologické éry; T - stáří Galaxie.

Spolu s rozvojem vědy v posledních letech je možno zjistit zcela zřetelnou tendenci ke zmenšování součinitelů v Drakeově vzorci. Sám Drake se ještě v roce 1961 pokoušel zachytit radiové signály od blízkých hvězd v Cet a ϵ Eri. Nyní je nám jasné, že takový pokus byl zcela naivní. Pravděpodobnost existence planetárních soustav v okolí hvězd, která se většinou účastníků Bjurakanského symposia zdála dostatečně vysoká ($\sim 0,1 + 0,01$), je nejspíš značně menší. Vzrušující objev amerického astronoma Van de Kampa, který objevil planetární soustavu u jedné z nejbližších hvězd - známé Barnardovy šipky, se ukázal být čistě instrumentálním efektem, desti běžným při měřeních na hranici rozlišovací schopnosti. Tak byl zkompromitován nejdůležitější argument ve prospěch velkého rozšíření planetárních soustav. Jakofalešný se ukázal i jiný argument, vycházející z náhlé změny rychlosti rotace u hvězd spektrální třídy F 2. Téměř jistě je tato změna vyvolána únikem hmoty z povrchu hvězdy, na které je velmi mnoho aktivních oblastí (téhož druhu, které pozorujeme na povrchu Slunce) a také tím, že jde o vícenásobné hvězdy. Nedávno se například ukázalo, že snad až 98 % hvězd podobných Slunci je součástí dvojitých nebo vícenásobných systémů. V takových soustavách se až na výjimky život nemůže rozvíjet, protože teplota povrchu případných planet se musí měnit v nepřípustně širokých mezích. Ukazuje se, že naše Slunce je podivná osamocená hvězda obklopená rodinou planet a je nejspíš vzácnou výjimkou ve světě hvězd. Součinitel P_1 se nám tak zmenšuje stokrát.

+/ Viz materiál tohoto symposia a také autorův článek v časopisu "Voprosy filosofii (1973)"

Čím hlouběji pronikáme do tajemství života, tím podivnější a nepochopitelnější je základní otázka: jak vlastně vznikl život na Zemi? Před vznikem molekulární biologie se pozornost badatelů v této oblasti soustředila na otázku vzniku prvotních organických sloučenin na Zemi (cukrů, aminokyselin, nukleových kyselin), z nichž sestává vše živé. Teď už to pro nás není problém - vždyť dokonce v chladných hustých oblačích mezihvězdné hmoty objevila současná radiová astronomie mnohoatomové molekuly - například etylalkohol a metylalkohol. Astronomové se nebudou nijak divit, jestliže budou objeveny ještě složitější součinniny, například právě cukry a aminokyseliny. Tím spíš lze takové stavební kameny života předpokládat na Zemi na počátku její historie. Dnes však už všichni chápou, že objevení takových "stavebních kamenů" je jedna věc a vznik života druhá věc. Živý organismus, dokonce i ten nejjednodušší jednohuněčný, je především nejpřesnější, velkolepě sladěný, virtuózně pracující stroj. Přesněji vzato nikoliv stroj, ale cosi nesrovnatelně složitějšího než nejsložitější ze současných továren s automatizovanými provozy. Myslet, že z hotových bloků takový stroj vzniká sám od sebe, znamená věřit v zázraky. Život, který znamenal kvalitativní skok ve vývoji hmoty, musel mít zdroje svého vzniku na nejjednodušší předbuněčné úrovni. Ale dodnes je zcela nejasné, jak tento důležitý skok proběhl. Můžeme jen předpokládat, že pro takový "zázrak" je nutná zcela výjimečná souhra příznivých okolností. Pripustíme-li to, pak apriorní (a ne subjektivní) pravděpodobnost takové události je neobyčejně malá. Není náhoda, že jeden ze zakladatelů současné molekulární biologie prof. Crick nedávno vůbec zanechal pokusů pochopit původ života na Zemi a dal přednost staronové variantě panspermie ... Můžeme tedy uzavřít, že apriorní pravděpodobnost vzniku života na jakékoli vhodné planetě v Galaxii může být libovolně malá. Stejně tak malá je pravděpodobnost vývoje takto vzniklého života do stadia rozumných bytostí a tím spíš technické civilizace. Je však nutno zdůraznit, že odhad této pravděpodobnosti nemá žádný pevný základ a součinitel p_2 musí být neurčitý a malý.

A důsledek našich úvah? Jestliže v době Bjurakanského symposia podle většiny expertů se vzdálenost k nejbližším mimozemským civilizacím odhadovala na 100 - 300 pc, pak dnes, po čtyřech letech, musíme odhadovat, že tato hodnota je nejméně o řád vyšší. Je-li to tak, pak počet civilizací v naší hvězdné soustavě sotva převyšuje tisíc; může být přitom značně nižší.

Nyní přistoupíme k odhadu počtu civilizací v Galaxii ze zcela jiného, ne astronomického hlediska. Základem našich úvah bude humanitárně-futurologický aspekt problému. Nejdůležitější zvláštností rozvoje rozumného života je jeho tendence k neomezené expansi - k exponenciálnímu růstu všech ukazatelů. Již teď se však rýsuje možnost vážných krizových situací, s nimiž se setká lidstvo při svém dalším vývoji, protože rozměry a neobnovitelné zdroje Země jsou konečné. Kompetentní analýza mezí vývoje a následků nekontrolovatelné expance pozemské civilizace je obsažena ve známé knize členů tak zvaného Římského klubu "Meze růstu". Třebaže autoři nejsou marxisté,

zaslouží jejich závěry vážnou pozornost. Žádným způsobem se totiž nevyhneme prostému faktu, že neobnovitelné zdroje naší planety jsou omezené a při trvalém exponenciálním růstu výroby, obyvatelstva i znečištění životního prostředí v nejbližších příštích stoletích (nebo dokonce i nejbližších desetiletích) dojde ke krizové situaci kolapsu. Kvalitativně novou zvláštností naší doby je okolnost, že krizové situace se nevrstují v neurčitě vzdálené budoucnosti, jak se to zdálo např. v 19. století. Dnes se ukazuje, že je to perspektiva dvou až tří nejbližších generací.

Mnozí vědci humanitních oborů, zvláště historikové, se k takovým předpovědím vyjadřují skepticky. "Vždyt i před rokem 1000 se hovořilo o konci světa - a vidíte: za chvíli budeme mít rok 2000". Těmto skeptikům můžeme odpovědět: Ovšem, před rokem 1000 předpovědi o konci světa tehdejší "futurologové" dělali na podkladě "poznatků" takových "čelných věd" té doby jako je demonologie, astrologie a jiné. Dnes se futurologové opírají ve svých prognózách o kybernetiku, fyziku, chemii, biologii, technologii, atd. Věřme, že kolegové skeptikové pochopí rozdíl mezi situací roku 1000 a 2000.

Jak si můžeme představit další rozvoj lidstva v takové situaci? Je nepochybné, že se musí skončit s anarchistickým rozvojem výrobních sil, nekontrolovatelným růstem počtu obyvatelstva, s ničením životního prostředí a barbarickým vztahem k přírodním zdrojům. Takový důležitý úkol lidstva může být splněn jen vědecky vytvořenou komunistickou společností. Rozumí se, že se musí pro to udělat vše možné i předtím, kdy ještě je naše planeta rozdělena na státy různého společenského zřízení. My se však v tomto článku zajímáme o vzdálenější perspektivy lidstva. Ty nejsou zdaleka tak aktuální jako problém ochrany životního prostředí, demografického výbuchu a další. Ale analýza vzdálenějších perspektiv má prvořadý význam pro světový názor.

Dnes je již jisté, že při kvantitativním exponenciálním růstu výrobních sil se Země v příštích sto letech může stát nevhodnou pro život (přehrátí zemského povrchu, porušení ozonoféry, katastrofické znečištění ovzduší a vody a pod.) Z téhož důvodu mnozí západní autoři stále častěji uvádějí, že bude nutné zastavit růst výrobních sil a dále jej přísně regulovat (koncepte "rovnovážného stavu" civilizace). Proč by se pokrok měl týkat jen kvantitativního růstu? Společnost se může soustředit na rozvoj některých kvalitativních charakteristik jako je umění, sport, některé směry základního výzkumu. Zkoumaly se různé, více méně důmyslné modely dalšího rozvoje lidské společnosti, které domněle mohou odstranit nebo aspon omezit blížící se krizi (viz např. knihu "Meze růstu").

Můžeme si však představit čistě kvalitativní rozvoj jakékoli civilizace - a zejména pozemské - bez kvantitativního růstu, bez neustálé expanse? Zdá se, že ne. Jak by bylo možné například takové civilizaci zakázat, aby ovládla kosmický prostor a využila jeho prakticky neomezených surovinových a energetických zdrojů? Jak by bylo možné zakázat, aby do kosmického prostoru postupně přemístila tu technologii, která škodí životnímu prostředí nebo je dokonce ničí? Logicky nutný proces ovládnutí kosmického prostoru, který zá-

konitě začal v určité etapě rozvoje civilizace se musí stát obdobou objevování nových zemí a světového oceánu v období velkých zeměpisných objevů. Je s podivem, že autoři "Mezi růstu" nevzali v úvahu tuto důležitou okolnost, která nově klade otázku o zdrojích pro civilizaci a cestách jejich rozvoje. Je to tím podivnější, že dokument členů Římského klubu byl napsán roku 1971, kdy člověk už pobýval na Měsíci.

Je nám ovšem jasné, že ovládnutí vesmíru je vreholně složitý, dosti rozporný proces. Dříve bylo zcela nejisté, ochrání-li kosmonautika naši civilizaci od blížící se krize. Podstata věci tkví v tom, že všechny globální procesy (růst výroby, obyvatelstva, znečištění) mají setrvačnost. Brzdná doba nekontrolovaných parametrů rozvoje se dnes blíží kritické hranici, kdy bude srovnatelná s dobou, v níž očekáváme příchod krizové situace. To značí, že pokud necháme tyto pozemské záležitosti živelnému vývoji, zaskočí nás krize a nezbude nám již čas pro skutečné využití kosmického prostoru. Příslušné odhady uvedeme dále.

Odtud plyne základní závěr: předtím, než efektivně využijeme vesmír, musíme udělat pořádek ve vlastním domě, u nás na Zemi. A to je především sociální problém.

V posledních letech při analýze vzdálených vývojových perspektiv civilizace v souvislosti s problémem množství obydlených světů se na Západě stále častěji ozývají hlasy o kritických situacích takového rozvoje a navrhují se základní změny strategie. Namísto neomezené expanze - napřed v rámci vlastní planety a pak ve vesmíru - může nastat etapa "rovnovážného stavu", jež vede ke ztrátě zájmu a jakési vnitřní Polynésii (místní ráj bez rozvoje - viz např. článek Stenta ve sborníku CETI, Moskva "Mir", 1975). Polemisovat s takovými koncepcemi se zdá nesmyslné, tím spíš, že autor tohoto článku soudí, že pro některé civilizace v určitých vývojových etapách je taková situace obecně vzato možná. Ale vždyť o to nejde! Podstatné jsou podle našeho mínění dvě okolnosti:

- A. Nemůžeme počítat s tím, že je takový vývoj nevyhnutelný pro všechny civilizace.
- B. Nelze předpokládat, že "strategie chování" civilizace je neměnná. Že se mění, je vidět na příkladu naší civilizace. Dosud její strategie pozůstávala v neomezené expanzi. Předpokládejme, že se v budoucnosti změní ve strategii "rovnováhy". Ale kde, ptáme se, je záruka, že za století nevítejší strategie Neomezené Expanse?

Základní závěr, který z toho pro nás plyne: přinejmenším pro určitou část mimozemských civilizací - našich "současníků" je strategie neomezeného exponenciálního růstu ("expanse") normou chování. A neomezená expanse - to je především vniknutí do vesmíru a ovládnutí napřed bližší a pak jeho vzdálenější části. Právě takovou situaci předvídal už začátkem století K. E. Ciolkovskij.

Je jasné, že přes velké překážky takový proces ovládnutí vesmíru probíhá velmi rychle. To je zřejmé na příkladu naší pozemské civilizace.

Kosmická éra na Zemi trvá necelých 20 let (psáno r. 1976 - pozn. překl.). Přesto za toto období bylo vyřešeno obrovské množství vědecko-technických úkolů. Automatické meziplanetární sondy mnohokrát procházely okolím všech vnitřních planet sluneční soustavy. Na oběžné dráhy byly navedeny umělé družice Marsu i Venuše. Začalo se se studiem planety Jupitera a Saturna. Co se ještě nedávne zdálo fantasií, je skutečností: kosmonauti pobývali na Měsíci. A konečně přistávací moduly měkce přistály na povrchu Měsíce, Venuše a Marsu.

Vesmír začal sloužit člověku. Prudké změny nastaly v systémech radiového i televizního spojení. Studium zdrojů naší planety z vesmíru se také silně rozvinulo. Základními změnami prošla mezinárodní meteorologická služba.

To je však teprve začátek. Na řadě jsou daleko grandioznější projekty. Jako příklad stačí uvést projekt princetonské skupiny fyziků a techniků pod vedením O. Neila. Tato skupina detailně, na úrovni technického projektu vypracovala plány velkých kosmických kolonií (viz též KR č. 1/1977, str. 36 - pozn. překl.). První fáze projektu předpokládá sestavení velké kosmické stanice v oblasti libračních center L_4 a L_5 soustavy Země - Měsíc. Stanice má mít tvar anuloidu o průměru 1,5 km a její rotace vytvoří odstředivé zrychlení téže hodnoty jako gravitační zrychlení na Zemi. Uvnitř anuloidu poroste zelenina i ovoce, bude zde dokonce živočišná i průmyslová výroba. Jakmile bude stanice plně vybavena, stane se nezávislým systémem. Bude tam možné umístit až 10 000 lidí obsluhy, kteří budou žít ve větším komfortu než na Zemi. Výběr místa montáže (libračního centra) je určen vztahy nebeské mechaniky: libovolné těleso v blízkosti libračních center $L_{4,5}$ může být neomezeně dlouho a pohybuje se kolem Země po měsíční dráze.

Zdůrazněme, že tento projekt je prvním krokem k výstavbě "měst v éteru", o kterých kdysi snil Ciolkovskij. Je však vypracován až na úroveň přesného technického řešení, které vychází z možností současné technologie. Základní myšlenkou projektu je hromadné použití kosmických tahačů, tedy kosmických lodí vícenásobného užití, které značně zlevňují kosmické stavitelství. Takové tahače budou využity americkou kosmickou technikou v nejbližších 2 - 3 letech. Stojí za povšimnutí, že většinu stavebních materiálů pro stavbu této kosmické kolonie budou tahače brát z Měsíce - okolnost, kterou prozíravě předvídal K. E. Ciolkovskij.

Náklady na stavbu kolonie se odhadují na 100 miliard dolarů, trvání výstavby na 15-20 let. Pro porovnání uvedme, že americký program Apollo, který úspěšně vyřešil dosažení Měsíce člověkem, stál téměř 30 miliard dolarů a že roční vojenský rozpočet USA překračuje částku 100 miliard dolarů. K tomu dodejme, že haněbná vietnamská válka za 8 let přišla americký lid na 130 miliard dolarů - a to nepočítáme několik desítek tisíc padlých Američanů.

Výstavba zmíněné kosmické kolonie bude zato velkým přínosem. Nehledě už na jedinečné možnosti v oblasti základního vědeckého výzkumu, jehož výsledky jednoduše nemůžeme odhadnout, bude taková stanice důležitým zdrojem energie pro

Zemi. Systém zrcadel kolem stanice bude zachycovat sluneční energii, která bude transformována a ve formě mikrovln speciálními reflektory vysílána k Zemi. Ukazuje se, že účinnost takového systému je značná, asi 70 %. Výpočty ukazují, že množství energie přenesené tímto způsobem bude větší než od nafty, která má protékat projektovaným obřím naftovodem Aljaška - USA. Při současných cenách paliv bude tato energie mít hodnotu nejméně 10 miliard dolarů ročně. To znamená, že se náklady na výstavbu kosmické kolonie vrátí do deseti let.

Výpočty ukazují, že po takové stanici bude možné přistoupit ke stavbě daleko grandioznějších zařízení ve vesmíru. Mluví se o objektech, z nichž na každém bude moci žít ve zcela komfortních podmínkách 40 - 50 milionů lidí, tedy obyvatelstvo takové země, jako je Francie. Výstavba podobných objektů si vyžádá mnoha desetiletí.

Jsme tedy svědky vzniku nové důležité oblasti techniky - kosmického inženýrství. Už nyní se také rýsují obrysy budoucí kosmické architektury - možná nejdůležitějšího umění příštích století.

