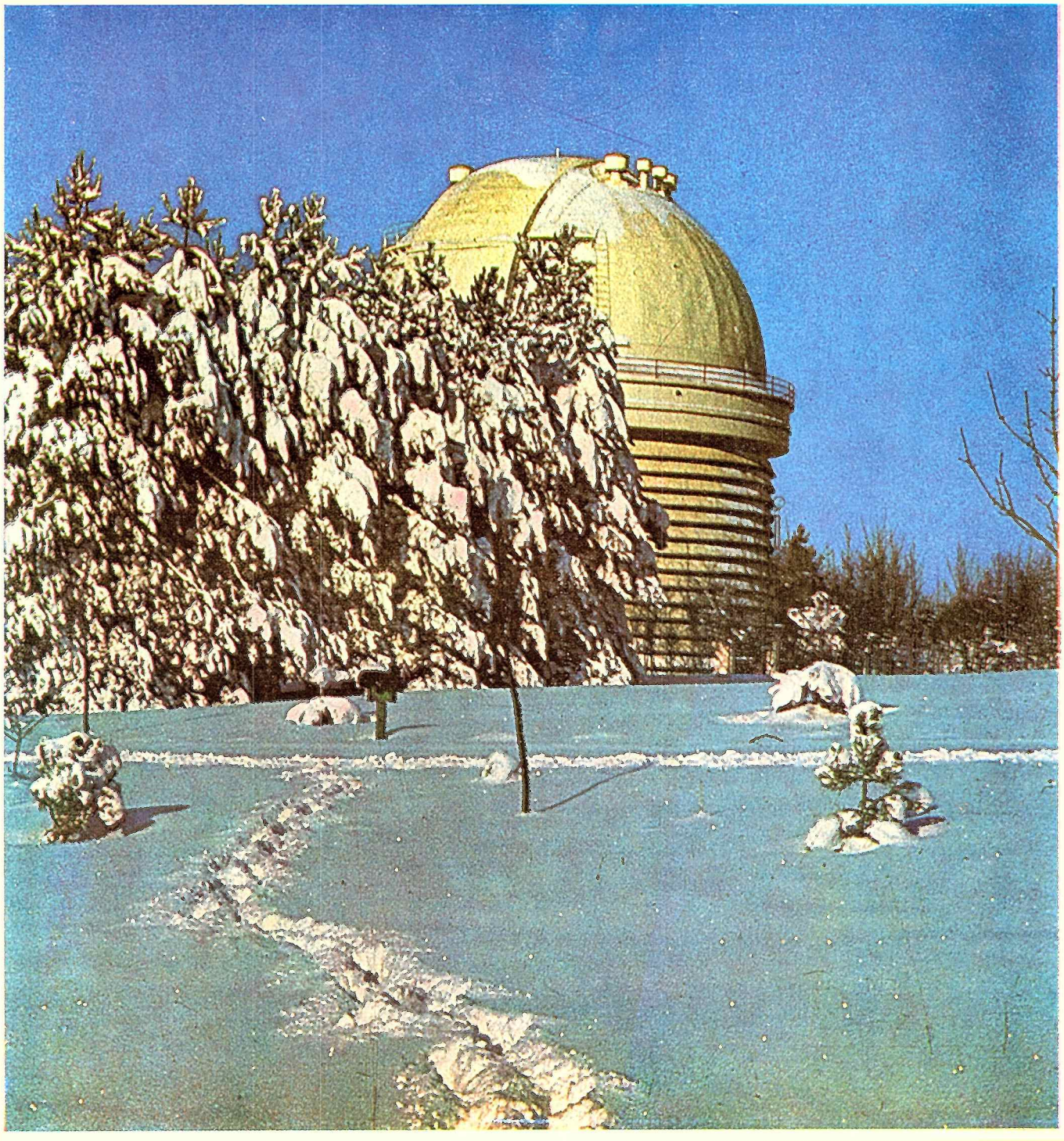
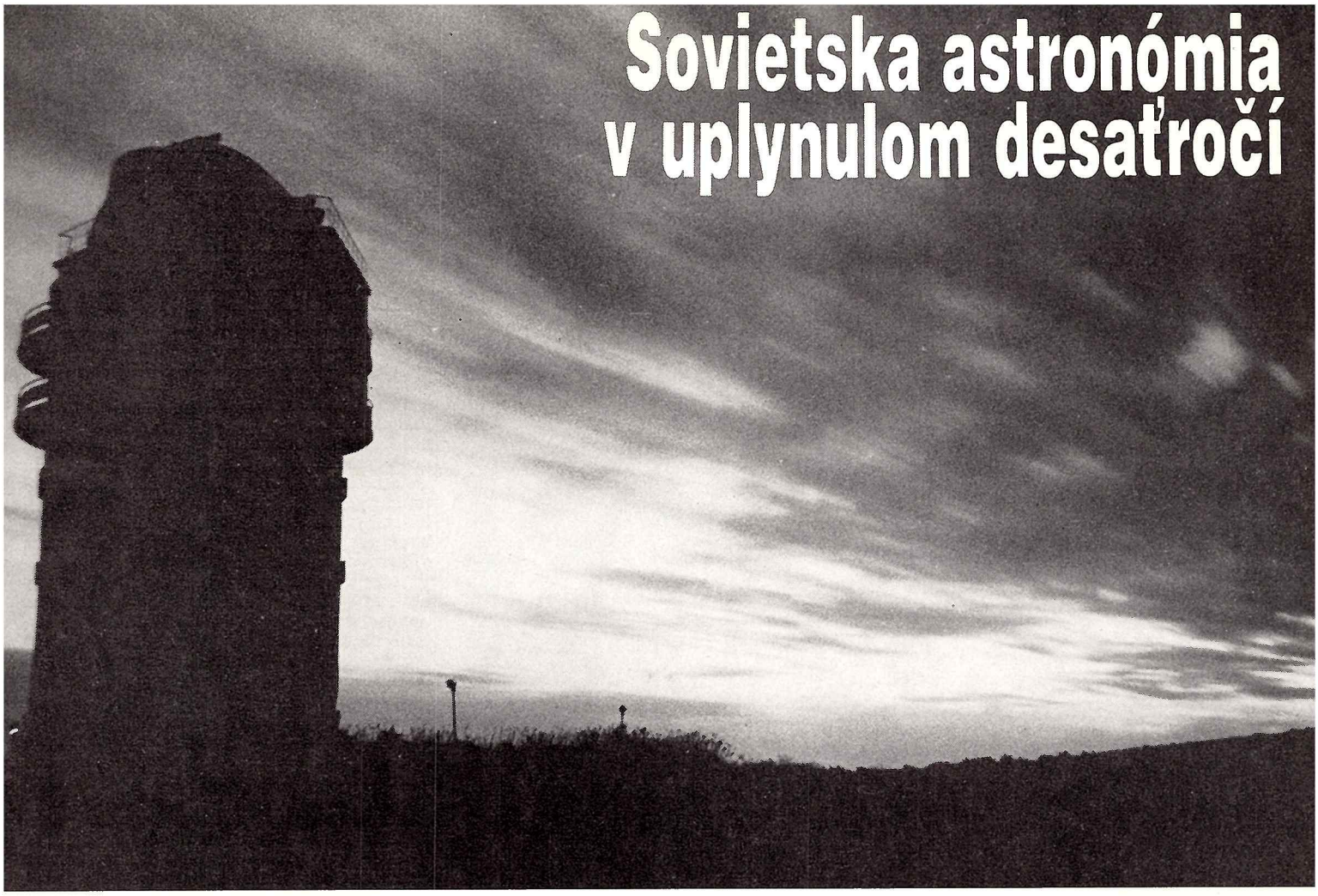
KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1987
ROČNÍK XVIII. 6
Kčs 4



