Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1980
ROČNÍK XI.
KČS 4
1

Galaxia NGC 4565 v súhvezdí Vlasy Bereniky.

Gnozeologický status kozmologických teórií

PhDr. JÁN DUBNIČKA, CSc.,
Ústav filozofie a sociológie SAV

Hoci kozmológia patrí svojim obsahom medzi najstaršie oblasti ľudského poznania, status vedeckosti získala len nedávno. Jej systematický rozvoj ako samostatnej časti fyzikálneho poznania začal aplikáciou všeobecnej teórie relativity na kozmologický problém. Dnes je kozmológia považovaná za hraničnú vednú disciplínu astronómie, fyziky a filozofie so špecifickým predmetom a metódou poznávania.

Základný problém, ktorý sa zatiaľ v kozmológii nepodarilo celkom úspešne vyriešiť, je protirečenie medzi úrovňou rozvoja teórie a možnosťou jej experimentálneho overenia. Práve z tohto protirečenia vyrastá možnosť existencie súperiacich teórií, ktoré vychádzajú z rôznych, často úplne protikladných predpokladov.

Samotný rozvoj teórií a metodologických postupov v kozmológii prebiehal ako ostrý boj rôznych škôl a filozofických svetonázorov.

V päťdesiatych rokoch nášho storočia sa dosť jednoznačne vykryštalizovali dve protikladné metódy modelovania vesmíru, ktoré sa nie celkom presne nazývajú „empirické" (alebo „astrofyzikálne") a „racionálne" (alebo „deduktívne"). Podľa týchto metodologických prístupov môžeme existujúce kozmologické teórie rozdeliť na dve základné skupiny. Prvú a najväčšiu tvoria teórie vychádzajúce z Einsteinovej všeobecnej teórie relativity a z jej modifikácií alebo zovšeobecnení. (Napr. skalárno-tenzorové teórie, bimetrické teórie atď.). Ani jednu z týchto teórií nemožno skúmať ako niečo principiálne nové. Od Einsteinovej teórie relativity sa líšia len rôznou interpretáciou Einsteinových fundamentálnych princípov. Do druhej skupiny možno zaradiť teórie „kinematickej relativity" (Kinematic Relativity) a nelokálny variant teórie „konštantného stavu" (Steady — State).

Z metodologického aspektu táto klasifikácia ukazuje, že každá skupina teórií vychádza z určitých gnozeologických predpokladov. Ak kozmológ konštruuje model vesmíru ako celku, nevyhnutne vznikajú zložité gnozeologické problémy. Sformulujme aspoň niektoré z nich.

1. Sú zákony laboratórnej fyziky, ktoré sú platné v danom priestore a čase, aplikovateľné všade vo vesmíre?

2. Platia tieto zákony aj pre dávnu minulosť vesmíru, ktorý bol vtedy fyzikálne úplne iný?

Ak aj pripustíme ako pracovnú hypotézu, že sú tieto zákony univerzálne, vzniká ďalší problém.

3. Sú tieto zákony sformulované natoľko presne, že sú aplikovateľné bez poznateľných omylov k veľmi veľkým časopriestorovým rozmerom?

V závislosti od zodpovedajúceho metodologického prístupu možno dať tri rôzne odpovede.

1. Lokálne fyzikálne zákony sú v kozmológii neaplikovateľné.

2. Sú aplikovateľné a môžu byť priamo extrapolované na vesmír ako celok..

3. Kozmologická aplikácia týchto zákonov je možná len po predchádzajúcom zovšeobecnení, t. j. po zavedení takých parametrov, ktoré nie sú lokálne, ale majú podstatnú úlohu v kozmických rozmeroch.

Kozmológovia relativisti sa od počiatku pridržali tretieho prístupu, neskoršie aj druhého. Tak napr. A. Einstein aplikujúc svoje rovnice k riešeniu kozmologického problému zavádza kozmologický člen, ktorého sa neskoršie po Friedmanových prácach vzdal. Aj vzťah súčasných kozmológov ku kozmologickému členu je rôzny: jedni ho zavrhujú (J. Wheeler, E. M. Ruffini atď.), iní ho na základe rôznych teoretických a empirických predpokladov zachovávajú (V. A. Fok, A. L. Zeľmanov, Ja. B. Zeľdovič, Mc Vittie atď.). Tretí idú ešte ďalej. Považujú za nevyhnutné zovšeobecniť gravitačné rovnice, zavádzajúc skalárne polia rôznej fyzikálnej podstaty (G. Brans, R. Dicke — jedno doplnkové pole, F. Hoyle, J. Narlicar — niekoľko polí), alebo doplňujú axiomatiku kozmológie novými hypotézami (napr. premennosť gravitačnej konštanty, rôzna interpretácia Machovho princípu atď.).

Oponenti všeobecnorelativistickej kozmológie sa od začiatku pridržiavali prvého prístupu, ktorý našiel svoje metodologické zdôvodnenie v neopozitivistickej „filozofii vedy". Téza o nemožnosti kozmologickej extrapolácie lokálneho fyzikálneho poznania a obhajovania opisného charakteru vedy zakladali sa na úzko empirickej interpretácii podstaty teoretického poznania, ktorej sa pridržiaval neopozitivizmus tridsiatych a štyridsiatych rokov.

Dnes už môžeme jednoznačne konštatovať, ako sa to ukázalo pri realizácii programu anglickej kozmologickej školy, že tieto teórie sú neudržateľné. A to nielen z hľadiska astronomických pozorovaní, ale predovšetkým z aspektu ich teoretických východísk. Metodologická slabosť teórie „kinematickej relativity" a „konštantného stavu" bola predovšetkým v tom, že vedome apriori zavrhovali každú možnosť aplikácie zákonov lokálnej fyziky v kozmológii. Pokus konštruovať špecifické kozmologické poznanie nezávisle od existujúceho fyzikálneho poznania sa ukázal ako nereálny. Z toho sa dá usudzovať, že teórie vychádzajúce z metodologického princípu extrapolácie existujúcich fyzikálnych zákonitostí na oblasť kozmológie v hraniciach súčasných vedeckých možností adekvátne odrážajú objektívne vlastnosti vesmíru. Preto z analýzy metodologických základov — a logickej štruktúry vedeckého kozmologického modelovania vyplýva, že súčasné kozmologické modelovanie nie je z metodologického a gnozeologického hľadiska absolútne špecifickým typom poznávania objektívnej skutočnosti. Ako priame pokračovanie metodológie teoretického výskumu je každá kozmologická teória tak isto ako aj každá fenomenologická teória lokálnej fyziky z hľadiska svojej logickej štruktúry hypoteticko-deduktívnym systémom. To znamená, že vedecká kozmológia aj pri hlbšej svojráznosti svojho objektu poznania sa z metodologického aspektu až tak radikálne neodlišuje od ostatných častí súčasnej prírodovedy. Tento záver tiež vyplýva z dialekticko-materialistickej koncepcie materiálnej jednoty sveta založeného na princípe vzájomnej súvislosti javov a procesov objektívnej skutočnosti.

Relativistické modely vesmíru

RNDr. JÁN ŠTOHL, CSc., Astronomický ústav SAV

V mnohých zásadných otázkach vzniku a vývoja vesmíru sa stále viac potvrdzujú relativistické modely vesmíru s Big Bangom. Avšak otázka, či sa pozorovaná expanzia vesmíru zastaví alebo či bude pokračovať trvale, nie je dosiaľ zodpovedaná. Na základe pozorovaných faktov a na základe fyzikálnych zákonov, predovšetkým teórie relativity, sa preto študujú alternatívy vývoja vesmíru a konštruujú sa teoretické modely vesmíru.

Pretože otázky kozmológie patria medzi najzaujímavejšie partie súčasnej astronómie, usporiadala Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV pri príležitosti 20. výročia svojho založenia konferenciu „Relativita a kozmológia". V tomto čísle nášho časopisu oboznamujeme našich čitateľov s niektorými referátmi, ktoré odzneli na tejto konferencii. Z referátu RNDr. Jána Štohla, CSc., Relativistické modely vesmíru vyberáme časť o Friedmanových modeloch, ktoré najlepšie zodpovedajú výsledkom súčasných pozorovaní.

Pri pojme „relativistický model vesmíru" si obyčajne predstavujeme expandujúci vesmír s horúcim, superhustým začiatkom — Big Bangom. Táto asociácia nie je natoľko jednoznačná, ako by sa mohlo zdať, lebo nevystihuje všetky možné relativistické modely. Ak sa dnes napriek tomu za takmer štandardné modely vesmíru považujú práve relativistické modely s expanziou a Big Bangom, potom je to dôsledok predovšetkým presily experimentálnych a pozorovacích faktov, ktorými sa stále jednoznačnejšie potrvdzujú práve tieto nestacionárne modely vesmíru.

Aby sme sa vyhli nedorozumeniam a terminologickým dvojznačnostiam, budeme sa dôsledne pridržiavať termínu „vesmír" vo fyzikálno-astronomickom zmysle, v zhode so zaužívaným zmyslom obdobného pojmu vo všetkých svetových rečiach (Vselennaja", „the universe", „das Universum", atď.). Pod vesmírom nebudeme teda rozumieť filozofickú kategóriu, ale súbor všetkých fyzikálne interagujúcich objektov, ktoré je schopná dnešná astronómia a fyzikálna kozmológia obsiahnuť svojou teóriou a experimentálne-observačnou praxou.

Každý adekvátny model vesmíru musí vysvetliť najmä nasledujúce fakty: 1. expanziu a vek vesmíru; 2. priestorovú štruktúru vesmíru; 3. vznik a vývoj objektov vesmíru.

Už týmito podmienkami sa **a priori** vylučujú tie modely vesmíru, ktoré sú vnútorne rozporné z hľadiska pozorovaných faktov. Reálny model vesmíru nemôže mať súčasne napr. nasledujúce vlastnosti: a) rovnomerné a nemenné rozloženie látky; b) nekonečne veľký euklidovský priestor; c) platnosť Newtonovho gravitačného zákona. V takomto naivnom, v minulosti veľmi populárnom modeli nekonečného a stacionárneho vesmíru s euklidovským priestorom a rovnomerným rozložením objektov (hviezd, galaxií, supergalaxií) dochádza nutne ku kozmologickým paradoxom, t. j. k rozporu medzi teoretickými modelmi a pozorovanou skutočnosťou. Paradoxy vyplývajú z toho, že objem i počet objektov v takomto vesmíre rastie s treťou mocninou vzdialenosti, kým gravitačné pôsobenie a jasnosť objektov klesá so štvorcom vzdialenosti; gravitačné pôsobenie by muselo byť v tomto prípade v každom bode vesmíru nekonečne veľké (**Seeligerov gravitačný paradox**, 1895) a jasnosť oblohy by musela dosahovať jasnosť povrchu

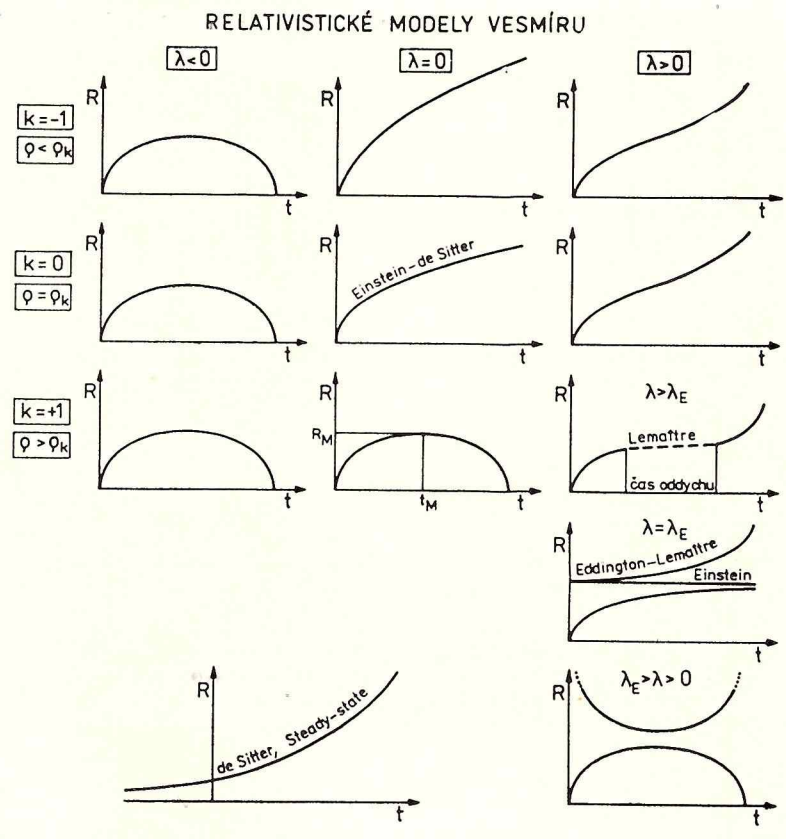
Galaxia NGC 1097

hviezd (**Olbersov fotometrický paradox**, 1826).

Kozmologické modely, odvodené z Newtonovej gravitačnej teórie nemusia však viesť k vnútorným rozporom s pozorovaniami. Práve naopak, už aj Newtonova kozmológia môže dať celkom realistický obraz vesmíru, bez rozporu s pozorovaniami, ak sa opustí postulát stacionárnosti vesmíru. Toto tvrdenie možno vyjadriť oveľa silnejšie v obrátenej forme: v homogénnych modeloch vesmíru, v ktorých platí Newtonov gravitačný zákon a známe zákony mechaniky, vzdialenosti medzi všetkými objektami musia neustále narastať alebo sa zmenšovať, t. j. vo vesmíre musí prebiehať alebo expanzia, alebo kontrakcia. Vesmír v newtonovej kozmológii môže byť iba **nestacionárny.**

K nestacionárnym modelom vesmíru vedie aj relativistická kozmológia. Vo všeobecnej teórii relativity rozložením a pohybom hmoty (t. j. látky a polí) sú určené geometrické vlastnosti priestoročasu. Gravitačné pole je tak v tejto gravitačnej teórii plne vyjadrené už samotnou metrikou priestoročasu. Vzťah medzi zakrivením štvorrozmerného priestoročasu a medzi rozložením látky a polí je tu vyjadrený sústavou 10 rovníc gravitačného poľa, tzv. **Einsteinových rovníc.**

Keď Einstein r. 1917 odvodil prvý relativistický model vesmíru na základe svojej všeobecnej teórie relativity, bol ešte hlboko v zajatí vtedajšej predstavy o stacionárnosti vesmíru. Aby sa pritom vyhol rozporom, ku ktorým viedli jeho gravitačné rovnice pri stacionárnosti vesmíru, do rovníc zaviedol tzv. kozmologický člen s novou fundamentálnou konštantou, pre ktorú sa používa názov **kozmologická konštanta** λ. Parameter krivosti v ňom musí mať kladnú hodnotu, t. j. $k = +1$. Výsledný stacionárny **Einsteinov vesmír** je zakrivený, do seba uzatvorený, t. j. konečný, hoci pritom neohraničený. Stredná hustota ϱ_E je v tomto modeli jednoznačne určená dvoma fundamentálnymi konštantami: gravitačnou konštantou G a kozmologickou konštantou λ. Pre strednú hustotu látky vo vesmíre, povedzme $\varrho_E = 10^{-29}$g.cm^{-3} vyšla by hodnota kozmologickej konštanty $\lambda_E = 10^{-56}$ cm^{-2}, polomer vesmíru $R_E = 10^{28}$ cm, t. j. 10^{10} svetelných rokov a hmotnosť vesmíru $M_E = 2.10^{53}$ kg, čo je 10^{12} našich galaxií.



Schématické znázornenie expanzie vesmíru pre rôzne relativistické modely vesmíru. Na vodorovnej osi je vynesený čas t, na kolmej osi faktor škály R(t), vyjadrujúci relatívne vzdialenosti kozmických objektov v čase t. Modely s nulovou kozmologickou konštantou ($\lambda=0$) sú uvedené v strednom stĺpci: hore je model otvoreného, hyperbolicky expandujúceho vesmíru ($\lambda=0$, $k=-1$), pod ním je Einsteinov-de Sitterov model s euklidovským priestorom ($\lambda=0$, $k=0$), dole je model oscilujúceho vesmíru ($\lambda=0$, $k=+1$), v ktorom expanzia bude pokračovať po maximálnu hodnotu R_M v čase t_M a potom sa zmení na kontrakciu. Všetky modely so zápornou kozmologickou konštantou ($\lambda<0$), uvedené v ľavom stĺpci, majú oscilujúci charakter. Modely s kladnou kozmologickou konštantou ($\lambda>0$) sú pre index krivosti $k=-1$ a $k=0$ trvale expandujúce, pre $k=+1$ majú rôzny priebeh expanzie, podľa konkrétnej hodnoty kozmologickej konštanty λ. Stacionárny Einsteinov model pri $\lambda=\lambda_E$ má svoj faktor škály R_E nemenný; pre konštantu λ málo väčšiu od λ_E dostávame Lemaîtrove modely s dlhým „časom oddychu"; ak sa konštanta priblíži k λ_E, dostávame limitne Eddingtonov-Lemaîtrov model, expandujúci exponenciálne alebo od R_E do nekonečna, alebo od nuly po R_E; pre kladnú konštantu λ, menšiu než λ_E, dostávame model oscilujúceho vesmíru od $R=0$ cez R_M po $R=0$, alebo od $R=\infty$ cez R_{min} po $R=\infty$. De Sitterov model i model teórie steady-state expanduje exponenciálne, bez začiatku a bez konca, do nekonečna.

FRIEDMANOVE NESTACIONÁRNE MODELY VESMÍRU

Všeobecné riešenie Einsteinových rovníc gravitačného poľa našiel leningradský matematik Friedman; svoje výsledky uverejnil v dvoch prácach z r. 1922 a 1924. Friedman pri postuláte homogénnosti a izotropie vesmíru ukázal, že riešenie Einsteinových rovníc možno nájsť aj bez zavedenia násilnej kozmologickej konštanty, ak sa opustí postulát časovej nemennosti vesmíru. Výsledkom sú nestacionárne, evolučné **Friedmanove modely vesmíru,** v ktorých prebieha alebo proces expanzie, alebo proces kontrakcie, úplne analogický modelom newtonovskej kozmológie.

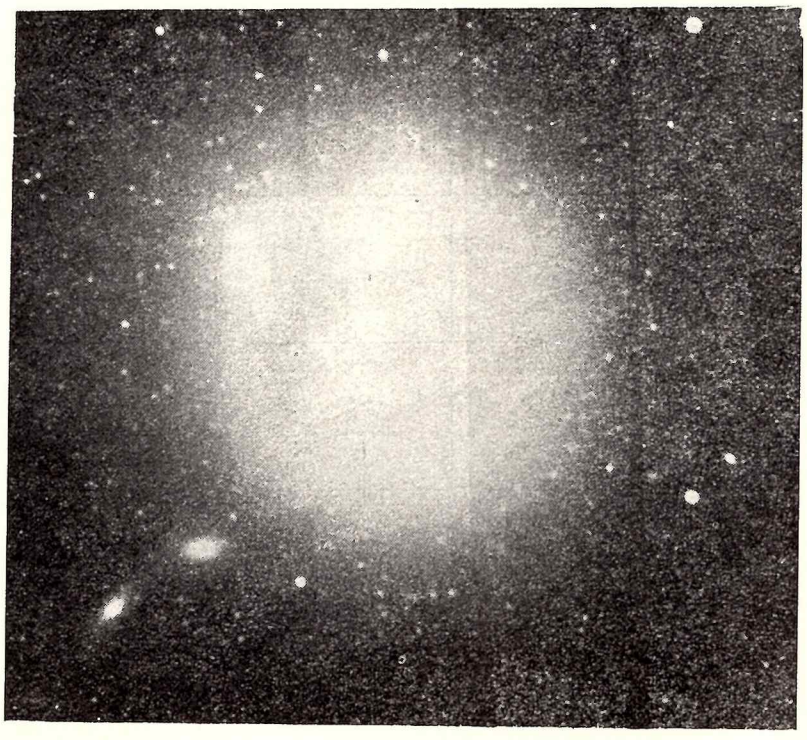
V čase, keď Friedman odvodil svoje nestacionárne modely, o expanzii vesmíru, sa nevedelo nič; tú objavil až o päť rokov neskôr Hubble. Snáď práve tým možno vysvetliť skutočnosť, že Einstein, ba i sám Friedman sa staval veľmi skepticky k nestacionárnym modelom expandujúceho vesmíru. Žiaľ, Friedman sa nedožil neskoršieho veľkého triumfu svojich modelov vesmíru.

Celkom nezávisle od Friedmana odvodil nestacionárne relativistické modely vesmíru r. 1927 belgický kozmológ Lemaître. Zdá sa, že Lemaître bol prvým, kto si plne uvedomil význam nestacionárnych modelov, ako aj ich dôsledky pre pohyb galaxií, ktorý by sa mal dať overiť astronomickými pozorovaniami. Lemaître odvodil dokonca teoretický vzťah medzi radiálnymi rýchlosťami a vzdialenosťami galaxií, ktorý našiel neskôr Hubble na základe pozorovaní červeného posunu čiar v spektrách galaxií.

Zákon expanzie vesmíru, objavený Hubblom r. 1929, možno vyjadriť jednoduchou matematickou lineárnou rovnicou, tzv. **Hubblovým vzťahom:**

$$v_r = H.r$$

kde v_r je radiálna rýchlosť gala-



Galaxia M 87 v súhvezdí Panny

xie, r je vzdialenosť galaxie a H je tzv. **Hubblova konštanta,** vyjadrujúca rýchlosť expanzie vesmíru (v km/s na megaparsek). Hubblovým objavom sa dostali relativistické nestacionárne modely vesmíru do neočakávane skvelej zhody s pozorovaniami. Tento argument bol taký presvedčivý, že aj Einstein r. 1931 definitívne zanechal predstavu stacionárneho vesmíru a spolu s ňou aj z núdze zavedenú, už nepotrebnú kozmologickú konštantu λ.

Pri analýze modelov vesmíru a ich konfrontácii s pozorovaniami, je veľmi výhodné zaviesť popri Hubblovej konštante aj tzv. **decelerač ný parameter** q, ktorý vyjadruje mieru spomaľovania expanzie vesmíru a je volený tak, aby bol bezrozmerným číslom.

Pre súčasnú epochu sa zvyknú používať označenia H_o a q_o, sú to teda tie hodnoty Hubblovej konštanty a deceleračného parametra, ktoré možno odvodiť z pozorovaní. Decelerač ný parameter q_o spolu s Hubblovou konštantou H_o určujú charakter expanzie konkrétneho relativistického modelu vesmíru.

Inou veličinou, ktorú možno odvodiť z pozorovaní a ktorá spolu s Hubblovou konštantou určuje charakter modelu vesmíru je **stredná hustota hmoty** vo vesmíre q_o. Existuje pritom určitá **kritická hustota** q_{kr}, ktorá rozhoduje o tom, či bude vesmír expandovať neobmedzene, alebo či sa expanzia vesmíru po určitom čase zastaví. Tejto kritickej hustote ϱ_{kr} odpovedá decelerač ný parameter $q = 1/2$. Strednou hustotou hmoty vo vesmíre je určené podľa teórie relativity i zakrivenie priestoru, vyjadrené tzv. **indexom krivosti k,** ktorý môže nadobudnúť hodnoty $k = -1$ pre otvorený, hyperbolický priestor, $k = +1$ pre uzatvorený, sférický priestor a $k = 0$ pre plochý, euklidovský, nám bežne známy priestor.

Dostávame tak tri možné základné nestacionárne relativistické modely vesmíru (pozri graf, stredný stĺpec): 1. **Uzatvorený, oscilujúci model** s parametrami $k = +1$, $q_o \rangle 0{,}5$, $\rho_o \rangle \rho_{kr}$: faktor škály R

Alexander Alexandrovič Friedman (1888-1925)

V súčasnej relativistickej kozmológii, v súvislosti s nestacionárnymi modelmi vesmíru sa stále stretávame s menom A. A. Friedmana.

V čom je zásluha Friedmana v kozmológii? Ako uvádza Ja. B. Zeľdovič, v tom, že sa zriekol predstavy stacionárneho vesmíru.

Je zaujímavé, že Friedman nebol astronóm. Povolaním bol hydrológ a meteorológ: výsledky, ktoré získal pri riešení problémov hydrodynamiky stlačenej kvapaliny, turbulentnosti v dynamickej meteorológii tvoria podstatný prínos v rozvoji týchto disciplín vo svetovom meradle. Avšak predovšetkým bol Friedman výborný matematik. Nech riešil akékoľvek problémy, vždy sa snažil úlohu sformulovať matematicky a riešiť ju až potiaľ, kedy by ju bolo možné experimentálne preveriť. Známe sú jeho diskusie s Ju. A. Krutkovom, ktorý hlboko chápal fyzikálnu stránku teórie, ale nemal rád matematické konštrukcie.

Einsteinovou všeobecnou teóriou relativity sa Friedman začal zaoberať začiatkom dvadsiatych rokov. Z tejto problematiky publikoval dve štúdie a jednu monografiu. Štúdia „O zakrivení priestoru" (1922) má asi 20 rukopisných strán a druhá, „O možnosti sveta s konštantným záporným zakrivením priestoru" (1924) asi 14 rukopisných strán. Monografia „Svet ako priestor a čas" (1923) je trochu rozsiahlejšia — 130 stranová.

Hoci tieto práce tvoria menej ako desatinu všetkých Friedmanových publikovaných prác, majú pre kozmológiu podstatný prínos: podarilo sa mu matematicky dokázať možnosť nestacionárnych riešení Einsteinových gravitačných rovníc.

Zaujímavá bola Einsteinova reakcia na tieto preňho neočakávané závery. Zakrátko po publikovaní prvej Friedmanovej práce sa objavila Einsteinova poznámka, v ktorej kritizuje Friedmanove závery. Citujeme samotného Einsteina.

Pripomienka k práci A. Friedmana „O zakrivení priestoru", Zeitschrift für Physik, 1922, 2, s. 326.