Dosud nevíme, rozhodne-li kongres USA, že se přikročí k realizaci této grandiozní výstavby v nejbližších letech (jde samozřejmě zatím jen o první fázi projektu princetonské skupiny). Ví se jen, že NASA tento projekt pozorně sleduje. Ať už však rozhodnutí o konkrétním časovém plánu výstavby první kosmické stanice bude jakékoliv, má tento projekt, jak dále uvidíme, principiální význam pro posouzení našeho problému. Předznamenává totiž možnost, aby nejen jednotliví hrdiní kosmonauti, ale celé lidstvo překročilo hranice Země a uskutečnilo dílo, které otevře reálnou perspektivu, jak se vyhnout zmíněným krizovým situacím. Přitom je úroveň technického zpracování tohoto projektu dnes nesrovnatelně vyšší, než třeba projekt mnohastupňové rakety Ciolkovského na počátku století. Jestliže si kromě této okolnosti uvědomíme také společenskou prospěšnost, máme tu záruku pro realizaci popsaného projektu - ne-li v nejbližších letech, tedy v každém případě v nejbližších 1 - 2 desetiletích.

Jaké zdroje surovin a energie mohou být použity pozemskou civilizací při její expanzi do sluneční soustavy? Pokud nemáme na mysli zdroje přímo ze Slunce (část jeho hmoty může být v principu také použita), pak ve sluneční soustavě je v planetách nejvýše 10^{25} kg těžkých prvků. Je přirozené si dnes obtížně představit, jak bude probíhat přeměna hmoty nitra velkých planet do stavebních prvků kosmického inženýrství. Základní těžkosti, které by odporovaly přírodním zákonům, tu zřejmě nejsou, a to je důležité. Na rozdíl od mínění Ciolkovského hmoty planetek zřetelně nedostává pro takovou přestavbu sluneční soustavy. Celková hmotnost všech planetek je nejvýše 10^{22} kg. Předpokládáme-li, že k vytvoření komfortní umělé biosféry musí být povrchová hustota nejméně několik desítek tisíc kg nad čtverečním metrem, dojdeme k výsledku, že celková plocha kosmických kolonií vystavěných z hmoty planetek nepřevyšší obyvatelnou plochu Země víc než desetkrát. Taková hodnota je sice značná, ale využití hmoty planetek je jen první etapou na cestě úplné přeměny sluneční soustavy.

Jestliže přitom bude využita hmota velkých planet, plocha umělé biosféry ve sluneční soustavě může desetitisíckrát převýšit plochu Země. Přitom se bude zachycovat a přeměňovat asi 10^{-4} sluneční energie, t.j. veličina řádově 10^{23} W, což je téměř 10^{10} krát více, než současná spotřeba energie na Zemi. Plocha umělé biosféry kolem Slunce může být v zásadě stokrát větší, pokud vezmeme v úvahu, že jádra vodíku a helia, která tvoří podstatnou část hmoty velkých planet a Slunce, mohou být použita k syntéze těžkých jader - stavebního materiálu biosféry. Ohromná termojaderná energie, která se přitom uvolní, může být vhodně využita. Tak můžeme uvažovat o stavbě umělé biosféry kolem Slunce, jejíž povrch bude milionkrát větší než plocha přirozené pozemské biosféry a zdroje energie budou o mnoho řádů vyšší než dnes (jde o t.zv. Dysonovu sféru, nazvanou podle amerického fyzika, který předložil analogický projekt roku 1959).

Teď je důležité odhadnout časovou škálu takového rozvoje, který musí být exponenciální, jak snadno pochopíme. Jako "inkrement" exponentu označíme dobu, během níž se zdvojnásobí hodnoty parametrů. Přijmeme-li pro něj hodnotu ≈ 15 roků, což je typická doba realizace princetonského projektu, pak pro výstavbu vesmírné kolonie s 10 miliardami obyvatel je zapotřebí asi 250 roků.

Zdůvodněme ještě, že tento termín je nejméně dvakrát delší než doba, která nás dělí od nadehazející krizové situace, pokud nic neuděláme k jejímu odvrácení (viz "Meze růstu").

Doba nutná k ovládnutí všech surovinových zdrojů sluneční soustavy při takovém exponenciálním rozvoji je asi 500 roků. I kdybychom uvažovali možné opoždění ve vývoji vlivem zavádění nové technologie a přijali velmi "pomalou" charakteristiku růstu 1 % ročně, přesto charakteristická doba ovládnutí sluneční soustavy pozemskou civilizací bude ≈ 2500 roků. To je zkrátka vlastnost exponenciálního rozvoje!

Dnes si ovšem nepředstavíme životní podmínky na takové superbiosféře a není to ani nutné. Měli bychom však asi zdůraznit dvě okolnosti:

1. Člověk se biologicky za tak krátkou dobu prakticky nezmění.
2. Na základě vývoje počítačové techniky se nesmírně vyvine umělý rozum.

Nemůžeme zde detailně posuzovat vztah mezi "umělým" a "přirozeným" rozumem, které určitě budou mít své problémy. Civilizace takového druhu se však nepochybně bude kvalitativně lišit od současné. Především bude charakteristická značně vyšší úrovní centralizované organizace.

Pro nás je ale důležité, že se za 1000 let rozvoje taková "civilizace II. typu" setká v zásadě s podobným problémem, před nímž dnes stojí pozemská "civilizace I. typu" ^{+/}: omezenost zdrojů konečného systému při exponenciálním růstu

^{+/} podle klasifikace civilizací, navržené v roce 1964 N. S. Kardaševem.

parametrů jeho rozvoje. Překonání tohoto rozporu nutně vřhne civilizaci II. typu s jejím obrovským technologickým potenciálem na ovládnutí přírodních zdrojů bližších oblastí Galaxie a pak celé naší hvězdné soustavy. Nastoupí proces "difuze" civilizace II. typu do Galaxie, doprovázený racionálním přetvářením hvězd a zvláště mezihvězdného prostředí. Takový proces by však bylo správnější nezošachovat jako difuzi, ale šíření silné "rázové vlny" rozumu neživou hmotou.

Rychlost této rázové vlny vůbec nemusí být relativistická. Důvodnější bude asi přijmout mírnou hodnotu rychlosti, řekněme 0,01 c. Při rozměrech Galaxie pak doba kolonizace a přetvoření celého hvězdného systému bude jen několik milionů roků. Tato hodnota je blízká k době vývoje člověka na Zemi a velmi malá ve srovnání s nejmenšími charakteristickými dobami v Galaxii. Například oběžná doba Slunce a okolních hvězd kolem jádra Galaxie je přibližně 200 milionů roků, zatímco stáří Galaxie je více než 10^{10} let. Povšimněme si, že v této vývojové fázi neporostou charakteristiky civilizace v čase t exponenciálně, protože tomu brání konečná rychlost světla, ale porostou podle mocninné funkce, napřed se třetí mocninou t, poté ještě pomaleji, s druhou mocninou t - tedy okolnost, kterou není obtížné dokázat.

Civilizace ovládající celou Galaxii je ovšem systém kvalitativně odlišný od civilizace II. typu. Se vši určitostí můžeme říci, že současný rozvoj přírodních věd a také zkušenosti s dvaceti let kosmické éry vylučují existenci příčin, které by principiálně znemžňovaly takový vývoj. Obraz, který jsme nastínili, především mezihvězdné lety automatických kosmických lodí se "zarazenými" rozumnými bytostmi, není v rozporu ani s jediným ze známých přírodních zákonů. Naopak - logicky z nich vyplývá! To však neznamena, že jakákoliv civilizace se musí vyvíjet podle popsaného schématu. Ale pro určitou část civilizací, které vznikly v naší Galaxii během miliard let jejího vývoje, takový vývoj logicky měl proběhnout. Neboť takový vývoj je alternativou "stabilní" civilizace s neměnnou "strategií chování".

Už Ciolkovskij na počátku století zdůrazňoval neomezené "kosmické" možnosti rozumu. Realistický odhad možností a perspektiv současné vědy i techniky dává za pravdu této myšlence našeho významného myslitele a možná, že je to největší myšlenka z těch, které člověk vůbec vyslovil.

Galaktická "civilizace III. typu" se svými zdroji surovin 10^{40} kg a odpovídajícími "astronomickými" zdroji energie může přikročit k plánovitému ovládnutí a přetvoření metagalaxie. Zde se poprvé setkáváme s novou situací: charakteristická doba takového ovládnutí nesmí být v žádném případě menší než stáří metagalaxie, kterou zde ztotožňujeme s rozpínající se vesmírem.

Máme tedy logické důvody předpokládat, že přinejmenším určitá část civilizací se v průběhu svého exponenciálního rozvoje musí stát činitelem kosmického charakteru, když zahrne do své tvůrčí činnosti jednotlivé planetární soustavy, galaxie a dokonce metagalaxii. V takovém případě bychom však

očekávali, že budeme moci pozorovat projevy jejich resumové kosmické činnosti. Svého času (r. 1962) jsme takový jev označili jako "kosmický zárazak". Zformulujeme nyní dvě základní fakta, jež mají rozhodující význam pro posuzovaný problém:

1. Celý soubor současných astronomických pozorování, pokud dnes můžeme posoudit, zřejmě vylučuje, že by třeba jen na jediném místě ve vesmíru existoval "kosmický zárazak".
2. Dnešní poznatky věd o Zemi (včetně biologických a humanitních) vylučují možnost návštěvy nebo kolonizace naší planety zástupci jakýchkoli mimozemských civilizací.

Rozebereme nyní podrobněji tato fakta. Vždycky se samozřejmě najdou lidé (a mezi nimi dost vědů - jsou to konečně taky lidé), kteří ten či omen dosud neznámý jev ve vesmíru budou ochotni považovat za "kosmický zárazak".

A. Zdá se, že historicky prvním příkladem, kdy byl přírodní jev interpretován jako "kosmický zárazak", je hypotéza významného anglického vědce Haldana, podle níž výbuchy nov jsou jaderné katastrofy, které udělaly tečku za rozvojem civilizací v Galaxii. Stojí za povšimnutí, že v době, kdy byla tato hypotéza vyslovena (roku 1924), netušil nikdo, že by bylo možné získávat jadernou energii - nebyl například ještě znám neutron! Rozvoj astronomie neuvratně dokázal přirozenou podstatu vzplanutí nov. Přesto vzrušuje jasnozřivost významného anglického učenice, který na samém počátku předvídal velkou potenciální hrozbu přírodních sil, uvolněných lidským rozumem.

Jiný dobrý příklad iluze "kosmického zárazaku" je počáteční období historie pulsarů, objevených roku 1967. Další příklad: snad nejsložitější problém současné astrofyziky je otázka galaktických jader a jejich podivuhodné aktivity. Ještě zdaleka těmto zvláštním objektům nerozumíme, přes množství pozorovacích údajů z celého spektra elektromagnetického záření - od radiového po gama. Tento problém se vynořil asi tak před dvěma desítkami let a je velmi obtížný, zvláště uvážíme-li velké vzdálenosti galaktických jader a jejich malé rozměry. Autor tohoto článku předpokládá stejně jako někteří jiní specialisté, že galaktická jádra jsou obrovskými černými děrami s hmotnostmi od tisíců do mnoha miliard \odot , které se zákonitě a přirozeně vytvořily v centrálních částech různých galaxií v průběhu jejich vývoje. Známe i jiné hypotézy, které se pokoušejí jinak, ale zcela přirozenou cestou vysvětlit tento jev. Budeme-li o to hodně stát, můžeme ovšem bez vážného opodstatnění považovat galaktická jádra za vytvozený "kosmický zárazak" ...

Hodně nadějí vkládali a vkládají přívrženci "kosmických zárazků" do infračervené astronomie, která se v posledních letech tak rychle rozvíjí. Má to své vážné logické opodstatnění. Civilizace II. typu, která vytvoří kolem své centrální hvězdy umělou biosféru, nutně totiž bude vyzařovat infračervené záření odpovídající její teplotě. Ta bude blízká průměrné teplotě povrchu Země, t.j. ≈ 300 K - proto takovou civili-

zaci bychom měli pozorovat jako bodový zdroj infračerveného záření. Jestliže Dysonova sféra není zcela uzavřená nebo má značnou "porovitost" - a to je nejpravděpodobnější - pak s takovým zdrojem musí souviset hvězda víceméně podobná Slunci.

Třebaže dnes známe desti velký počet infračervených zdrojů, nepochybně mají všechny bez rozdílu přirozený původ. Můžeme ovšem předpokládat, že s růstem citlivosti detektorů infračerveného záření značně vzroste počet pozorovaných zdrojů a mezi nimi mohou být umělé - kdo ví? Ale autor tohoto článku je toho názoru, že objevíme-li zbytkové infračervené záření u jakékoliv napohled více méně normální hvězdy, nelze nic jistého říci o možnosti, že ten zdroj je "umělý" (resp. biogenní - pozn. překl.). Konečným kritériem jistoty v astronomii je praxe astronomických pozorování a především možnost na základě správné teorie předpovídat nové dosud zcela nečekané výsledky pozorování. Jen taková praxe zaručuje normální vývoj naší vědy a neustále ji ohraní před nejrušnějšími omyly, do kterých nutně upadá lidské myšlení, které má, jak víme, daleko do dokonalosti. Právě pozorování například dokázala přirozený původ pulsarů a shledala a shledala v nich rychle se otáčející neutronové hvězdy se silným magnetickým polem. Totéž nepochybně dříve či později nastane s galaktickými jádry a všemi jinými kosmickými "quasi-zázraky". Předpoklad přirozeného původu libovolného kosmického signálu, předložený autorem tohoto článku na symposiu v Bjurakanu, musí být vždy splněn.

Zvláštní zájem se věnuje možnosti, zda se podaří zachytit radiové signály technicky rozvinutých civilizací, řekněme civilizací II. typu. To lze vysvětlit tím, že mnozí autoři, jak jsme se o tom zmínili výše, převádějí obecný problém mimozemských civilizací na problém vzájemného radiového spojení (CETI). Kdysi jsme už upozorňovali, že taková případná civilizace ve Velké galaxii v Andromedě by jako nepřirozenější strategií spojení zvolila takovou, při níž by "držela" celou naši Galaxii v radiovém paprsku s jasnými charakteristikami umělého původu. V takovém případě by se signál vysílal najednou pro stovky miliard hvězd a dalo by se počítat s tím, že všechny civilizace naší Galaxie ho zachytí. Díky nesmírnému pokroku radioastronomie můžeme zaregistrovat zcela slabé radiové zdroje a tu se ukazuje, že pokud z galaxie v Andromedě vůbec vycházejí radiové signály umělého původu, je výkon vysílače nejméně milionkrát nižší než celé záření Slunce. Je to velmi vysoká hodnota. Přesto však supercivilizace, jež využívá všechny zdroje svého hvězdného systému, mohla by se trochu "ukázat" a takový signál vysílat.

Provedme nyní rozbor varianty, kdy je taková civilizace přítomna v hranicích naší Galaxie. V takovém případě by mohla oznámit svoji existenci všem galaktickým "bratřím v rozumu" tak, že by vytvořila "umělý pulsar" - radiový maják s "nožovou" charakteristikou, jehož paprsek by se otáčel podle nějakého "nepřirorodního" zákona kolem osy kolmé ke galaktické rovině. Takové "umělé pulsary", pokud lze posoudit, nepozorujeme. Z této skutečnosti vyplývá, že jejich

výkon je nejméně desetimiliónkrát menší než celkový výkon slunečního záření.

Rozumí se, že tyto argumenty nejsou jasnými důkazy nepřítomnosti "supercivilizací". Ty přece mohou pro mezihvězdné spojení používat i nižší výkony nebo vůbec zvolit jinou strategii hledání civilizací a navazování kontaktů s nimi. Přesto naše úvahy musí přimět entusiasty - pragmatiky, aby se měli na pozoru. Shrňme-li naše úvahy, musíme říci, že empirický fakt nepřítomnosti "kosmických zástraků" mluví jasně pro nepřítomnost jakýchkoliv supercivilizací v naší Galaxii i v sousedních hvězdných soustavách. Kosmické aktivity takových supercivilizací bychom si nutně museli všimnout. Je pochybitelné, že hledání v tomto směru bude pokračovat spolu s dalším rozvojem radioastronomického výzkumu.

B. V posledních letech jsme si nemohli stěžovat na nedostatek různých spekulativních hypotéz o návštěvě Země mimozemšťany, jak v minulosti, tak v současnosti ("létající talíře"). Žádné vědecké opodstatnění však takové hypotézy nemají. Je vhodné ještě podotknout, že v případě, kdy by se Země dostala za čelo "rázové vlny" rozumu postupujícího Galaxií, musela by jím být radikálně přetvořena. V prvním období by se asi mimozemšťané omezovali jen na sporadické návštěvy, ale dlouhodobý proces přeměny hmoty za čelem rázové vlny postupující civilizace by nutně a velmi radikálně musel zasáhnout naši planetu. Na tuto okolnost nedávno poukázal americký odborník Hart.

Možná, že se také najdou tak "radikálně myslící" meziky, že samotný vznik života na Zemi a výsledek jeho vývoje - vznik rozumných bytostí - se pokusí objasnit záměrným působením mimozemských rozumných činitelů. Kdybychom podobné "ideje" rozvíjeli dále, nebyle by už vůbec obtížné "objasnit" celý pozorovaný obraz světa působením "superrozumného" kosmického faktoru. Konkrétní vědeckou námítkou proti takovému čistě náboženskému pojetí je třeba jen celý tři miliardy let trvající vývoj života na Zemi, podmíněný imanentními příčinami poznávanými vědou (darwinovský přírodní výběr a mutace). Náboženské představy stejně jako kdysi jsou i dnes v nesmiřitelném rozporu s vědou.

Analýza skupin činitelů A i B tedy s velkou pravděpodobností vylučuje možnost, že by nejen v naší Galaxii, ale v celé místní soustavě galaxií a především v galaxií v Andromedě existovaly nějaké supercivilizace. Ale protože určitá část primitivnějších civilizací zemského typu, které překonaly četné krizové situace, musí nastoupit cestu neomezené expanze, musíme logicky uzavřít, že počet civilizací "pozemského" typu v místní soustavě je buď nevýznamný, nebo spíše rovný nule. Kdybychom věděli, jaká část primitivních civilizací nastoupí cestu neomezené kosmické expanze po překonání "potíží růstu", mohli bychom dát určitější odpověď. Třebaže se dosud neodvážíme žádného kvantitativního odhadu, nejspíš tato část bude velmi malou veličinou. Kdybychom tvrdili opak, znamenalo by to, že bychom buď museli připustit osudovou nevyhnutelnost zániku téměř každé civilizace na její planetě ještě před vniknutím do vesmíru, nebo bychom nutně museli

předpokládat, že všechny civilizace přijmou rovnovážnou strategii "zlatého věku" s úplnou ztrátou zájmu o vesmír. Poslední možnost však prakticky znamená, že jsme ve vesmíru sami. Přesněji: rozum ve vesmíru by se nám jevil jako "jednota rozmanitosti".

Proti uvedeným důvodům o velké pravděpodobnosti, že jsme ve značné části vesmíru sami, by mohla být vyslovena vážná námítka: máme právo extrapolovat naše současné představy o civilizaci, vědě, technologii, atd., na takové nesrovnatelně složitější systémy, jakými jsou supercivilizace? Jak jsou takové extrapolace osidlné, můžeme ilustrovat na následujícím zajímavém příkladu. Jeden z největších fyziků 17. století Huyghens jako syn své doby věřil na astrologii, ač byl jinak pokrokový. Když pak skombinoval astronomický fakt, že kolem Jupitera krouží čtyři měsíce, s astrologickou představou, že Mésias je ochráncec námořníků, došel tento veliký nizozemský fyzik k závěru, že povrch Jupitera musí být porostlý ... konopím, z něhož se dělají lana - důležitá součást tehdejší technologie plachetního loďstva ...

Je však zásadní rozdíl mezi Huyghensovou dobou a koncem 20. století. Tehdy vědecké poznání okolního světa teprve nastoupilo svou triumfální cestu. Dnes jsou dostatečně známy základní zákony přírody, které popisují chování hmoty na úrovni atomu a do jisté míry i na úrovni atomového jádra. V této souvislosti je zajímavé si povšimnout, že poznání základních zákonů přírody nijak neodpovídá exponenciálnímu zákonu. Exponenciálně rostou "jen" parametry praktické činnosti civilizace a složitost civilizací studovaných a používaných systémů.

Devatenácté století nedalo vědě méně, než naše dvacáté. Konečně - každý, kdo se vyzná ve fyzice, ví, že první třetina 20. století se vyznačovala podstatně větším počtem fundamentálních objevů, než následujících čtyřicet let. Není to jistě náhodné, ale podle našeho předpokladu důsledek toho, že počet objektivně existujících a poznatelných fundamentálních přírodních zákonů je konečný.

Poznáváme obraz objektivně existujícího vesmíru se všemi jeho zákonitostmi, a tento obraz vylučuje, že by se v něm dala najít nějaká rozumová činnost v kosmickém měřítku. Protože bychom si toho nutně všimli, kdyby rozum takto přetvářel kosmické objekty. Přetvářející činnost rozumu se musí vyznačovat plně materiálním charakterem.

Jak se tudíž ukazuje, je závěr, že jsme sami ne-li v celém vesmíru, tedy určitě v naší Galaxii nebo dokonce v místní soustavě galaxií, odůvodněn dnes ne hůř, ale zaručeně lépe než tradiční koncepce množství obydlených světů. Předpokládáme, že tento závěr (nebo dokonce jen možnost, že k takovému závěru dojdeme) má výjimečný význam pro filosofii. Přes tak rozšířené "optimistické" představy, podle kterých nejbližší mimozemské civilizace jsou od nás vzdáleny 100 - 200 pc, se dnes musíme považovat prakticky za osamočenné. Protože v oblasti Galaxie s poloměrem 300 pc je kolem 10¹⁷ hvězd, jasně to demonstřuje vzácnost výskytu rozumného

životu ve vesmíru. 10^7 hvězd - to je 10^{37} kg hmoty, zatímco hmotnost živé složky zemské biosféry je 10^{15} kg, to je 10^{17} krát méně!

Musíme uzavřít, že díky nejvzácnější soubře málo pravděpodobných okolností vznikl na Zemi před 3 - 3,5 miliardami let život a dosáhl stadia rozumu a rozvinuté technologie. Takový jev ve vesmíru je vysoce vzácný. Odporuje snad tento závěr základům naší dialekticko-materialistické filosofie? Taková otázka je nesmyslná, protože závěr o jedinečnosti rozumného života ve vesmíru vyplynul z analýzy pozorovaných objektivně existujících faktů a je proto sám výrazem zákonitosti, které ve vesmíru objektivně existují. Jak je známo, nelze osud filosofie dialektického materialismu spojit s platností toho či onoho přírodovědeckého tvrzení. Současná koncepce vesmíru rozpínajícího se ze singularity například ani v nejmenším neodporuje naší materialistické filosofii. Naopak - sama myšlenka vývoje obsažená v této koncepci plně odpovídá duchu dialektického materialismu.

Soudíme, že závěr o naší jedinečnosti ve vesmíru (ne-li naprosté, tedy prakticky úplně) má velký morální etický význam pro lidstvo. Nesmírně vzrůstá cena toho, co dosáhneme na poli technologie a především humanity. Vědomí, že jsme jakoby "avantgardou" hmotného vývoje v celém vesmíru, nebo aspoň v ohromné jeho části, se musí stát mohutným podnětem pro tvořivou činnost každého jednotlivce i celého lidstva. Nesmírnou měrou roste odpovědnost člověka vzhledem k výjimečnosti úkolů, před nimiž stojí. V ostrém světle se tu ukazuje, že nesmíme dopustit stavistické společenské jevy, nesmyslné a barbarské války, sebevražedné ničení životního prostředí.

Pevně zakořeněná víra v rozumné mimozemšťany, kteří pomocí přímých kontaktů nebo radiových signálů nás hloupě naučí rozumu, je jasnou iluzí. Tvrdé poznání, že "nikdo nás nezachrání - ani bůh, ani car, ani hrdina", musí také vychovat pocit odpovědnosti za jednání jednotlivců i celého lidstva.

Nikdo nám nedá "cenná poučení", jak vládnout vesmíru a jaké strategie má naše jedinečná civilizace použít. Rozhodnout musíme jen my sami. Nepochybujeme, že dialektický návrat ke zcela zvláštní variantě geocentrické nebo spíše antropocentrické koncepce staví do nového světla starý problém člověka a vesmíru.

Se souhlasem autora volně přeložil P.Přihoda

Základní černé díry

Úvod +/

Černé díry (pokud vůbec existují, což se ovšem dnes zdá být již téměř jisté) jsou objekty, které vznikají např. gravitačním kolapsem dostatečně hmotných hvězd. Různými procesy patrně vznikají i suprahmotné černé díry s hmotami až 10^8 hmot Slunce. Po svém vzniku se černá díra díky vysoce rychlému gravitačnímu záření velmi rychle ustálí ve stacionárním stavu. Je skoro jisté, že tento stav je zcela určen pouhými třemi parametry, a to hmotou M , impulsem L a nábojem Q a že tedy metrika prostoročasu v okolí černé díry je plně popsána Kerrovým-Newmannovým řešením Einsteinových rovnic. Tato Wheelerova hypotéza, vyjadřovaná výřekem "černá díra nemá žádné vlasy", byla potvrzena v řadě speciálních případů, ačkoli její obecný důkaz zatím neexistuje.

Charakteristickým znakem černé díry je existence tzv. horizontu, kompaktní plochy, která představuje "hranicí" černé díry a funguje jako jednosměrná propustná membrána - cokoliv může projít "dovnitř", ale nic, ani světlo nemůže vyjít "zpod horizontu ven". Pozorovatel, padající na černou díru, ovšem průchod horizontem vůbec nezaznamená. Bude velmi padat dále a může se přesvědčit o další pozoruhodnosti černé díry - o singularitě, v níž divergují invarianty Riemannova tenzoru a hustota kolabující hmoty se stává nekonečnou. Pozorovatel sám skončí buď v singularitě, nebo (v případě rotující či nabitě černé díry) může snad projít do jiné části vesmíru, případně do vesmíru jiného, než je náš, kde je vyvržen bílou dírou. (Otázkou ovšem je, zda tyto exotické topologické vlastnosti Kerrova-Newmannova řešení existují i v případě reálného kolapsu.) V singularitě ztrácení smysl veškeré fyzikální pojmy a zákony. Stav vesmíru v budoucnosti nelze tedy předvídat na základě znalosti jeho stavu v přítomnosti, neboť nevíme, co se v singularitě vyloštne.

Existence singularit je velmi nepřijemným důsledkem obecné teorie relativity. Hawkingovy a Penroseovy teoremy však ukazují, že singularita v prostoročase je nevyhnutelná, jsou-li splněny jisté tak obecné podmínky jako přitažlivost gravitace, pozitivní definitnost energie, apod. K překonání těchto těžkostí byla navržena hypotéza tzv. "kosmické cenzury", která tvrdí, že každá singularita, vzniklá gravitačním kolapsem, je skryta pod horizontem, že tedy "nahá singularita" (vyskytující se např. v případě bílé díry nebo Kerrey metricky s $L > GM^2/c$) nemůže reálně existovat. Singularity by pak nemohly nepředvídatelně ovlivňovat vývoj vesmíru vně horizontu. Jak ovšem poznamenává S.W.Hawking, tato hypotéza

+/ O obecné charakteristice a vlastnostech černých děr se zde zmíníme jen velmi stručně, protože v nedávné době vyšly v tomto věstníku o dané problematice přehledné úvodní články [1], [2].

opomíjí pozorovatele, padajícího do černé díry, i fakt, že big bang je nahou singularitou.

Často se také uvažuje možnost, že vzniku singularity zabrání kvantové gravitační efekty. Konsistentní kvantová teorie gravitace však dosud nebyla vytvořena. Kvantování samotného gravitačního pole by ale mělo být podstatné až na délkách řádu 10^{-33} cm a menších. Efekty, dané kvantovým chováním polí na pozadí klasického zakřiveného prostoročasu obecné teorie relativity jsou významné při poloměrech křivosti daleko větších (řádově 10^{-13} cm i více). Výpočty ukazují, že díky těmto efektům ani horizont černých děr nezabrání narušení některých fyzikálních zákonů a nepředvídatelným vlivům na budoucí stav vesmíru. První náznaky takovýchto "nepříjemností" se objevily v oblasti zvané

termodynamika černých děr.

Pro chování černých děr totiž platí čtyři zákony, analogické hlavním větám termodynamiky [3]. Již v roce 1970 zjistil S.W.Hawking, že při všech procesech, odehrávajících se s černou dírou, se nemůže zmenšit plocha A povrchu jejího horizontu:

$$\delta A \geq 0 \quad (\text{druhý zákon})$$

Plocha A se zvětšuje (nebo zůstává stejná) při akreci hmoty na černou díru a též při srážce dvou černých děr je plocha povrchu výsledné černé díry větší, než součet ploch povrchů původních černých děr. (V tomto případě se A vždy zvětší, srážka černých děr je tedy proces nevratný a rozpad - bifurkace - černé díry není možný). Tento zákon připomíná slavnou druhou větu termodynamiky, plocha povrchu černé díry je analogií entropie.

Tuto analogii posiluje další zákon, výraz pro změnu energie černé díry (danou jako $E = Mc^2$) při malých změnách jejích parametrů. Platí totiž (pro jednoduchost se omezíme na případ nenabitě, tedy Kerrovy černé díry):

$$\delta E = \frac{\kappa c^2}{8\pi G} \cdot \delta A + \Omega \delta L \quad (\text{první zákon})$$

kde Ω je úhlová rychlost rotace černé díry (její význam: úhlová rychlost libovolné částice, padající na černou díru, je při průchodu horizontem rovna Ω) a κ je tzv. povrchová gravitace, veličina, která je mírou intenzity gravitačního pole na horizontu [†]. Je třeba podotknout, že všechny uvedené veličiny jsou v případě Kerrovy černé díry v prázdném prostoru jednoznačně dány její hmotou a impulsmomentem:

$$A = \frac{8\pi G}{c^4} (GM^2 + \sqrt{G^2 M^4 - L^2 c^2}),$$

$$\Omega = \frac{4\pi L}{M \cdot A},$$

[†] Pro nerotující černou díru je $\kappa = GM/R_g^2$ a rovná se velikosti čtyřhrzrychlení testovací částice, přepočteného na čas vzdáleného pozorovatele, při průchodu horizontem.

$$\kappa = \frac{4\pi (r_+ c^2 - GM)}{A}$$

kde r_+ je radiální souřadnice horizontu:

$$r_+ = \frac{1}{c^2} (GM + \sqrt{G^2 M^2 - L^2 c^2 / M^2})$$

Výše uvedený první zákon fyziky černých děr připomíná první hlavní větu termodynamickou pro rotující těleso:

$$\delta E = T \delta S + \Omega \delta L$$

Z tohoto hlediska je povrchová gravitace analogií teploty. Tuto interpretaci posiluje další zjištění, že totiž

$$\kappa (\text{na horizontu}) = \text{const.} \quad (\text{nultý zákon}),$$

podobně, jako je teplota tělesa v termodynamické rovnováze ve všech jeho částech stejná. Jak však chápat např. analogii entropie s čistě geometricky definovanou veličinou, jakou je plocha povrchu černé díry?

V roce 1972 navrhl J.D. Bekenstein vysvětlení: V průběhu gravitačního kolapsu se ztrácí obrovské množství informací. Počet konfigurací, z nichž gravitačním zhroutením vznikne černá díra o daných parametrech M, L, Q je nesmírný. Z klasického hlediska dokonce nekonečný, neboť kolabující hmota se může skládat z částic o libovolně malé hmotě. Bekenstein ovšem uvážil, že z hlediska kvantové teorie je situace odlišná - Comptonova vlnová délka kolabujících částic musí být menší než charakteristický rozměr černé díry, její gravitační poloměr. Počet konfigurací, vytvářejících danou černou díru, je tedy konečný a jeho logaritmus lze (po násobení Boltzmannovou konstantou) chápat jako hodnotu entropie černé díry. Takto definovaná entropie je přitom úměrná ploše horizontu. Konstanta úměrnosti byla později určena Hawkingem jako $\kappa c^3 / 4G\hbar$. Černé díře tedy přísluší entropie

$$S = \frac{\kappa c^3}{4G\hbar} \cdot A$$

a teplota

$$T = \frac{\hbar}{2\pi \kappa c} \cdot \kappa$$

Opět to byl Bekenstein, který první navrhl, že druhý zákon fyziky černých děr lze zobecnit tak, aby zahrnoval i hmotu vně černých děr. Označíme-li entropii této hmoty \tilde{S} a součet entropií černých děr S , je jeho tvar

$$\delta S + \delta \tilde{S} \geq 0 \quad (\text{zobecněný druhý zákon}).$$

Podle analogie s běžnou termodynamikou lze postulovat i třetí zákon fyziky černých děr:

Hodnota $\kappa = 0$ není dosažitelná (třetí zákon)
konečným počtem operací .