„Výsledky o nestacionárnosti vesmíru, obsiahnuté v spomínanej práci, zdajú sa mi podozrivé. V skutočnosti sa ukazuje, že predložené riešenie nevyhovuje rovniciam poľa (A). Ako je známe, z týchto rovníc vyplýva, že divergencia tenzora hmotnosti T_{ik} sa mení na nulu. V prípade charakterizovanom predpo-

(ktorý vyjadruje pre určitý čas vzájomné vzdialenosti kozmických objektov) mení sa v ňom od nuly v čase t = 0 po určitú maximálnu hodnotu R_{max}, po tomto maxime nastane vo vesmíre kontrakcia, až sa dosiahne opäť nulová hodnota faktoru škály R = 0. Geometria tohto modelu je sférická, je to tzv. Riemanova geometria.

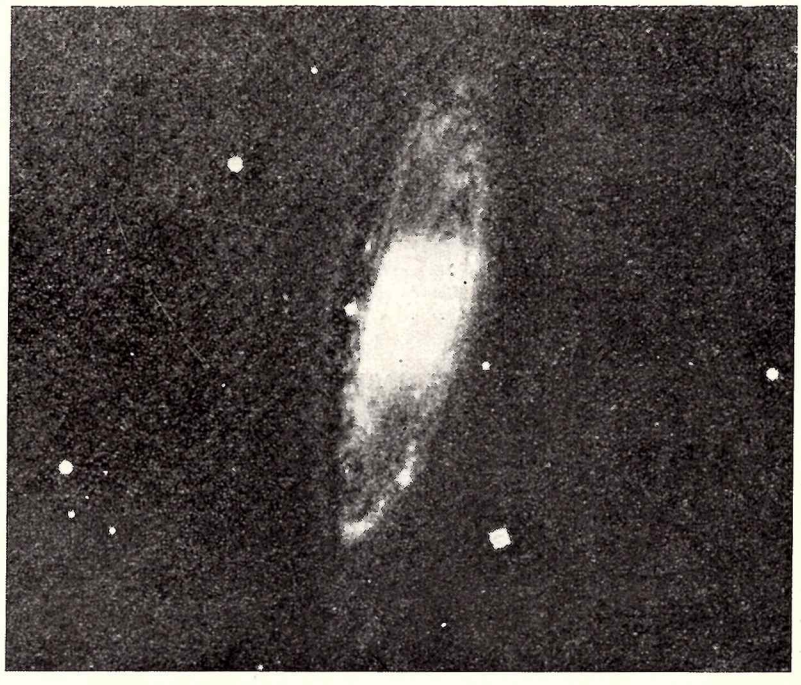
2. **Otvorený parabolický model** s parametrami k = 0, q_o = 0,5, ϱ_o $\rho_o = \rho_{kr}$; je to tzv. **model Einsteina — de Sittera:** faktor škály R v ňom neohraničene narastá; keďže model má nulové zakrivenie (k = 0), jeho metrika spĺňa podmienky obyčajnej euklidovsej geometrie.

3. **Otvorený hyperbolický model** s parametrami k = -1, $0 < q_o < 0{,}5$, $\varrho_o < \varrho_{kr}$: faktor škály R v ňom neohraničene narastá, spočiatku hyperbolicky, neskôr priamoúmerne s časom; metrika tohto vesmíru je neeuklidovská, hyperbolická, je to tzv. geometria Lobačevského.

Pokiaľ ide o minulosť, všetky Friedmanove nestacionárne modely vesmíru vedú k singulárnemu počiatočnému stavu v čase t = 0, v ktorom je vesmír sústredený teoreticky do nulového objemu s nekonečne vysokou hustotou a teplotou. Z tohto stavu sa začala expanzia vesmíru Big Bangom.

Čas, ktorý uplynul od Big Bangu po súčasnosť, je pre jednotlivé Friedmanove modely značne odlišný. Ak by expanzia prebiehala po celý čas rovnakou rýchlosťou, potom čas od Big Bangu po súčasnosť by bol daný prevrátenou hodnotou Hubblovej konštanty H_o; tento čas sa volá **Hubblov vek vesmíru** $t_H = H_o^{-1}$. V každom Friedmanovom modeli čas od Big Bangu po súčasnosť (tzv. **Friedmanov vek vesmíru** t_F) je nutne menší ako Hubblov vek, lebo expanzia sa v každom z nich spomaľuje. Pre hraničný Einsteinov — de Sitterov model je Friedmanov vek vesmíru daný výrazom $t_F = 2/3\ t_H$; dosahuje v ňom teda dve tretiny Hubblovho veku vesmíru. V oscilujúcich modeloch je Friedmanov vek ešte kratší, v hyperbolických modeloch je dlhší než $\frac{2}{3}\ t_H$.

V tabuľke je pre zaujímavosť k rôznym modelom uvedený Hubblov a Friedmanov vek vesmíru (v miliardách rokov), a to pre rôzne



Galaxia M 65 v súhvezdí Leva

---

kladmi (C) a (D_3), to vedie ku vzťahu $\delta\varrho/\delta x_4 = 0$, čo spolu s rovnicou (8) vyžaduje konštantnosť polomeru vesmíru v čase. Preto význam tejto práce je v tom, že dokazuje túto konštantnosť".

V r. 1923 sa v Berlíne s Einsteinom stretáva Friedmanov spolupracovník Ju. A. Krutkov, ktorý odovzdal Einsteinovi list od Friedmana a sám sa snažil presvedčiť Einsteina o nesprávnosti jeho názoru. Onedlho na to sa objavila druhá Einsteinova poznámka, v ktorej priznáva svoj omyl a vysoko hodnotí Friedmanove výsledky:

Poznámka k práci A. Friedmana „O zakrivení priestoru", Zeitschrift für Physik, 1923, 21, s. 228.

„V predchádzajúcej poznámke som vyššie uvedenú prácu kritizoval. Ale ako som sa presvedčil z Friedmanovho listu, ktorý mi odovzdal p. Krutkov, moja kritika sa zakladala na chybe vo výpočtoch. Považujem výsledky p. Friedmana za správne. Vnášajú nové svetlo do tejto problematiky. Ukazuje sa, že rovnice poľa pripúšťajú okrem statických aj dynamické (t. j. premenné v čase) centrálno-symetrické riešenia pre štruktúru priestoru".

Einstein vtedy stál na vrchole svojej slávy. Ale v záujme vedeckej pravdy dokázal priznať svoj omyl bez najmenšieho zdráhania. Iste sa aj v tom zračí jeho veľkosť — ako vedca i ako človeka.

Ako sa ukázalo neskôr, Friedmanove riešenia einsteinovských rovníc majú ďaleko väčší význam, než im on samotný pripisoval. Friedman totiž o svojich prácach hovoril, že poukázal len na možné riešenia einsteinovských rovníc: fyzici nech s tými riešeniami robia čo uznajú za vhodné. Ako dokladá akademik Fok, Friedman nebol presvedčený o tom, že vesmír má skutočne takú štruktúru, aká zodpovedá týmto jeho novým riešeniam.

Až neskoršie, keď sa v astronómii objavili nové experimentálne výsledky, stali sa Friedmanove riešenia základom súčasnej relativistickej kozmológie.

Na záver ešte niekoľko biografických poznámok:

A. A. Friedman sa narodil 17. 6. 1888 v Petrohrade. V r. 1906 zakončil gymnázium so zlatou medailou a stal sa poslucháčom matematického oddelenia fyzikálno-matematickej fakulty Petrohradskej univerzity. V r. 1910 zostáva pracovať na katedre čistej a aplikovanej matematiky u prof. V. A. Steklova a prof. D. K. Bolyleva.

Do jari 1913 sa Friedman zaoberal takmer len matematikou. V r. 1913 sa stal fyzikom observatória v Pavlovsku, kde sa venuje predovšetkým dynamickej meteorológii.

V roku 1914 od začiatku vojny vstupuje ako dobrovoľník do leteckého zboru, kde sa na rôznych úsekoch zaoberal organizáciou aerologických pozorovaní a aeronavigačnej služby.

V roku 1917 je menovaný za vedúceho oddelenia leteckých meracích prístrojov v prvom závode tohto druhu v Rusku.

Od roku 1918 sa stáva profesorom na katedre teoretickej mechaniky Permskej štátnej univerzity a aktívne sa podieľa na založení Permskej fyzikálno-matematickej spoločnosti.

V zime roku 1920 Friedman opäť pracuje v observatóriu v Pulkove, kde r. 1921 zastáva funkciu vedeckého tajomníka a roku 1925 na krátky čas do konca života riaditeľa observatória.

Roku 1925 uskutočnil s pilotom P. Fedosenkom let balónom, pri ktorom dosiahli výšku 7400 metrov. Počas pokusu experimentálne overoval teoretické závery z meteorológie.

A. A. Friedman zomrel 15. septembra 1925 veľmi mladý — vo veku 37 rokov. Avšak vo všetkých oblastiach, v ktorých vedecky pracoval, sa jeho meno natrvalo zapísalo do dejín vedy.

PhDr. JÁN DUBNIČKA

hodnoty deceleračného parametra q_0 a Hubblovej konštanty H_0.

LEMAÎTROVE MODELY

Keď Hubble objavil r. 1929 expanziu vesmíru, Einstein — ako sme videli — zmenil svoj odmietavý postoj k nestacionárnym Friedmanovým modelom a zanechal aj hypotézu kozmologickej konštanty. Zavedenie λ-člena do gravitačných rovníc považoval Einstein za „najväčší omyl svojho života". História λ-člena tým však neskončila a jej pokračovanie je spojené s menom Lemaîtra.

Lemaître odvodil relativistické modely, ktoré sú síce nestacionárne, ale majú dlhé kvázistacionárne obdobie, tzv. „čas oddychu". Tieto tzv. **Lemaîtrove modely** si kladú podmienku, aby bola kozmologická konštanta λ kladná a aby mala nepatrne väčšiu hodnotu, než ju požaduje Einsteinov model stacionárneho vesmíru. V jeho modeloch faktor škály R narastá od nulovej hodnoty v čase t = 0, podobne ako v ostatných nestacionárnych modeloch, ale po určitom čase sa na prechodnú dobu jeho hodnota ustáli. V tomto kvázistacionárnom „čase oddychu" môže ostať vesmír veľmi dlho, potom sa však bude opäť rozpínať, a to neobmedzene. Hraničným prípadom Lemaîtrových modelov je tzv. **Eddingtonov — Lemaîtrov model**, ktorý má nekonečne dlhý „čas oddychu".

Záujem o Lemaîtrove modely s kozmologickou konštantou vzrástol po objave kvazarov, keď sa ukázalo, že kvazarov sa vyskytuje neúmerne veľa vo vzdialenostiach, odpovedajúcich červenému posunu $z \approx 2$. Objav kvazarov s veľkými červenými posunmi ($z > 3$) a ďalšie vyšetrenia červeného posunu kvazarov urobili však toto vysvetlenie, a tým i zavedenie kozmologickej konštanty λ opäť bezpredmetným.

Pre úplnosť treba uviesť, že všetky modely vesmíru so zápornou hodnotou kozmologickej konštanty ($\lambda < 0$) sú oscilujúcimi modelmi. Modely s kladnou hodnotou konštanty ($\lambda > 0$), ale so záporným alebo nulovým parametrom krivosti ($k = -1; 0$) sú otvorenými modelmi s neobmedzenou expanziou.

VEK VESMÍRU (V MILIARDÁCH ROKOV)

		Hubblov vek (H^{-1})	Friedmanov vek			
			hyperbolické modely		parabol. model	eliptický model
H_0	$q_0 =$	0,0	0,2	0,3	0,5	1,0
100		9,8	7,6	7,2	6,5	5,6
75		13,1	10,2	9,6	8,7	7,5
70		14,0	10,9	10,2	9,3	8,0
65		15,1	11,7	11,0	10,1	8,6
60		16,3	12,7	12,0	10,9	9,3
50		19,6	15,3	14,3	13,1	11,2

Existuje superkopa galaxií?

V decembri minulého roku vydala Kalifornská univerzita v Berkeley spolu s NASA správu o veľmi zaujímavých výsledkoch meraní reliktového mikrovlnného žiarenia pomocou prístrojov na palube výškového výskumného lietadla typu U-2. Merania priniesli nepriamy dôkaz toho, že existuje superkopa galaxií — doteraz najväčší známy zhluk galaxií, ktorého vznik možno datovať už od počiatku existencie známeho vesmíru.

Podrobné merania intenzity reliktového žiarenia na celej severnej pologuli oblohy začali sa robiť pomocou lietadla U-2 v roku 1978. Nepatrné rozdiely v izotropii tohto mikrovlnného šumu pozadia interpretovali vedci z Kalifornskej univerzity ako nepriamy dôkaz toho, že Mliečna cesta sa ženie smerom k súhvezdiu Panny rýchlosťou viac ako 450 km/s. Príčinou tohto pohybu, ktorého rýchlosť je naozaj nad očakávanie veľká, je gravitačné pôsobenie superkopy galaxií — útvaru, ktorý zaberá (ako sa astronómovia domnievajú) oblasť s priemerom okolo 2 mld. svetelných rokov, kde je skoncentrovaných o 30—40 % viac galaxií, než sa obvykle nachádza v takom istom objeme priestoru.

Pretože priemer pozorovateľného vesmíru je asi 10 miliárd svetelných rokov, táto obrovská superkopa galaxií s priemerom 2 miliárd svetelných rokov predstavuje až 1 percento objemu celého pozorovaného vesmíru. Dr. George Smoot z Kalifornskej univerzity je toho názoru, že od Big Bangu ešte neuplynulo dosť času na to, aby sa vytvorila takáto superkopa: to by znamenalo, že táto gigantická koncentrácia hmoty musela existovať už v počiatku nášho vesmíru. A ak uvažujeme ďalej, pokračuje dr. Smoot, potom ak sme zistili jednu takúto obrovskú koncentráciu hmoty, pravdepodobne existujú aj ďalšie.

Z tohto všetkého vyplýva, že Big Bang, ktorým započal náš vesmír, bol síce expanziou pri svojej mohutnosti extrémne pravidelnou — pri ktorej sa hmota pohybovala od stredu všetkými smermi rovnakou rýchlosťou — ale samotná prvopočiatočná plazmová guľa nebola ideálne rovnorodá, ako sa doteraz predpokladalo, ale chuchvalcovitá, nehomogénna.

„Rozum sa vzpiera uveriť, že by mohol existovať takýto útvar, ktorý zaberá až tak veľkú časť celého pozorovaného vesmíru", hovorí dr. Smoot. Je vraj sklamaný tým, že pozorovania jeho skupiny stavajú do pochybností model úplne pravidelného a rovnomerného Big Bangu — ktorý tak dobre súhlasil dokonca aj s najnovšími prácami o subatomárnych časticiach. „Je veľmi paradoxné, že vesmír, ktorý je tak rovnomerne usporiadaný, obsahuje aj značné nehomogenity — od veľmi malých, až po nepravidelnosti najväčších možných rozmerov".

Aj práce ďalších astronómov prispeli k názoru, že oblasť oblohy v smere súhvezdia Panny sa vyznačuje niečím neobvyklým. Štúdium oblohy v oblasti röntgenových lúčov poskytlo údaje o náznakoch usporiadanosti galaxií v smere súhvezdia Panny.

V Bellových laboratóriách zas urobili automatické zisťovanie počtu slabých galaxií na fotografických doskách s dlhými expozíciami a tiež získali dôkazy o existencii severnej superkopy galaxií: slabých galaxií je tu totiž nepomerne viac než v ktorejkoľvek inej časti oblohy.

Existencia kopy galaxií, ktorej priemer sa ráta až na miliardy svetelných rokov, je veľmi prekvapivá. Zrejme v našej blízkosti existuje len jedna takáto superkopa. Avšak je možné, že vo väčších vzdialenostiach nájdeme i ďalšie takéto zoskupenia. A možno, že takéto nehomogenity sú i pravidelne rozmiestnené po celom vesmíre.

Podľa NASA News — tf—

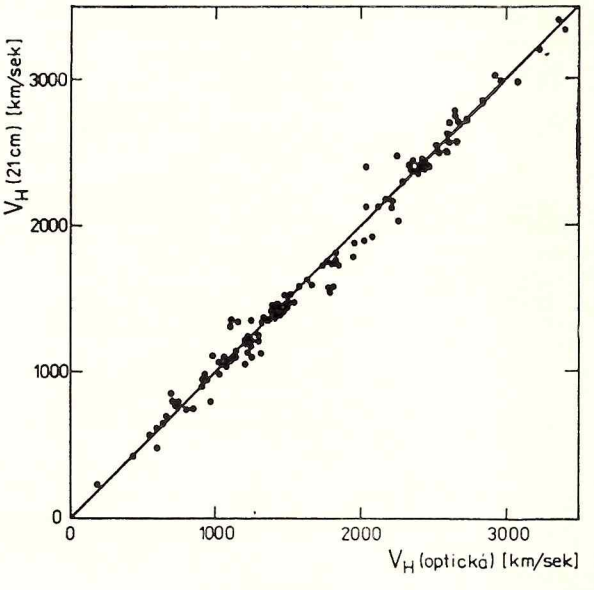
Parametre vesmíru

V predchádzajúcom článku predstavil dr. J. Štohl, CSc., viacero modelov vesmíru. Ktorý z nich je správny? Dnes už o tom nemožno rozhodnúť iba na základe teoretických úvah: potrebujeme zistiť presné hodnoty astronomických veličín, ktoré o tom rozhodujú. Až potom môžeme z jestvujúcich modelov vesmíru vylúčiť tie, ktoré nebudú v súlade s nameranými hodnotami.

Ako ďaleko sme v poznávaní presných hodnôt každej z týchto veličín — to bola téma prednášky RNDr. A. Hajduka, CSc., na konferencii Relativita a kozmológia. Vyberáme z nej krátke informácie o najnovších meraniach tých veličín, ktoré sú rozhodujúce pre posúdenie štruktúry vesmíru a záver prednášky, ktorá je zhrnutím týchto výsledkov.

RNDr. ANTON HAJDUK, CSc.

Rádiové a optické červené posuny



Výsledky rozsiahlej výskumnej práce meraní červených posunov galaxií, skupín a párov galaxií a kôp galaxií z pozorovaní na observatóriách v Mount Stromlo a Mount Palomar publikoval A. Sandage. Táto práca obsahuje optické červené posuny 719 jasných galaxií z 1000 platní do radiálnych rýchlostí v = 3000 km/s. (Z nich 505 je obsiahnutých v známom katalógu galaxií Shapplyho-Amesa.) Nepresnosti v určení rýchlostí, aj na základe porovnania optických a rádiových červených posunov sú menšie než 100 km/s.

Červené posuny, získané rádioastronomicky, porovnané s optickými pre vyše 100 prípadov sú znázornené na obr. Vzájomný súhlas, vyjadrený 45° sklonom pri rovnakej stupnici rýchlostí vyjadruje jednoznačne dopplerovský charakter posunu spektrálnych čiar a dokazuje expanziu vesmíru. Rádioastronomické červené posuny tak vyvrátili teórie o tzv. stárnutí svetla a iné, ktoré spochybňovali rozpínanie vesmíru.

Podľa Astron. J. 83,904, 1978

Najnovšie hodnoty Hubbleovej konštanty

Určovaním Hubbleovej konštanty H ďalšími nezávislými metódami sa zaoberali r. 1979 Visvanathan a Griersmith. Pomocou údajov farebných magnitúd odvodili H = 59 ± 8 km. s^{-1}. $Mcp.^{-1}$.

Iná skupina astronómov (Aaronson, Huchra a Mould z observatórií v Arizone, na Havane a Kitt Peaku) použila zložitú metódu určenia H na základe vzťahu medzi jasnosťou neskorých typov galaxií (špirálovitých) a šírkou 21 cm čiary v rádiových pozorovaniach. Z faktu, že šírka spektrálnej čiary je úmerná rýchlosti rotácie galaxie a tá jej hmotnosti (pre daný typ) odvodili pre 11 galaxií vo Virgo a 18 galaxií v UMa konštantu H = 61 ± 4 km.s^{-1} Mpc^{1-}.

Obe uvedené hodnoty H ležia medzi hodnotami H z dvoch najrozsiahlejších kalibrácií vzdialeností, ktoré odvodili Sandage a Tamman r. 1976 s výsledným H = 53 ± 6 km. s^{-1}. Mcp^{-1}. a Tully a Fisher r. 1977 s výsledkom H = 70 ± 8 km. s^{-1} Mcp^{-1}.

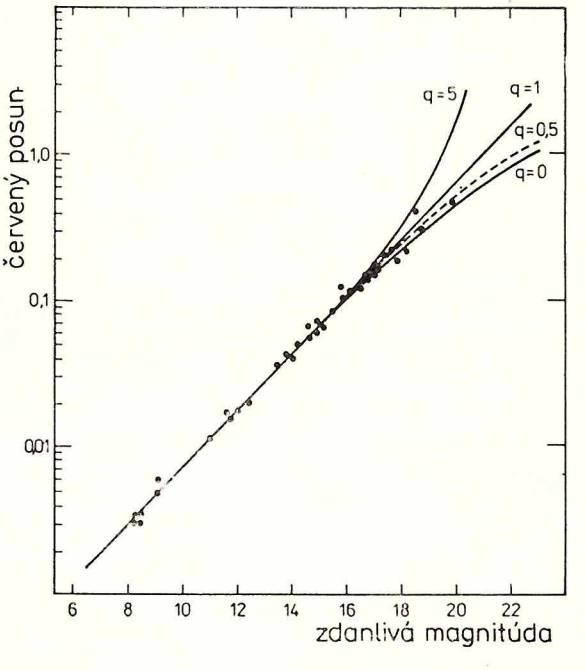
Ukazuje sa teda, že i použitím veľmi odlišných metód konvergujú výsledky v určení H do pomerne úzkeho intervalu.

Podľa Astrophys. J. 229,1 a 230,1 (1979)

Hodnoty parametra decelerácie q

Prvé významnejšie pokusy určiť q zo vzťahu magnitúda — červený posun uskutočnili Humason (r. 1956), Baum (r. 1957, r. 1962) a Sandage (r. 1961). Získané hodnoty (okolo q = 1) preferovali uzavretý vesmír.

Friedmanovský model vesmíru s q = 1 a H približne 50 km. s^{-1} Mcp^{-1}. zodpovedá uzavretému vesmíru s Big Bangom asi pred 12 mld. rokmi a s návratom do ďalšieho Big Bangu asi po 120 mld.



rokoch. Podľa toho by sme boli asi v 1/10 periódy kmitu vesmíru. V tom čase sa však nebral do úvahy efekt evolúcie jasnosti, ktorý znižuje hodnotu q. Naproti tomu však efekt clonenia svetla v medzigalaktickom priestore a zvyšuje hodnotu q.

Najnovšie sa na určenie q využíva vzťah medzi červeným posunom z a priemerom galaxií patriacich do kôp, čím sa dá vyhnúť zmenám jasnosti v dôsledku evolúcie. Na obídenie evolučných zmien vypracovali Fabri a spolupracovníci r. 1979 metódu určenia q na základe výskumu jadier kôp galaxií (meraním priemeru žeravej plazmy pomocou tzv. Šuňajev — Zeľdovičovho efektu) a počtu členov kôp.

Dnes sa najčastejšie prijímajú hodnoty q = 0,1 alebo q = 0,2. Avšak vzhľadom na to, že hodnoty z začínajú nadobúdať väčší rozptyl už pri hodnotách z = 0,2 je rozptyl hodnôt q podľa niektorých autorov až ± 1. V súvislosti s rozptylom hodnôt H a ϱ môže q = 0,1 až 0,2 vyhovovať ľubovoľnej z metrík priestoru.

Spresnenie hodnôt q sa dá dosiahnuť i metódami nezávislými od z, a to výskumom žiarenia galaktických jadier na milimetrových a submilimetrových vlnách. Práve tu rádioastronomické metódy pokračujú výrazným zvýšením citlivosti prístrojov, kde sa dosahuje rozlišovacia schopnosť 10—1″. Gilliespie a Phillips r. 1979 navrhli metódu merania uhlových rozmerov zdrojov na milimetrových vlnách, ktorá by stonásobne zvýšila štatistickú účinnosť doterajších rádioteleskopov (pozorovaním objektov z väčšieho zorného poľa za rovnaký čas).

Podľa Astron. Astrophys. 73,14 a 74, L 20 (1979)

Hustota vesmíru

Rozhodujúcou veličinou pri určení charakteru rýchlosti expanzie vesmíru je hustota vesmíru (resp. jeho hmotnosť). Obrazne povedané tá rozhoduje o tom, či je rýchlosť vzďalujúcich sa galaxií úniková alebo nie. (Je to obdoba 2. kozmickej rýchlosti pri úniku kozmickej rakety od Zeme.)

Od hodnoty hustoty ρ vesmíru, v spojitosti s Hubbleovou konštantou H a deceleračným parametrom q závisí vieryhodnosť daného kozmologického modelu. Tieto tri veličiny sú zvájomne viazané vzťahom

$$\rho = 3\ q\ H^2/4\pi G$$

kde G je gravitačná konštanta.

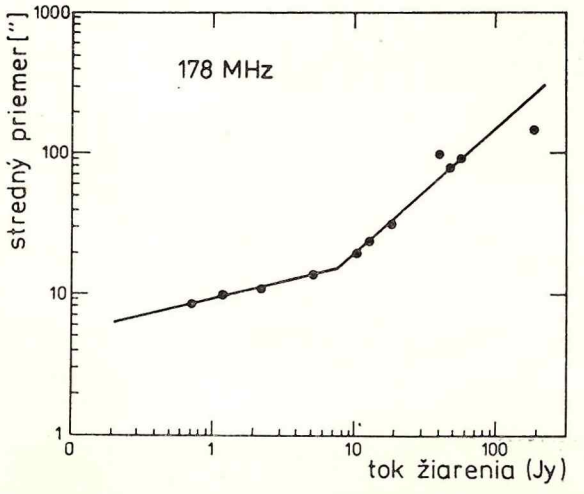
Pre Einsteinov — de Sitterov model, pre ktorý q = 1/2, vychádza pre dnešné hodnoty H kritická hustota okolo $\varrho_c = 5.10^{-30}$ g/cm^3. (To znamená, že rýchlosť úniku galaxií pri takejto hustote by tu dosiahla parabolickú hranicu.)

Nanešťastie namerané hodnoty ρ sa veľmi málo líšia od ρ_c.