Protože hodnota $\kappa = 0$ odpovídá tzv. extrémní černé díře, ($L = GM^2/c$) pro extrémní Kerrovu černou díru; pro $L > GM^2/c$ již Kerrovo řešení představuje nahou singularitu), má nedosažitelnost nulové povrchové gravitace úzkou souvislost s hypotézou kosmické cenzury. Důkaz třetího zákona fyziky černých děr však neexistuje a naopak P.C.W.Davies ve své práci [4] dokazuje, že pro nedosažitelnost stavu $\kappa = 0$ neexistují žádné termodynamické důvody.

Užitečnost uvedených zákonů je vidět např. při zkoumání možnosti extrakce energie z černé díry. Z prvního a druhého zákona plyne, že extrakce energie (tedy snižování hmoty černé díry) je možná snižováním impulsmomentu, tedy na úkor rotace černé díry. Proces, který by toto umožnil, navrhl Penrose: Těleso vletí do ergosféry (oblast vně horizontu rotující černé díry, v níž mohou existovat částice se zápornou celkovou energií), tam se rozpadne na dvě části - první, se zápornou celkovou energií, prolétne horizontem do černé díry a druhá vylétne ven z ergosféry s celkovou energií větší, než mělo původní těleso. Účinnost procesu je tím větší, čím blíže horizontu se rozpad udál - v mezním případě rozpadu na horizontu nedochází ke zvětšení plochy horizontu (a tedy ani entropie černé díry). Obdobným jevem je superradiace, fenomén, kdy dopadající elektromagnetická (či jiná) vlna může být místo zeslabení zesílena. Přesněji: dochází k zesílení modů vlny

$$\exp [i (\omega t + m\varphi)] R_{\omega m} (r, \theta) ,$$

pro něž $\omega < m \cdot \Omega$. Černá díra tak funguje jako jakýsi obrovský maser. I v tomto případě je energie čerpána na úkor rotace černé díry. Z nerotující (a nenabitě) černé díry nelze podle zákonů fyziky černých děr energii extrahovat vůbec.

Zdánlivě by tedy bylo vše v pořádku. Při bližším pohledu však objevíme

paradoxy klasického obrazu.

Podle zákonů termodynamiky černých děr je černé díře přiřazena jistá nenulová teplota T . Černá díra by tedy měla být v rovnováze se zářením černého tělesa o téže teplotě. To však není možné, neboť podle klasických představ nerotující a nenabitá černá díra záření pouze pohlcuje, chová se tedy jako by to bylo těleso s nulovou absolutní teplotou. Aby jí mohla být přiřazena nenulová teplota, musela by emitovat záření.

Stejně tak podle klasických představ v některých situacích selhává zobecněný druhý zákon fyziky černých děr. Uvažujme nerotující (a nenabitou) černou díru o teplotě T_d (odpovídající její povrchové gravitaci), obklopenou hmotou (případně zářením) o teplotě T_n . Interakcí (akrecí) bude za jistý časový okamžik černé díře předána energie δE . Změna entropie černé díry bude $\delta S = \delta E/T_d$ a změna entropie hmoty

$$\delta S = - \delta E / T_h.$$

Podle zobecněného druhého zákona fyziky černých děr musí tedy platit

$$\delta E \left[\frac{1}{T_d} - \frac{1}{T_h} \right] \geq 0.$$

Pro $T_d > T_h$ vychází $\delta E < 0$, takže černá díra předává energii okolnímu prostředí. Klasicky je takovýto proces v případě Schwarzschildovy černé díry nemožný.

Představa, že (Schwarzschildovy) černé díry "jsou opravdu černé", že nezáří a nevydávají energii, byla tak silná, že analogie povrchové gravitace s teplotou a plochy horizontu s entropií byla považována za formální a Bekensteinova interpretace byla popírána. (Poznámku, že teplotu odpovídající povrchové gravitaci nelze brát příliš doslovně, lze najít i v práci [3].) V roce 1974 však začal Hawking zkoumat kreaci částic díky kvantovým efektům v nestacionárních fázích gravitačního kolapsu. Výsledek výpočtů byl překvapující - částice jsou kreovány i stacionárním gravitačním polem černých děr (i Schwarzschildových),

Černé díry září.

Způsob, jakým černé díry kreují částice, lze vysvětlit různě. V žádném případě se nejedná o to, že by částice, vyzařované hvězdou, která zkolabovala pod svůj gravitační poloměr, nějakým způsobem tunelovaly skrze horizont. Částice jsou kreovány samotným gravitačním polem. Jedno z vysvětlení se zakládá na představě vakua, vyplněného neustále se tvořícími a zanikajícími virtuálními páry částice - antičástice. Je-li jeden člen takového páru pohlcen černou dírou, nemá zbylý člen s čím anihilovat a pokud není též pohlcen černou dírou, odlétne do nekonečna, kde se bude projevovat jako reálná částice.

Alternativní Feynmanův výklad chápe např. antičástici jako částici, putující zpět v čase. Takováto částice může vylétnout zpod horizontu černé díry a být rozptýlena gravitačním polem tak, že se z ní stane normální částice, putující v čase vpřed, která odlétne do nekonečna. (Podrobnější názorný výklad obou pohledů lze nalézt v [5].)

Názorná je též představa, že silné stacionární gravitační pole může kreovat páry částice - antičástice podobně, jako silné pole elektrostatické a to tak, že částice a antičástice vzniknou v jisté vzdálenosti od sebe [6]. Nachází-li se vzniklá antičástice pod horizontem a částice nad horizontem, může částice uniknout do nekonečna.

Protože kvantové teorii pole v zakřiveném prostoročase byl věnován článek [7] v loňském ročníku tohoto věstníku, nebudeme se věnovat podrobnějšímu rozboru mechanismu emise záření. Připomeneme jen, že v této oblasti je třeba se vystríhat zjednodušených úvah. Úvahou tohoto typu by bylo např. konstatování, že pozorovatel, padající na černou díru, uvidí emitované záření silně zesílené (při průchodu horizontem

až na nekonečnou intenzitu) díky modrému posuvu. Ve skutečnosti padající pozorovatel převážnou část emitovaného záření vůbec nezaregistruje a jím měřená intenzita záření zůstává vždy konečná. (Vysvětlení viz [7]). Rovněž tak nelze vlastně v blízkosti horizontu mluvit o vytvořených částicích, neboť pojem částice je přesně definován až v nekonečnu, kde je prostor plochý. (Z tohoto hlediska jsou předchozí vysvětlení mechanismu kreace částic spíše názornými představami.)

Výpočty ukazují, že emitované záření má přesně tepelné spektrum ([6], [8]) - např. pro Schwarzschildovu černou díru je množství energie vyzařené za jednotku času na jednotkový povrch horizontu v intervalu frekvencí $d\omega$

$$\frac{dE}{dt dS} = \frac{\hbar \omega^3}{4\pi^2 c^2} \left(e^{\frac{\hbar \omega}{kT}} \mp 1 \right)^{-1} \cdot d\omega \cdot \Gamma_{\ell m}(\omega),$$

kde znaménko - ve vzorci platí pro bozony, + pro fermiony a T je výše zavedená teplota černé díry, úměrná povrchové gravitaci (konstanta úměrnosti byla ve skutečnosti Hawkingem určena právě z tohoto vzorce). $\Gamma_{\ell m}(\omega)$ je podíl částic s kvantovými čísly ω , ℓ , m , které po emisi uniknou do nekonečna. Zbytek částic se odrazí na potenciálové bariéře gravitačního pole a je černou dírou opět absorbován. Planckovský charakter emitovaného záření ospravedlňuje přiřazení teploty a entropie černé díře. Černá díra vyzařuje částice, jakoby byla obyčejným tělesem s teplotou T a může být v rovnováze se zářením černého tělesa o téže teplotě. Přesto se zde objevují rozdíly proti klasické termodynamice. Rovnováha je totiž obecně labilní, neboť specifické teplo černé díry je záporné.

Abychom se o tom přesvědčili, stačí uvažovat Schwarzschildovu černou díru. Kerrova černá díra nemůže být se zářením černého tělesa v rovnováze, neboť díky superradiaci, popisované výše, ztrácí svůj impulsmoment (tento proces je dále posilován tím, že přednostně jsou akreovány částice s impulsmomentem opačným, než je impulsmoment černé díry). Stejně tak nabitá černá díra emituje hlavně částice s nábojem stejného znaménka, jako je její náboj a akreuje hlavně částice s nábojem opačným, čímž svůj náboj ztrácí. +/

Teplota Schwarzschildovy černé díry je však nepřímě úměrná její hmotě,

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi k G} \cdot \frac{1}{M}.$$

+/ Tento proces může být pro dostatečně "chladné" černé díry velmi pomalý, takže lze uvažovat o částečné rovnováze nabitých černých děr. C.F.W. Davies [4] zjistil, že při jisté hodnotě náboje dochází k fázovému přechodu (má charakter přechodu 2. druhu), nad nímž je specifické teplo kladné a tedy tato částečná rovnováha černé díry se zářením černého tělesa možná.

V rovnovážném stavu je úbytek hmoty černé díry, způsobený emisí, vyvážen akrecí. Pokud však v jistém okamžiku díky fluktuacím převládne akrece, zvětší černá díra svou hmotu, její teplota se tedy sníží. Díky snížení teploty poklesne emise a nerovnováha mezi akrecí a emisí se zvětší. Obsahuje-li "lázeň" záření černého tělesa dostatečnou zásobu energie, pokračuje proces dále. V případě nekonečně velké tepelné lázně nebude rovnováha dosažena nikdy a hmota černé díry bude stále vzrůstat. (Rovnováha může nastat jen v případě, je-li energie lázně tepelného záření menší než čtvrtina energie černé díry). Z uvedeného je zřejmé, že v termodynamice černých děr je nepoužitelný pojem kanonického souboru. Tento závěr platí obecně pro systémy, v nichž se uplatňuje gravitace (97).

Naopak pokud za rovnovážného stavu převládne v určitém okamžiku emise, teplota černé díry se zvýší (neboť se sníží její hmota) a emise tedy bude dále narůstat. Černá díra se postupně "vypařuje". Závěr takového pochoodu bude velmi dramatický, ukazuje se, že

černé díry explodují.

Teplota černých děr, které vznikly kolapsem hvězd, je ovšem velmi nízká - pro černou díru s hmotou Slunce je asi 10^{-7} K. Emise je při takové teplotě zanedbatelná (ve zcela prázdném prostoru by se takováto černá díra vypařila za 10^{66} let) a je mnohonásobně překryta akrecí reliktního záření. Primordiální černé díry s nižší hmotou se však mohou vypařovat podstatně rychleji. Hmotě 10^{22} kg odpovídá teplota cca 10^{-11} K. Černá díra s touto hmotou by křivovala elektrony, pozitrony, neutrina a fotony (a také gravitony) a zcela by se vypařila za 10^{10} let. "Doba života" černé díry s hmotou desetkrát menší je již více než tisíckrát kratší. Tedy právě primordiální černé díry s původní hmotou cca 10^{12} kg by se v současné době měly nacházet v závěrečných stadiích "vypařování". Měly by být zdrojem γ - záření o energii řádově 100 MeV, takže měření pozadí γ - záření mohou určit jejich průměrnou hustotu ve vesmíru. Dosavadní pozorování ukazují, že ve vesmíru musí být méně než 7000 primordiálních černých děr na kryohlevý parsek. Pokud by tyto černé díry nebyly rozloženy rovnoměrně, ale koncentrovány v "halu" galaxií, mohla by být jejich lokální hustota v naší Galaxii až milionkrát větší. Stanovení mezi hustoty primordiálních černých děr má význam i pokud nedá pozitivní důkaz jejich existence, neboť ukazuje, že vesmír krátce po big bangu musel být hladký a neturbulentní.

Černé díry v závěru svého vypařování opravdu explodují. S rostoucí teplotou totiž roste počet druhů částic, které může černá díra vyzařovat, takže rychlost vypařování ohromně vzrůstá. (Emise každého druhu částic má typelný charakter a tedy nezávisí na emisí jiných druhů částic; navíc slabé potenciálová bariéra gravitačního pole, odrážející částice zpět do černé díry.) Závěr procesu závisí na počtu druhů existujících elementárních částic. Je-li správná kvar-

ková hypotéza, uvolní se za poslední desetinu sekundy energie asi 10^{25} J. Pokud platí teorie hadronového bootstrapu uvolní se v poslední zlomku sekundy energie ještě 10^5 krát větší. Pozorování explozí černých děr (snad pomocí Čerenkovova záření elektron - pozitronových správek, vzniklých ve vysokých vrstvách atmosféry z vysokoenergetického γ - záření, pocházejícího z těchto explozí, jak se o tom zmiňuje [57]) by tedy mohlo poskytnout jinak nedostupné informace fyzice elementárních částic.

Konečné stadium exploze by mělo záviset na efektech, spojených s kvantovým chováním samotného gravitačního pole. Tyto efekty budou podstatné při gravitačním poloměru černé díry srovnatelném s Planckovou elementární délkou ($\sqrt{h\bar{g}/c^3} \approx 10^{-35}$ m), tedy pro černé díry s hmotou řádu 10^{-8} kg (a menší). Uvažuje se dokonce, zda by takto malé černé díry nemohly být opět stabilní.

Vraťme se k obecným důsledkům emise černých děr. Záření je emitováno z oblasti, kterou charakterizují pouhé tři parametry - hmota, impulsmoment a náboj. Tyto parametry omezují jen málo počet možných emitovaných konfigurací. Je rozumné předpokládat (a Hawkingovy výpočty to potvrzují), že všechny konfigurace částic, slučitelné se zákony zachování energie, impulsmomentu a elektrického náboje mají stejnou pravděpodobnost emise. Tento výsledek je znám jako

princip náhodnosti.

Kdyby některá z konfigurací (o stejné energii, impulsmomentu a náboji) měla větší pravděpodobnost emise, než jiná, poskytlo by to pozorovateli dodatečnou informaci o černé díře, jakousi další její charakteristiku, jinou než M , L a Q . Avšak podle Wheelerova teoremu černá díra žádnou takovouto další charakteristiku nemá - všechny "zapomněla" během kolapsu. Všechny konfigurace jsou tedy emitovány se stejnou pravděpodobností (i když ne každá konfigurace se stejnou pravděpodobností dosáhne nekonečna, protože pravděpodobnost odrazu emitovaných částic na potenciálové bariéře gravitačního pole zpět do černé díry závisí např. na energii a impulsmomentu jednotlivých částic). Proto má emitované záření tepelné spektrum - tomu odpovídá nejvyšší počet konfigurací. Řečeno výstižnými slovy S.W.Hawkinga: "Je možné, aby černá díra emitovala televizor nebo Proustova díla v deseti v kůži vázaných svazcích, ale množství konfigurací částic, které odpovídá této možnosti, je zanedbatelné malé. Zdaleka největší počet konfigurací odpovídá emisi se spektrem, které je skoro tepelné."

Důsledky principu náhodnosti lze ukázat na příkladu zákona zachování baryonového náboje. Již v klasickém pojetí neprozrazuje na sebe černá díra, zda byla vytvořena kolapsem baryonů, antibaryonů, nebo např. neutrin. V principu však bylo možno tvrdit, že uvnitř černé díry se baryonový náboj zachovává - díky kosmické cenzuře zůstávalo vše skryto pod horizontem. Emise záření z černé díry však obchází kosmickou cenzuru - singularita jako by o sobě "dávala vědět". Podle

++/ viz str. 25

principu náhodnosti jsou emitovány se stejnou pravděpodobností baryony i antibaryony - baryonový náboj emitovaného záření je nulový. Zákon zachování baryonového náboje je tedy zjevně narušen. †

Hypotéza kosmické cenzury zakazuje bílé díry. Einsteiny rovnice a rovnice kvantové teorie pole na pozadí zakřiveného prostoročasu jsou však invariantní vůči inverzi času. Proto je-li možný nějaký proces, musí být možný i proces k němu (v čase) opačný. Opačným procesem k pohlcování částic černou dírou je vyzařování částic bílou dírou; opačným procesem ke kreaci částic gravitačním polem černé díry je anihilace částic gravitačním polem bílé díry. Všechny tyto procesy musí být možné. Jak ukazuje S.W. Hawking [9], termodynamicky vzato je dokonce vypařování černé díry procesem (v čase) opačným k tvoření černé díry. Zdánlivá časová nesymetrie je dána tím, že se většinou realizuje přechod z uspořádanějšího stavu k méně uspořádanému (kterému odpovídá větší počet možných konfigurací částic), je to tedy efekt čistě statistický. Z uvedeného vyplývá, že pro vzdáleného pozorovatele jsou černé a bílé díry nerozlišitelné - bude-li používat metriku černé díry, bude chápat částice padající na černou díru jako pohlcené horizontem a vyletující částice jako vytvořené gravitačním polem; pokud bude používat metriku bílé díry, bude si představovat, že padající částice jsou anihilovány gravitačním polem a vyletující částice že jsou emitovány singularitou. Záření ze singularity má opět tepelné spektrum, princip náhodnosti platí tedy i v případě bílé díry. (Lze postupovat i naopak: postulovat princip náhodnosti i pro bílou díru a odtud vyvodit, že její záření má tepelné spektrum, že tedy bílá díra není pro vzdáleného pozorovatele rozlišitelná od černé díry.) Pozorovatel, padající do černé díry, zjistí, že jde o černou díru (pod horizontem bude pozorovat jen padající částice), nemůže však již o svém zjištění podat zprávu.