Hodnoty hustoty hmoty vesmíru pomocou strednej objemovej svietivosti vo fotografickom svetle v dôsledku žiarenia galaxií sa u jednotlivých autorov pomerne dobre zhodujú medzi 10^{-30} a 10^{-31} g/cm^3 a sú asi o 1 rád menšie než ϱ_c (o 20—30 násobok) a preferujú teda hyperbolický vesmír. Je ovšem zrejmé, že hustota ρ určená fotograficky neobsahuje neviditeľnú zložku hmoty v galaxiách a medzigalaktickom priestore. Podľa veľmi odvážneho názoru Oorta iba 1/15 hmoty je sústredená v galaxiách a berúc do úvahy všetky neviditeľné zložky mu vychádza $\varrho \approx 4.10^{-29}$ g/cm^3; čo je väčšia než ϱ_c a teda preferuje eliptický uzavretý vesmír. Naproti tomu Peebles a Selder odhadujú, že hmotnosť všetkých galaxií i hmotnosť okolia tvorí iba 70 % kritickej hodnoty hmotnosti vesmíru. Metódy, určujúce ρ opísaným konvenčným spôsobom podrobil Turner r. 1979 ostrej kritike. Vytýkal autorom zanedbanie formy funkcie jasnosti pozorovaných objektov a fakt, že neberú do úvahy evolúciu funkcie jasnosti vyplývajúcu z evolúcie hustoty vo vesmíre. A tak posledné slovo v určovaní hustoty vesmíru ešte nepadlo.

Podľa: Kosmologia, teoria i nabljudenia, L.L.L. Moskva 1978 a Astrophys. J. 229,25 a 231,645

Krivosť priestoru



Jedna z metód určenia krivosti priestoru spočíva v určení hustoty rozloženia galaxií so vzrastajúcou vzdialenosťou. Za predpokladu známej funkcie rozdelenia galaxií možno zo zmien hustoty počtu galaxií v priestorovom uhle so vzdialenosťou určiť metriku priestoru. Počet galaxií v objemovej jednotke zakriveného priestoru je iný než v euklidovskej geomerii. Z nameraného počtu galaxií možno určiť stupeň zakrivenia, t. j. elipticitu alebo hyperbolicitu priestoru. Tento test však vyžaduje registráciu veľmi slabých objektov, a začína byť citlivý až pri jasnosti objektov nad 25. magnitúdu. Najväčšími dnešnými alekohľadmi vidíme objekty 23. a pri extrémnych xpozíciách až do 24. magnitúdy. Slabinou testu je j nedostatočná znalosť funkcie rozdelenia galaxií o veľkých vzdialenostiach. Indickí rádioastronómoia Svapur a Kapahi použili na určenie krivosti priesoru inú metódu: Výkonným rádioteleskopom v Ooacamund, ktorý pozostáva z 24 parabolických antén, na základni 500 m, sledovali rozmery rádiogalixií využitím zákrytov týchto rádiových zdrojov Mesiacom. Všeobecne platí skúsenosť, že objekt pozorujeme stále menší, čím je od nás ďalej. (Uhlový priemer objektu sa zmenšuje so vzdialenosťou.) Zaujímavým dôsledkom Einsteinovej teórie relativity a s ňou spojeného zakrivenia priestoru je, že tento vzťah neplatí pre veľmi veľké vzdialenosti, t. j. také, pre ktoré čas zodpovedajúci príjmu rádiových vĺn od zdroja dosahuje podstatnú časť veku vesmíru. Väčšina modelov vesmíru predpovedá túto hranicu pri 5.10^9 svetelných rokov. Za touto hranicou by teda uhlový rozmer objektov nemal ďalej klesať, mal by byť konštantný, prípadne mal by rásť so vzdialenosťou. Zdá sa, že práve tento efekt bol v Indii pozorovaný. Smerom k menším hodnotám toku žiarenia nepokračuje pokles priemerov objektov rovnomerne, ale rozdiely v priemeroch objektov sa zmenšujú. (Pozri obr.). Z registrácie počtu rádiových zdrojov po určitú hranicu toku žiarenia vychádza, že počet malých rádiových galaxií bol v minulosti oveľa väčší než je teraz, čo zodpovedá vyššej hustote medzigalakitckej hmoty v minulosti alebo menšiemu objemu. Tieto pozorovania tak predstavujú celkom nezávislé potvrdenie evolúcie hustoty vesmíru a Big Bangu.

Podľa: Sky and Telescope 1976,162.

Evolúcia hustoty vesmíru

Otázkou evolúcie hustoty vo vesmíre sa podrobne zaoberali McClelland a Silk. Teoreticky modelovali evolúciu rozloženia galaxií vo vesmíre na základe predpokladu, že počiatočné perturbácie hustoty ϱ boli rozložené gaussovsky a na základe dnešných hodnôt

ϱ (ϱ_c = 5.10^{-03} g/cm^3). Z ϱ_c určujú kritickú hodnotu počiatočných perturbácií vo vesmíre ϱ_c a ukazujú, že väčšie perturbácie vedú rýchle ku kolapsu vesmíru.

Teda z pozorovaného rozloženia galaxií sa tu určuje funkcia porúch (σ), ktorá k tomuto rozloženiu viedla. Určenie $\delta \neq \sigma_{crit}$ dovoľuje tak určiť geometriu vesmíru vyplývajúcu z počiatočných perturbácií hustoty. Hawking už r. 1971 ukázal, že v dôsledku fluktuácií hustoty môže dôjsť v počiatočných štádiách vývoja vesmíru (už v ére žiarenia) k vytvoreniu miniatúrnych čiernych dier o hmotnostiach už od m≥10^{-5} g. Tento záver je mimoriadne závažný pre posúdenie terajšej hodnoty ρ vesmíru, pretože tieto pôvodné miniatúrne čierne diery rastú čo do hmotnosti akréciou z okolia. Avšak gravitačný účinok tokýchto čiernych dier na okolie nepozorujeme. Hacyan podstatne znižuje túto hodnotu, berúc do úvahy rapídny pokles ρ s expanziou v počiatočných štádiách evolúcie vesmíru. Jednako hmotnosť ukrytá v týchto čiernych dierach môže predstavovať určitý korekčný faktor pri určení hustoty vesmíru.

Podľa: Astrophys. J. 229,42 a 231, 645 (1979)

Rozhodne reliktové žiarenie?

Z teórie porúch (v tomto prípade súčasne porúch hustoty ρ i teploty T) vyplýva, že veľmi skoro po Big Bangu museli nastať také fluktuácie ρ a T, že sa to musí prejaviť v spektre reliktového žiarenia. Tieto teoretické predpoklady sa potvrdili. R. 1967 pozorovali Partridge a Wilkinson a po nich Conclin a ďalší, odchýlky rádu 10^{-3} K (zodpovedajúce asi 1/1000 mm pri rádiovom pozorovaní), čo predstavuje určité rozšírenie spektrálnych čiar. Táto zmena bola vyvolaná počiatočnou emisiou horúcej plazmy. Sherman teoreticky zdôvodňuje, že termálna, ionizačná i excitačná história zložiek hmoty je funkciou času a tento vývoj možno modelovať. Tieto zmeny sú pritom rôzne rýchle pre rôzne parametre kozmologických modelov. Možno preto z pozorovanej šírky spektrálnych čiar reliktového žiarenia odvodiť napr. rýchlosť počiatočných zmien teploty a overovať nimi parametre kozmologických modelov.

Podľa: Astrophys. J. 232,1 (1979).

Konfrontácia kozmologických modelov s pozorovaniami

Po zvážení všetkých neistôt v určovaní jednotlivých parametrov nie je možné prijať určitú jedinú trojicu vzájomne viazaných parametrov H, q a ϱ (Hubbleovej konštanty, deceleračného parametra a hustoty) vesmíru za najpravdepodobnejšiu. Jednako možno v súlade s pozorovaniami vymedziť pre ne určité rozumné hranice. Dnes sa už veľmi zriedka možno stretnúť s prácou, v ktorej by sa uvažovalo H⟨50 km.s^{-1}.Mpc^{-1}, alebo H⟩75 km.s^{-1}.Mpc^{-1}. Používané hodnoty pre hustotu kolíšu najčastejšie v medziach 10^{-29}g.cm^{-3} ⟩ϱ⟩ 10^{-30}g.cm^{-3}. Hodnoty parametra q sa i dnes uvádzajú veľmi rozdielne, od hodnôt 0,01 až po 1; predsa však najčastejšie sa počíta so Sandageovou hodnotou q = 0,1 až q = 0,2. Kombinácia uvedených hodnôt dáva pre vek vesmíru hodnoty T = 13.10^9 až 16.10^9 rokov, ktoré možno dnes považovať za najprijateľnejšie. Menšie hodnoty T (napr. pri H⟩75 km.s^{-1}.Mpc^{-1}) by viedli k rozporu s pozorovaným vekom najstarších útvarov, akými sú hviezdokopy s vekom okolo 10.10^9 rokov a vekom prvkov, ktorý je okolo 11,7.10^9 rokov. Na druhej strane oveľa vyšší vek vesmíru (napr. 20.10^9 rokov) vyžaduje už také extrémne hodnoty parametrov (viď tabuľku k článku dr. Štohla v tomto čísle), ktoré už veľmi vybočujú z rozumných medzí.

Neistota vo výbere kozmologických modelov je zaiste dôsledkom nepresností v určení parametrov H, q, ρ a s nimi spojených veličín. Napriek tomu vidíme tu pozoruhodný fakt, že všetky tieto hodnoty, vzájomne viazané, sú veľmi blízke ku kritickým hodnotám parabolického vesmíru, na rozhraní medzi otvoreným-hyperbolickým a uzatvoreným-eliptickým vesmírom. Prameňom neistoty je takto predovšetkým táto blízkosť parametrov vesmíru k medzným hodnotám. Je preto namieste otázka položená Dickem a Hawkingom, či je táto limitná povaha parametrov vesmíru náhodným dôsledkom počiatočných fluktuácií hustoty alebo je javom zákonitým. Dicke v Nature (192, 440) ukazuje, že rozhodujúcu úlohu tu hrá veľkosť počiatočných fluktuácií ρ. Od nich závisí rýchlosť evolúcie kozmických sústav. (Preto sa venuje neobyčajná pozornosť detekcii jemných odchýliek od izotropie reliktového žiarenia, lebo ňou detektujeme rozsah počiatočných fluktuácií teploty a tým aj hustoty.) Veľmi veľké počiatočné fluktuácie vedú k rýchlym zmenám prostredia, vývoj sústav sa urýchľuje, životnosť hviezdnych objektov sa skracuje a vesmír rýchlo speje späť ku kolapsu. Naopak, veľmi malé počiatočné fluktuácie hustoty vedú k veľmi pomalým zmenám prostredia a gravitačne viazané sústavy hviezd a galaxií sa od seba izolujú rozpadom ešte skôr, než by sa mohli vytvoriť ťažšie prvky. K celkom rovnakým uzáverom prichádza Hawking (na Symp.I.A.U. No 63,283) analýzou počiatočných hodnôt rýchlosti expanzie. Spočítal, že v prípade, že by počiatočná rýchlosť expanzie sa zmenšila o jednu bilióntinu skutočnej hodnoty v čase zodpovedajúcom stavu o teplote 10^{10}K, vesmír by bol za 5 miliónov rokov skolaboval a jeho teplota by neklesla pod 10 000 stupňov. Ak by počiatočná rýchlosť expanzie bola omnoho vyššia, expanzia by napredovala rýchlo a nestačili by sa vytvoriť gravitačne viazané systémy. Skutočnosť, že z veľkého počtu možných stavov fluktuácií hustoty a možných hodnôt rýchlosti expanzie boli počiatočné fluktuácie hustoty a rýchlosť expanzie niekde uprostred dvoch extrémov, súvisí, ako uvádzajú Dicke a Hawking s existenciou života a s prítomnosťou človeka vo vesmíre, a to preto, lebo v obojstranne odlišných prípadoch by život ani človek jednoducho nevznikol a teda by sme o takom prípade ani nemali možnosť vedieť. Iba hodnoty blízke kritickým hodnotám parametrov H a ρ vedú k vytvoreniu a dostatočne dlhému trvaniu zložitých molekulárnych štruktúr vo vesmíre. Dicke to v časopise Nature vyjadril vtipnou poznámkou, že „je všeobecne známe, že ku vzniku fyzikov je potrebný uhlík".

Bolo by určitým antropocentrizmom myslieť, že parametre H i ρ vo vesmíre nadobúdajú svoje hodnoty preto, aby umožnili vznik človeka, ale naopak možno povedať, že vznik životných štruktúr je dôsledkom evolúcie vesmíru s pozorovanými hodnotami H i ρ. Okrem toho dnešné hodnoty H i ρ ležia medzi extrémami eliptických a hyberbolických hodnôt a možno ich preto oprávnene považovať za štatisticky najpravdepodobnejšie. Ak by sa v budúcnosti ukázalo, že existuje veľa vesmírov, potom sa dá predpokladať, že ich hodnoty H a ρ by mali gausovské rozdelenie a najviac z nich by malo ρ a H blízke ρ a H nášho vesmíru.

Konferenciu Relativita a kozmológia poriadala Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV pri príležitosti 20. výročia svojho založenia 15. a 16. novembra 1979. Okrem referátov dr. J. Štohla a dr. A. Hajduka, z ktorých časti uverejňujeme v tomto čísle Kozmosu, prednášal na nej dr. J. Langer na tému „Gravitačné teórie a ich význam pre kozmológiu" a D. Chochol na tému „Kozmologický problém čiernych dier a singularít". S týmito príspevkami oboznámime čitateľov v ďalších číslach nášho časopisu. O činnosti SAS pri SAV informujeme na str. 24, kde publikujeme niektoré časti zo slávnostného referátu, predneseného dr. J. Svoreňom, vedeckým tajomníkom Spoločnosti. Všetky referáty z tejto konferencie budú v plnom rozsahu uverejnené v zborníku Relativita a kozmológia, ktorý dostanú všetci členovia SAS.

Nový Jupiterov mesiac

Sonda Voyager 2 vyslala 8. júla 1979 tesne pred svojím naväčším priblížením k Jupiteru zaujímavé snímky Jupiterovho slabého prstenca. Pri podrobnom prehliadnutí týchto snímok našiel sa v rovine prstenca bodový objekt. Prvé podozrenie, že tento objekt musí byť Jupiterov mesiac, vzniklo vtedy, keď sa po dôkladnom prieskume zistilo, že sa v tejto oblasti nemohla nafotografovať nijaká hviezda.

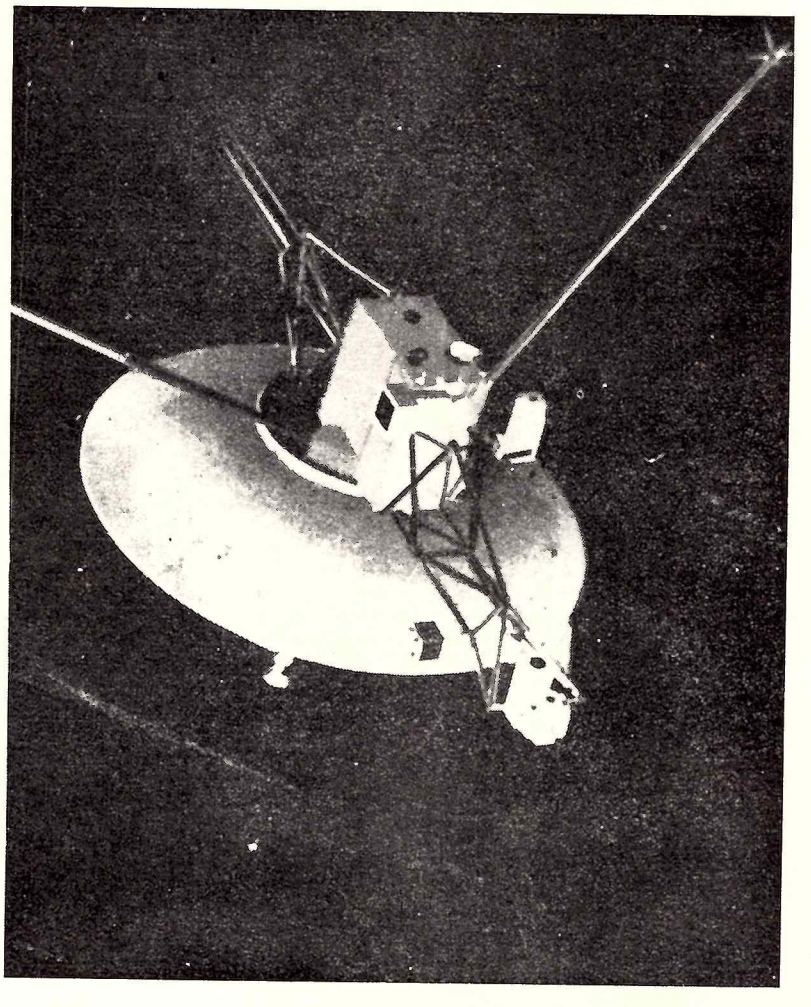
Potom sa skúmali ostatné fotografie Voyagera 2 s vyššou rozlišovacou schopnosťou, na ktorých bola tá istá časť prstenca. Podivný objekt bol tam znova: jeho stopa na fotografiách mala odlišný sklon a dĺžku než stopy hviezd — a to dokazovalo, že objekt je naozaj Jupiterovým mesiacom.

Nový satelit má dočasne označenie 1979 J 1 a je štrnástym známym mesiacom, ktorý obieha okolo našej najväčšej planéty. (Ďalší mesiac, ktorého existencia nie je zatiaľ potvrdená, našiel na snímke z Mt palomarského ďalekohľadu pred niekoľkými rokmi Charles T. Kowal. Tento mesiac, ak skutočne existuje, je vo väčšej vzdialenosti od Jupitera.)

Mesiac 1979 J 1 je najbližší z Jupiterových mesiacov. Obieha planétu na vonkajšom okraji prstenca asi 57 800 km od hornej hranice mračien. Jeho veľkosť určili na 30 — 40 km v priemere; je teda menší ako 7 Jupiterových mesiacov, ale väčší ako 6 ostatných. Obežnú dobu má 7 hodín a 8 minút a pohybuje sa po svojej dráhe 30 km za sekundu. Je to teda najrýchlejšie sa pohybujúci mesiac v slnečnej sústave a má zo všetkých mesiacov najkratšiu obežnú dobu.

Nový Jupiterov mesiac je ďalším príspevkom do zoznamu objavov, ktoré vyplynuli z prieskumu Voyagerov. Medzi najdôležitejšie patrí objav prstenca okolo planéty, zistenie vulkanickej činnosti na mesiaci Io a dôkaz, že v Jupiterovej atmosfére prebiehajú mohutné elektrické výboje.

Podľa NASA News —vp—



Sondy Voyager 1 a 2 vyslali od januára do augusta minulého roku vyše 32 tisíc záberov Jupitera a jeho mesiacov. Obe sondy sú teraz na ceste k Saturnu. Podľa plánu by mal Voyager 1 doletieť k Saturnu v novembri 1980 a Voyager 2 v auguste 1981.

NASA už vydala dve správy o tom, že spojenie s Voyagerom 1 sa prerušilo. Zakaždým sa ho však podarilo obnoviť. Sonda — podľa správ zo začiatku januára — normálne funguje a pokračuje na ceste k Saturnu, kam sa má dostať v novembri tohto roku tri a štvrť roka po svojom štarte zo Zeme.

Spojenie s Voyagerom 1 sa v polovici októbra minulého roka prerušilo vtedy, keď riadiace stredisko (JPL v Pasadene) robilo jeden z manévrov, pri ktorom sa sonda dostane do rotačného pohybu v tzv. skanovacom režime. Manéver sa robí preto, aby sonda vyhľadala hviezdu Canapus a nasmerovala sa na ňu: vtedy sú jej antény správne orientované a signály zo sondy sa môžu prijímať na Zemi. Pretože sonda sa napriek 20 hodinovému snaženiu riadiaceho strediska nasmerovala na iný zdroj, spojenie sa prerušilo. Na návrat sondy do správnej orientácie sa použila vysokozisková anténa.

SPACE SHUTTLE PRED PREMIÉROU

Ako s raketoplánom?

Podľa pôvodných plánov mal raketoplán štartovať už v marci 1979. Ale nepodarilo sa dodržať ani ďalší termín — koniec roka 1979.

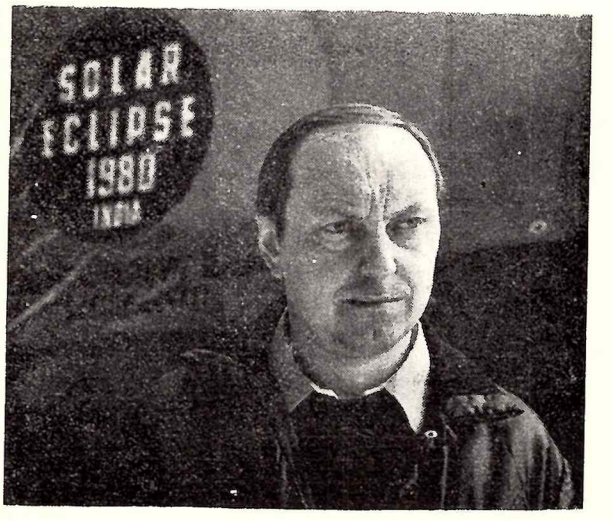
Zdržanie počas vlaňajška zavinili najmä dve závady: pri skúškach zväzku troch hnacích motorov raketoplánu v júli 1979 zlyhal hlavný palivový ventil a v priebehu skúšobných štartov hlavného hnacieho systému v októbri 1979 prasklo portubie na tryske motora. Skúšky hlavného zväzku motorov sa opakovali 17. decembra 1979 a boli už úspešné: všetky hlavné motory pracovali 550 sekúnd na plný i čiastočný výkon, tak isto, ako to bude pri orbitálnom lete.

Podľa ďalších správ má raketoplán štartovať tento rok 30. júna. Ale samotný riaditeľ NASA koncom minulého roku vyhlásil, že nie je isté, či tento termín nie je príliš optimistický: priklonil sa k názoru, že je reálnejšie rátať s termínom prvého štartu v auguste až septembri 1980.

Podľa správ NASA —tf—

Expedícia Astronomického ústavu SAV

Za zatmením Slnka do Indie



Hoci úplné zatmenie Slnka býva každý rok jeden až dvakrát, záujemcom o Slnko nikdy nezovšednie. Na miestach, odkiaľ má byť úkaz viditeľný, zhromaždia sa vždy tisícky pozorovateľov. Aj keď zatmenie trvá iba pár minút, mnohým expedíciám stojí za to vypraviť sa s pozorovacou technikou hoci aj cez pol zemegule: Slnko síce sledujeme mnohými prístrojmi, v rozličných oblastiach spektra osobitne a zapojili sme do systematického pozorovania aj družice a posádky kozmických lodí, no napriek tomu zatmenia zostávajú dodnes príležitosťou na zistenie niektorých unikátnych pozorovaní.

Už od začiatku tohto roka sa astronómovia — slniečkári, pripravovali na úplné zatmenie Slnka 16. II. 1980. Pásmo, odkiaľ je úkaz viditeľný, je široké asi 160 km a tiahne sa územím centrálnej Afriky cez Indický oceán a Indiu. V tomto „pásme totality" sa výpravy utáborili ešte dlho pred termínom zatmenia: kto nechce prepásť minúty, kvôli ktorým meral cestu tisíce kilometrov dlhú, musí čakať pripravený, s dôkladne odskúšanou technikou.

Tento rok sa zúčastňuje pozorovaní úplného zatmenia Slnka aj sedemčlenná expedícia našich astronómov. Všetci sú pracovníci AÚ SAV v Tatranskej Lomnici. Stanovište expedície majú pri meste Gadag asi 500 km južne od Bombay. Na cestu 12 tisíc km dlhú odchádzali z Tatier 10. januára „po vlastnej osi" — na dvoch autách — Tatra 148 a ARO 240.

Ešte predtým nám však o expedícii podrobnejšie porozprával jej vedúci — RNDr. Vojtech Rušín, CSc.

Dr. Vojtech Rušín, CSc., ktorý vedie našu expedíciu za zatmením Slnka do Indie. Vrásky sa mu prehĺbili, ale odchod sa zvládol načas.

— Ak nás po ceste nič nepredvídaného nezdrží, môžeme byť na mieste už tretieho februára. Potom začnú prípravy. Predovšetkým treba vybetónovať podsadu, na ktorej budú oba naše 13 cm ďalekohľady. Ďalej treba určiť presné zemepisné súradnice miesta, odkiaľ budeme zatmenie pozorovať, rozostaviť prístroje, dôkladne ich zaostriť a odskúšať. A samozrejme, prv než toto všetko, treba postaviť tábor a spraviť dôkladný poriadok v rozmiestnení všetkých vecí, aby sa aj v takýchto poľných podmienkach dalo poriadne pracovať. Bývať budeme v stane a pri varení sa budeme striedať: na to už máme dobrý tréning z domu. Na Lomnickom štíte si všetci, čo máme službu, varíme spoločne — vždy jeden je kuchár.

Ako dlho budete pozorovať zatmenie?

— Z nášho stanovišťa bude úplné zatmenie viditeľné 2 minúty a 40 sekúnd. Územie, kde bude úkaz najdlhšie pozorovateľný — 4 minúty, leží v Indickom oceáne. Odtiaľ sa bude pozorovať z lodí. Najdlhšie však možno pozorovať z nadzvukového lietadla, ktoré pri svojej rýchlosti stihne letieť vždy ponad územie, kde práve zatmenie prebieha. Takto možno zatmenie pozorovať až 70 minút.

Ste vedúci už druhej expedície za zatmením Slnka. Čím sa tá terajšia líši od predošlej?

— Predovšetkým Slnko bude iné. Pred siedmimi rokmi, keď sme boli za zatmením v Nigeri, bolo Slnko v období poklesu svojej aktivity, bolo to 4 roky pred minimom. Teraz však máme možnosť pozorovať zatmenie počas maxima slnečnej činnosti,

◄ **Tie kopy fliaš — to nie je džús (hoci ani ten by v Indii nebol zbytočný), ale Madit Oil. Je deň pred odchodom expedície, materiál sa už nakladá do áut. Colníci, ktorí zároveň náklad kontrolujú, zaplombujú autá, aby expedícia mohla prejsť hranicami bez väčšieho zdržania.**

keď aktivita Slnka vrcholí. V koróne — najvrchnejšej vrstve slnečnej atmosféry — sa to prejavuje väčšou elektrónovou hustotou, takže len čo Mesiac zakryje slnečný disk, bude vidno, že koróna žiari asi dvakrát tak intenzívne ako v období minima. Aj tvar má koróna úplne odlišný: v minime žiari najmä v okolí slnečného rovníka a na póloch ju prakticky nevidíme. Teraz, v maxime už koróna žiari okolo celého slnečného disku.