Klasická mechanika dovozovala z výsledků měření v minulosti předpovídat přesně výsledky měření v budoucnosti. Kvantová teorie omezila tuto možnost principem neurčitosti. Princip náhodnosti představuje další omezení - stav systému v budoucnosti závisí nejen na jeho stavu v minulosti, ale i na tom, co bude pohlceno černou dírou a co z ní bude emitováno (resp. vylétne z bílé díry). V systému tedy mizí informace a objevuje se náhodná informace nová (což je vlastně ekvivalentní - obojí představuje vzrůst entropie). Toto omezení je větší, než omezení, plynoucí z principu neurčitosti. (V řeči kvantové teorie se to projeví tak, že systém není již popsán čistým kvantovým stavem, ale maticí hustoty.)

†/ Zákon zachování baryonového náboje by byl narušen i kdyby (díky porušení CP - invariance) černá díra emitovala např. baryony s větší pravděpodobností než antibaryony, neboť převážná většina hmoty černé díry se "vypaří" ve formě částic s nulovou klidovou hmotou a leptonů.

Zjednodušeně se lze vyjádřit tak, že v klasické mechanice lze předpovídat přesně polohu i impuls částice, v kvantové mechanice buď jen polohu, nebo jen impuls (nebo jen jednu jejich kombinaci), zatímco v případě černé díry, emitující částice, nelze předpovědět přesně ani polohu, ani impuls, ani jakoukoli jejich kombinaci. Předpovědět lze jen pravděpodobnost emise určité částice.

Závěr

Skepticismus není na místě. Přestože se zachvívají v základech takové zákony, jako zákon zachování baryonového náboje, přestože od sebe nerozeznáme černou a bílou díru, přestože se singularity nenechají uzavřít do podsvětí horizontů a princip náhodnosti nám svazuje ruce. Poznáním zákonitosti kreace částic gravitačním polem černých děr jsme se totiž snad přiblížili i k chápání mnoha jevů velmi raného vesmíru a patrně učinili i křek na obtížné cestě k úplné kvantové teorii gravitace. +/

Literatura

- [1] M.J.Rees, *Observatory* 94, 168; volný český překlad *Kosmické rozhledy* 1 a 2, 1975
- [2] Ruffini,R., Wheeler,J.A., *Kosmické rozhledy* 1, 1977 (volný český překlad z *Physics Today*)
- [3] Bardeen,J.M., Carter,B.,Hawking,S.W., *Commun. math. Phys.* 31, 161 (1973)
- [4] Davies,P.C.W., *The Thermodynamic Theory of Black Holes*, preprint King's College, London
- [5] Hawking,S.W., *Scientific American*, český překlad *Čs.čas. fyz. A*, v tisku
- [6] Frolov,V.P., *Usp.fiz.nauk*, 118, 473 (1976).
- [7] Davies, P.C.W., *Nature* 263, 377 (1976); český překlad *Kosmické rozhledy* 3, 1977
- [8] Hawking,S.W., *Fundamental Breakdown of Physics in Gravitational Collapse*, Orange Aid Preprint - 420, Cal.Tech., Pasadena, 1975
- [9] Hawking,S.W., *Black Holes and Thermodynamics*, Orange Aid Preprint - 412, Cal.Tech., Pasadena, 1975

+/ Čtenáři, který by se o problematiku načrtnutou v článku zajímal blíže, lze doporučit velmi pěkný přehledný článek /6/.

++/ (ke str. 23) : Na rozdíl od kvarkového modelu nepředpokládá teorie hadronového bootstrapu ("vzájemného šňěrování") existenci nějakých základních částic, z nichž by se skládaly všechny hadrony (tj. silně interagující částice), ale zakládá se na hypotéze, že všechny vlastnosti hadronů lze odvodit z jejich vzájemného vnitřně bezesporného působení. Viz např. G.F.Chew: *Čs. čas. fyz. A* 23 (1973), 21.

KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Dr. Miloslav Kopecký členem - korespondentem ČSAV

Presidium ČSAV na své schůzi 21. prosince 1977 zvolilo členem - korespondentem ČSAV dr. Miloslava Kopecského, DrSc., zástupce ředitele pro vědeckou práci Astronomického ústavu ČSAV a člena našeho redakčního kruhu. Ke jmenování srdečně blahopřejeme.

Redakční kruh Kosmických rozhledů

Cena ČSAV kolektivu pracovníků stelárního oddělení ASÚ ČSAV

Presidium ČSAV se usneslo udělit jednu z výročních cen Československé akademie věd pracovníkům stelárního oddělení Astronomického ústavu ČSAV za soubor prací "Jednotná teorie vzniku a vývoje Be hvězd a její praktická aplikace". Cenu předal vyznamenaným (dr. S. Kříž, CSc., P. Harmanec, CSo., prom.fyz. P. Koubský, prom. fyz. J. Krpata, F. Ždárský) předseda ČSAV akademik J. Kožešník na slavnostním zasedání v budově ČSAV v Praze dne 5.12.1977.

Srdečně blahopřejeme

redakce KR

Blahopřejeme členům Československé astronomické společnosti, kteří se ve druhé polovině roku 1978 dožívají významného životního jubilea. Jsou to:

50 let

Ing. Rudolf Evanžin	19.12.
RNDr. Věra Sobotková, CSc.	29.12.
Boleslav Tecl	31.12.

60 let

Karel Skřehota	14. 7.
Dr. Vladimír Hlavatý	22. 9.

70 let

Karel Daach	7. 7.
Arnošt Vinš	25. 8.
František Slaviček	7.12.

75 let

Vilém Minařík	26. 9.
Antonín Němec	6.12.

80 let

Prof. Dr. Zdeněk Horák, DrSc.	6.10.
Anna Tröglerová	23.11.



Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů
Vol. 29 /1978/, No 1

Vliv harmonických v gravitačním potenciálu Země, Měsíce a
Slunce na precesní úhel zemské rotační osy

M. Burša, Astron. ústav ČSAV, Praha

V této práci jsou odvozeny harmonické členy v časových variacích precesního úhlu zemské rotační osy, vybuzené šesti Stokesovými konstantami v gravitačním potenciálu Země, třemi v potenciálu Měsíce a jednou v potenciálu Slunce.

- pan -

Určení harmonických koeficientů 14. řádu z rezonančních
změn sklonu dráhy

J. Klokočník, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

J. Kostelecký, Výzk. ústav geodetický, Observatoř Pecný, Ondřejov

Pomocí lineárních kombinací harmonických koeficientů, které našli dříve jiní autoři, se určovaly harmonické koeficienty 14. řádu a lichých stupňů.

- pan -

Poznámka k omezenému problému tří těles konečných rozměrů

M. Šidlichovský, Astron. ústav ČSAV, Praha

Hlavním cílem práce je zobečnění transformace k rotujícímu a pulsujícímu souřadnicovému systému v případě, kdy pohyb "velkých" těles (primárů) je určen obecnou silovou funkcí. Tento přístup umožňuje vzít v omezeném problému tři těles v úvahu zploštění těles. Z této transformace vyplývají okamžitě rovnice pro určení libračních bodů. Pro nekruhové dráhy primárů je existence libračních bodů možná jen pro speciální kombinace charakteristik těles.

- aut -

Studium některých strukturálních a dynamických vlastností
velké skupiny skvrn ze srpna 1972

G.S. Minasyans, Astrofyzikální ústav, Alma-Ata, Kaz. SSR

Pomocí ondřejovských snímků fotosféry (s rozlišením ~1") a obdobných fotografií z Alma-Aty se studovaly vlastní pohyby a změny ploch jednotlivých jader uvedené skupiny. Ukázalo se, že charakter pohybů je určen strukturou okolního magnetického pole. Nebyl zjištěn přímý vliv velkých erupcí na dynamiku a strukturu skvrn.

- pan -

Vliv rotačních pohybů na spektrální čáry vláken protuberancí
V. Ružďjak, Fyzik. ústav Záhřebské university, Jugoslávie

V práci se zkoumají spektrální profily rotujících vláken aktivních protuberancí, přičemž se berou v úvahu rotační, tepelné a mikroturbulentní pohyby.

- pan -

Vliv slunečních erupcí na zemské cirkumpolární proudy

L. Krivský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Autor zkoumal vliv protonových erupcí a zvýšené sluneční aktivity tohoto druhu (určené pomocí radiových vzplnutí) na ionosférické cirkumpolární toky. Bylo objeveno podstatné zvýšení uvedených elektrických proudů během několika dní, a to zejména po protonových erupcích.

- pan -

Parametry Forbushových efektů a jejich erupce ve slunečním cyklu 1965-76

L. Krivský, B. Růžičková-Topolová, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Zpracovalo se 225 efektů Forbushových poklesů na registraci kosmického záření, pro 115 z nich byly určeny odpovídající erupce. Ze záznamů ze stanic Deep River (1965 - 1972) a Calgary (1972 - 1976) byly určovány následující parametry uvedených efektů: časové zpoždění začátku efektu po určené erupci, trvání poklesové fáze, maximální pokles v procentech a rychlost poklesu. Je sledován výskyt efektů v průběhu slunečního cyklu (maximální výskyt byl v r. 1970), dále police zdrojů na slunečním disku a severojižní a východozápadní asymetrie. U každého parametru Forbushova efektu je ukázáno statistické rozdělení. Jsou zkoumány vzájemné vztahy jednotlivých parametrů a vztah jednotlivých parametrů k délkové pozici patřičné erupce. Některé významnější vztahy jsou interpretovány z hlediska charakteru tvaru magnetoplasmového oblaku.

- aut -

Fotoelektrická fotometrie na observatoři Hvar
III. Ap hvězda CQ UMa

Z. Mikulášek, Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, Brno
P. Harmanec, J. Grygar a F. Žďárský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Fotoelektrická UBV fotometrie uvedeně pekuliární hvězdy z let 1973 a 1975 se kombinovala se všemi dostupnými fotoelektrickými údaji, aby se získala vylepšená hodnota periody ($P = 2,449967 \pm 0,000025$ dní). V práci se rovněž studuje umístění této hvězdy v diagramu barva - hvězdná velikost.

- pan -

Vhodnost dalekohledů pro pozorování meteorů

M. Kresáková, Astron. ústav SAV, Bratislava

Autorka zkoumala vhodnost dalekohledů s různou vstupní aperturou, zvětšením a zorným polem. Odvodila vzorce pro předpověď hodinové frekvence a limitních hvězdných velikostí meteorů. V práci se rovněž doporučují vhodné optické vlastnosti dalekohledů pro pozorování meteorů.

- pan -

Rozdělení velkých meteorických těles podle rozměru

W.J.Baggaley, Physics Department, Univ. of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Poměrně je příslušných velkých meteorických těles (s hmotností $\sim 10^6$ g) malý, je rovněž velmi málo dostupných informací o jejich rozdělení podle hmotností. Taková tělesa někdy vytvoří meteory pozorovatelné i ve dne.

- pan -

Pozorovací údaje o meteorické emisní čáře 557,7 nm (5577 Å)

W.J.Baggaley, Physics Department, Univ. of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Ukazuje se, že údaje o meteorických stopách a rádiových ozvěnách nás informují i o mechanismu, který je příčinou vzniku výše uvedené emisní čáry.

- pan -

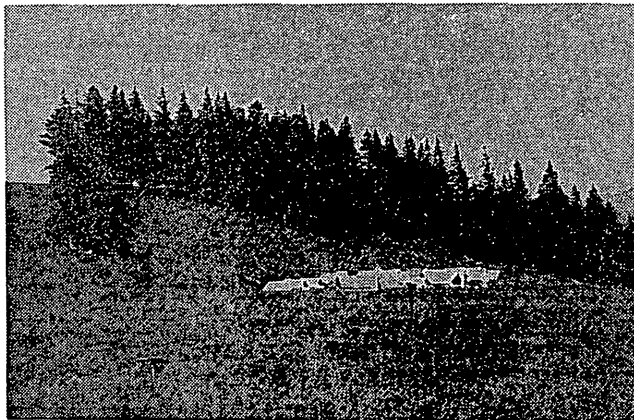
Celostátní meteorická expedice Magura 1977

Ve dnech 11.7. až 24.7.1977 uspořádala Hvězdárna a planetárium M. Koperníka ve spolupráci s Krajskou hvězdárnou v Bánské Bystrici 21. celostátní meteorickou expedici, které se zúčastnilo 30 amatérských pozorovatelů z ČSR a Slovenska pod vedením odborného pracovníka. Program expedice navazoval na expedici Smrekovica 1975, jejímž cílem bylo zjistit luminozitní funkce teleskopických meteorů pozorováním v různých výškách nad obzorem. Takový úkol vyžaduje průzračné ovzduší, jaké je pouze na horách a viditelnost na všechny čtyři světové strany bez rušivého osvětlení měst. Pracovníci bánskobystrické hvězdárny zvolili stanoviště vzhledem k daným podmínkám v Nízkých Tatrách pod vrcholem Lupčianské Magury, v nadmořské výšce 1300 m, nedaleko Partizánské Lupče.

Expedice kladla značné nároky na fyzickou zdatnost pozorovatelů a jejich zkušenost v pozorování meteorů. Přístup do tábora byl pouze terénními vozidly, kterými účastníci přiváželi potraviny i vedu z 8 km vzdálené Partizánské Lupče s výškovým rozdílem 700 m. K pozorování amatéři použili dalekohledů 10 x 80. Zapisování přeletů jednotlivých meteorů jim značně zjednodušily centrální digitální hodiny, na které byly připojeny displeje. Elektronické hodiny

vyvinuli na brněnské hvězdárně členové elektronické sekce ČAS.

Účastníci expedice byli rozděleni do čtyř pozorovacích skupin po 4 až 5 pozorovatelích a jednom zapisovateli. Amatéři sledovali každou noc pět hvězdných polí ze sedmi předem určených. Žádný z nich však nesměl pozorovat určitou oblast vícekrát než jednou. Každý pozorovatel dostal mapu sledované oblasti, kde byla vybrána síť srovnávacích hvězd pro určení jasnosti meteorů. Hvězdná velikost však byla transformována podle vztahu $m' = am + b$, kde a a b jsou konstanty. Na různých mapách byly srovnávací hvězdy označeny v jiné stupnici tak, aby se pozorovatelé ve skupině nemohli vzájemně ovlivňovat při určování magnitudy.



Pozorování bylo rozděleno na mikrointervaly po 12 min. Během 4 až 5 minutových přestávek se pozorovatelé seznamovali se srovnávacími hvězdami. Zapisovatel doplnil chybějící záznamy o jednotlivých meteorech v protokolu, kam psal tyto údaje: číslo intervalu, čas s přesností na sekundu, číslo pozorovatele, směr letu, relativní pozici, rotaci, transformovanou magnitudu, stopu, vzdálenost od středu pozorovaného pole, rychlost, délku, barvu, typ a ocenění přesnosti určené magnitudy. Během noci se pozorovalo až 27 intervalů.

Zlomyslné počasí pozorovatelům však příliš nepřálo. Z jedenácti plánovaných pozorovacích nocí bylo pouze šest jasných. Celkový počet zaznamenaných meteorů činí 3598, z toho je 686 společných, t.j. 19 %. Čistý pozorovací čas byl 234 hod. Průměrná frekvence 15,37 meteorů za hodinu na jednoho pozorovatele. Největší počet meteorů byl zaznamenán během poslední noci - 1023.

Expedice se zúčastnili: J. Angustin, D. Biřáková, S. Čorej, M. Fukar, M. Hanus, J.Hollan, V. Homola, M. Janata, K. Kyselica, J. Mazurkiewicz, Z. Mikulášek, V. Nečas, V. Neliba,

H. Nováková, D. Očenáš, J. Papcín, D. Pavelka, D. Prokešová, M. Rossívalová, B. Rudolf, A. Samková, D. Slávik, Z. Štorek, P. Záchvěj, J. Vána, E. Šutková, P. Zimniková, M. Znázik, J. Zobač, Ing. J. Žižka.

Odborným vedoucím expedice byl Z. Mikulášek.

Amatéři si však přece jen přivezli bohatý materiál, který nyní budou zpracovávat na brněnské hvězdárně. Údaje vyděrují do pásky nebo děrných štítků a provedou dílčí práce na počítači; výsledky předají odborníkům. Většina účastníků se jistě opět setká na další celostátní expedici plánované na příští rok.

H. Nováková

Sympóziium o vesmírných strukturách největších měřítek

Ve dnech 12. až 16. září konalo se v Tallinu, hlavním městě sovětského Estonska, sympóziium Mezinárodní astronomické unie k otázkám velkerozměrové struktury vesmíru. Po krakovském sympóziu z roku 1973 s názvem "Srovnání kosmologických teorií s pozorovacími daty", pařížském kolektivu o rudém posuvu a rozpínání vesmíru (1976), sympóziu "Rádiová astronomie a kosmologie" v Cambridge 1976, a jednáních v Grenoblu v témže roce, sešli se pracovníci mimogalaktické astronomie a kosmologie k dalšímu jednání. Kosmologie přestala být pouze teoretickým oborem s mnoha spekulacemi a ve stále větší míře se opírá o pozorovací materiál, který se pomocí mohutných dalekohledů a velmi moderních metod a technik systematicky získává.

Předatelem sympózia byla IAU a Estonská akademie věd, předsedou vědeckého organizačního výboru byl známý kosmolog Dr. M.S. Longair z university v Cambridge ve Velké Británii, předsedou místního organizačního výboru byl prof. V. Unt z Tartu. Duší celé místní organizace byl Dr. J. Einasto. Celé sympóziium se uskutečnilo v moderním hotelu Viru, kde byli účastníci, v počtu téměř dvě stě, také ubytováni.

Tématika sympózia byla rozdělena do pěti základních skupin: 1. Galaxie v malých skupinách, 2. Kupy galaxií, 3. Soustavy velkých měřítek, 4. Pozorovací doklady kosmologického vývoje, 5. Vytváření struktury ve vesmíru.

Bylo prosloveno 35 hlavních půlhodinových, 20 čtvrt-hodinových a 27 krátkých sdělení. Po jednotlivých referátech a sděleních následovaly vždy dotazy a připomínky, po větších celcích byly zařazeny širší diskuse. Autory referátů byli vesměs známí pracovníci mimogalaktického výzkumu a kosmologové, kteří ve svých vystoupeních většinou navazovali na své dřívější práce.

Po úvodní přednášce akademika V.A. Ambarcumjana, který shrnul ve stručném přehledu základní výsledky studia kup galaxií, dokumentoval B.A. Vorencoev-Veljaminov na fotografiích skupin a kup galaxií případy interagujících galaxií, blízkých hnízd a kup galaxií, které se jeví téměř v kontaktu. Refer-

rent zdůraznil, že pro přesnější zjištění skutečných poměrů bylo by žádoucí znát radiální rychlosti zkoumaných objektů. E.L.Turner se zabýval optickými studii dynamiky malých skupin galaxií. R.B.Tully podal výsledky zpracování disperse radiálních rychlostí z měření šáry 21 cm. Aktivními galaxiemi ve skupinách galaxií se zabýval bjurakanský astronom H.Tovmasjan.

Estonský astrofyzik J. Einasto přednášel o hypergalaxiích. Definoval je jako obří galaxie s jejich permanentním okolím nebo jako skupiny galaxií s jedním centrem zhuštění. Ukázal, že okolní prostředí ovlivňuje vývoj a strukturu galaxií, jejich morfologické typy, obsah plynu, rychlost tvoření hvězd, chemické složení a pravděpodobně i spirální strukturu. Příklady hypergalaxií jsou naše Galaxie a M 31, se satelitními skupinami trpasličích galaxií. Uvedl seznam 60 hypergalaxií.

G.A. Tammann provedl statistický přehled polohy a morfologických typů 184 galaxií našeho okolí s $v_0 \leq 500 \text{ km s}^{-1}$. Galaxie kup jsou koncentrovány k supergalaktické rovině, galaxie pole nikoliv. E.Y.Čačikjan podal informace o studiu Markarjanových galaxií s aktivními jádry, provedeném v posledních letech a doložil je snímky získanými 2,6 m reflektorem bjurakánské observatoře a 6 m dalekohledem Speciální astrofyzikální observatoře na Kavkaze. Výsledky byly dosaženy při systematickém studiu galaxií se silným ultrafialovým excesem. A.Toomre zkoumal několik konkrétních případů interagujících soustav a doplnil referát filmem, v němž proběhla počítačem uměle simulovaná kolize cizího objektu s galaxií. R.Wielen referoval o své teoretické práci o srážkách sférických galaxií, provedené na počítači simulací N-těles a srovnáním s teoretickými předpověďmi. D.Lynden - Bell hovořil o kruhové rychlosti a celkové hmotnosti naší Galaxie. Vyslovil názor, že by bylo žádoucí uvažovat pro různé oblasti ve vesmíru různé hodnoty Hubbleovy konstanty, rozhodně však vyšší než jsou nyní běžně používány. Je názoru, že $H = 110 \text{ km Mpc}^{-1} \text{ s}^{-1}$ odpovídá lépe než $55 \text{ km Mpc}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Stáří vesmíru odhaduje na 9.10^9 let. (Jeho názor se nesetkal se souhlasem.)

Ve druhé skupině přednášel G.C.Perola o italských rádiových pozorováních kup galaxií, zvláště tzv. Abellových kup. Dovodil, že pravděpodobnost rádiového záření je silně závislá na velikosti galaxie. (Při svých úvahách používal $H_0 = 100 \text{ km Mpc}^{-1} \text{ s}^{-1}$.)

H.van der Lean referoval o výsledcích měření rozsáhlé radiové emise z kup galaxií na observatoři Westerbork. Zabýval se kosmickým zářením z aktivních galaxií. Na observatoři byly provedeny rozsáhlé studie mohutnosti a topologie magnetických polí v některých kupách galaxií. Podal některé výsledky z výzkumů kup Coma, Perseus, Hercules, A 2256 a A 1314. Prof. V.L.Ginzburg mluvil v krátkém příspěvku o rádiovém halu galaxií. R.Wielebinskij hovořil o kupách s rozsáhlou rádiovou emisí na vysokých frekvencích. Uváděl hodnoty získané kosmickými laboratořemi Ariel V a OSO-8 z kup Perseus, Virgo, Coma a Centaurus. L.Culhane hovořil o rentgenových pozorováních plynu v kupách galaxií. Zvláštní zájem byl věnován rádiovým galaxiím s ohony, morfologií (délce,

zakřivení) ohená, jejich pávedu a vývoji. S.Aarseth referoval o simulaci kupení galaxií na počítači. Jeho modely byly určeny sedmi parametry, uvažovaly 1000 hmotných bodů a 4000 rozsáhlých objektů. G.Paal zkoumal analogii mezi simulovanými a skutečnými kupami.

Třetí úsek uvedl G. de Vaucouleurs přednáškou o posledních výzkumech místní nadkupy galaxií. P.J.E.Peebles přednášel o tvoření kup a nadkup velkého měřítka ve vesmíru. K.Rudnicki se zabýval výsledky velkorozměrného rozdělení mimegalaktických objektů, získané statistickými metodami. V referátu o otázce bunkovité struktury vesmíru podal J.Einasto výsledky výzkumu trojrozměrného rozdělení nadkup galaxií, zvláště řetězce kup v Perseovi a kupy Virgo. Dovožoval existenci buněk vesmíru, jako dosud zjištěných největších struktur. G.O.Abell referoval o fyzikálních vlastnostech soustav velkých měřítka, odvozených z optických pozorování. Struktura nadkupy galaxií v Herkulovi byl věnován referát G.Chincariniho. W.G.Tifft zabýval se pozorováním velkorozměrného rozdělení galaxií, přičemž uvedl výsledky z kupy Coma a řady dalších skupin. M.Arakeljan pedal přehled o velkorozměrném rozdělení Markarjanových galaxií. M.Kalinkov dovožoval, že při hierarchickém rozdělení je možno hovořit o velikých kupách 1., 2. a dokonce 3. řádu.

Ve čtvrté části sympózia přednášel M.Schmidt o nadkupách, kvasarech a kosmologickém vývoji. J.Bolton hovořil o rudém pesuvu a prostorovém rozdělení kvasarů. M.S.Longair ve svém referátu o velkorozměrném rozdělení radiových zdrojů uvedl, že není pravděpodobné, že by byly rozděleny na obloze nahodile. Ukázal na rozdílný vývoj různé silných radiových zdrojů a došel k závěru, že vývoj všech zdrojů nelze vysvětlit pomocí jediné vývojové funkce. Ju.W.Parijskij se zabýval fluktuacemi mikrovlnného záření pozadí a uvedl výsledky nového 600 metrového radiového teleskopu na Kavkaze. Podobnou problematikou jako Parijskij zabýval se také P.Boynton. H.Gursky referoval o kosmologických závěrech studií rentgenového záření družici UHURU. J.D.Karačencev referoval o nových statistických počtech slabých galaxií získaných 6 metrovým dalekohledem. B.M.Tinsleyová referovala o výsledcích svých studií o vývoji galaxií na základě optických pozorování. J.P.Ostriker pedal zprávu o výsledcích svých posledních výzkumů o dynamickém vývoji kup galaxií. B.J.T.Jones rozebral současné představy o době tvoření galaxií a kvasarů. Zdůraznil, že nejsou přímá pozorování výrazně mladých galaxií. B.A.Peterson a R.A.Sjunjajev se zabývali interpretací pozorování fluktuací reliktového záření.

Pátou tématickou skupinu uvedl akademik Ja.B.Zeldovič referátem o původu a vývoji struktur ve vesmíru. Rozvinul dále představu "vesmírného lívance" (rusky "blin", anglicky "Pancake"). A.G.Deroškevič zabýval se numerickými simulacemi vytváření soustav galaxií. L.M.Ozernoj rozvinul dále svoji vírovou teorii o původu struktur ve vesmíru. A.Černin zabýval se otázkou protogalaktických plynných proudů. E.M.Kellogg přednášel o studiu rentgenových zdrojů v nadkupách. M.Davis se zabýval doklady o obraze gravitační nestability v hustém vesmíru.

Závěrečné shrnutí diskutované problematiky provedl M.S.Longair, který je s J.Einastem redaktorem připravovaného sborníku referátů a příspěvků na sympoziu.

Názorové rozdíly kosmologů při interpretaci rudého posuvu na spektrech galaxií se při tomto sympoziu nijak naléhavě neprojevil.

O. Obůrka

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

8. celostátní konference o stelární astronomii

Kolem 50 účastníků se sešlo (vlastně sjelo) 24. října 1977 v Hradci nad Moravicí, aby se zúčastnili 8. celostátní konference o stelární astronomii. Pořadatelé, kterými tentokrát byli stelární sekce ČAS a AÚ ČSAV v Ondřejově, měli šťastnou ruku při volbě místa a data konání konference. Pěkné prostředí "červeného" zámku, v němž byli účastníci ubytováni, hezká okolní krajina a ustálené počasí babího léta naznačily, že tato konference bude patřit k těm, na které rádi vzpomínáme. Průběh konference pak tyto naděje skutečně potvrdil.

Konference byla - po dobrých zkušenostech z minulosti - čtyřdenní a byla organizována poněkud odlišně než v minulých letech. Těžištěm jednotlivých zasedání byly pozvané přehledové referáty, které - zpravidla v zahájení příslušného půldne - poněkud širěji seznámily se studovanou problematikou a na něž pak navazovala diskuse a sdělení o pracích, které se daného tématu nějak týkaly. Tento způsob struktury konference se ukázal být šťastným a lze jej doporučit i pro další podobné akce.

První půlden - pondělní odpoledne - bylo věnováno zprávám ze symposií, zasedání a kolokvií. J.Grygar referoval o 42. kolokviu o proměnných hvězdách v Bambergu. S.Kříž podal zprávu o zasedání problémové komise multilaterální spolupráce AV soc. zemí ve Varšavě a o sympoziu o pozdních stadiích vývoje dvojhvězd. Na tuto zprávu navazoval příspěvek J.Tremka o varšavském zasedání 5. podkomise. Ve Varšavě se konalo i další symposium - Nestacionární fáze vývoje těsných hvězd. Poměrně podrobný výklad o zajímavých novinkách, které se na tomto sympoziu objevily, přednesl J.Grygar.

Další dva referáty se týkaly přístrojové techniky. Nejprve P.Mayer hovořil o perspektivách pozorovací techniky na příští léta. Účastníci měli možnost se seznámit se zajímavými návrhy nových velkých dalekohledů v dosti netradičním uspořádání. J.Zverko hovořil o některých technických možnostech realizace projektu dalekohledu na Slovensku.

Dopolední zasedání v úterý bylo zahájeno přednáškou Z.Mikuláška o Ap hvězdách. Velmi pěkný, obsáhlý, nicméně

přehledný výklad, seznámil posluchače se všemi podstatnými charakteristikami těchto hvězd, s hypotézami vysvětlujícími jejich anomálie a zejména ta část referátu, která se týkala magnetických hvězd, vzbudila zasloužený ohlas mezi účastníky konference, neboť model šikmého rotátoru, vysvětlující změny polarizace magnetického pole, byl velmi instruktivní (pruhovaný dětský balonek zavěšený na niti). Následující referát J. Zverka o metalických hvězdách byl doplněním tématu, zapečetého v předchozí přednášce.

P. Harmance hovořil o Ap proměnné CQ UMA; u proměnné je zajímavá antifáze v amplitudách mezi U, B a V barvou; byla zpravena perioda proměnnosti.

Referát E. Chvojkové se zabýval účinky magnetodynamického mechanismu u magnetických hvězd.

Závěrečným příspěvkem bylo vystoupení P. Harmance, který nás seznámil s novými výsledky studia proměnné hvězdy 88 Her. Tato již delší dobu zajímavá Be hvězda se během posledního roku chová ještě přitažlivěji a výsledky spektroskopického a fotometrického studia naznačují přítomnost plynného proudu v soustavě, který se (možná) projevuje i na světelné křivce.

Odpolední zasedání bylo věnováno galaxiím obecně a naší Galaxii speciálně.

V úvodním příspěvku J. Ruprecht hovořil o struktuře Galaxie, podal přehled subsystémů, jejich charakteristik a hovořil i o vývoji Galaxie.

Problémy vývoje galaxií se zabýval následující referát B. Onderličky. Chemický vývoj Galaxie a souvislosti výskytu izotopů CNO s chemickým vývojem byly náplní přednášky V. Vanýska.

O kolokviu IAU: Chemickodynamický vývoj Galaxie podal obšírnou informaci P. Andrie. Následující dvojice referátů J. Palouše se týkala vzniku hvězd v Galaxii, kde hovořil o možném spouštěovém mechanismu kolapsu mračen mezihvězdné hmoty a o rázové vlně v Galaxii. Druhý referát se zabýval stárnutím spirální struktury, problémem migrace hvězd z místa vzniku a o souvislostech s rázovou vlnou a integrací pohybových rovnic.

Středeční dopoledne bylo zcela ve znamení teoretických modelů. Nejprve sice hovořil P. Andrie o invariantních křivkách a jiných charakteristikách drah s podobnými rezonancemi, ale po té již dominovaly hvězdné atmosféry. S. Kříž rozvinul problém rozsáhlých hvězdných atmosfér, který P. Hadrava doplnil úvahami o příslušných hydrodynamických rovnicích, výpočtech rychlostních polí, prstenů a povrchových teplot pro různé případy vázané či asynchronní rotace obou hvězd. Srovnáním modelů pro klasické a rozsáhlé hvězdné atmosféry se zabývala přednáška I. Hubeného.

Tématem odpolední části konference byly rentgenové zdroje záření a dvojhvězdy. Prvním v programu byl referát D. Chochola o zákrytové proměnné SZ Cam. Podrobné studium soustavy ukazuje, že se v krátké časové škále zvětšil rozměr

sekundární složky, která je nyní na Rocheově mezi a odevzdává hmetu. V soustavě jsou plynné proudy, které byly detekovány i fotometricky.

Pěknou přehledovou přednášku o galaktických zdrojích rentgenové záření měl J. Grygar. Téma bylo zpracováno velmi podrobně a účastníci konference byli seznámeni se současným stavem nálezů vyskytujících se v rentgenové astronomii. V návazném referátu R. Hudec hovořil o pozorování a vlastnostech vybraných rentgenových zdrojů v optickém oboru. O zajímavém symbiotickém objektu V 1329 Cyg podal zprávu L. Eric.

Poslední den konference byl zahájen zprávou J. Ruprechta o symposiu podkomise 6, které se konalo v Budapešti.