Koľko expedícií sa má zúčastniť na terajšom zatmení Slnka?

— Môžem to len približne odhadnúť, lebo počet prihlásených expedícií sa zatiaľ neuverejnil. V roku 1973, keď sme boli v Nigeri, zúčastnilo sa na pozorovaní v celej dĺžke pásma 150 expedícií z 27 krajín. Teraz to bude určite viac: vrcholí Rok maxima slnečnej činnosti a táto medzinárodná vedecká akcia zmobilizovala všetkých pozorovateľov Slnka — profesionálov i amatérov.

Aký máte odborný program?

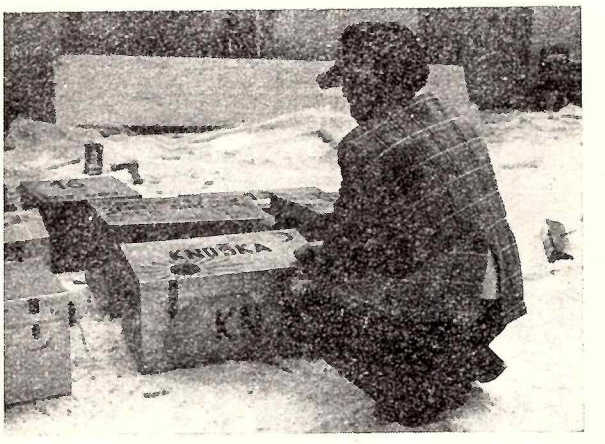
— Plánovaných máme päť experimentov. Pri prvých dvoch budeme merať polarizáciu v emisných koronálnych čiarach 530,3 nm a 637,4 nm. Ďalej budeme merať polarizáciu v bielom spektre: jednak ďalekohľadom do vzdialenosti troch až štyroch slnečných polomerov a tiež teleobjektívom, ktorý umožní meranie do 12 až 15 polomerov. Cieľom je skúmať závislosť veľkosti polarizácie koróny od slnečnej aktivity. Štvrtým experimentom je fotometria bielej koróny a posledným skúška mimozatmeňového družicového koronografu a televíznej techniky. Po návrate napíšeme o všetkom podrobnejšie: dúfame, že experimenty nám výjdu.

Môžu merania aj nevýjsť?

— Všeličo sa stáva. Napríklad pri minulej expedícii sa nám stalo, že odrazu vynechal agregát, ktorý dodáva prúd pre všetky zariadenia. Na šťastie, bolo to len počas „generálky".

Čo by sa stalo, keby agregát prestal pracovať práve počas tých dvoch minút úplného zatmenia?

— Predovšetkým zastal by hodinový stroj, takže oba ďalekohľady by prestali sledovať pohyb Slnka. A najmä: prerušila by sa dodávka prúdu do termostatov, ktoré udržujú úzkopásmové filtre pri presnej teplote: keď sa teplota zmení, filter začne prepúšťať svetlo aj inej vlnovej dĺžky než chceme zachytiť. A to by bolo veľmi mrzuté. Stávajú sa však aj ešte horšie veci. Povráva sa o jednom profesorovi, že namiesto zatmenia Slnka si odfotografoval iba tmu vo vlastnom klobúku: zavesil si ho totiž na objektív fotoaparátu.



Ukážka pedantného balenia: väčšinu veci si expedícia vezie v debničkách. Na vrchnáku každej je nápis, čo obsahuje (v tomto prípade to netreba brať doslova, Ing. Knoška nie je v debničke, ale kľačí vedľa).

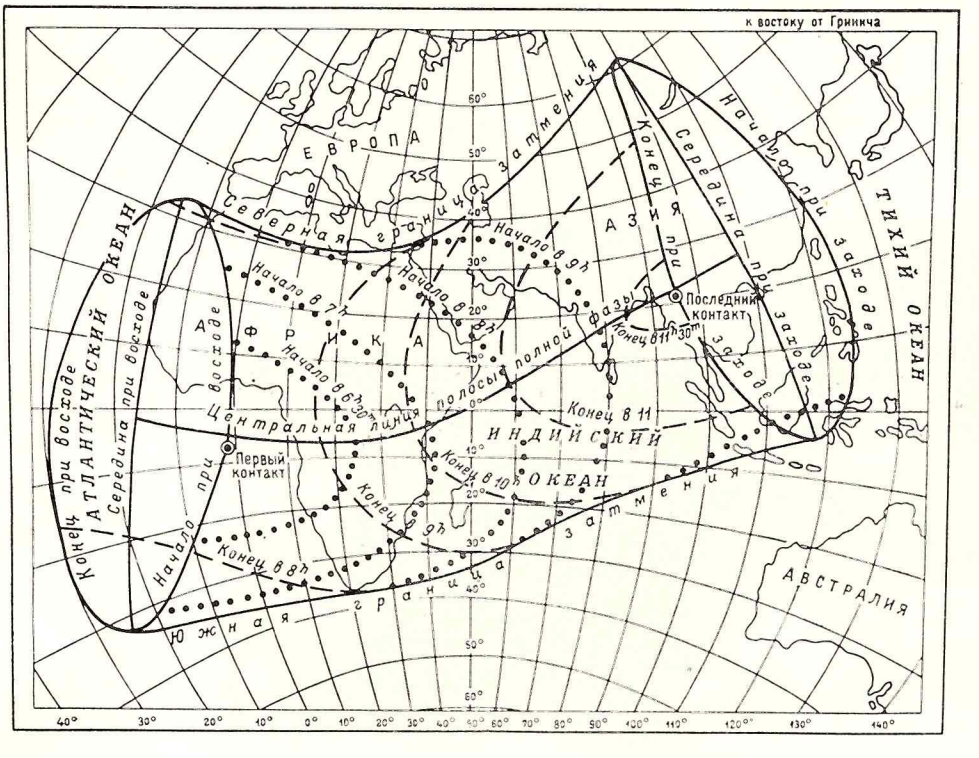
Je to pravdivá historka?

— Kto vie. V každom prípade je však dobre si ju pripomenúť cestou na zatmenie, aby sa niečo podobné nestalo ešte raz. Samozrejme, doma sme si nielen vypracovali plán, ale aj odskúšali presný postup všetkých prác — najmä fotografovania, aby sme za tie dve minúty 40 sekúnd úplného zatmenia získali maximum materiálu. Vtedy budeme fotografovať nepretržite s rozličnými expozíciami — od 1/125 až po 40 s — podľa druhu experimentu.

Prajeme perfektné zábery a veľa úspechov celej expedícii.

— Chcel by som ešte poďakovať všetkým, čo umožnili, aby sa naša expedícia mohla uskutočniť: predsedníctvu SAV, kolegom ako aj mnohým priaznivcom z iných rezortov, ktorí nám pomohli celú akciu dokonale zabezpečiť.

(Red.)



Úplné zatmenie Slnka 16. februára 1980. Stredná čiara zobrazuje pás totality, široký asi 160 km. Severná a južná hranica zatmenia ohraničuje oblasti, kde možno pozorovať čiastočné zatmenie Slnka. Prebraté zo sovietskej astronomickej ročenky „Ježogodnik" na r. 1980. (O ročenky „Ježogodtejto ročenke pozri tiež článok dr. K. Abalakina v tomto čísle.)

Predpoveď zemetrasenia reálnou?

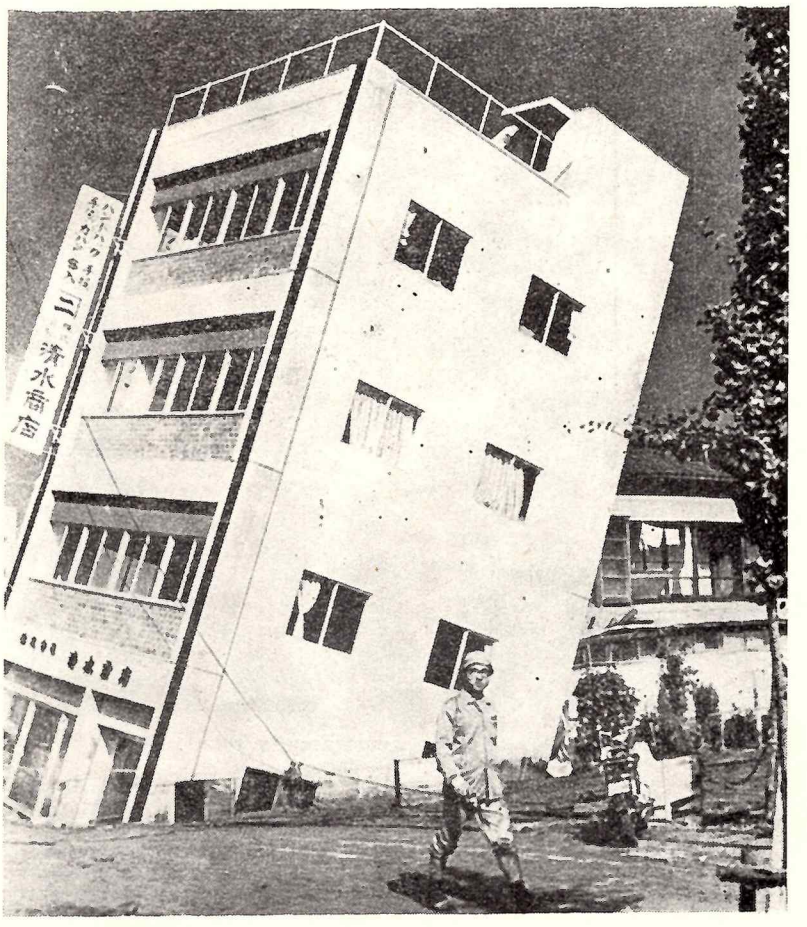
Z času na čas v novinách čítame správu, že niekde otriaslo zemou ničivé zemetrasenie, zbúralo mestá, zahynuli ľudia. Tento prírodný úkaz je tesne spojený s geologickými procesmi v zemskej kôre a plášti, je prejavom života našej planéty.

Silu zemetrasenia môžeme určiť množstvom energie, ktorá sa pri ňom uvoľní vo forme mechanického vlnenia. Ak ohnisko nie je hlboko pod povrchom (do hĺbky niekoľko desiatok kilometrov), už zemetrasenie s energiou 10^{14} J[1] znamená vážne nebezpečie pre ľudské diela. Práve k takémuto relatívne nie príliš silnému zemetraseniu došlo v roku 1966 pod centrálnou časťou Taškentu. Pretože jeho ohnisko sa nachádzalo plytko pod povrchom, malo za následok čiastočné zničenie tohto starobylého mesta.

Našťastie, keď sa pozrieme na mapu, kde sú vynesené ohniská pozorovaných zemetrasení, vidíme, že zemetrasenia sa nevyskytujú všade. Ohniská sa sústreďujú do istých oblastí s častým výskytom napr. Tichooceánsky, Stredozemnomorský, Stredoatlantický pás, atď.

Geológovia študujú stavbu zemskej kôry v oblastiach, v ktorých vznikajú zemetrasenia a snažia sa nájsť pre tieto miesta spoločné znaky. Žiaľ, stavba zemskej kôry je veľmi pestrá, vrstvy sa striedajú a vlastne neexistujú dve miesta na Zemi s rovnakou stavbou. Druhým problémom je, že zemetrasenia vznikajú v hĺbkach, kým priamemu pozorovaniu sú prístupné len povrchové časti[2].

Napriek týmto ťažkostiam je možné na základe dnešných geologických poznatkov vymedziť na zemeguli oblasti, v ktorých môže dôjsť k zemetraseniu (a aj dochádza), a navyše sa dá odhadnúť jeho maximálna intenzita v danej oblasti. Dnes teda vieme predpovedať miesto a maximálnu silu zemetrasenia. Zostrojujú sa mapy predpokladanej seizmickej aktivity, ktoré sa využívajú pri plánovaní nových priehrad, miest a pod.



Dom v japonskom meste Niigata, ktorý po zemetrasení v roku 1964 pripomínal šikmú vežu v Pise.

Pre ľudské sídla, ktoré už stoja v seizmicky aktívnych oblastiach, je dôležité predpovedať okamih, kedy sa zem zatrasie. Možnosti predpovedať okamih zemetrasenia podrobne študujú hlavne tie štáty, na území ktorých dochádza často k silným zemetraseniam, ako sú ZSSR, USA a Japonsko. Obyvatelia miest San Francisco a Los Angeles žijú v stálom očakávaní zemetrasenia, lebo ležia tesne pri obrovskom zlome San Andreas, dlhom vyše 1000 kilometrov. Pozdĺž zlomu je umiestnených asi 300 staníc, ktoré zaznamenávajú aj slabé otrasy a množstvo prístrojov neustále meria pohyby zemského povrchu, jeho náklon a poruchy magnetického poľa.

Hoci od začiatku tohto storočia sa zaznamenávajú všetky javy, ktoré predchádzali zemetraseniam, robili sa merania vlastností hornín, elektrického a magnetického poľa, ešte pred 15 rokmi sa predpoveď zemetrasenia zdala nemožná. Odvtedy sa v skúmaní týchto javov pokročilo a dnes už poznáme mnoho predzvestí zemetrasenia a dokážeme ich aj pozorovať. Niektoré predzvesti sa hlásia mesiace a roky dopredu (dlhodobé predzvesti), druhé niekoľko dní až hodín pred otrasom. K týmto krátkodobým predzvestiam patria: zmena hladiny a chemického zloženia podzemných vôd, zmena napätia elektrického poľa v atmosfére a iné.

Priame pozorovania i laboratórne pokusy ukázali, že v zóne prípravy zemetrasenia sa menia vlastnosti hornín. Menia sa rýchlosti elastických vĺn, ktoré sa šíria v horninách, mení sa elektrická vodivosť. Pred zemetrasením sa tiež zmení náklon zemského povrchu a jeho deformácia.

Je známe, že elektrický odpor hornín závisí hlavne od množstva trhlín a od množstva vody v trhlinách. A teda, ak sa pred silným zemetrasením vytvárajú nové praskliny alebo sa mení stupeň nasýtenia hornín vodou, musí sa zmeniť ich elektrický odpor.

V 50-tych rokoch skúmala predzvesti zemetrasení špeciálna sovietska expedícia v Tadžikistane. Zistila, že pred silným zemetrasením sa mení frekvencia a plošné rozloženie slabších otrasov. Presné geodetické merania ukázali, že v období pred zemetrasením sa mení aj stredná rýchlosť premiestňovania zemského povrchu, a tiež smer mechanických napätí.

Počas taškentského zemetrasenia objavili sovietski vedci zákonitú zmenu obsahu radónu v minerálnych vodách v artézskej studni.

---

[1]) Energii 10^{14} J odpovedá v Richterovej stupnici šiesty stupeň. Najsilnejšie zemetrasenie malo podľa tejto stupnice stupeň 8,7 a tomu odpovedá energia 10^{18} J.

[2]) Zemetrasenia vznikajú v hĺbkach do 700 km. Pod touto hranicou sa nevyskytujú. Pre porovnanie, doteraz najhlbší vrt je len asi 10 km. Hlbšie vrstvy sa študujú inými metódami, ktoré napríklad využívajú šírenie pružných vĺn pri samom zemetrasení.

Domy v južnej časti Pekingu po zemetrasení v roku 1976.

Na Ďalekom východe dochádza k silným zemetraseniam v zóne, kde kontinentálna zemská kôra prechádza v oceánsku. Podľa hypotézy o pohybe kontinentov oceánska kôra sa tu podsúva pod kontinent, ktorého okraje lemuje rad sopiek. Vedci zistili, že okamihy sopečných výbuchov a veľkých zemetrasení vzájomne súvisia.

Súčasne sa skúmajú aj predzvesti často vznikajúcich slabých zemetrasení. Oblasť, kde k nim dochádza, sa pravidelne vyšetrovala seizmickými vlnami vznikajúcimi pri umelých výbuchoch. Takýmto spôsobom sa zistilo, že pred zemetrasením sa seizmická vlna šíri od miesta výbuchu k zapisovaču pomalšie než inokedy. Tento efekt vzniká následkom zníženia hustoty hornín v ohnisku zemetrasenia.

Tým, že sa v hrubej vrstve zeme nahromadí napätie, dochádza ku skresleniu elektrického a magnetického poľa Zeme. Avšak skreslenie týchto polí je mimoriadne slabé a často zaniká v poruchách prirodzeného alebo umelého pôvodu. Len počítače, ktoré majú v pamäti uložené tvary týchto porúch, dokážu v zaregistrovanom priebehu elektrického alebo magnetického poľa rozpoznať predzvesť zemetrasenia. Pozorovaním elektrického poľa na Kamčatke boli objavené krátkodobé predzvesti, prejavujúce sa niekoľko dní pred zemetrasením.

Na Kurilských ostrovoch sa neraz pozoroval iný úkaz. Tri až štyri dni pred zemetrasením zmenila sa hladina vody v hlbokých vrtoch.

Pri praktickom predpovedaní spôsobuje určité ťažkosti fakt, že predzvesť sa neobjavuje vždy v rovnakú dobu pred zemetrasením. Obyčajne platí, čím silnejšie zemetrasenie, tým dlhšiu dobu pred otrasom sa objaví predzvesť. Väčšiu presnosť môžu dávať krátkodobé predzvesti, objavujúce sa niekoľko dní alebo hodín pred zemetrasením. Najčastejšie sú to zmeny náklonu zemského povrchu, zrýchlenia pohybu pozdĺž zlomu v zemskej kôre a poruchy elektrického poľa. Pri týchto krátkodobých predzvestiach je však potrebné, aby sa pozorované údaje dostali zavčasu do počítača, ktorý ich vyhodnotí.

Presná predpoveď miesta a času zemetrasenia nie je možná bez znalosti prípravného štádia zemetrasenia. Donedávna sa myslelo, že prasknutie hornín — zemetrasenie je úkaz prahového typu, t. j. keď napätie v horninách narastie na určitú hodnotu, rovnajúcu sa ich kritickej pevnosti, dôjde k lomu. Pozorované predzvesti však ukazujú opak. Lom hornín nie je jednoduchý jav. Medzi hromadením napätia a prelomením existuje obdobie praskania hornín.

V poslednej dobe sa procesy prebiehajúce v horninách pred zemetrasením modelujú v laboratórnych podmienkach za vysokého tlaku. Modelovanie ukázalo, že zemetrasenie vzniká šírením gigantickej praskliny v horninách. V laboratóriu sa tiež podarilo získať takmer všetky základné predzvesti, ktoré pozorujeme pred prirodzenými zemetraseniami.

Začiatkom 70-tych rokov vznikli dva základné modely procesu praskania hornín:

1. model lavínovite-labilného vytvárania prasklín, vypracovaný v ZSSR,
2. model dilatačne-difúzny, vypracovaný v USA.

Podľa prvého modelu sa v prvej fáze vplyvom napätia pomaly zvyšuje počet a veľkosť prasklín v horninách. Tento stav môže trvať aj tisícky rokov. V druhej fáze (asi 10 rokov) praskliny začínajú na seba pôsobiť, lebo sa zmenšuje vzdialenosť medzi nimi. Ich počet lavínovite rastie. Vzrastá aj rýchlosť deformácie. Tento proces je labilný, musí sa zastaviť alebo skoncentrovať v úzkej zóne (tretia fáza), kde sa vytvorí niekoľko gigantických prasklín. Praskliny na periférii sa prestávajú tvoriť, zatvárajú sa. Praskliny v úzkej zóne sa spájajú a vzniká konečný lom hornín. Pritom sa uvoľnia i zbytky napätí, vznikajú elastické vlny, dochádza k zemetraseniu.

Podľa druhého modelu sa v prvej fáze hromadia len napätia, v druhej sa objavujú a otvárajú praskliny, čím vzniká voľný priestor a zväčšuje sa objem. Horniny, ktoré boli pôvodne nasýtené vodou sa vysúšajú a spevňujú v súlade s rastom efektívneho tlaku na ich skelet. V poslednej fáze sa difúziou vody do prasklín pevnosť hornín opäť zníži a vtedy, keď sa pevnosť vyrovná s narastajúcim vonkajším napätím, dôjde k prelomeniu.

Obidva opísané modely môžu vysvetliť vznik úkazov ako sú deformácia povrchu, zmeny rýchlosti seizmických vĺn, zmeny emisie radónu a elektrického odporu hornín. Obdobia zvýšenej frekvencie slabých otrasov a obdobia relatívneho kľudu pred hlavným zemetrasením vyplývajúce z týchto dvoch modelov však vzájomne nesúhlasia.

Zaujímavejšie a hlavne perspektívnejšie pre predpoveď sú elektromagnetické javy. O týchto je nateraz ešte len málo údajov a modely väzby medzi procesom vytvárania prasklín a elektromagnetickými javmi sa ešte len rodia.

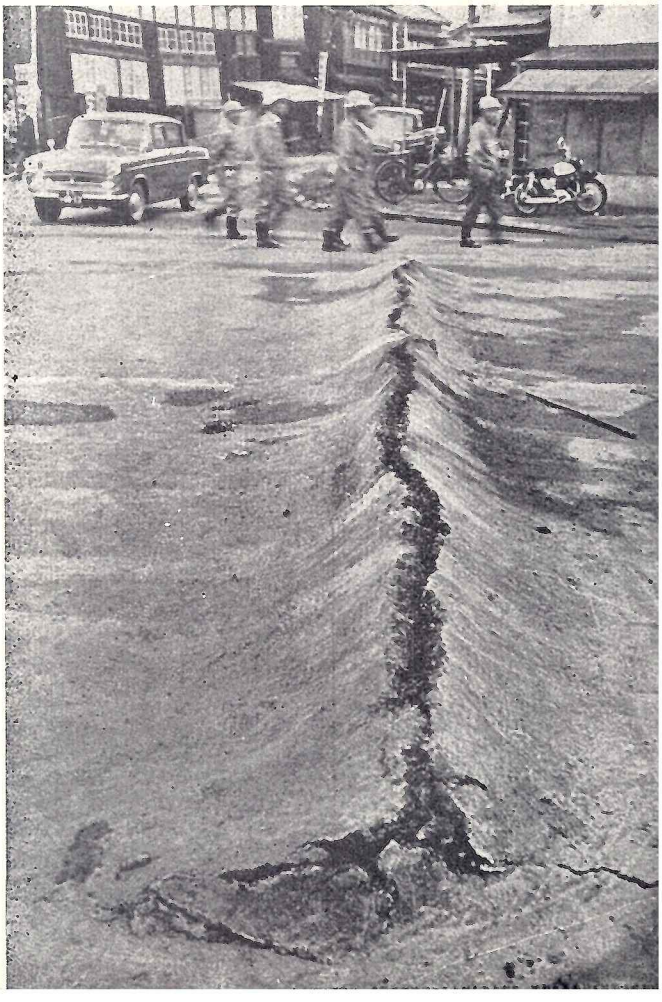
Pre praktické ciele bude treba určiť maximálne a minimálne parametre javov predchádzajúcich zemetraseniu a zistiť závislosť ich intenzity od vzdialenosti od budúceho ohniska. To je úloha budúcnosti. Zatiaľ boli zmerané možné zmeny rýchlosti šírenia seizmických vĺn v rôznych horninách. Obyčajne sú tieto zmeny rádu 1 %, hoci pri určitých podmienkach až 10 %.

Na záver možno povedať toľko: hoci sa dosiahli zrejmé úspechy, ešte stále sme dostatočne nepochopili fyziku procesov v ohnisku zemetrasenia. Niet pochýb, že predpoveď bude možná, ale najprv treba prekonať viacero ťažkostí hlavne technického rázu. Treba získať kompletný súbor všetkých javov predchádzajúcich zemetraseniu, a to čo najdetailnejšie. Až potom príde na rad zriadenie siete pozorovateľní (rozostavaných v aktívnych oblastiach v maximálnych odstupoch 50—100 km), ktorých záznamy budú automaticky spracovávať počítače a určovať pravdepodobný okamih zemetrasenia.

Podľa Zemlja i Vselennaja
RNDr. A. ONDRÁŠKOVÁ

▲ Silné zemetrasenia boli v posledných rokoch aj v Európe. V roku 1976 postihlo zemetrasenie severné Taliansko, oblasť Friuli (na obr. hore) a o rok neskôr bolo zemetrasenie v Rumunsku, (obr. vľavo dole). ▼

Zaujímavý záber z japonského mesta Niigata po zemetrasení v roku 1964. ▼

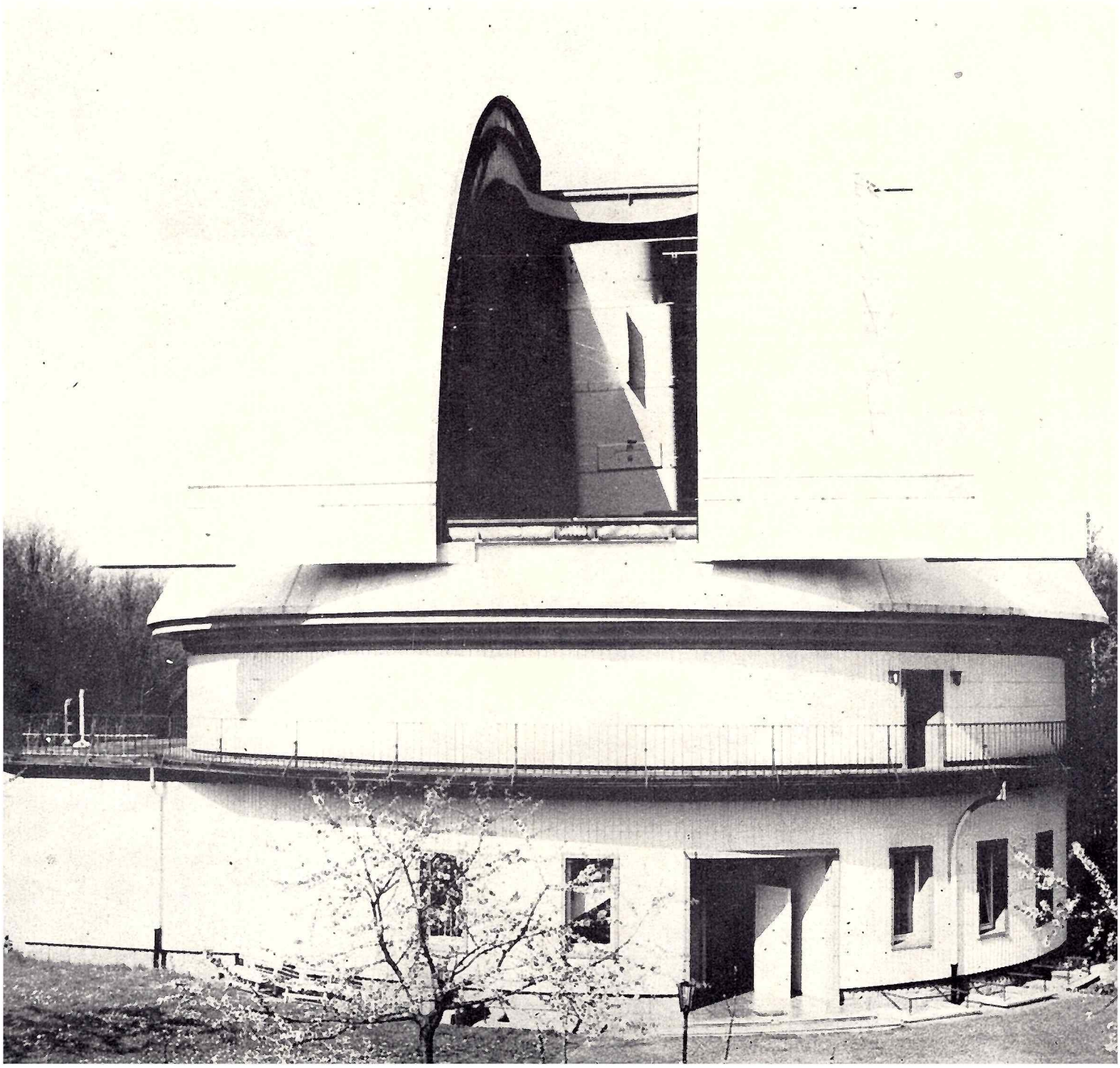


Observatórium v Tautenburgu (NDR)

Bežne sa udáva, že najväčším ďalekohľadom Schmidtovho typu na svete je ďalekohľad na Mt. Palomare, ktorý má priemer zrkadla 1,83 metra. Nie je to celkom tak: ešte väčší, dvojmetrový teleskop, ktorý pracuje v Schmidtovom usporiadaní, má observatórium v Tautenburgu. Pravda, tento prístroj nebol pôvodne koncipovaný iba ako Schmidtova komora, ale ako viacúčelový univerzálny reflektor. Bol prvý zo série dvojmetrových ďalekohľadov, ktoré vyrobili v Zeissových závodoch v Jene. Ďalší z týchto prístrojov je u nás, na Observatóriu Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejove pri Prahe a je najväčším československým ďalekohľadom.

Priemer korekčnej dosky, ktorá určuje účinný otvor ďalekohľadu v Schmidtovom usporiadaní, má ďalekohľad tohto typu 134 cm. Tautenburgský prístroj však neskôr upravili aj na obrovský Schmidtov spektrograf, keď preň vybrúsili novú korekčnú dosku so šikmou zadnou plochou. Umožňuje to získavať nízkodisperzné spektrá obrovského množstva veľmi slabých objektov súčasne. Tautenburgské observatórium je známe aj tým, že tu vypracovali nové, úspešné postupy spracovania negatívov metódou ekvidenzít. Pozoruhodné výsledky dosahujú aj v automatizácii a digitalizácii vyhodnocovacích procesov.

Ďalekohľad je hlavným prístrojom tautenburgského pracoviska, ktorého plný názov znie: Schwarzschildovo observatórium Nemeckej akadémie vied v Tautenburgu. Od otvorenia observatória v októbri 1960 sa cez tento ďalekohľad naexponovalo vyše 5 tisíc snímok, ktoré sú v mnohom unikátne a vynikajú kvalitou. Na nasledujúcej strane uverejňujeme fotografiu galaxie M 31 v Andromédе. Na snímke tohto objektu, ktorý každý záujemca o astronómiu dobre pozná, možno si všimnúť, akú kvalitu zobrazenia dosahuje tautenburgská „schmidtka“.



Hmlovina v Andromédе

RNDr. JIŘÍ ŠVESTKA

V súhvezdí Andromédy môžeme za jasných nocí aj voľným okom pozorovať malú hmlistú škvrnku. Prvá známa zmienka o tomto objekte je v „Knihe stálic" perzského astronóma Abdurahman Al-Sufiho z roku 964. Popisuje sa tu ako „malý obláčik".

Odvtedy, čo bol vynájdený ďalekohľad, pozorovalo sa na oblohe stále viac takýchto „plošných" svietiacich objektov a aby si ich pozorovatelia nemýlili s inými plošnými objektami, ktoré boli v tej dobe v popredí záujmu astronómov, — s kométami, vydal Charles Messier v roku 1781 svoj známy katalóg „Hmloviny a hviezdokopy". Ešte dodnes astronómovia bežne označujú číslami tohto katalógu 103 objektov na oblohe tak, ako to zaviedol Messier. Katalóg začína Krabiou hmlovinou: označuje sa M 1, Hmlovina v Andromédе je M 31.

Už v časoch Messierových bolo známe, že nie všetky objekty uvedené v katalógu sú rovnakého typu. Niektoré sú iba zoskupením hviezd — hviezdokopami, napríklad Plejády M 45, iné sú nepravidelné, často farebné oblaky medzihviezdneho plynu, ktorý žiari v blízkosti horúcich hviezd (napríklad Veľká hmlovina v súhvezdí Orióna M 42). Dnes vieme, že objekty oboch týchto typov sa nachádzajú v našej Galaxii. Ostatné objekty (zhruba jedna tretina katalógu) sú biele „obláčiky" veľmi pravidelného eliptického tvaru, z ktorých najjasnejšia je hmlovina v Andromédе. So zdokonaľovaním ďalekohľadov rýchle rástol počet pozorovaných objektov tohto typu a koncom 19. storočia, keď ich bolo objavených už niekoľko tisíc, podarilo sa identifikovať v niektorých z nich špirálovité ramená. Lenže ani najlepšie ďalekohľady 18. a 19. storočia nestačili na to, aby sa mohla pozorovať detailná štruktúra eliptických a špirálových hmlovín, takže ich podstata zostávala neznáma.

Zdá sa, že prvým, kto začal propagovať myšlienku, že tieto hmlovité obláčiky sú galaxie podobné našej Mliečnej dráhe, bol Immanuel Kant, ktorý v roku 1755 vo svojej knihe „Všeobecná história prírody a teória nebies" predkladá svoj názor takto:

„Pozoruhodné hmloviny alebo skôr niektoré z nich, sú v skutočnosti kruhové disky zhruba rovnakej veľkosti a tvaru ako naša Galaxia. Javia sa ako eliptické, pretože väčšina z nich je voči zornému lúču naklonená a pochopiteľne sú také slabé, lebo sú veľmi vzdialené".

Myšlienka, že vesmír je zaplnený galaxiami, ktoré sú podobné Galaxii našej, mala na začiatku 19. storočia mnoho zástancov, ale zďaleka nie všetci vedci ju prijímali so súhlasom. Stále zostávala otvorená aj možnosť, že eliptické a špirálové hmloviny sú iba oblakmi medzihviezdnej látky a tak ako ostatné objekty Messierovho katalógu nachádzajú sa v našej Galaxii. Veľkým zdrojom pochybností o mimogalaktickej povahe týchto objektov boli vzplanutia, ktoré sa pozorovali v niektorých špirálových hmlovinách. Uvažovalo sa: keby hmloviny boli skutočne galaxiami, ktoré sú tak vzdialené, že nie je možné rozlíšiť ich jednotlivé hviezdy, potom by vzplanutia, ak ich je možné pozorovať na takéto vzdialenosti, museli byť nepredstaviteľne mohutné. V roku 1893 anglická historička astronómie Agnes Mary Clerke napísala:

„Dobre známa hmlovina v Andromédе a veľká špirála v Poľovných psoch patrí medzi najnápadnejšie hmloviny so spojitým sprektrom a ako ukazuje vzhľad hviezdokôp, ktoré sa stávajú hmlistými v dôsledku veľkej vzdialenosti, žiarenie všetkých takýchto hmlovín je rovnakého druhu. Bolo by nadmieru unáhlené urobiť z tohto záver, že sú to naozaj zhluky takých istých telies ako je Slnko. Nepravdepodobnosť takýchto záverov sa značne zvýšila výskytom hviezdnych vzplanutí v intervaloch štvrť storočia, aké sa pozorovali v dvoch z takýchto objektov. Je totiž prakticky isté, že nech už ležia hmloviny v akejkoľvek vzdialenosti, hviezdy sú od seba rovnako vzdialené. Ak teda hviezdokopy sú tvorené zo slnc, potom neporovnateľne väčšie nebeské telesá, v žiari ktorých svit slnk zanikne, museli by byť také mohutné, že pri úvahách o nich predstavivosť úplne zlyhava".

Dnes vieme, že tie pozorované vzplanutia sú naozaj natoľko mohutné, že pri „úvahách o nich predstavivosť skutočne úplne zlyhavá". Ide o vzplanutia supernov, jav, pri ktorom hviezda určitých fyzikálnych parametrov prechádza do záverečného štádia svojho vývoja — mení sa na neutrónovú hviezdu. Žiarivý výkon supernovy môže byť porovnateľný so žiarivým výkonom celej ostatnej galaxie. To však nebolo známe v roku 1893.

Problém podstaty špirálových a eliptických hmlovín nebolo možné vyriešiť bez aspoň približného určenia ich vzdialenosti. To sa prvýkrát podarilo v roku 1923 americkému astronómovi Edwinovi Hubbleovi pomocou nového, vtedy najväčšieho na svete teleskopu s priemerom objektívu 2,5 metra, umiestneného na vrchu Mount Wilson neďaleko Los Angeles. Hubble ako prvý rozlíšil v hmlovine v Andromédе jednotlivé hviezdy. V špirálových ramenách pozoroval niekoľko jasných premenných hviezd, ktorých žiarivý výkon sa menil v takých istých časových intervaloch a rovnakým spôsobom ako u Cefeíd — premenných hviezd, takého typu, aké boli známe z našej Galaxie. Bolo to veľmi dôležité, pretože niekoľko rokov predtým Henrietta Swan Leavittová a Harlow Shapley z observatória Harvardskej univerzity uverejnili prácu, ktorá ukazovala jednoznačný vzťah medzi periódou zmien svetelnosti Cefeíd a ich žiarivým výkonom, teda absolútnou magnitúdou.

Hubble teda pozoroval Cefeidy hmloviny v Andromédе, spoznal periódy jasnosti týchto hviezd a ich zdanlivú magnitúdu, na základe čoho mohol odhadnúť ich absolutné magnitúdy a z toho určiť ich vzdialenosť — a tým aj vzdialenosť celej hmloviny v Andromédе. Výsledok bol 900 000 svetelných rokov, teda viac než desaťnásobok vzdialenosti tých najodľahlejších objektov našej Galaxie.

Niekoľko neskorších rekalibrácií vzťahu medzi periódou a žiarivým výkonom Cefeíd, ktoré urobil Walter Baade a ďalší astronómovia, „posunulo" hmlovinu v Andromédе do vzdialenosti zhruba dvoch miliónov svetelných rokov; ale to najpodstatnejšie bolo známe už v roku 1923:

„Hmlovina v Andromédе a tisíce ďalších podobných hmlovín sú galaxie, podobné našej. Tieto objekty zapĺňajú vesmír vo všetkých smeroch a do veľkých vzdialeností".

Určením vzdialenosti hmloviny v Andromédе sa zrodila extragalaktická astronómia.

Galaxia M 31 v Andromédе. Fotografia z archívu hvezdárne v Tautenburgu.

Výskum polárnych oblastí Slnka

I keď sa väčšina prejavov slnečnej aktivity odohráva v rozmedzí zhruba od -50° do 50° heliografickej šírky, ani polárne oblasti nie sú pre slnečných fyzikov nezaujímavé. Existujú totiž útvary na Slnku, ktoré sa vyskytujú práve vo vysokých heliografických šírkach a v okolí pólov, napr. polárne filamenty alebo polárne fakule. Okolie pólov je v poslednom čase v strede záujmu aj preto, lebo tieto oblasti sú miestom výskytu veľkorozmerných oblastí s unipolárnou štruktúrou fotosférického magnetického poľa, ktoré pravdepodobne hrajú dôležitú úlohu pri vzniku koronálnych dier — útvarov objavených na Slnku iba v posledných rokoch. Okrem toho oblasti v okolí slnečných pólov sú zaujímavé aj z hľadiska problémov diferenciálnej rotácie Slnka. Preto sa slneční fyzici začali viac zaoberať oblastiam pólov a venujú im zvýšenú pozornosť.

Rotačná os Slnka je od smeru kolmého k rovine ekliptiky odklonená o uhol 7,2°. To znamená, že Slnko je k nám akoby „otočené bokom", teda najlepšie vidíme jeho rovníkové oblasti. Preto zo Zeme ako aj z medziplanetárnych sond sa doteraz sledovali takmer výlučne iba oblasti slnečného rovníka a stredných heliografických šírok. Polárne oblasti Slnka sú totiž zo Zeme viditeľné len pod šikmým uhlom. A potom, čo sa týka výskumu Slnka z medziplanetárneho priestoru, je oveľa ľahšie vypustiť umelú družicu alebo sondu, ktorá obieha v rovine ekliptiky alebo blízko k nej ako v rovine kolmej na ňu.

A práve výskum polárnych oblastí Slnka je hlavným zámerom spoločného európsko-amerického programu s názvom Medzinárodná slnečná polárna misia (ISPM — International Solar Polar Mission). Účastníkmi na tomto programe sú americká NASA (National Aeronautics and Space Administration) a západoeurópska ESA (Europen Space Agency). V rámci tohto programu sa plánuje v r. 1983 vypustenie dvoch sond k polárnym oblastiam Slnka. Program ISPM bude prvým, v rámci ktorého sa bude hlavný dôraz klásť na priamy výskum okolia slnečných pólov.

Obe sondy vynesie raketoplán na dráhu ležiacu v rovine ekliptiky. Najskôr poletia k Jupiteru. Gravitačné pôsobenie tejto obrovskej planéty dopomôže obom sondám, aby sa vychýlili z roviny ekliptiky a nasmerovali k Slnku. Jedna sonda bude navedená nad Jupitera, druhá pod Jupitera, takže budú sledovať rôzne letové kurzy. Dráha jednej sondy bude zrkadlovým obrazom dráhy druhej vzhľadom k rovine ekliptiky. Nakoniec jedna sonda preletí ponad severný pól Slnka a druhá ponad jeho južný pól, otočia sa späť cez rovinu ekliptiky, preletia zase ponad slnečné póly ale v opačnom poradí a potom odletia zase späť až k dráhe Jupitera.

Druhým zámerom misie je výskum medziplanetárneho prostredia, ktorý je na programe v prvej fáze letu od Zeme k Jupiteru a taktiež magnetosféry Jupitera v období, keď budú sondy v jeho blízkosti.

Celý let bude trvať asi päť rokov a cez tento čas budú sondy neustále pracovať a vysielať na Zem cenné výsledky pozorovaní a meraní.

LADISLAV KULČÁR

PRO SONDY 80-TYCH LET

Iontové motory

Na vývoji iontového pohonu (kde tah vzniká jako reakce na výtok proudu iontů) pracuje NASA již více než deset let. V roce 1969 se družice SERT 1 (Space Electric Rocket Test) stala prvním americkým satelitem, který na dráze okolo Země ověřoval tento nový druh pohonu. Iontové motory patří mezi reaktívní motory s malým tahem. Protože se však u nich dosahuje vysokých výtokových rychlostí a dlouhé doby činnosti, jsou mimořádně vhodné pro pohon přístrojových sond na meziplanetárních trasách. Jejich použití dovolí zkrátit dobu celého kosmického letu a podstatně zvýšit hmotnost meziplanetárnych sond.

Protože iontový pohon potřebuje pro svoji činnost i dostatečné množství elektrické energie, budou příští kosmické sondy vybaveny i panely se slunečními články o poměrně velké ploše. Důležitou složkou celého vývoje je rovněž zlepšení technologie výroby slunečních článků: nové, mimořádně lehké sluneční články, které kosmonautika proto potřebuje, mají mít tloušťku jenom 50 mikronů. Pohonou hmotou iontových motorů se má stát rtuť; na palubách sond bude v nádržích uskladněno přibližně 500 až 1000 kg rtuti v tekutém stavu.

Uveďme si některé zajímavé podrobnosti o iontovém motoru, který navrhují odborníci z JPL (Laboratoř tryskových motorů), NASA, použít pro meziplanetární sondy. Pohonný systém má sestávat z celkem 10 iontových motorových jednotek 8 aktivních a 2 záložních. Výtoková rychlost proudu iontů může dosáhnout až 50 km.s^{-1} a specifický impuls — tah motoru — až 5000 s. Jsou to tedy hodnoty více než desetinásobné, než jaké dosahují dnešní klasické chemické pohony. Průměrný přírůstek sondy za 1 den má být 86 m.s^{-1}. Návrh modelu meziplanetární stanice předkládá použití 2 panelů se slunečními články o rozměru jednoho panelu 8x75 m — jejich výkon má dosáhnout až 100 kW. Tah jedné iontové pohonné jednotky bude 0,2 N.

Existuje již několik zajímavých návrhů pro kosmické lety stanic s iontovým pohonem, které by byly na dráhu okolo Země vyneseny raketoplánem. Dalším z návrhů je například uvedení přístrojové sondy na oběžnou dráhu okolo Saturna: stanice by odstartovala v roce 1985 a celý let by trval 5,2 roku, přičemž počáteční hmotnost stanice může dosáhnout téměř 6000 kg.

Jiná studie uvažuje o letu ke kometě Encke: start v roce 1982, setkání s kometou v roce 1984, počáteční hmotnost sondy 5400 kg. Zajímavý je rovněž návrh letu sondy k Marsu. Účelem by bylo získání vzorků z jeho povrchu. Sonda, která by mohla odstartovat v roce 1987, měla by na palubě výsadkový modul (ten ovšem bude pro přistávací manévr vybaven klasickým pohonem), určený pro získání horniny. Počáteční hmotnost stanice může být až 9500 kg. Návrat pouzdra se vzorky by se uskutečnil v roce 1991, tedy po 3,8 roku kosmického letu.

IVO HUDEC

STAVEBNÁ FAKULTA SVŠT V BRATISLAVE PRIJME
PRE VÝSKUMNÉ PRACOVISKO OBSERVATÓRIUM SVŠT

PRACOVNÍKA SO STREDOŠKOLSKÝM VZDELANÍM

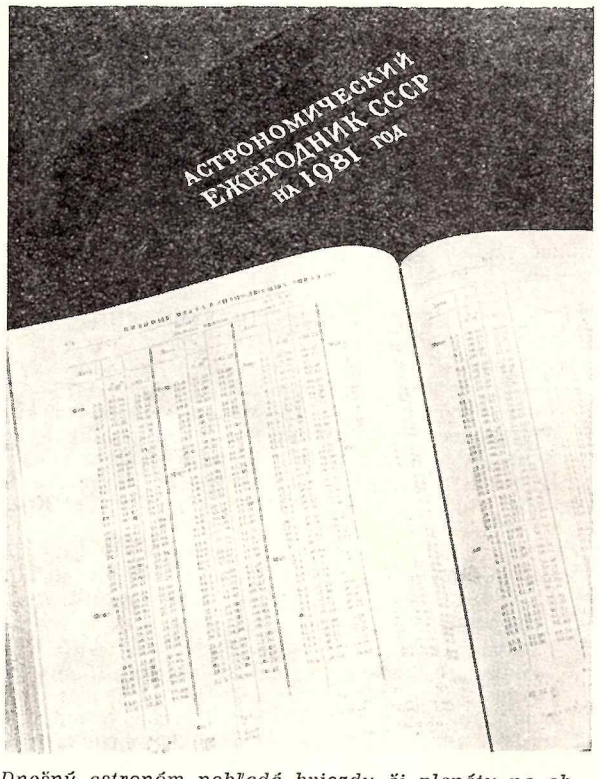
Predpoklady: Absolventi SPŠ — geodetického zamerania alebo gymnázia, ktorí majú záujem o presné meranie v astrometrii.
Nástup: od 1. apríla 1980. Plat podľa nomenklatúry platov pracovníkov výskumnej a vývojovej základne. Po zapracovaní možnosť zvyšovania si kvalifikácie.
Záujemci hláste sa na adrese: Stavebná fakulta SVŠT, Radlinského 11, PSČ 884 20 Bratislava, alebo telefonicky na čísle 444 01.

Ako vznikli ročenky

VIKTOR KUZMIČ ABALAKIN

Autor tohto článku dr. Viktor Kuzmič Abalakin pôsobí na Ústave teoretickej astronómie Akadémie vied ZSSR v Leningrade. Vedie oddelenie, ktoré pripravuje známu astronomickú ročenku — Astronomičeskij Ježegodnik ZSSR. Vo svojom článku sa dr. Abalakin zamýšľa nad cestou, ktorú musela prejsť astronómia od prvých výpočtov zatmenia Slnka až po dnešné moderné ročenky.

Teoretická astronómia má svoje počiatky v prácach starogréckych matematikov. Základná predstava, ktorú dali o vesmíre, tradovala sa dlhé storočia. Boli dobrými pozorovateľmi: ukázali, že zdanlivý pohyb Slnka a Mesiaca možno popísať zložením dvoch rovnomerných kruhových pohybov — okolo osi rovníka s dennou periódou a okolo osi ekliptiky s ročnou periódou. Vypracovali teóriu „pohybujúcich sa excentrík". Podľa nej sa Slnko a Mesiac pohybovali okolo Zeme po geocentrických kružniciach. Ostatné planéty sa pohybovali tiež rovnomerne po kružniciach, ktorých stred sa však nestotožňoval so stredom Zeme, ale ležal na spojnici stredov Slnka a Zeme. Podľa predstáv o polomeroch planetárnych dráh sa Zem nachádzala mimo dráh Merkúra a Venuše. Dráhy Marsa, Jupitera a Saturna prerástol v predstavu „kryštálových koncentrických sfér", podľa ktorej hviezdy i planéty obiehali okolo spoločného stredu v strede Zeme. V Aristotelových predstavách celkový počet sfér dosiahol 56.



Dnešný astronóm nehľadá hviezdy či planéty na oblohe, ale si ich polohu nájde v ročenke. Jednou zo svetových astronomických ročeniek je u nás dobre známy „Ježegodnik", ktorý začal vychádzať pred 60. rokmi. Táto 700 stranová kniha plná tabuliek obsahuje efemeridy Slnka, Mesiaca, všetkých planét, hviezd do 3^m, údaje o čase a roku, konfigurácie planét (konjunkcie, elongácie, údaje o maximálnej jasnosti, atď.), údaje o tvare osvetleného disku planét a o tvare Saturnovho prstenca a mnohé ďalšie údaje na príslušný kalendárny rok. Je základnou pomôckou pre prácu hvezdární, geofyzikálnych a geodetických pracovísk.

Prvú, skutočne vedeckú teóriu, ktorá uspokojivo vysvetľovala kvantitatívne súvislosti medzi parametrami planetárnych pohybov, vypracoval veľký astronóm staroveku — Hipparchos (2. stor. pr. n. l.). Zostavil podrobný katalóg presných polôh hviezd, ktorý slúžil mnohým pokoleniam astronómov. Zaviedol hviezdne veľkosti, rozdelil hviezdy do šiestich tried podľa jasnosti a spresnil hodnoty astronomických konštánt. Jeho tabuľky pohybu Slnka a Mesiaca boli vypočítané až na 600 rokov vopred.

Podstatným prínosom pre rozvoj teoretickej astronómie bolo dielo Klaudia Ptolemaia Almagest (2. stor. n. l.). Po prvýkrát tu boli stanovené zákony zdanlivých pohybov planét; umožnilo to predpovedať polohy planét na základe ich pohybu. Ptolemaios doplnil aj Hipparchovu teóriu pohybu Mesiaca, čo umožnilo presne predpovedať slnečné a mesačné zatmenia. Almagest zohral obrovskú úlohu v praktickej astronómii a nadobudol veľkú autoritu po celej Európe po mnohé stáročia. Treba však poznamenať, že matematický model Ptolemaiov (geometrická sústava deferentov a epicyklov) neodrážal fyzikálny obraz sveta.

Stredovekí astronómovia vďaka rozvoju trigonometrie zostavovali nové tabuľky polôh nebeských telies, ktoré boli založené na veľmi presných pozorovaniach. Rozšírili sa najmä Tabulae Alfonsinae, ktoré zostavili v 13. stor. európski a arabskí astronómovia na dvore kastílskeho kráľa Alfonza X.

Až 14. storočí po Almageste vychádza r. 1543 slávne Kopernikovo dielo „Šestoro kníh o pohybe nebeských telies". Týmto dielom urobila astronómia prvý krok z oblasti geometrie do oblasti fyziky. Tým, že Kopernik preniesol „stred sveta" do stredu Slnka, otvoril široké možnosti rozvoja novej teórie planetárnych pohybov.

„Nová astronómia, alebo nebeská fyzika" je ďalšie dielo, ktoré znamenalo medzník v astronómii. Vydal ho Johan Kepler r. 1607 a ako sa o nej vyjadril, bola to „astronómia bez hypotéz", založená dôsledne na pozorovaniach, ktoré zhromaždil Tycho Brahe. Určením závislostí medzi súradnicami planét a časom objavil Kepler r. 1619 svoje významné zákony.

V 16. storočí vznikajú zároveň nové, presnejšie tabuľky polôh nebeských telies, ktoré pri výpočte astronomických (a samozrejme i astrologických) kalendárov nahradili staré Alfonzove tabuľky. R. 1551 zostrojil Erazmus Reinhold „Pruské tabuľky". Avšak tabuľky, ktoré presnosťou ďaleko prevyšovali všetky dovtedajšie, uverejnil Kepler r. 1627 pod názvom Tabulae Rudolphinae.