Následující příspěvky se týkaly informací o výpočetních programech a podprogramech, které mohou mít obecnější uplatnění i na jiných pracovištích. I. Hubený informoval o stavebnicovém programu na výpočty modelů hvězdných atmosfér. J. Horn hovořil o programu na výpočet drahových elementů spektroskopických dvojhvězd a o automatizovaném získávání intenzitních záznamů spekter a jejich matematické filtraci. P. Harnec seznámil přítomné s univerzálním programem na redukci UBV fotometrických měření a s programem na hledání periodicity v astronomických datech.

Souhrnně je možno říci, že nová organizace konference se ukázala jako výborná, plně se osvědčila a lze ji doporučit i pro další roky. Přesto, že diskuse k jednotlivým příspěvkům nebyla nijak malá, měli předsedové jednotlivých zasedání méně starostí (méně než v minulosti) se zvládnutím vášnivých diskusí a obvyklých časových tísni. Že to přispělo k celkové dobré atmosféře konference, jistě netřeba zdůrazňovat.

Také společenský večer, který se stal již pěknou tradicí, byl účastníky konference navštíven 100%ně - což hovoří samo za sebe. Dobrá zábava, přátelská setkání a rozhovory na všech nejvýznamnějších úrovních se nezřídka protáhly až dlouho do nočních hodin.

Závěrem je možno říci, že poděkování, kterého se pořadatelům při zakončení konference dostalo, bylo vyjádřením pocitů všech účastníků a příští organizátoři dalších konferencí budou muset vyvinout značné úsilí, aby se takto výsoce postavené latce přiblížili.

J. Papoušek

Zpráva o činnosti odborných sekcí ČAS v r. 1977

Na zasedání ÚV ČAS, jež se konalo dne 16. prosince 1977 v Praze, byly předneseny zprávy o činnosti sekcí, z nichž vyjímáme nejpodstatnější body:

1. Meteorická sekce (předseda prof. M. Šulo, Brno)

Sekce uspořádala ve spolupráci s Hvězdárnou a planetáriem MK 16. celostátní seminář o meteorické astronomii ve dnech 5. - 6.3.1977 v Brně. Semináře se zúčastnilo 60 spolupracovníků, předneseno bylo 16 referátů a sylaby referátů byly rozmnoženy. Závislé meteorické expedice v Úpici v srpnu 1977 se zúčastnili tři spolupracovníci sekce jako instruktoři. 12 členů sekce se zúčastnilo 21. celostátní meteorické expedice, jež se konala na Slovensku s programem určování luminescenční funkce teleskopických meteorů.

Pokračovalo zpracování materiálu z expedic v letech 1972, 1973, 1975 a 1977. Data z prvních dvou expedic jsou nahrána na magnetických páskách, byly získány údaje o pozorovacích chybách a o koincidencích optických a radiových meteorů. Dále byly připraveny rozmanité statistické tabulky. Pro další expedice jsou vyladěny zpracovávací programy pro počítač. Rovněž se připravuje program pro kreslení gnomonického atlasu pro epochu 2000,0. Další připravovaný program se týká určování radiantů z jednodušších pozorování. Do tisku byly přijaty dva příspěvky o zkreslení délek meteorů a o určení pravděpodobnosti spatření meteorů. Cena P. Brilky za r. 1976 byla udělena V. Příbylovi z Kladna.

2. Sluneční sekce (předseda dr. L. Křivský, ČSc., Ondřejov)

Členové sekce prováděli průběžně pozorování slunečních skvrn, chromosférických erupcí a registrace atmosférického a kosmického šumu a radiové emise Slunce. Přitom spolupracovali s hvězdárnami v Úpici, Rokycanech, Vsetíně a Valašském Meziříčí. Zabývali se rovněž vyhodnocováním získaného pozorovacího materiálu. Ve spolupráci s Bioklimatologickou společností při ČSAV a Národním komitétem pro vztahy Slunce - Země uspořádala sekce v Praze seminář o vztazích Slunce - Země, a ve spolupráci s hvězdárnou v Úpici 9. seminář o radioastronomii. Výsledky pozorování byly zveřejňovány v příloze BAC.

Členové sekce přednesli na 20 přednášek na hvězdárnách a podíleli se na provádění exkurzí z poboček a sekcí na observatoř v Ondřejově.

3. Sekce pro pozorování proměnných hvězd (předseda prof. O. Obůrka, ČSc., Brno)

Členové sekce pokračovali v pozorování minim zákrytových dvojhvězd podle celoročního programu. Získali 70 úplných kvalitních pozorovacích řad a odvodili okamžiky minima. Byly připraveny další mapy okolí proměnných hvězd ve spolupráci s vyškovskou skupinou a byl vyladen program pro výpočty předpovědi minim a pro zpracování pozorování. Při letním praktiku v Brně i na dalších soustředěních se začívovali noví pozorovatelé sekce.

4. Historická sekce (předseda dr. Z. Horský, CSc., Praha)

Několik členů sekce se soustředilo k dalšímu studiu pražských astronomických památek a dále ve spolupráci s archeologickými pracovišti se podílelo na studiu paleo-astronomických lokalit (Makotřasy u Kladna, Na Babě v Praze, Horšovský Týn.) Kromě přednášek pro pobočky ČAS i jiné organizace přednesli členové sekce čtyři referáty na semináři, zaměřeném na astronomii v době Karla IV. (7.12.1977 v Praze).

5. Stelární sekce (předseda dr. P. Mayer, CSc., Praha)

Sekce uspořádala 8. celostátní konferenci o hvězdné astronomii ve dnech 24. - 27.10.1977 v Hradci nad Moravicí za účasti 60 osob. Na organizaci konference se letos rozhodující měrou podíleli pracovníci stelárního oddělení ASÚ ČSAV pod vedením P. Harmance, CSc. Na rozdíl od předcházejících konferencí bylo těžiště konference ve vyžádaných přehledových referátech, jež budou vydány tiskem ve zvláštním sborníku. Příští 9. konferenci uspořádá sekce v únoru 1979 za organizační spolupráce katedry astronomie a astrofyziky UK v Praze.

6. Pedagogická sekce (předseda dr. B. Onderlička, CSc., Brno)

Členové sekce se věnovali zejména problematice výuky astronomie na gymnáziích ve spolupráci s VPU v Praze a KPÚ v Brně. 1.12.1977 se konal v Brně pracovní seminář s řadou referátů k uvedené problematice. Byla též dohodnuta úzká spolupráce s pedagogickou sekcí SAS. Členové sekce publikovali celou řadu článků, učebních textů a skript. Zabývali se průzkumem vědomostí žáků ZŠ a středních škol z astronomie, podíleli se na práci komise MŠ při přípravě osnov fyziky pro gymnázia a na přípravě osnov pro astronomické kroužky. Dále bylo připraveno několik závažných metodických článků o výuce astronomie jakož i podklady pro publikaci "Názvy a značky školské fyziky".

7. Elektronická sekce (předseda ing.K.Jehlička, Brno)

Členové sekce vyvinuli zařízení pro měření přesného času v místech daleko od vysílače nebo v místech s vysokou úrovní poruch. Přitom spolupracovali s hvězdárnami v Brně a v Hlohovci. Zabývali se dále vývojem metod zpracování signálů z astronomických přístrojů, zejména systémem automatické pointace a příjmem obrazových signálů. Přednesli 7 přednášek ze svého oboru pro různé instituce.

8. Optická sekce (předseda ing.J.Kolář, Praha)

Pod vedením členů sekce probíhal i letos kurs broušení a leštění zrcadel v pražském Planetáriu. Těžiště vlastní práce se přeneslo do domácích dílen; v kursu se spíše poskytovaly technická konzultace, rovněž pokud jde o stavbu přístrojů (dalekohledů). Sekce též odborně zajistila průběh podobného jednorázového kursu na hvězdárně v Rokycanech. Ve dnech

1. - 6.8.1977 uskutečnila sekce přístrojovou expedici na hvězdárnu do Valašského Meziříčí. Během akce byla měřena optická kvalita přístrojů hvězdárny. Účastníci expedice též připravili seminář k aktuálním otázkám astronomické optiky. Vedení sekce oceňuje velmi přátelské přijetí na hvězdárně, což přispělo ke zdaru celé akce.

9. Časová a zákrytová sekce (předsedkyně ing.L.Webrová, ČSo., Praha)

Byly vypočteny korekce efemeridového času (ET-UT) z r. 1962.

Během roku byla většina redukčních programů přeladěna pro nový počítač ASÚ ČSAV (EC-1040). Pro existující redukované zákryty byly doplněny redukce na ekraj Měsíce.

10. Astronautická sekce (předseda dr.P.Lála, ČSo., Ondřejov)

Konala se amatérská pozorování přeletů družice Interkosmos 17 s čs. laserovými odražeči na palubě. Tato pozorování byla použita ke zpřesnění dráhy družice. Členové sekce přednášeli na jubilejním semináři v Tatranské Lomnici (říjen 1977) a ve spolupráci s pražskou hvězdárnou i planetáriem uspořádali dva večery otázek a odpovědí ke kongresu IAF.

11. Měsíční a planetární sekce (předseda ing.A.Růkl, Praha)

Sekce se zaměřila převážně na popularizaci výsledků měsíční a planetární astronomie, a to v pobočkách v Praze a v Brně. Byl vydán kapesní atlas "Měsíc, Mars, Venuše".

Na základě zpráv předsedů sekcí zpracoval J. Grygar

ZAHRANIČNÍ NĀVŠTĚVY

Zahranioční návštěvy na ASÚ ČSAV ve 4. čtvrtletí 1977

Ing.T.Angelov	Jugoslávie	11.10. 8.11.	V odd. DSS (dynamika sluneční soustavy)
Ing.J.Arsenjevič(ová)	Jugoslávie	20.10. 12.11.	Studijní pobyt ve ste-lárním odd. v Ondřejově
Dr.I.A.Aslanov	SSSR	28.11. 25.12.	Studijní pobyt ve ste-lárním odd. v Ondřejově
Ing.F.Buckbasch	NDR	17.10. 22.10.	Spolupráce v odd. DSS
Ing.J.Kukoč	Jugoslávie	3.10. 17.10.	Studijní pobyt ve slu-nečním odd.

Dr. A. N. Lokalov	SSSR	5.12. 12.12.	Spolupráce s výpočetním střediskem v Ondřejově
Dr. T. Nugis	SSSR	1.11. 1.12.	Stáž ve stelárním odd.
Dr. G. Oprescu (evá)	RSR	17.10. 30.10.	Studijní pobyt ve stelárním oddělení
Dr. K. Pavlovski	Jugoslávie	7.10. 27.11.	Studijní pobyt ve stelárním oddělení

M. Šidlichovský

NOVÉ KNIHY

"Kapitoly z astronomie" je metodický materiál určený pro pracovníky hvězdáren a planetárií, členy astronomických kroužků, klubů mladých astronomů, sekcí, kursů apod. Pojednává populárně vědeckou formou o aktuálních astronomických tématech. "Kapitoly z astronomie" vycházejí dvakrát až třikrát ročně. Z připravovaných dalších svazků: Modely vesmíru (J. Zlatuška), Planeta Mars (P. Příhoda), Moderní pozorovací metody v astronomii (K. Jehlička), Vývoj galaxií (B. Onderlička).

"Kapitoly z astronomie" jsou rozesílány v několika výtiscích na všechny hvězdárny v ČSR. Mnohé hvězdárny si objednaly i další výtisky, takže pracovníci a spolupracovníci hvězdáren zde mohou "Kapitoly z astronomie" získat. Materiál není určen k volnému prodeji veřejnosti; ta však má možnost si "Kapitoly z astronomie" vypůjčit na některé z hvězdáren nebo ve státních vědeckých knihovnách, kam tento metodický materiál také zasíláme.

Z. Pokorný

Zdeněk Mikulášek: Kapitoly z astronomie. 2. Stavba a vývoj hvězd. Vydala Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně v listopadu 1977, 15 stran.

Místo ředitele brněnské lidové hvězdárny je již definitivně obsazeno a tak snad nebudu podezírán z podlézavosti, vyjádřím-li názor, že Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně je již po řadu let institucí, které koná pro šíření astronomických poznatků a pro předběžnou výchovu astronomického dorostu tolik, jako málokteré jiné pracoviště u nás. Nedávným sympatickým činem v tomto směru bylo zahájení nové řady útlých publikací nazvaných Kapitoly z astronomie. V listopadu vyšel druhý svazek, jehož autorem je Zdeněk Mikulášek, se jménem Stavba a vývoj hvězd. Na patnácti stránkách jsou zde stručně shrnuty moderní poznatky z tohoto oboru.

První část publikace popisuje fyzikální zákonitosti, které určují strukturu a chování hvězd. Samostatná kapitola je věnována stavbě našeho Slunce a jeho postavení mezi ostatními hvězdami. V další kapitole je popsán vývoj jednotlivých hvězd v závislosti na jejich hmotě a konečně závěrečná kapitola je věnována vývoji a pravděpodobnému vzniku Slunce.

Publikace je napsána srozumitelně a jako výchozí zdroj informací poslouží jistě širokému okruhu zájemců o tuto problematiku.

P. Harmanec

L. Křivský: Sluneční protonové erupce a jejich předpovídání. Publ. Astronomického ústavu ČSAV č. 52, vyd. Academia, Praha 1977, 121 str. (v angličtině).

Práce shrnuje příspěvky astronomů z ASÚ ČSAV v Ondřejově z let 1946 - 1976, které se zabývají studiem protonových erupcí a jejich projevy. V publikaci jsou shromážděny výsledky, které mohou sloužit k předpovídání erupcí spojených s výronem rychlých částic, především protonů. Předpovědi se osvědčují na několik dní dopředu. K práci je připojen katalog protonových erupcí z let 1942 - 1976.

Z. Pokorný

Josip Kleczek: The Universe. Jedenáctý svazek edice Geophysics and Astrophysics Monographs. D. Reidel publ. Co., Dordrecht - Holland/Boston-USA. 260 str.

Z názvu knihy by se s nepřítliš velkou intuící dalo usuzovat, že se jedná o kosmologii. Už při letmém náhledu se však můžeme přesvědčit, že autor chápe vesmír (angl. the Universe) jako největší možnou soustavu, která obsahuje veškeré formy vyvíjející se hmoty. Z toho ovšem vyplývá, že kniha pojednává o strukturální hierarchii vesmíru, počínaje atomy a konče supergalaxiemi. Tuto hierarchii autor z různých hledisek rozebírá v pěti kapitolách. Přitom každá kapitola zobecňuje předešlé výsledky; jinak řečeno - bere do úvah nové kvality a zákonitosti. V tomto směru Kleczkova kniha poněkud připomíná Parnovovu knihu Na křižovatce nekonečna. Opravdu ale jenom poněkud, protože "scénáře" obou knih jsou dosti odlišné.

V prvé kapitole Kleczkovy knihy se čtenář seznamuje s teorií elementárních částic a se snahami o jejich systematiku. Ve druhé kapitole se do úvah přibírají síly - od jaderných přes elektromagnetické síly a slabé interakce až po gravitaci. Ve třetí kapitole se částice seskupují - tj. čtenář se dozví o teorii plynů, o plazmatu, o suprahustých formách látky apod. Jaké struktury - jaké soustavy - ve vesmíru vznikají je námětem čtvrté kapitoly a konečně vývojem těchto struktur se zabývá pátá kapitola.

Edice, do níž je Kleczkova kniha zařazena, je určena hlavně studentům a pracovníkům, kteří nejsou specialisty v daném oboru. I odborník zde však nalezne řadu úvah, tabulek nebo postřehů, které mu často poskytnou nový pohled na známou problematiku. Knihy této řady mívají obvykle kolem 200 stran. I když Kleczkova kniha patří k nejobyčejnějším, přece jsem měl leckde pocit, že autor musel leckde vzhledem k nedostatku místa "v nejlepším přestat". Tato poznámka nikterak není míněna jako upozornění na nedostatek. Kleczkova kniha je bezesporu dobrá. Ostatně: Když jsem před léty překládal polovinu Parnovy knihy, měl jsem na několika místech podobný pocit. Pravděpodobně se jedná o "osud", jemuž neujde žádný autor, který chce napsat knihu o tak širokém okruhu otázek.

Můžeme proto Kleczkovu knihu jenom uvítat a vyslovit na závěr jedno skromné přání: Abychom se ještě v tomto desetiletí dočkali jejího českého vydání. Nejsem povolán k tomu, abych poučoval ediční rady různých nakladatelství (např. Panoráma, které vzniklo místo desavadního Orbisu), ale vsadil bych se, že kdyby česká verze Kleczkovy knihy vyšla, byla by rozebrána stejně rychle, jako byl před léty Parnov.

P. Andrlé

Proslechlo se v Hradci nad Moravicí

"Proto se navrhuje nové postupy pro výrobu optiky, jak se o tom zmíním v dalším. Nebo raději se o tom zmíním hned."

P. Mayer

"Během patnácti minut vám řeknu to, co vám chceme prozradit, a ve zbývajících čtyřicetipěti minutách se můžete ptát na to, co chcete vědět".

J. Zverko

"Existují hypotézy starší a novější. Ty starší, jak už to bývá, jsou dnes opuštěné. Ty novější zatím opuštěné nejsou".

Z. Mikulášek

"Ty body na obrázku nevidíte, neboť jsem byl líný je do grafu namalovat".

P. Harmanec

"Mecháme to bezpohlavní, že je to jako mužskej, a jmenuje se Adouze".

V. Vanýsek

"První den měli přehledové referáty pracovníci ze Spojených Států a zejména ze státu Connecticut".

P. Andrlé

"Na dalším obrázku je dráha, kterou bych nazval schizofrenickou".

P. Andrlé

"Zákon zachování energie zanedbáme".

S. Kříž

"Tuto rovnici jsem ve skutečnosti neškrtl. Mám ji napsanou a seřazenou v šuplíku, ale bojím se zamontovat ji do programu, neboť si myslím, že by mi to pak nekonvergovalo".

S. Kříž

"Abychom mohli vůbec něco spečítat, musíme být podvodníci".

S. Kříž

"Těchto prací byla publikována celá řada, u nás i v zahraničí - nebo také naopak".

P. Hadrava

"Já pracuji na tomto problému pro hvězdu zvanou alfa Lyrae - což je teda Vega.

I. Hubený

"Ve spektru jsou vidět přídavné absorpce, označené čísly b, c, d, e".

D. Chochol

"Objekt pozorujeme, resp. rádi bychom ho pozorovali, ale víme, že to nejde, neboť jeho jasnost od r. 1964 klesá".

L. Hric

"Podle mého názoru je jasné, že to u některých typů hvězd jasné není".

S. Kříž

"5. podkomise je koordinována tak, že v důležitém období koordinátor onemocní".

P. Andrlé

"Je to poměrně komplikovaný mechanismus, který bych nerad vykládal ... totiž rád bych, ale nemohu".

Z. Mikulášek

"Když Ap hvězda najede na supernovu, píchne van Allenův pás".

P. Harmanec

"Hvězda 88 Her - to je taková potvrška. Připomíná mi ještětnou ženskou. Sotva si jí přestaneme všimát, začne tak vyvádět ..."

P. Harmanec

"Netvrdím, že 88 Her je dvojhvězda, i když bych to rád viděl".

P. Harmanec

"Tato studie bývá citována jako první, nicméně je bezvýznamná".

P. Hadrava

"Tato metoda není o nic horší, nežli všechny předchozí. Ale taky o nic lepší".

P. Hadrava

"Jako by ta metoda sama věděla, kdy některá rovnice přestává mít smysl".

I. Hrbený

"Já tomu moc nerozumím ... teda vlastně vůbec ne".

J. Zicha

"V současné době pozorujeme - totiž rádi bychom pozorovali - že dochází k růstu svítivosti této hvězdy ..."

R. Hudec

"Ten první program, o tom moc nevím, ten funguje. Druhý je ode mne a dosud nefunguje. Budu mluvit o tom druhém".

J. Horn

Zaslechli M. Grün a J. Grygar

REDAKCI DOŠLO

Spektrální červen nedostatková?

Pro mnohé z nás, kteří se tak či onak věnujeme praktické astronomii, se stala Hvězdářská ročenka pomůckou tak běžnou, že její úpravu a vzhled už prakticky ani nevnímáme. To se stalo i mně. S přibývajícím lety narůstala řada ročenek v mé knihovničce za psacím stolem, ale já stále zůstával slepý. Až jednou, před několika lety, jsem bezděčně pohlédl do knihovny a cosi mě zarazilo. Je už asi mým profesionálním zatižením hledat ve všem zákonitost, a tak jsem si po chvíli uvědomil, že hřbety ročenek počínaje rokem 1965 tvoří cyklicky se opakující obraz viditelného spektra od fialové až po červenou. Hřbet ročenky 1965 je oranžový, 1966 pokračuje červená, v roce 1967 naskočí fialová, roku 1968 modrá - a tak to jde dál.

Věc mě začala zajímat. Pohledem do tiráže jsem zjistil, že roku 1965 se grafické úpravy ročenky ujal pan Jaromír Jarkovský, zatímco do té doby se autoři obálky často střídali. Ptal jsem se několika známých, ale nikdo o věci nevěděl a nedovedl mi říci, zda jde o ediční záměr nebo o náhodu. Přijal jsem tedy své zjištění jako pracovní hypotézu a

s napětím jsem očekával příchod Nového roku. Klaplo to! A za rok znovu. To už jsem v duchu celou záležitost povýšil na dobře fundovanou teorii a začal vše pevažovat za hotovou věc. Jaké ale bylo mé zděšení, když se mi dostala do ruky ročenka 1978 a její hřbet byl namísto očekávané červené - fialový! Moje teorie se hroutil a spolu s ní - kdož ví - možná i celý vesmír. Což jestli pan Jarkovský získal tajné informace o tom, že expanze vesmíru a rudý posuv galaxií byly náhle vystříhány kolapsem a s ním spojeným posuvem fialovým - a dává to takto vášnivějším astronomům nájevo?

Pak jsem ale potlačil paniku a začal uvažovat střízlivěji. Nezažil snad každý z nás situaci, kdy shání řeckéme košili č. 38 a nemůže ji dva měsíce dostat - ačkoli čtyřicítek a sedmatřicítek je všude plno? Nakonec resignujete a koupíte třeba tričko s dlouhými rukávy. A ejhle - do týdne je košil všude dost. Příště nejsou třeba pumpičky na kolo a pak zase vyšívací bavlnky. Nu, a teď došlo tedy - na spektrální červen.

Nová hypotéza byla na světě. Uvažoval jsem ale dál. Což když toto prosté vysvětlení je třeba aplikovat i na dosud nepochopené děje v říši hvězd. Vezměte třeba takové rekurentní novy. Je dobře známo, že intervaly mezi jednotlivými jejich výbuchy nejsou zcela stejné - jednou je to například 22 let, podruhé 18. Astronomové hledali závislost mezi délkou těchto intervalů a mohutností výbuchů, nejspíše teoretici se dodnes marně snaží o složité modely, které by správně vystihly pozorovanou světlenou křivku - a věc je přitom možná daleko jednodušší. Proč třeba předpokládat, že v supercivilizaci 2. spirálního ramene byla krátkodobě (zhruba na 10^5 let) narušena plynulost zásobování, což se projevuje mimo jiné i přechodným nedostatkem horké plazmy s vysokým obsahem vodíku - nebo, že začala vážnout dodávka gravitační energie pro CNO cyklus ve slupce kolem heliového jádra.

Vesmír takto nahlížen stane se daleko srozumitelnější a i naděje těch, kdož uvažují a možnostech navázání komunikace s cizími civilizacemi tím nejspíše vzrostou. Ostatně - zkuste si mou hypotézu aplikovat sami.

P. Harmanec

NOVINKY Z ASTRONOMIE

Zajímavý Kowalův objekt 1977 UB

V říjnu 1977 ohlásil C. T. Kowal z Hale Observatories objev objektu s relativně malým zdánlivým pohybem na obloze. Těleso mělo 18^m a bylo nalezeno na snímcích pořízených 122 Schmidtovou komorou na Mt. Palomaru. T. Gehrels našel tentýž objekt na snímku získaném stejným přístrojem

o týden dříve.

Ze 17 poloh objektu označeného 1977 UB vypočítal
B. G. Marsden tyto elementy dráhy (IAUC č. 3145 z 30.11.1977):

$T = 1996$, únor 13,170 ET	} pre ekvinokeium 1950.0
$\omega = 339,005^\circ$	
$\Omega = 208,716^\circ$	
$i = 6,923^\circ$	
$q = 8,512\ 59\text{ AU}$	
$e = 0,37860$	
$a = 13,6991\text{ AU}$	
$P = 50,70\text{ let}$	

Z elementů vyplývá, že objekt nacházející se mezi drahami Saturna a Urana byl objeven v afelu! Odhaduje se, že fotografická hvězdná velikost v perihelu dosahuje 14,5^m. Jde zřejmě o planetku (průměr nepřesahuje řádově stovky km), která se však pohybuje po atypické dráze. Vzhledem k předpokládaným rozměrům tělesa není proto na místě označovat Kowalův objekt jako desátou planetu naší sluneční soustavy.

Z. Pokorný

Má X Persei skutečně velmi hmotného neviditelného průvodce?

Na obloze se vyskytuje jen málo atraktivnějších objektů než je jasná proměnná Be-hvězda 6. hvězdné velikosti X Per, která byla ztotožněna s rentgenovým pulsarem 3U 0352+30 (perioda pulsací 835 sekund). Identifikace X Per s rentgenovým zdrojem 3U 0352+30 byla nedávno zřejmě již definitivně potvrzena tím, že během simultánních rentgenových a optických pozorování X Per byly kromě rentgenových 835 sekundových pulsací 3U 0352+30 objeveny též optické pulsace s téměř stejnou periodou jasně související s X Per (G.R.Canizares aj., MIT-Center for Space Research Preprint P-77-07,1977). Jednou z "pikantností" souvisejících s X Per je skutečnost, že J.B.Hutchings, D.Crampton a R.O.Redman (Mon.Not.R.astr. Soc., 170, 313, 1975) na základě svých spektrálních pozorování této hvězdy ukázali, že hmotnost neviditelného průvodce X Per (a tedy zdroje rentgenové emise 3U 0352+30) zřejmě převyšuje 40 M_\odot , což by podle současné teorie hvězdného vývoje jasně poukazovalo na velkou černou díru! Celou záležitost však zřejmě nyní uvedl na správnou míru M.Milgrom (Astron. and Astrophys., 53, 321, 1976), který předpokládá, že amplituda 580-denních variací rychlosti balmerovských absorpčních čar H9-H11 $\sim 130\text{ km/s}$ zjištěná Hutchingsem aj. nespočívá s oběžným pohybem v soustavě X Per/3U 0352+30, ale že je jí nutno spojívat s bočním efektem velmi rychlé rotace X Per. Pokud by reálná rychlost orbitálního pohybu odpovídala amplitudě rychlosti absorpčních čar He I ($\sim 14\text{ km/s}$), hmotnost neviditelného průvodce X Per by byla menší případ-

ně rovna $2M_{\odot}$ a ne $40 M_{\odot}$, jak by tomu bylo při amplitudě určené ze změn vodíkových čar. Milgromův předpoklad odstraňuje petiže související s interpretací 3U 0352+30 jako černé díry a nasnačuje, že zdrojem rentgenové emise a rentgenových pulsací rentgenového zdroje může být, podobně jako u jiných rentgenových pulsarů, rotující magnetická neutronová hvězda. Nicméně k definitivnímu závěru, které výsledky spektrálních měření odpovídají skutečnému orbitálnímu pohybu, je třeba provést ještě další pozorování.

Z. Urban

ORGANISAČNÍ ZPRÁVY

4. pracovní porada předsedů poboček

Podzimní PPPP v r. 1977 se konala 16. listopadu na lidové hvězdárně v Teplicích. Kromě zástupců předsednictva ÚV a sekretariátu ČAS se jí zúčastnili zástupci šesti poboček z českých zemí. Zastoupena nebyla pobočka v Českých Budějovicích a ve Valašském Meziříčí (Ing. Maleček se omluvil).

Jedním z nejvýznamnějších bodů programu bylo vydání členských legitimací zástupcům poboček pro jejich členy. Tím se v r. 1978 naplní usnesení sjezdu ČAS z r. 1966 o vydání členských legitimací. Bylo rozhodnuto, že legitimace mají být slavnostně předány členům na výročních schůzích poboček. Po tomto termínu budou legitimace vydávány osobně jednatelem pobočky na členské schůzi. Legitimace bude nyní spolu s ústředním složenky o zaplacení příspěvků (u kterého již nebude díl "legitimace") jediným dokladem o členství v ČAS.

Grafický návrh legitimace vypracoval Ing. P. Příhoda, tisk legitimací zajistila pobočka ČAS v Teplicích.

Další část jednání se týkala administrativních záležitostí.

Prof. Vonásek navrhl, aby se jarní porada v r. 1978 uskutečnila v Rokycanech. Bylo navrženo několik termínů konání; nejpravděpodobnější se porada uskuteční koncem dubna.

Dále bylo konstatováno, že členové většinou zaplatili dlužné částky příspěvků; bylo rozhodnuto, že členům, kteří dluží příspěvky za 3 roky, nebudou vydány legitimace.

Prof. Hlad sdělil přítomným, že Dr. Grygar byl pověřen předsednictvem ČAS organizačním uspořádáním práce sekcí. (Na lednové schůzi předsednictva ÚV byla ustanovena komise, která se bude tímto úkolem zabývat: Dr. J. Grygar, prof. O. Hlad, Z. Pekorný a M. Šulc).

V souvislosti s odbornou prací v pobočkách a sekcích se hovořilo o petižích, které vznikají, když mladý člen po-

bočky po ukončení studia na střední škole přejde do zaměstnání nebo na vysokou školu, která se nachází v oblasti působení jiné pobočky. Bylo doporučeno, aby pobočka, ze které člen odchází, byť i jen dočasně, upozornila pobočku, do jejíž oblasti působnosti člen přechází, aby mu tak bylo dále umožněno pokračovat v odborné činnosti. Kopii sdělení je třeba zaslat sekretariátu ČAS k opravení adresy pro korespondenci.

V dalším průběhu porady se přítomní měli možnost seznámit s investiční studií a vyobrazením budoucího plánetária v Teplicích.

Děkujeme touto cestou ještě jednou pracovníkům pobočky ČAS v Teplicích, zejména p. A. Novákoví, za organizační zabezpečení celé akce a pohostění, které bylo přítomným příváno.

M. Šulc

VESMÍR SE DIVÍ

Na stopě vzniku článku dosud nejme

"Na stopě vzniku vesmíru

Maďarští astronomové z Budapešti a jejich kolegové z arménského Bjurakanu chtějí společným zkoumáním určitého typu proměnlivých hvězd odhalit tajemství vzniku vesmíru ... Od r. 1970 se vědci obou zemí snažili v rámci střídavých studijních pobytů co nejvíce přiblížit vytčenému cíli.

V popředí jejich zájmu byly především úkazy na tzv. eruptivních proměnlivých hvězdách, flarách, jež se výrazně liší od jiných nebeských těles. Tyto hvězdy, jež se objevují v souhvězdích, agregátech, se ve stádiu klidu nazývají "červenými trpaslíky". Jejich hmota činí asi desetinu hmoty Slunce. Nejvýznačnější jejich vlastností je to, že na nich čas od času vznikají erupce, následkem čehož se jejich záření, mnohdy ve zlomku sekundy, zesílí až stonásobně a po poměrně krátké době pohasíná na původní intenzitu ...

Odborníci z MLR se zapojili do pozorování souhvězdí Orionu, Flejád, Praespe a Comy. Dosud v těchto hvězdných skupinách objevili více než 100 dosud neznámých flarů. Zkoumání těchto hvězd může přispět k vyřešení mnoha dosud otevřených otázek v astronomii. Bylo by pak možné vyslovit hypotézu, jakým způsobem hvězdy, mezi nimi i naše Slunce, produkují energii. Ještě významnější je skutečnost, že eruptivní proměnlivé hvězdy patří všechny k mladším souhvězdím. Jsou vlastně ve třetí fázi "kojeneckého" věku hvězd.

Společné bádání maďarských a arménských astronomů do značné míry přispěla k hypotéze potvrzené pokusy, že mezi stářími těchto agregátů a počtem a intenzitou pozorovaného

flarevého rozzáření je těsná souvislost. Čím starší je hvězdné seskupení, tím méně je těchto flarů. Tak například v nejmladším z těchto souhvězdí - Orionu (100 000 - 1 000 000 let starém), jež maďarští astronomové pozorovali, našli objekty všech tří "kojeneckých" fází. U Plejád, starých kolem 10 milionů let, však chybějí představitelé prvních dvou fází úplně a 60 proc. pozorovaného objektu jsou flary. Toto zjištění se může stát prostředkem k stanovení stáří souhvězdí, a zkoumáním úkazů kolem "hvězdných kojenců" se můžeme přiblížit řešení závažné otázky, jak vlastně vznikl kosmos."

Značka (kc) v Lidové demokracii 36 (1978), č. 8, str. 2 z 10.1.

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. Andrie, J. Bouška, Z. Horský, M. Kopecký, P. Lála, Z. Mikulášek, Z. Pokorný, M. Šidlichovský.
Technická spolupráce: M. Lieskovská, H. Holovská.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu sekretariátu ČAS. Uzávěrka tohoto čísla byla 16. 1. 1978.

ÚVTEI - 72113