ÉRA TEORETICKEJ ASTRONÓMIE

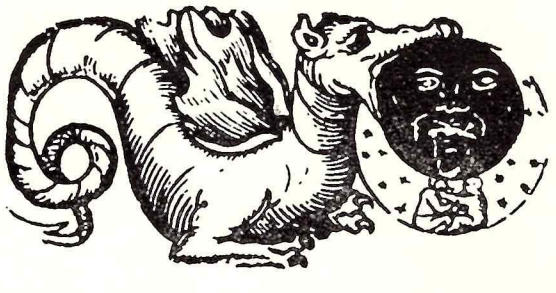
Keplerove zákony slúžili Newtonovi pre vytvorenie novej planetárnej dynamiky: namiesto nejasných predstáv o príčine pohybu planét Newton jej dal kvantitatívny výraz v tvare zákona všeobecnej gravitácie, ktorý bol uverejnený r. 1686 v Newtonovom traktáte Philosopiae Naturalis Principia Mathematica a mal výrazný vplyv na rozvoj celej prírodovedy.

Zákon všeobecnej príťažlivosti dal základy novej vedeckej disciplíne — teórii gravitácie.

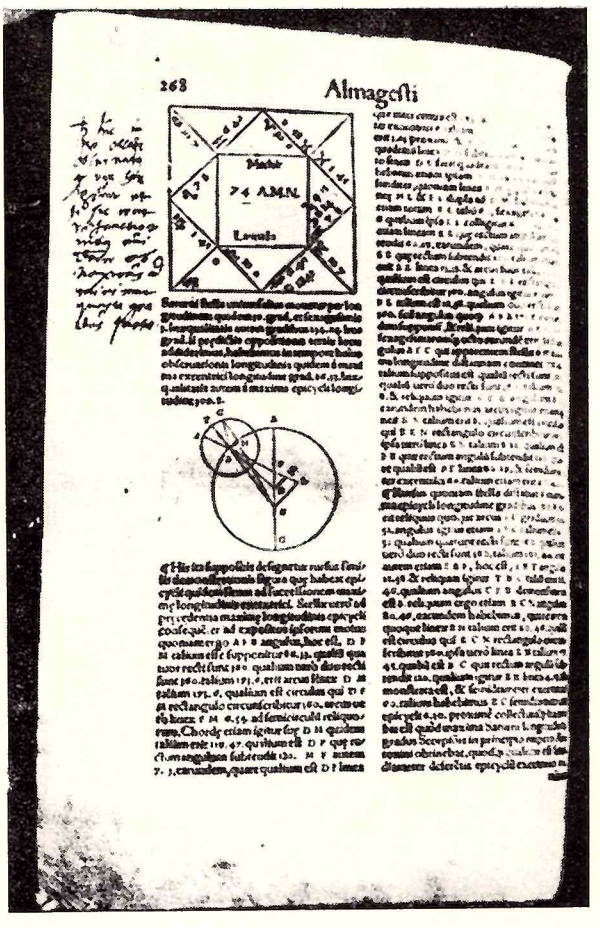
Newton ukázal, že v prípade problému dvoch telies (keplerovský problém) sú možné pohyby nielen po eliptických dráhach, ale aj po parabole a hyperbole. Umožnilo to po prvýkrát v histórii správne vysvetliť zvláštnosti pohybu komét a vypočítať elementy parabolickej dráhy jasnej kométy r. 1680. Newton presvedčivo dokázal, že zo zákona všeobecnej gravitácie vyplývajú nielen Keplerove zákony, ale aj všekty pozorované odchýlky od týchto zákonov, predovšetkým odchýlky v pohybe Mesiaca.

Avšak geometrické metódy obmedzili presnosť opisu pohybu nebeských telies. Preto Clairaut, Dalambert a Euler použili diferenciálne rovnice na popis pohybu nebeských telies pod vplyvom ich vzájomnej príťažlivosti na základe Newtonovho zákona. Položili tým základy nebeskej mechaniky — presných teórií pohybu planét a ich mesiacov v slnečnej sústave. Ďalšie pokroky nebeskej mechaniky sú spojené s menom Laplacea, Lagrangea, Delaunaya, Leverriera, Hilla, Hansena, Newcomba a mnohých ďalších vedcov.

Rozvoj relativistickej teórie gravitácie a nové rady pozičných pozorovaní planét umožnili podstatne spresniť teóriu pohybu Merkúra a Marsa (Clemence) a Venuše (Duncombe). Prudký rozmach výpočtovej techniky umožnil Eckertovi, Brouwerovi a Clemenceovi použiť pre výpočet pohybu piatich vonkajších planét metódu číselnej integrácie rovníc pohybov



Drak požierajúci Mesiac sa neskôr zaužíval ako symbol zatmenia. Táto kresba naznačuje, že ide o zatmenie Mesiaca v súhvezdí Blížencov.



Ptolemaiov Almagest — prvé veľké astronomické dielo, ktoré si kúpil mladý Tycho Brahe r. 1560 v Kodani. V knihe sú na okraji jeho poznámky.

týchto planét v intervale zhrňujúcom roky 1653—2060. Výpočty sa robili na 14 desatinných miest, na základe 25 000 pozorovaní, uskutočnených v rokoch 1780 až 1940.

ROZVOJ VÝPOČTOV EFEMERÍD

K najpresnejším starým efemeridám, ktoré slúžili pre astronómov a moreplavcov, v rokoch 1475—1531, možno počítať kalendáre Johana Müllera, známeho pod menom Regiomontanus. Udávali polohy a konfigurácie planét, zatmenia Slnka a Mesiaca a okrem toho aj vzdialenosti medzi stredom Mesiaca a jasnými hviezdami. Tieto efemeridy používal aj Krištof Kolumbus.

Na základe „Alfonzových tabuliek" boli začiatkom 17. storočia v Madride vydané efemeridy na roky 1607—1618. Do toho obdobia spadá aj vydanie prvého anglického zborníka efemeríd.

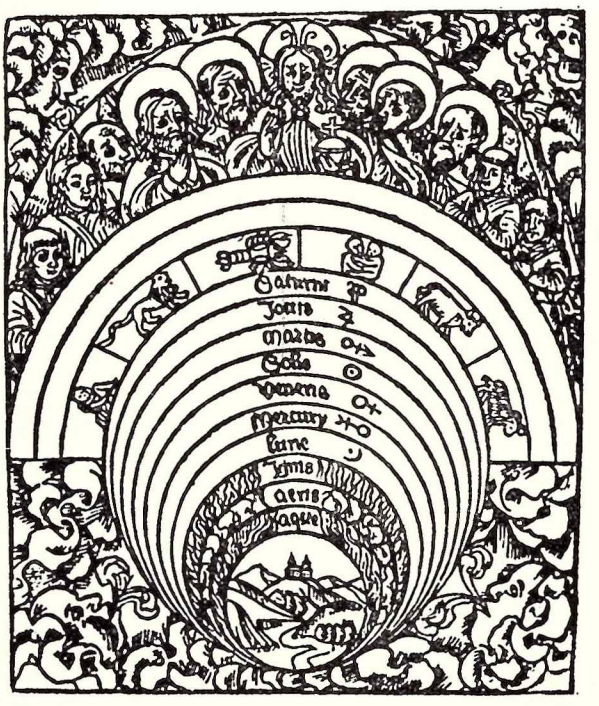
Najstaršiu z dodnes jestvujúcich, na celom svete známu francúzsku astronomickú ročenku Connaissance des Temps zostavil na rok 1679 Pickard v slávnom Ústave pre miery v Paríži. Skoro o sto rokov neskôr bola r. 1766 vydaná anglická ročenka Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris. Nemeckú astronomickú ročenku Berliner Astronomisches Jahrbuch vydala Berlínska akadémia vied r. 1774. Neskôr práce na zostavovaní a vydávaní tejto ročenky viedli Lambert, Encke, Förster, Tietjen, za účasti Bernoulliho a Lexella. Astronomická ročenka USA American Ephemeris and Nautical Almanac vznikla r. 1849. Vydáva ju efemeridový úrad U.S. National Almanac Office, ktorý je výskumným centrom v oblasti nebeskej mechaniky a teoretickej astronómie. Neoceniteľným prínosom pre rozvoj efemeridovej astronómie boli práce Simona Newcomba, ktorý toto centrum viedol v druhej polovici XIX. storočia a začiatkom XX. storočia. Teórie pohybu vnútorných

planét, vypracované Newcombom dodnes slúžia za základ pri výpočte efemeríd, uverejňovaných vo všetkých národných astronomických ročenkách.

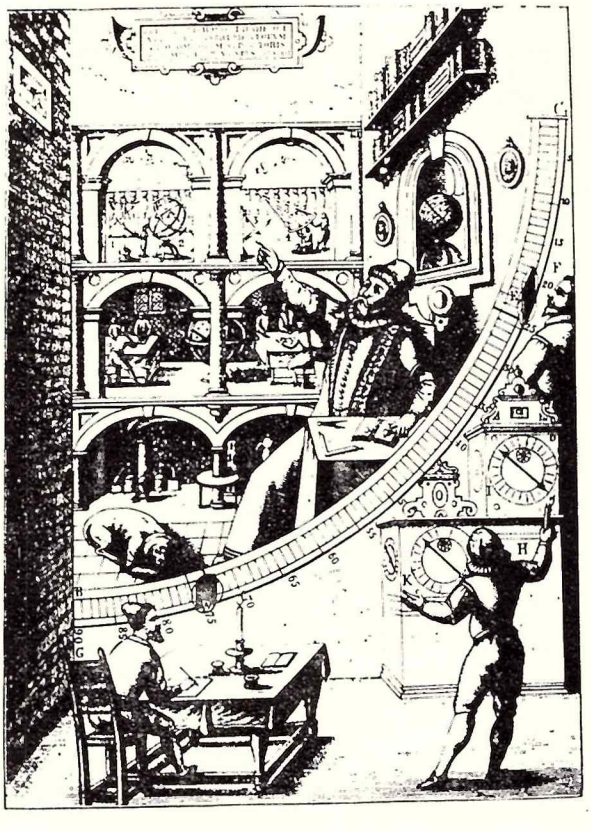
V Rusku vznikla nutnosť vydať astronomické efemeridy pre moreplavcov začiatkom XVIII. stor. založením morského ľoďstva. Špeciálne pre námorníkov boli určené „Tabuľky deklinácie Slnka na nasledujúce roky, uverejnené v slávnej „Aritmetike" Leontija Magnického, prednášateľa „Navigačnej" školy. Roku 1744 admirál Mordvinov vydal „Katalóg moreplavcom, obsahujúci tabuľky k poznaniu pohybov Slnka, Mesiaca a hviezd", v ktorom boli efemeridy udané na 4 roky. Roku 1807 Admirálske oddelenie začalo vydávať každoročne „Tabuľky, udávajúce deklinácie a rektascenzie Slnka na poludnie každého dňa", doplňujúce knihu admirála Gamaleja „Teória a prax riadenia lode". Roku 1814 Admirálske oddelenie začalo vydávať námorné astronomické ročenky pod názvom „Morskoj mesjaceslov", ktorého zostaviteľmi boli Šubert, autor známej knihy „Teoretická astronómia", Višnevskij, admirál Zelenoj a Kašíncev. Roku 1856 sa v námorníctve začala používať anglická ročenka Nautical Almanac.

JEŽEGODNIK

Myšlienku vydať domáce, ruské astronomické efemeridy vyslovil profesor Piotr Michajlovič Gorškov na prvom celoruskom astronomickom zjazde v Petrohrade v apríli 1917. Navrhoval vydať ruský astronomický kalendár podľa vzoru najlepších zahraničných kalendárov a založiť v Rusku špeciálny astronomický ústav, ktorý by sa zaoberal vypracovaním teoretických otázok v oblasti nebeskej mechaniky a teoretickej astronómie. Avšak realizácia jeho návrhu a vydanie týchto prác i Ruského astronomického kalendára sa zdržalo do jari 1919. V tomto období sa kvôli občianskej vojne a blokáde prerušil do sovietskeho Ruska prísun zahraničných astronomických ročeniek Almanac a Connaissance des Temps. Preto bola postavená pred Štátny výpočtový ústav (neskoršie: Astronomický inštitút a od r. 1943 Inštitút teoretickej astronómie AN SSSR), ktorý založil r. 1919 nadaný vedec astronóm a geofyzik B. V. Numerov, zložitá a zodpovedná úloha zostaviť a vydať v najkratšej lehote základné astronomické efemeridy na rok 1921. Táto úloha bola úspešne vyriešená r. 1920: efemeridy boli vydané vo forme siedmich samostatných „Zväzkov". Prvý diel „Ruského astronomického ježegodnika na rok 1922" vyšiel v decembri 1921. V ďalšom programe efemeridy a ich forma sa niekoľkokrát menili v súlade s praktickými požiadavkami astronómov, geodetov, navigátorov. V rozvoji „Astronomického ježegodnika ZSSR" zohrali významnú úlohu B. V. Numerov, A. M. Gižickij, I. J. Ideľson, A. A. Michajlov, N. S. Samojlova — Jachontova, I. D. Žonglovič, M. D. Rožnov, D. V. Zagrebin, F. V. Proksurin, E. A. Mitrofanova, D. K. Kulikov a tiež M. F. Subbotin a G. A. Čebotarev. Analytické počítacie stroje, ktoré sa v astronómii v ZSSR použili po prvýkrát pod vedením inžiniera N. A. Janžula a M. D. Rožnova (v predvojnovom období) a D. V. Zagrebina a D. K. Kulikova po vojne, umožnili vypočítať efemeridy pre „Astronomický ježegodnik ZSSR" naraz na niekoľko rokov dopredu a vydávať „Ježegodnik" tri roky pred kalendárnym rokom jeho platnosti. Rozvoj elektronickej výpočtovej techniky ešte viac skrátil dobu prípravy efemeríd a umožnil uviesť nové hodnoty astronomických konštánt v súlade s výsledkami 4. komisie Medzinárodnej astronomickej únie (IAU). Po XII. a XVI. Valnom zhromaždení IAU sa tak uskutočnili nové zmeny v teoretických základoch fundamentálnych efemeríd „Ježegodnika" v súvislosti s prijatím nových sústav astronomických konštánt v rokoch 1964 a 1976. Tieto zmeny sú významné jednak pre vedeckoteoretické výskumy, jednak pre praktické práce: efemeridy astronomických ročeniek stanovujú pre každý časový okamih priestorovo-časový model inerciálnej sústavy súradníc — základ astrometrie a jej prostredníctvom i základ všetkých presných vied spojených s meraním priestoru a času. Preto vývoj „Astronomického ježegodnika ZSSR", ktorého šesťdesiatročné vydanie si teraz pripomíname, je v súlade s požiadavkami teórie i aplikovaných výskumov, ako aj s praktickými aspektami astronomicko-geodetických prác a kozmodynamických pokusov.



„Svetové sféry" Jana de Sacrabosca. V strede je Zem, ďalej voda, vzduch, oheň, Mesiac, Merkúr, Venuša, Slnko, Mars, Jupiter, Saturn. V čase, keď Kopernik študoval v Krakove (1491), prednášal sa matematický zemepis a sférická astronómia aj podľa tohto diela.



Veľký kvadrant Tychona Brahe.

20 rokov SAS pri SAV

Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV je dobrovoľné výberové združenie vedeckých, odborných a amatérskych pracovníkov z oblasti astronómie

KTO SA MÔŽE STAŤ ČLENOM?

Členovia Spoločnosti sú riadni, mimoriadni a čestní.

Riadnym členom Spoločnosti sa môže stať pracovník v odbore astronómie alebo iných príbuzných vedných disciplín s ukončeným vysokoškolským vzdelaním, ktorý vo vedeckom výskume alebo na pedagogickom úseku vysokých škôl napomáha rozvoju astronómie a ktorého členstvo odporúčajú dvaja riadni členovia Spoločnosti. Hlavný výbor môže u mimoriadnych členov Spoločnosti s vysokoškolským vzdelaním z oblasti matematicko-fyzikálnych vied na návrh odbočky upustiť od uvedených podmienok pri preradení za riadneho člena, ak tento člen osobitne prispel k rozvoju astronómie.

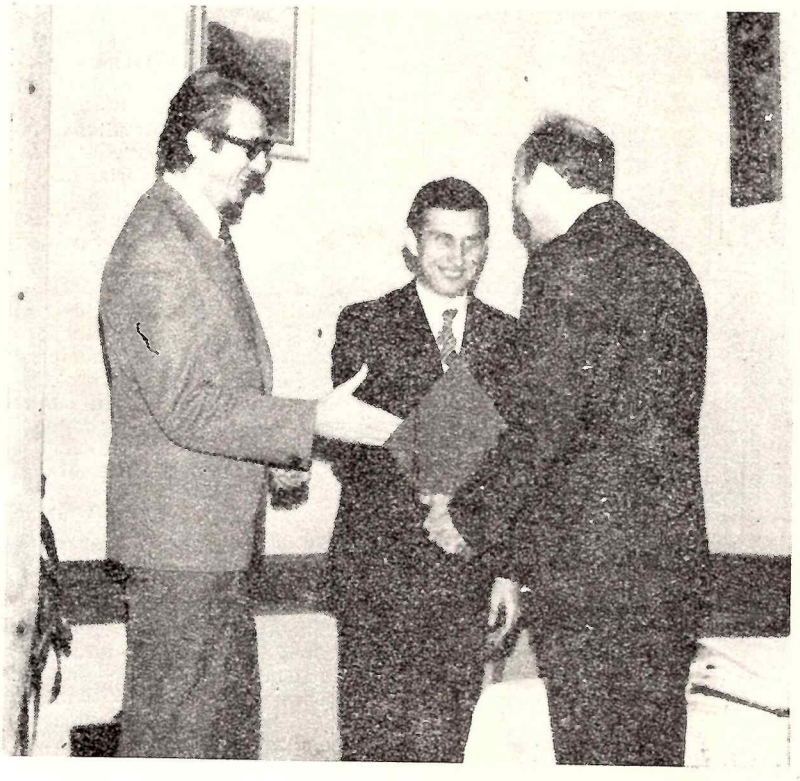
Mimoriadnym členom Spoločnosti sa môže stať občan ČSSR po dovŕšení 17. roku svojho veku, ktorý nespĺňa predpoklady na prijatie za riadneho člena, avšak svojou činnosťou je prospešný pri plnení úloh Spoločnosti. Mimoriadnych členov Spoločnosti prijímajú členské schôdze odbočky na základe písomnej prihlášky s odporúčaním jedného riadneho člena Spoločnosti.

KDE SA MOŽNO PRIHLÁSIŤ?

Vo významných strediskách (pedagogických, vedeckých či priemyselných) zriaďuje Spoločnosť svoje odbočky. Záujemcovia sa prihlásia na výbore odbočky, ktorý je im príslušný podľa miesta pracoviska (u dôchodcov bydliska, u študentov školy alebo bydliska), a to takto:

Odbočka Banská Bystrica
— tajomník D. Očenáš, prom. ped., Krajská hvezdáreň, 975 90 Banská Bystrica,
— okresy: Banská Bystrica, Lučenec, Prievidza, Rimavská Sobota, Veľký Krtíš, Zvolen, Žiar nad Hronom.

Odbočka Bratislava
— predseda RNDr. I. Kapišinský Astronomický ústav SAV, Dúb-



Riaditeľ Astronomického ústavu SAV RNDr. Július Sýkora, CSc., (vľavo) pri rozhovore s dvoma funkcionármi Spoločnosti — RNDr. Jánom Svoreňom, tajomníkom a RNDr. Antonom Hajdukom, CSc., predsedom.

Vznik vlastnej astronomickej spoločnosti má korene v dobe 1. svetovej vojny, keď 8. 12. 1917 bola založená Česká Astronomická spoločnosť. Na Slovensku sa astronomická spoločnosť založila z iniciatívy dr. Jozefa Papánka, po tom, čo v roku 1936 bola postavená pozorovateľňa v Bratislave (neskôr zničená počas vojny). Táto „Štefánikova astronomická spoločnosť slovenská" mala posledné valné zhromaždenie r. 1952: po ňom bola novovytvorená SAV požiadaná o prevzatie tejto spoločnosti. (Analogicky aj Česká astronomická spoločnosť bola r. 1957 priradená k ČSAV ako spoločnosť výberová.) Pričlenením astronomickej spoločnosti k SAV, ktoré sa formálne uskutočnilo zvolením Slovenského výboru Československej astronomickej spoločnosti pri SAV, vytvorili sa podmienky pre rozmach astronomického hnutia. Spoločnosť si od svojho vzniku kládla dve úlohy: vytvoriť možnosť pre odbornú prácu svojich členov a popularizovať astronómiu a jej svetonázorové aspekty v širokej verejnosti.

Na základe prvých stanov zo 4. 12. 1958, v ktorých bola zakotvená možnosť vytvorenia Československej astronomickej spoločnosti pri ČSAV, zišiel sa 16. 12. 1959 zakladajúci zjazd ČAS pri SAV. Zúčastnilo sa ho 45 nadšencov spomedzi profesionálnych i amatérskych astronómov.

Názov Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV sa prijal r. 1966. Avšak vtedy bola Spoločnosť ešte stále integrálnou súčasťou ČAS pri ČSAV. V rámci federalizácie ČSSR schválilo MV SSR r. 1972 nové stanovy, platné podnes, podľa ktorých je SAS pri SAV samostatnou organizáciou na území Slovenska. S ČAS pri ČSAV spolupracuje pri organizovaní odborných seminárov, najmä stelárnych, slnečných a meteorických. Spolupracujú i jednotlivé odbočky, odborné sekcie a pozorovacie skupiny.

Spolupráca SAS so Socialistickou akadémiou má už dlhú tradíciu. Mnohí členovia SAS sú súčasne lektormi SAK SSR, čo umožňuje popularizáciu astronomických poznatkov v širšej verejnosti. Ako príklad spoločných podujatí možno uviesť seminár o filozofických problémoch astronómie, ktorý poriadali spoločne ÚV SAK SSR, SÚAA a SAS pri SAV r. 1974. Zborník z tohto podujatia vyšiel ako materiál pre lektorov.

Členská základňa Spoločnosti sa výrazne posilnila. V roku

1960 mala Spoločnosť 13 členov, v r. 1979 už 304 členov: z toho 111 riadnych a 193 mimoriadnych.

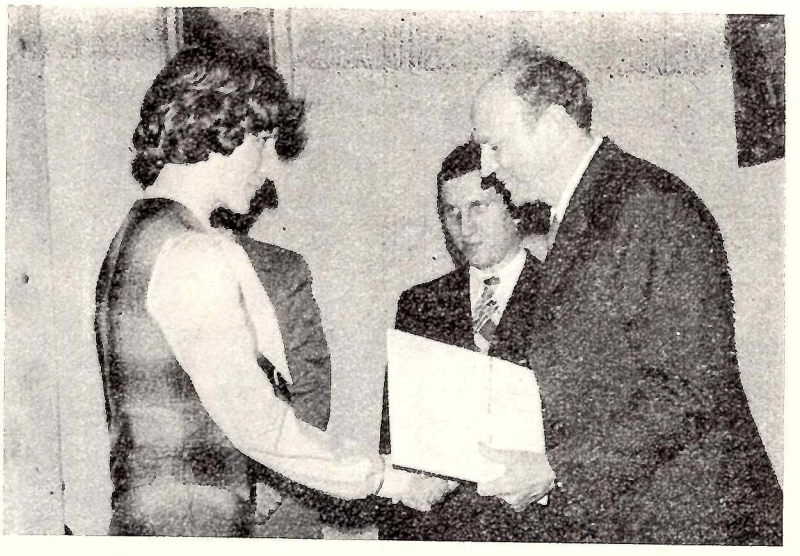
Za uplynulých 20 rokov sa postupne vytvorilo 9 odbočiek, z ktorých v súčasnosti pracuje 8, a to v Banskej Bystrici, Bratislave, Hlohovci, Hurbanove, Košiciach, Prešove, Tatranskej Lomnici a Žiline. Ukázalo sa, že najlepšie výsledky dosahujú odbočky v sídle krajských hvezdární. Napr. v Hlohovci, kde je predsedom odbočky RNDr. E. Csere, činnosť odbočky sa opiera priamo o Krajskú hvezdáreň v Hlohovci. Odbočku charakterizuje bohatá popularizačná a výchovná činnosť, najmä medzi školskou mládežou. Napr. do akcie „Partizánske noci pod hviezdnou oblohou" sa prihlásilo 198 škôl. Veľmi bohatá je i činnosť odbočiek v Prešove a Banskej Bystrici. Už v prvých rokoch vzniku odbočky v Prešove mala veľký ohlas akcia „S ďalekohľadom medzi ľuď", v rámci ktorej sa uskutočnilo prevažne na dedinách 84 verejných pozorovaní pre 15 800 návštevníkov.

Členovia odbočky v B. Bystrici sa zapojili do organizačného i odborného zabezpečenia viac ako 20 ľudových akadémií astronómie, organizovali filmové večery astronómie, besedy pri ďalekohľadoch na dedinách i v pionierskych táboroch. Odbočka v spolupráci s Krajskou hvezdárňou sa už tradične podieľa na organizácii celoštátnych meteorických expedícií. Až pri pohľade na túto záslužnú činnosť si môžeme plne uvedomiť, o aké bohatstvo prírodovedného poznania je ukrátená mládež Bratislavy, ktorá ešte stále nemá hvezdáreň.

Počet evidovaných popularizačných podujatí, ako sú prednášky, besedy, verejné pozorovania, filmové večery, výstavy a iné, ktoré usporiadala Spoločnosť za uplynulých 20 rokov, prekračuje 11 500. Počet účastníkov prevyšuje 370 000. Teda za uplynulých 20 rokov sa každý desiaty obyvateľ Slovenska zúčastnil na nejakej astronomickej akcii.

Odborná činosť SAS sa realizuje v 6 odborných sekciách, a to medziplanetárnej hmoty, slnečnej, stelárnej, zákrytov, a zatmení, technickej a historickej. Pre vyriešenie aktuálnych problémov sú vytvorené dve komisie — pedagogická a terminologická.

Sekcia medziplanetárnej hmoty uskutočnila 16.—18. novembra 1965 inštruktážne pozorovanie meteorického roja Leonid na Skalnatom Plese. R. 1974 koordinovala amatérske pozorova-



Štefána Lenzová, prom. ped., riaditeľka Krajskej hvezdárne v Prešove, preberá čestné uznanie pri príležitosti 20. výročia založenia Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. Odovzdáva jej ho RNDr. Anton Hajduk, CSc., predseda Spoločnosti.

ravská cesta 26, 899 30 Bratislava,
— okresy Bratislava-mesto, Bratislava-vidiek a západná časť okresu Dunajská Streda.

Odbočka Hlohovec
— tajomník P. Huzucha, prom. fyz., Krajská hvezdáreň, 920 01 Hlohovec,
— okresy Galanta, Nitra, Senica, Topoľčany, Trenčín a Trnava.

Odbočka Hurbanovo
— predseda Dr. R. Csölle, Slovenské gymnázium, 945 01 Komárno,
— okresy Komárno, Levice, Nové Zámky a východná časť okresu Dunajská Streda.

Odbočka Košice
— tajomník M. Schmögner, Technické múzeum, Leninova 94, 040 00 Košice,
— okresy Košice-mesto, Košice-vidiek, Michalovce, Rožňava a Trebišov.

Odbočka Prešov
— predseda J. Humeňanský, prom. ped., Krajská hvezdáreň, ul. SRR č. 32, 080 01 Prešov,
— okresy Bardejov, Humenné, Prešov, Svidník a Vranov.

Odbočka Tatranská Lomnica
— predseda dr. V. Rušin, CSc., Astronomický ústav SAV, 059 60 Tatranská Lomnica,
— okresy Poprad, Spišská Nová Ves a Stará Ľubovňa a východná časť okresu Liptovský Mikuláš.

Odbočka Žilina
— predseda prof. J. Bardy, Gymnázium, 017 01 Považská Bystrica,
— okresy Čadca, Dolný Kubín, Martin, Považská Bystrica, Žilina a západná časť okresu Liptovský Mikuláš.

ČO JE POSLANÍM SPOLOČNOSTI?

Poslaním Spoločnosti je najmä:

1. Rozširovať poznatky získané na poli vedeckého výskumu a získavať vedeckých pracovníkov k aktívnej spolupráci pre rozvoj astronómie na Slovensku.
2. Vytvárať predpoklady pre optimálny rozvoj astronómie a jej spoločenského využitia v prospech rozvoja Československej socialistickej republiky.
3. Prispievať k zvyšovaniu odbornej úrovne svojich členov so zvláštnym zreteľom na mladých pracovníkov.
4. Propagovať výsledky vedy na medzinárodných fórach.
5. Svojim členom poskytovať pomoc pri vedeckej a odbornej práci.
6. Poriadať národné a medzinárodné konferencie, semináre, vedecké sympóziá, prednášky, diskusie a iné akcie.
7. Spolu s obdobnou Spoločnosťou v Českej socialistickej republike (ČAS) pri ČSAV reprezentovať československú astronómiu na medzinárodných fórach.
8. Rozvíjať vlastnú edičnú a publikačnú činnosť.

AKO SA ČLENOVIA PODIEĽAJÚ NA PRÁCI SPOLOČNOSTI?

Podľa svojich záujmov a špecializácie sa členovia združujú do sekcií a komisií, ktoré sa vytvárajú bez ohľadu na teritoriálne členenie Spoločnosti. V súčasnosti je vytvorených šesť sekcií a dve komisie:

— sekcia medziplanetárnej hmoty
— slnečná sekcia
— stelárna sekcia
— sekcia zákrytov a zatmení
— technická sekcia
— historická sekcia
— pedagogická komisia
— terminologická komisia

V sídle každej odbočky sa môžete podrobne oboznámiť so stanovami a organizačným poriadkom Spoločnosti.

RNDr. JÁN SVOREŇ,
vedecký tajomník SAS pri SAV

nie kométy Kohoutek 1973 f. Podieľala sa na organizačnom a odbornom zabezpečení meteorických expedícií. R. 1977 sa v rámci programu Interkozmos pozoroval meteorický roj Geminíd v Banskej Bystrici a Bratislave. Počas celého obdobia sa pokračovalo v spolupráci s Astronomickým ústavom v programe sledovania jasných bolidov celooblohovými komorami.

Slnečná sekcia úspešne rozvíjala svoju činnosť predovšetkým pri organizovaní amatérskych pozorovaní a tiež zapájala popredných pozorovateľov z radov amatérov do výskumnej práce, a to i v medzinárodných programoch. Veľký ohlas mali tiež semináre organizované tradične v spolupráci s ČAS pri ČSAV, ako aj s SÚAA a s KH v Prešove.

Stelárna sekcia zamerala svoju činnosť na organizovanie seminárov, a to tak odborných, ako aj amatérskych. Sekcia sa organizačne podieľala aj na organizovaní celoštátnych stelárnych seminárov v spolupráci s Československou astronomickou spoločnosťou.

Sekcia zákrytov a zatmení má dlhoročnú tradíciu a úspešnú pozorovateľskú činnosť. Organizuje odborné semináre a školenia, vydáva eferemidy zákrytov a zatmení a metodické pokyny pre pozorovateľov. V spolupráci s hvezdárňou vo Valašskom Meziříčí si tiež školí nových pozorovateľov. Za sledované obdobie bolo na Slovensku odpozorovaných 756 zákrytov.

V rámci činnosti historickej sekcie bola vytvorená práca o živote a diele slovenského astronóma Daniela Kmeťa. Práce na dejinách astronómie boli zhrnuté v náčrte „Ku prameňom dejín astronómie na Slovensku". Pri týchto prácach bola tiež zostavená výberová bibliografia astronomickej literatúry, obsahujúca 457 titulov. V spolupráci s Technickým múzeom sa urobil súpis všetkých slnečných hodín na Slovensku. Hlavný výbor v roku 1976 odporúčal, aby náplňou historickej sekcie bolo vypracovanie širších dejín astronómie na Slovensku.

Pedagogická komisia vyvinula počas svojej existencie veľké úsilie o skvalitnenie výuky astronómie na školách, a to jednak ako orgán SAS a jednak v širšom rámci pri celoštátnych konferenciách o vyučovaní astronómie na školách. Svoje požiadavky prostredníctvom Hlavného výboru predložila Ministerstvu školstva SSR.

K životnému jubileu profesora V. GUTHA

3. februára 1980 dožíva sa v plnej sviežosti a pri plnej práci svojich 75. narodenín prof. RNDr. Vladimír Guth, DrSc., člen korešpodent ČSAV a SAV, riadny člen Medzinárodnej astronautickej akadémie, nositeľ Radu práce a mnohých ďalších vyznamenaní.

Bez podielu prof. Gutha si ťažko možno predstaviť vývoj modernej československej i slovenskej astronómie. V stručnosti: bol prvým riaditeľom Astronomického ústavu SAV; prvým predsedom Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV; prvým astronómom zvoleným za člena Slovenskej akadémie vied, prvým školiteľom z astronómie na Slovensku; prvým predsedom Vedeckého kolégia astronómie, geofyziky, geodézie a meteorológie ČSAV; prvým čs. astronómom, zvoleným za predsedu odbornej komisie v Medzinárodnej astronomickej únii. Má základný podiel na čs. účasti na medzinárodných výskumných programoch Medzinárodný geofyzikálny rok a Interkozmos.

Bude to čo nevidieť 30 rokov, čo sme sa my, jeho žiaci — vtedy ešte poslucháči Komenského univerzity v Bratislave — nadchýňali jeho nádhernými, exaktnými a pritom veľmi zrozumiteľnými a pútavými prednáškami z astronómie. Večer mal vždy pre nás pripravený nejaký zaujímavý program pozorovania na observatóriu Geodetickej fakulty SVŠT, v prípade zlého počasia to boli praktické výpočty. Boli to naozaj krásne hodiny strávené s prof. Guthom a astronómiou. Profesor Guth dochádzal do Bratislavy z Tatier, kde vtedy pôsobil ako riaditeľ Astronomického observatória na Skalnatom Plese. Pre astronómiu získal prvých poslucháčov fyziky, ktorí veľmi radi nastúpili na novobudovaný a rýchlo sa rozvíjajúci Astronomický ústav SAV.

Po našom nástupe na ústav svojím rozhľadom a podnetými radami usmerňoval náš ďalší vývoj. Nezabudnuteľné sú „čierne hodinky" na Skalnatom Plese po návratoch prof. Gutha z jeho zahraničných ciest. Vtedy sme si všetci, čo sme žili na observatóriu, posadali v jeho pracovni na zem a bez svetla, pri vôni jeho fajky, sme počúvali jeho rozprávanie. Potom sa išlo pozorovať. Vychovával nás nielen v astronómii, ale bol nám príkladom aj v osobnom živote. Aj za prvé uvedenie do medzinárodnej astronómie vďačíme jemu; boli to osobné zoznámenia s vedcami svetového mena ako prof. Levin, prof. Fedynskij, prof. Hoffmeister, prof. Hoppe, prof. Millman, prof. Whipple.

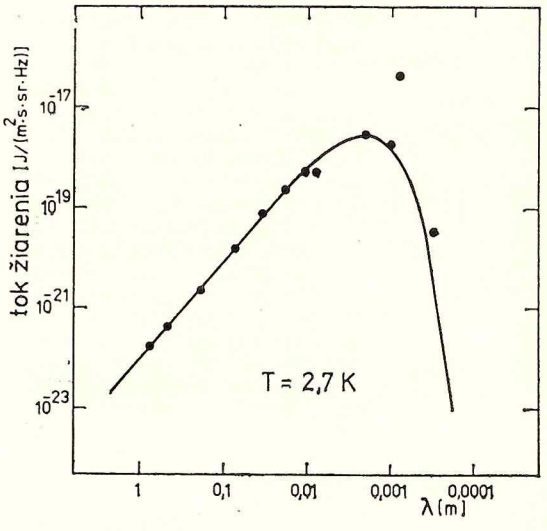
Hlavnou oblasťou vedeckej práce prof. Gutha bol vždy výskum meteorov a komét. Pre túto špecializáciu získal a vyškolil rad študentov a ašpirantov na Slovensku, ale aj na Karlovej univerzite v Prahe a na Astronomickom ústave ČSAV v Ondřejove. Vynikajúce súčasné postavenie čs. meteorickej astronómie v medzinárodnej konkurencii je predovšetkým jeho zásluhou.

Hoci pôsobenie prof. Gutha na Slovensku trvalo iba 6 rokov, zanechalo veľa vzácnych hodnôt. Jeho návratom na Astronomický ústav ČSAV v Ondřejove, kde pôsobil už pred svojím príchodom, naše styky neprestali. Ostal naďalej naším učiteľom, radcom a často sa stretávame. Z úprimného srdca mu prajeme do ďalších rokov veľa zdravia a ďalších pracovných úspechov.

M. KRESÁKOVÁ

Malý kurz astronómie

Reliktové žiarenie



Spektrum intenzity reliktového žiarenia. Maximum je pri vlnových dĺžkach okolo 2 mm. Experimentálne údaje (body) dobre súhlasia s teoretickou krivkou. (Stupnice sú logaritmické.)

Reliktové žiarenie je v podstate tepelné žiarenie ktoré sa prejavuje na rádiových vlnách v oblasti milimetrových vĺn; prichádza k nám z kozmického priestoru rovnako zo všetkých smerov.

Reliktovým sa toto žiarenie nazýva preto, lebo sa považuje za pozostatok (relikt) po tzv. veľkom výbuchu (Big Bangu), ktorým začalo rozpínanie vesmíru. Pôvodná teplota tohto žiarenia bola okolo 10 miliárd K. V dôsledku rozpínania vesmíru teplota postupne klesala až poklesla na dnešnú hodnotu okolo 2,7 až 2,9 K. Často sa preto reliktové žiarenie označuje tiež ako **žiarenie 2,7 K** alebo približným vyjadrením ako **žiarenie 3 K.**

Žiarenie o teplote niekoľko stupňov ako pozostatok po Big Bangu teoreticky predpovedal G. Gamow r. 1948. Vychádzajúc z pozorovaných hodnôt rýchlosti expanzie a hustoty vesmíru spočítal Gamow energiu uvoľnenú vo forme žiarenia pri Big Bangu a pokles teploty žiarenia v dôsledku expanzie až po prítomnosť. Ak sa rozpínanie vesmíru začalo výbuchom — uzatváral Gamow — mali by sme dnes pozorovať jeho pozostatok vo forme žiarenia o teplote iba niekoľko sto stupňov nad absolútnou nulou. Podľa zákonov žiarenia sa maximum intenzity žiarenia o takejto teplote prejavuje v oblasti milimetrových a centimetrových vĺn; preto sa reliktové žiarenie nazýva tiež **mikrovlnným žiarením.** Objavili ho A. A. Penzias a R. W. Wilson r. 1965. (Roku 1978 im bola za to udelená Nobelova cena — pozri Kozmos 1/1979.) Odvtedy bola intenzita reliktového žiarenia zmeraná na viacerých vlnových dĺžkach. Maximum intenzity reliktového žiarenia zodpovedá vlnovým dĺžkam okolo 2 mm (Pozri obrázok!). Krivka rozloženia intenzity žiarenia zodpovedá teoretickej krivke (žiareniu tzv. absolútne čierneho telesa).

Intenzita reliktového žiarenia je pre danú vlnovú dĺžku stále rovnaká, nech ju registrujeme z ľubovoľného smeru; hovoríme, že žiarenie je **izotrópne** (rovnaké z každého smeru). Voči rôznym druhom iných žiarení v oblasti mikrovĺn predstavuje tak konštantnú zložku a označuje sa preto často aj ako **žiarenie pozadia** (vesmírneho). (O druhoch elektromagnetického žiarenia pozri Malý kurz astronómie, Kozmos č. 1/1979).

Neskôr sa ukázalo, že izotrópnosť reliktového žiarenia nie je absolútna. Odchýlky od izotrópie sú však také malé, že zodpovedajú zmenám iba o tisícinu K resp. tisícinu vlnovej dĺžky tohto žiarenia. Toto opäť súhlasí s teóriou, ktorá predpovedala malú anizotrópiu ako dôsledok flukutácií hustoty v prvých okamihoch po Big Bangu. S postupujúcou expanziou sa nehomogenity v rozložení hmoty zväčšujú a vďaka nim dochádza k postupnému členeniu hmoty na rozsiahle mračná, z ktorých sa potom formovali jednotlivé kopy galaxií. (Podobne nehomogenity v rozložení galaktických kôp viedli ku vzniku samostatných galaxií.) Citlivé merania anizotrópie reliktového žiarenia umožňujú tak overiť súhlas medzi pozorovaným rozložením galaxií vo vesmíre a veľkosťou nehomogenít v počiatočných štádiách vývoja vesmíru.

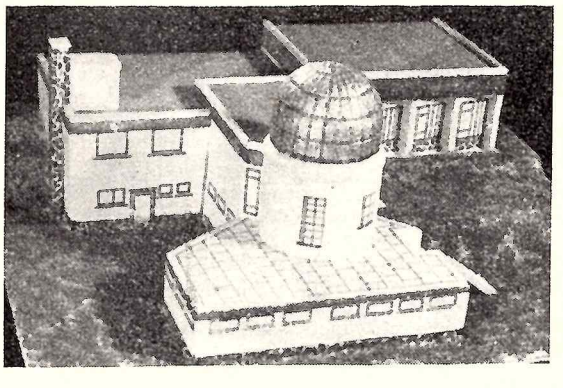
Na meranie toku reliktového žiarenia potrebujeme citlivé prístroje, pretože intenzita žiarenia z daného smeru (v ktorom meriame) je veľmi malá (pozri stupnicu na obr.). Keď však uvážime, že žiarenie k nám prichádza zo všetkých smerov, predstavuje obrovské množstvo energie, uvoľnenie ktorej nevieme dnes vysvetliť inak, než Big Bangom. Ak by sme chceli vysvetliť reliktové žiarenie ako žiarenie vznikajúce od veľmi vzdialených galaxií (a nie ako pozostatok Big Bangu), potom by hustota rozloženia galaxií musela byť aspoň 10 000 násobne väčšia, než akú pozorujeme. V dôsledku toho sa reliktové žiarenie považuje dnes za najsilnejší dôkaz existencie Big Bangu.

A.H.

Hvezdáreň, ktorej model vidíte na obrázku, stavajú v Partizánskom — asi 3 km od mesta v peknom prostredí Malých Bielic. Slávnostný výkop bol 17. novembra minulého roku. Hoci nie je reálne ukončiť stavbu do konca tohto roka, ako bol pôvodný plán (hvezdáreň sa stavia v akcii Z a je zahrnutá do plánu 6. päťročnice), pracovníkov Okresného astronomického kabinetu v Partizánskom to neznechucuje: sú radi, že sa v ich okrese naozaj vybuduje hvezdáreň, na ktorú sa už všetci amatéri dlho tešia.

Ako bude hvezdáreň vyzerať po dokončení? Kupola má priemer 5,5 metra. Bude v nej ďalekohľad Coudé od firmy Zeiss, s priemerom objektívu 15 cm. Hlavná prednášková miestnosť (na modeli v pravej časti budovy) bude mať kapacitu 80 osôb. V ľavom trakte sú dve klubovne, pracovne a knižnica s čitárňou, v suteréne budú dielne.

Hvezdáreň má mať piatich pracovníkov. Zrejme budú mať plné ruky práce, lebo už za tých pár rokov, odkedy bol tu založený okresný astronomický kabinet, rýchlo sa prebudil záujem o astronómiu: na školách v okrese pracuje už 50 astrononických krúžkov, z ktorých mnohé sa okrem popularizácie astronómie prepracúvajú k solídnej amatérskej činnosti. Podujatia, ktoré organizuje KH v Hlohovci, sú aj tu na školách veľmi populárne. Do súťaže „Čo vieš o hviezdach" sa aktívne zapojilo 33 škôl a do výtvarnej súťaže Vesmír očami detí 28 škôl so 130-timi prácami.



Chcete kúpiť optiku?

V článku s týmto názvom sme minulý rok v Kozmose č. 5 propagovali optické súpravy pre amatérov, ktoré vyrábajú Zeissove závody v NDR. Súprava obsahuje objektív s priemerom 50 mm a dva okuláre a jej približná cena je 600 Kčs. V našom článku sme napísali, že tieto súpravy si môžu záujemcovia objednať prostredníctvom Technomatu, a to nielen organizácie, ale aj jednotlivci.

Článok mal veľký ohlas. Je to skutočne so zakúpením optiky také jednoduché? Konečne! — jasali jedni. To je určite kačica — frfľali iní. Ďalší si namiesto diskusií hneď sadli a napísali do Technomatu objednávku alebo list so žiadosťou o informáciu. Celkove dostal Technomat v tejto veci 85 listov a okrem tohto mnoho telefonátov.

Ako to vlastne je? Predovšetkým: naša informácia bola o niečo optimistickejšia než skutočnosť. Ale na druhej strane tí, ktorí do Technomatu napísali, že by optickú súpravu chceli kúpiť, môžu ju dostať, a to ešte v tomto roku. Ale začneme o celej veci po poriadku, aby sa čitateľ v tejto trochu komplikovanej záležitosti mohol zorientovať.

Zašli sme si v Prahe do Technomatu, n. p., na oddelenie importu. Vedúca oddelenia s. Marie Kozáková potvrdila, že Technomat má skutočne v náplni aj optiku: zadovažuje ju prostredníctvom Podniku zahraničného obchodu Merkúria a predá záujemcom za československé koruny. Potiaľ bola naša informácia pravdivá. Ibaže Technomat nepredáva za hotové, iba na faktúru. Optiku teda môže dodať len organizáciám, a nie jednotlivcom. Keď prišlo 85 listov so žiadosťou o optické súpravy, nespomínali náš časopis po dobrom: — My nemáme toľko pracovných síl, aby sme mohli odpovedať na toľké listy, — hovorila s. vedúca, — a navyše, boli by to len samé zamietavé odpovede, lebo my skutočne nemáme možnosť predávať jednotlivcom, ale iba organizáciám.

Lenže ako majú zohnať záujemci optické súpravy? Riaditeľ Hvezdárne a planetárie hl. mesta Prahy (HaP Praha) prof. Oldřich Hlad si povedal, že v tejto situácii musí amatérom pomôcť. Objednal teda pre svoju organizáciu 300 kusov optických súprav, s tým, že ich pre záujemcov — jednotlivcov odpredá.

Technomat objednávku prevzal. Tých 300 kusov optických súprav má HaP Praha dostať postupne, v priebehu troch rokov. Ako nás informovali na zastupiteľstve podniku Zeiss v Prahe, prvých 100 kusov súprav malo by prísť už v tomto roku, takže tí, čo si optickú sadu objednávali cez Technomat, môžu ju dostať z pražskej hvezdárne. Listy, ktoré prichádzali do Technomatu so žiadosťou o optickú súpravu, si zobralo na starosť HaP Praha a na základe nich budú objednávky vybavovať. Na koho sa neujde tento rok, musí počkať do budúceho, alebo až do r. 1982.

VŠETKO V PORIADKU?

Na pohľad áno: tí, čo chceli súpravy na stavbu amatérskeho ďalekohľadu, nakoniec ich môžu dostať. Ale ukázalo sa, že záujemcov o optiku je viac, než si obchodné organizácie myslia: ak sa na jediný článok v časopise prihlási 85 záujemcov, potom už by predaj astronomickej optiky nemusel byť ani pre obchodné organizácie nezaujímavý. Rozhodne stojí za to o veci trochu pouvažovať.

Technomat dostal okrem žiadostí o optické súpravy aj také listy, kde sa pisatelia zaujímali o iné, väčšie ďalekohľady, o ktorých sme priniesli informatívny článok dr. Iva Zajonca pod titulkom „Ďalekohľady z Jeny" (Kozmos 5/1979). — Tieto ďalekohľady sú však v cenových reláciách od 5 do 37 tisíc korún, — povedala nám s. vedúca, — takže tento tovar sme považovali za bezpredmetné ponúkať jednotlivcom. O tom, čo ponúka Zeiss, pravidelne informujeme hvezdárne a tie nám zasielajú svoje požiadavky. Na predaj pre jednotlivcov nie sme ani zariadení, ani kompetentní. Nie je to vec ochoty, ale jednoducho my nepatríme k maloobchodnej sieti. Okrem toho, ak mám povedať svoj názor, neviem, či by ďalekohľady v týchto cenových reláciách vôbec kupovali aj jednotlivci: doteraz sa o tejto veci neuvažovalo, — dodala s. vedúca.

Možno však práve táto otázka je veľmi aktuálna: ľudia si predsa kupujú všeličo, čo je oveľa drahšie, než ten najdrahší amatérsky ďalekohľad. Nemyslím tým len luxusné predmety, ako sú šperky či kožušiny — ľudia už (našťastie) neľutujú peniaze ani na svoje záľuby. Kupujú sa Hi-Fi súpravy, originály v Diele, zájazdy do ďalekej cudziny. Ľudia zďaleka nedávajú svoje peniaze iba na holé živobytie, či veci nepostrádateľné, ale aj na to, čo im prináša radosť: jeden zháňa starožitnosti, iný plachetnicu, proste kupuje sa to i ono, každý si míňa svoje peniaze po svojom. A práve tak, ako si človek môže kúpiť povedzme harfu, potápačskú súpravu, papagája a neviem čo ešte všetko, mal by mať možnosť kúpiť si aj ďalekohľad, ak je toho názoru, že pozorovanie oblohy je činnosť dosť hodnotná na to, aby minul svoje peniaze práve týmto spôsobom.

V tom sme sa so súdružkou vedúcou plne zhodli. Áno, obchod by mal výjsť týmto záujemcom v ústrety, ak ich je skutočne toľko, že predstavujú skupinu zákazníkov. Ale v akom obchode by sa mala astronomická optika predávať? V Priore (nech je všetko pod jednou strechou) či v zásielkovom obchodnom dome Magnet? A či v predajniach optiky? Stojí však za úvahu, či by sa na predaj astronomickej optiky nemal zriadiť špecializovaný obchod. Práve tak, ako majú svoje predajne iní koníčkári — akvaristi, filatelisti, modelári, poľovníci, včelári, rybári, záhradkári či chovatelia exotického vtáctva — mohli by mať aspoň jedinú predajňu v republike aj záujemcovia o astronómiu. Astronómia predsa nie je o nič menej hodnotný koníček než všetky ostatné, takže astronóm — amatér by si zaslúžil mať také isté možnosti v maloobchodnej sieti ako majú mnohé iné záujmové skupiny.

ŠPECIÁLNY OBCHOD

Mal by totiž množstvo výhod. Predovšetkým šetrilo by sa s optikou, ktorej zas nie je toľko, aby mohla ležať tam, kde ju ľudia nekupujú. Sústredila by sa teda do špecializovaného obchodu, kde o nej zákazníci vedia. Bol by tu aj vyškolený predavač, ktorý svojim zákazníkom fanúškuje, sleduje nový sortiment, vie, čo má objednať a komu čo ponúknuť. Takýchto predavačov možno vidieť napríklad v modelárskych obchodoch a je to naozaj radosť sledovať ich prácu: sú nielen skvelými obchodníkmi, ale aj propagátormi záujmovej činnosti. A myslím, že astronómia by si takúto propagáciu zaslúžila.

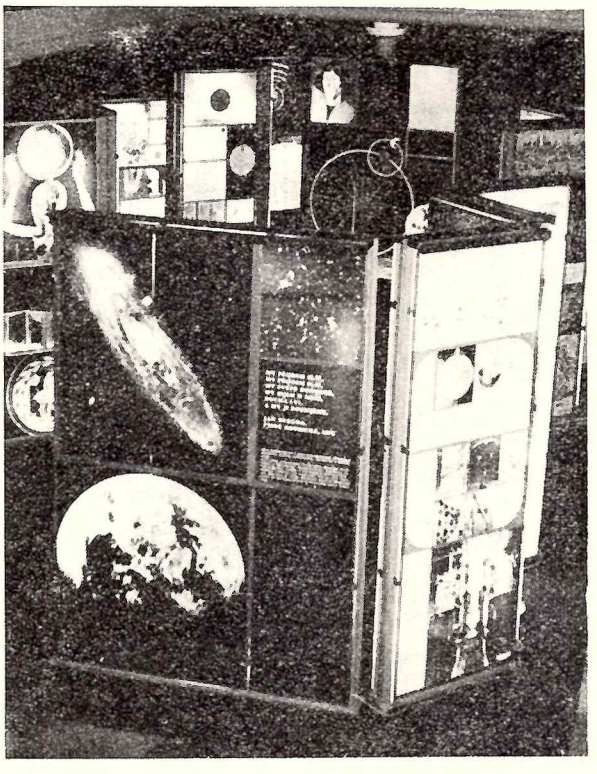
Okrem optiky by takýto obchod mohol predávať aj všeličo iné, od otáčavých mapiek oblohy či nástenných máp Mesiaca alebo Marsu, cez astronomickú literatúru až po názorné pomôcky pre vyučovanie astronómie či diafilmy, proste okrem optiky aj všetko to, čo doteraz distribujú hvezdárne.

— Ibaže ak sa má takýto špecializovaný obchod založiť, treba na vec apelovať. — prerušila moje úvahy s. vedúca veľmi správnou pripomienkou, — nikto predsa nedá zriadiť takúto predajňu, keď o ňu astronómovia nepožiadajú: majú predsa svoju organizáciu, ktorá môže požiadavky svojich členov tlmočiť tam, kde sa o veci rozhoduje.

Čo vy na to, amatéri i profesionáli, učitelia a vedúci krúžkov: má mať astronómia svoje miesto nielen medzi vedami a koníčkami, ale aj v obchodnej sieti? Považujete túto otázku za dôležitú? Napíšte nám svoje názory. Na túto tému otvárame diskusiu na stránkach nášho časopisu.

Tatiana Fabini

Výstava „Vývoj astronómie" v Bratislave



Od 15. októbra 1979 do 29. februára 1980 bola v bratislavskom Parku kultúry a oddychu inštalovaná výstava „Vývoj astronómie". Túto výstavu, ktorá pozostáva z dvanástich 1x3 m a dvoch 2x3 m dvojstranných svetelných panelov, zapožičal pre Bratislavčanov Astronomický úsek PKO od Hvezdárne a planetárne hl. m. Prahy v rámci obojstrannej spolupráce medzi týmito pracoviskami. Výstava oboznámila návštevníka s celkovým vývojom názorov na vesmír a vývojom astronomických prístrojov od staroveku až po dnešok. Vzbudila u bratislavských astronómov amatérov, ako i ostatnej verejnosti značný ohlas. V hojnom počte ju navštevovali školy, a to hlavne triedy, ktoré v tom čase mali astronómiu na programe podľa osnov (štvrtáci, šiestaci, ôsmaci a deviataci základných škôl a I. a III. ročníky gymnázií). Keď si uvedomíme, že naše hlavné mesto Bratislava má okolo sto základných, 35 stredných škôl a mimo toho 12 vysokých škôl, návštevnosť na tejto výstave bola naozaj hojná — približne 20 000 návštevníkov. Samozrejme, že v tomto období mal i Astronomický úsek PKO plné ruky práce, lebo väčšina návštev spájala návštevu výstavy s astronomickou prednáškou. Úspech tejto výstavy opäť len potvrdil, že záujem o astronómiu v Bratislave je veľký, a že by si rozhodne zaslúžil, aby sa hvezdáreň konečne postavila aj v našom hlavnom meste.

Pozorovanie Slnka cez ďalekohľad binar na Astronomickom úseku bratislavského PKO.

Zomerl Jozef Kríž

Prekvapila nás smutná správa, že oduševnelý astronóm — amatér, nositeľ mnohých štátnych vyznamenaní, dlhoročný člen strany s. Jozef Kríž zomrel vo veku 62 rokov. Bol členom ÚV KSS a ÚV KSČ, poslancom Národného zhromaždenia, popredným funkcionárom ZČSP. V diplomatických službách zastával funkciu veľvyslanca ČSSR v Nórsku.

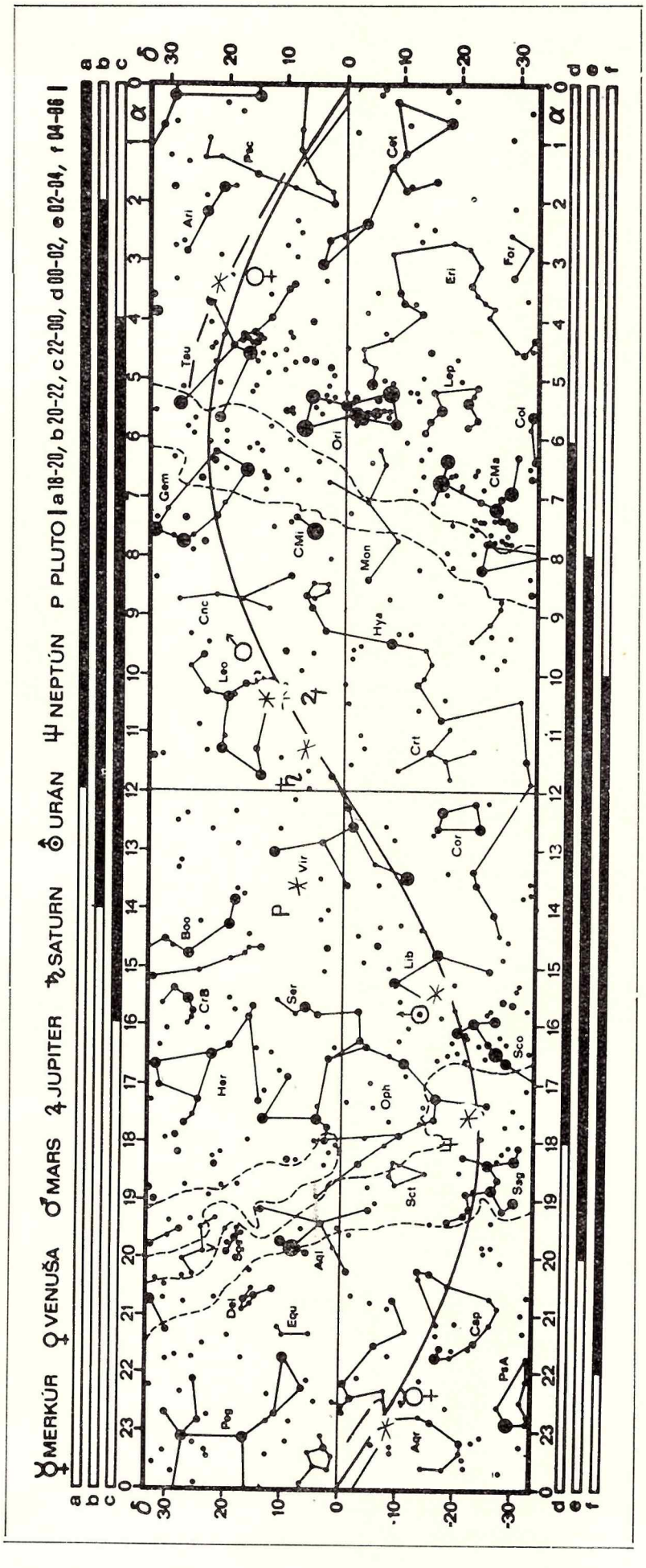
Maturoval ako syn robotníckej rodiny v Prešove. Zanietenosť za astronómiu a mimoriadna technická zručnosť ho priviedli na Vysoké účení technické do Prahy. Popri svojom

zamestnaní, popri mnohých vysokých straníckych a štátnych funkciách venoval väčšinu svojho voľného času astronomickým pozorovaniam i vyhotovovaniu pozorovacej techniky. Mal bohate vybavenú vlastnú pozorovateľňu v Bratislave a v dobe jeho pobytu v severnej Európe si zriadil pozorovateľňu v Oslo. Sústavne sledoval slnečnú aktivitu a dlhé roky sa zaoberal registráciou elektromagnetického žiarenia na milimetrových vlnách. Výsledky svojich meraní starostlivo zaznamenával a porovnával nielen s aktivitou slnečnej fotosféry, ale aj s vlastným podlomeným zdravotným stavom. Snažil sa o komplexné spracovanie zistených korelácií; jeho predčasný odchod mu to nedovolil.

Súdruh Kríž bol skromným zapáleným, skúseným amatérom astronómom, ochotne radil a pomáhal všade, kde mohli jeho rady pomôcť. Zaslúžil sa aj o vznik a rozvoj hvezdárne v Rožňave. Amatérska astronómia v ňom stráca človeka statočného srdca, verného priateľa, oddaného amatéra.

Česť jeho pamiatke!

JURAJ GÖMÖRI



OBLOHA
v marci a apríli

SLNKO prechádza jarným bodom 20. marca o 12. hod. 10. minúte. Nastáva jarná rovnodennosť a začína astronomická jar.

VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA

(údaje pre stredné Slovensko, -1^h17^m, 48°40')

Deň	východ h m	západ h m
1.3.	6 26	17 26
5.3.	6 18	17 33
9.3.	6 09	17 39
13.3.	6 01	17 45
17.3.	5 53	17 51
21.3.	5 45	17 57
25.3.	5 36	18 03
29.3.	5 28	18 09
2.4.	5 20	18 15
6.4.	5 11	18 21
10.4.	5 03	18 27
14.4	4 55	18 33
18.4.	4 47	18 38
22.4.	4 40	18 44
26.4.	4 32	18 44
30.4.	4 25	18 56

MESIAC V tomto roku nebude úplné zatmenie Mesiaca. Čiastočné zatmenie môžeme pozorovať 1. marca, asi dve hodiny po východe Mesiaca. Vstup Mesiaca do polotieňa je o 19. hod. 43,2 minúte. O 21. hod. 45,2 minúte je stred zatmenia. Výstup Mesiaca z polotieňa je o 23. hod. 47,2 minúte. Veľkosť zatmenia je 0,68.

VÝCHODY A ZÁPADY MESIACA

Deň	východ h m	západ h m
1.3.	17 07	6 18
5.3.	21 11	7 56
9.3.	00 16	9 55
13.3.	3 59	13 35
17.3.	6 27	18 50
21.3.	8 44	23 51
25.3.	11 59	2 37
29.3.	16 00	4 49
2.4.	20 06	6 25
6.4.	-	8 35
10.4	2 36	12 26
14.4.	4 53	17 39
18.4.	7 17	22 40
22.4.	10 49	1 17
26.4.	14 52	3 19
30.4.	19 00	4 45

FÁZY MESIACA

Deň	h m	fáza
1.3.	22 00	spln
10.3.	0 49	III
16.3.	19 57	nov
23.3.	16 15	I
31.3.	16 15	spln
8.4.	13 07	III
15.4.	4 47	nov
22.4.	4 00	I

MERKÚR je 2. apríla v najväčšej západnej elongácii (28°). Bude pozorovateľný na rannej oblohe asi od druhej polovice marca. Jeho jasnosť narastá. Začiatkom apríla je $0{,}8^m$, avšak na konci apríla už $-0{,}3^m$.

VENUŠU môžeme pozorovať na večernej oblohe. 5. apríla je v najväčšej východnej elongácii a jej jasnosť neustále stúpa (koncom apríla už $-4{,}1^m$).

MARS nájdeme v súhvezdí Leva. Jeho jasnosť klesá z -1^m na $+0{,}3^m$, ale určite ho odlíšime od Regula, okolo ktorého prejde 17. marca 4° severne a 29. apríla dokonca iba 2° severne. Konjunkcia Marsa a Jupitera nastáva 2. marca (Mars 3° severne).

JUPITER sa tak isto nachádza v súhvezdí Leva. Po februárovej opozícii so Slnkom jeho jasnosť poklesla a v dobe jeho konjunkcie s Marsom bude asi -2^m a koncom apríla klesne na $-1{,}8^m$.

SATURN je 14. marca v opozícii so Slnkom, takže vtedy sú najvýhodnejšie podmienky na jeho pozorovanie. Má jasnosť $+0{,}8^m$. V marci ho nájdeme v súhvezdí Panny, potom postupne prechádza do súhvezdia Leva.

URÁN môžeme po polnoci nájsť v súhvezdí Váhy. Podmienky na jeho pozorovanie sa postupne zlepšujú.

NEPTÚN je v priaznivej polohe pre pozorovanie. Hľadáme ho v súhvezdí Hadonosa.

PLUTO je 10. apríla v opozícii so Slnkom.

ORIENTÁCIA NA OBLOHE

V zenite sú súhvezdia: Veľký voz, Povozník a Blíženci.

Na východe: Panna, Pastier a Lev; na severovýchode Severná koruna a Herkules, na juhovýchode Hydra.

Na juhu: Blíženci, Rak, Malý pes, Jednorožec a Veľký pes.

Na západe: Veľryba, Baran, a Býk s výraznými hviezdokopami Plejády a Hyády. Na juhozápade je Orión.

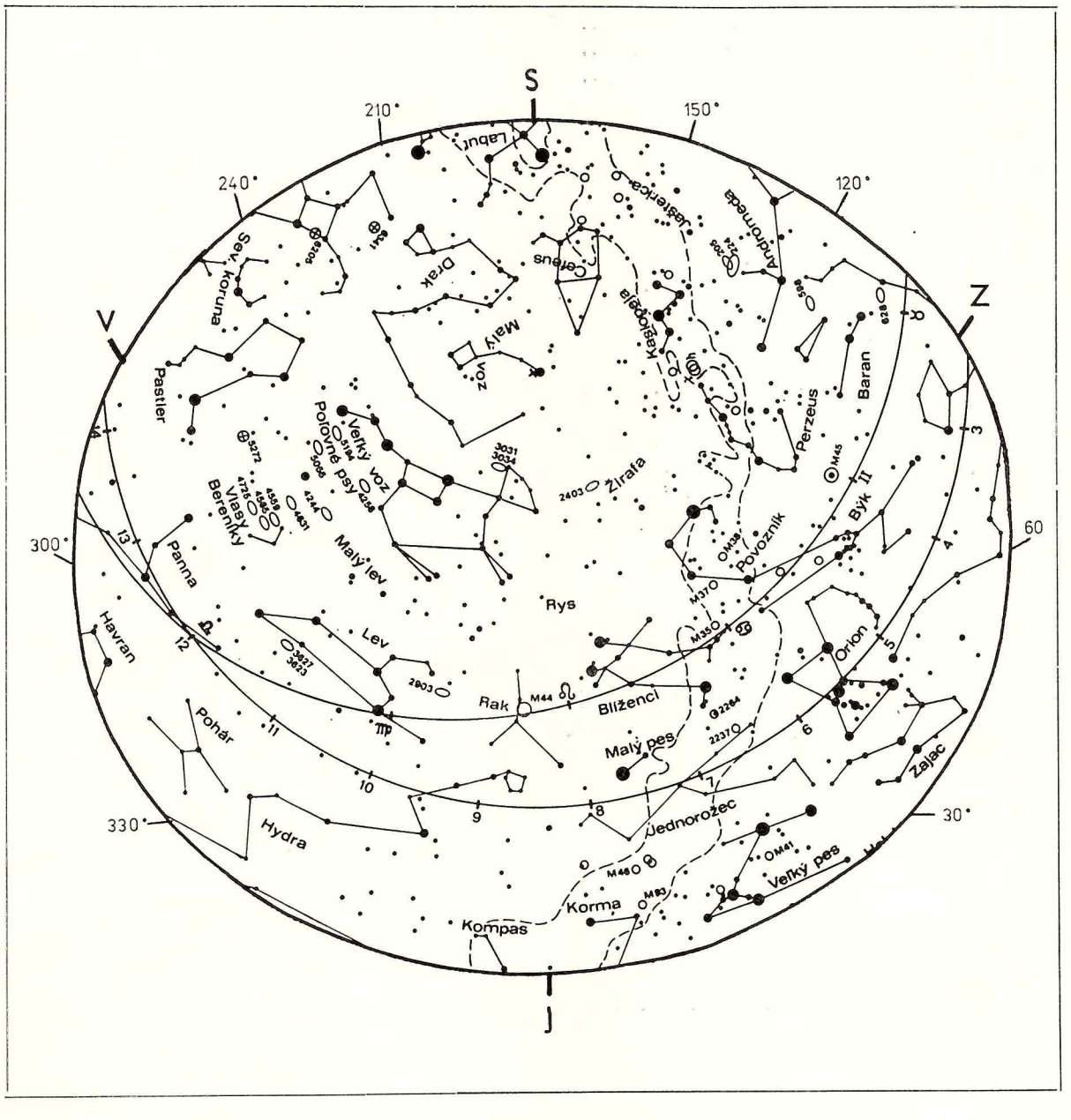
Na severe: Malý voz, Drak, Cefeus, Kasiopeia, Lýra a nízko nad severným obzorom Labuť.

Súhvezdia sú v polohe naznačenej na mapke v tomto čase:

	v marci	v apríli
začiatkom mesiaca	o 22. hod.	o 20. hod.
v strede mesiaca	o 21. hod.	o 19. hod.
koncom mesiaca	o 22. hod.	o 18. hod.

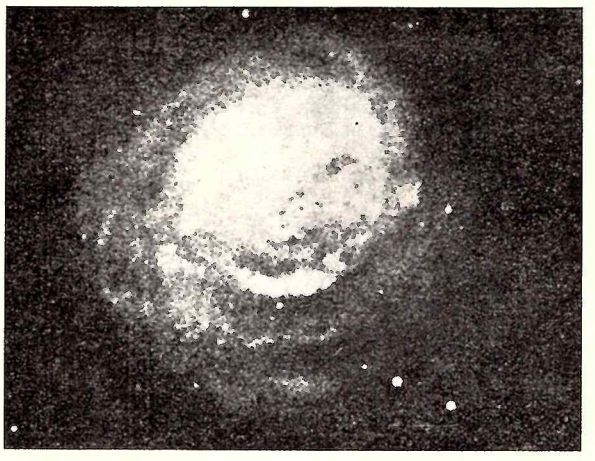
sy Bereniky

MARIÁN LORENC, PROM. FYZ.



OBSAH

Gnozeologický status kozmologických teórií — J. Dubnička 1
Relativistické modely vesmíru — J. Štohl . . . 2
Alexander Alexandrovič Friedman — J. Dubnička 4
Existuje superkopa galaxií? 6
Parametre vesmíru — A. Hajduk 7
Nový Jupiterov mesiac 10
Za zatmením Slnka do Indie — Expedícia Astronomického ústavu SAV 11
Predpoveď zemetrasenia reálnou? 13
Hmlovina v Andromédе — J. Švestka 19
Ako vznikli ročenky — V. K. Abalakin 21
20 rokov Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV 24
K jubileu profesora Gutha — M. Kresáková . . 26
Malý kurz astronómie: Reliktové žiarenie . . . 27
Chcete kúpiť optiku? — T. Fabini 28
Obloha v marci a apríli 30



Galaxia NGC 2782 v súhvezdí Lynx

СОДЕРЖАНИЕ

Гносеологический статус космологических теорий - Я.Дубничка I
Релятивистские модели Вселенной - Я.Штол 2
Александр Александрович Фридман - Я.Дубничка .. 4
Существует ли сверхскопление галактик? 6
Параметры Вселенной - А.Гайдук 7
Новый спутник Юпитера I0
Экспедиция Астрономического института САН в Индию в связи с затмением Солнца II
Можно ли с уверенностью предсказывать землетрясение? I3
Туманность Андромеды - Й.Швестка I9
Как возникли астрономические ежегодники - - В.К.Абалакин 2I
20 лет Словацкого астрономического общества ... 24
Юбилей профессора В.Гута - М.Кресакова 26
Небольшой урок астрономии: Реликтовое излучение 27
Хотите приобрести оптические детали? 28
Небосвод в марте и апреле 30

CONTENTS

The gnostic status of cosmological theories — J. Dubnička 1
Relativistic models of the Universe — J. Štohl . . 2
Alexander Alexandrovič Friedman — J. Dubnička 4
Does the supercluster of galaxies exist? 6
The parameters of the Universe — A. Hajduk . . 7
A new satellite of Jupiter 10
An expedition of the Astronomical Institute, SAV for the solar eclipse in India 11
Are the predictions of earthquakes feasible? . . 13
The Andromeda Nebula — J. Švestka 19
The origin of astronomical almanacs — V. K. Abalakin 21
20 years of the Slovak Astronomical Society, SAV 24
To the jubilee of Professor V. Guth — M. Kresáková 26
A beginner's course of astronomy: The background radiation 27
Buying astronomical optics — T. Fabini 28
The sky in March and April 30

PREDNÁ STRANA OBÁLKY:

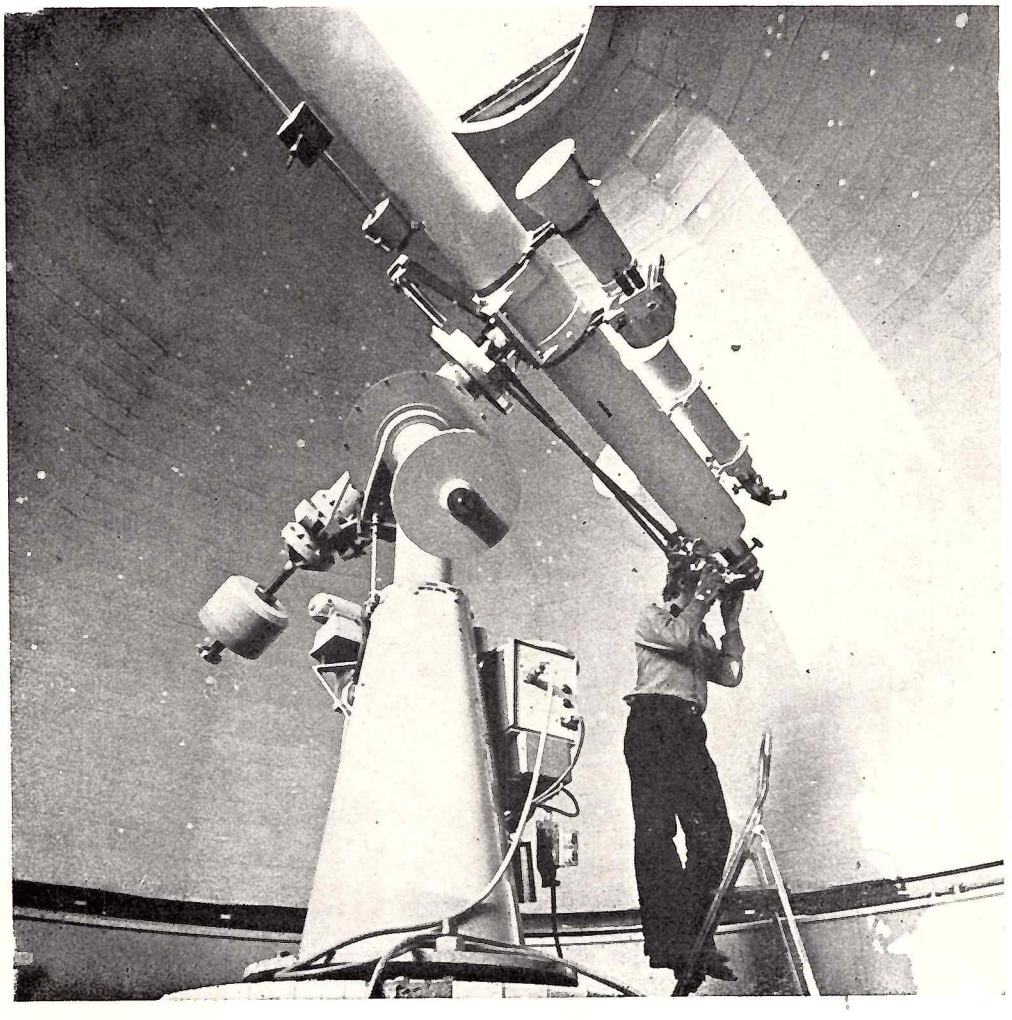
Pohyb oblohy nad Lomnickým štítom. Vidno aj svetlá hvezdárne.
Foto: Milan Antal.

ZADNÁ STRANA OBÁLKY:

Bol to zvláštny pocit, obletieť Mesiac a vidieť Zem. Ale výpravy Apolla neboli prvé, čo videli a sfotografovali Zem z vesmíru. Prvé snímky, zatiaľ čiernobiele, našej planéty urobil Explorer 6 v lete 1959 a neskôr Molnija na jar 1965. Krásne farebné snímky Zeme nad Mesiacom vyslali aj sovietske Zondy. Zo stacionárnej dráhy snímkovala našu Zem družica ATS 1 (r. 1966). Fotografie z výprav Apolla sú prvé, ktoré urobili ľudia z obežnej dráhy okolo Mesiaca. Signalizovali, že cesta na Mesiac je otvorená. Predpovede rozvoja kozmonautiky z tých čias sú veľmi optimistické. Až dnes, s odstupom desiatich rokov vidíme, že výskum Mesiaca nepokračoval tak rýchlo. Program Apollo sa zastavil v polovici cesty.

Kozmonautika si však začala viac všímať svoju materskú planétu. Družice ju dnes snímkujú z najrôznejších výšok a farbách. Aj snímky Zeme v veľkej vzdialenosti stali sa bežnou záležitosťou. Sústava geostacionárnych meteorologických družíc môže urobiť desať záberov v rôznych oblastiach spektra za hodinu.

KOZMOS — populárno-vedecký astronomický dvojmesačník. **Vydáva** Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve OBZOR, n. p. Dočasne poverený vedením redakcie Milan Bélik, riaditeľ SÚAA. Výkonná redaktorka: Tatiana Fabini, grafická úprava: Milan Lackovič. **Redakčná rada:** RNDr. Anton Hajduk, CSc. (predseda), Ivan Molnár, prom. fyz. (podpredseda), RNDr. Anna Antalová, CSc., RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., Dušan Kalmančok, Štefánia Lenzová, prom. ped., Ing. Štefan Knoška, CSc., JUDr. Štefan Kupča, RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, Daniel Očenáš, Eduard Odehnal, RNDr. Matej Škorvanek, CSc. Príspevky posielajte na adresu: SÚAA Hurbanovo, Komárňanská 65, PSČ 947 01. **Tlačia:** Nitrianske tlačiarne, n. p., Nitra, ul. R. Jašíka 26. Vychádza 6-krát do roka, v každom párnom mesiaci. Cena jedného čísla 4.— Kčs, ročné predplatné 24.— Kčs. Rozširuje PNS. Objednávky na predplatné vybavuje: PNS, ústredná expedícia tlače, 884 19 Bratislava, Gottwaldovo nám. 6.
Index. číslo 46257. Reg. SÚTI 9/8.



V kupole Krajskej hvezdárne v Hlohovci urobil Miroslav Kalinaj dve pekné snímky. Tá horná má názov „Slniečko — alebo jablčko?“