Sovietska astronómia v uplynulom desaťročí



Významné výročia, ktoré tento rok slávi Sovietsky zväz, sú pre nás príležitosťou, aby sme poskytli našim čitateľom čo najviac informácií o sovietskej astronómii. Uvádzame ich článkom, ktorý pre Kozmos napísala dvojica významných sovietskych astronómov z Astrosovietu AV ZSSR. Astrosoviet nám poskytol aj značnú časť podkladov pre spracovanie prehľadového materiálu o astronomických observatóriách v ZSSR, ako aj obrazovú dokumentáciu.

A. A. BOJARČUK, L. I. ANTIPOVA

Uplynulé desaťročie možno v sovietskej astronómii charakterizovať ako nástup nových, veľkých astronomických prístrojov: 6-metrového ďalekohľadu — doteraz najväčšieho reflektora na svete, rádioteleskopu RATAN 600 a ďalších moderných zariadení, ktoré umožňujú získavať nové, cenné informácie o vesmírnych objektoch. Ďalším impulzom pre rozvoj astronómie je využívanie kozmickej techniky, ktorá poskytla možnosť pozorovať na vlnových dĺžkach nedostupných zo Zeme. Aj v interpretácii pozorovaní a teoretických prácach v oblasti kozmológie, evolúcie hviezd, nebeskej mechaniky a dynamiky galaxií priniesla sovietska astronómia posledného desaťročia mnohé cenné výsledky. Spomeňme niektoré z prác, ktoré znamenali zásadný prínos pre svetovú astronómiu.

Popri výskume chemického zloženia hviezd rozličného typu a štúdiu evolúcie hviezdnych zoskupení rozličného veku patrí medzi najaktuálnejšie témy súčasnej astrofyziky výskum tesných dvojhviezd v kritických štádiách vývoja, najmä kataklizmatických premenných a dvojhviezd s relativistickými zložkami.

◀

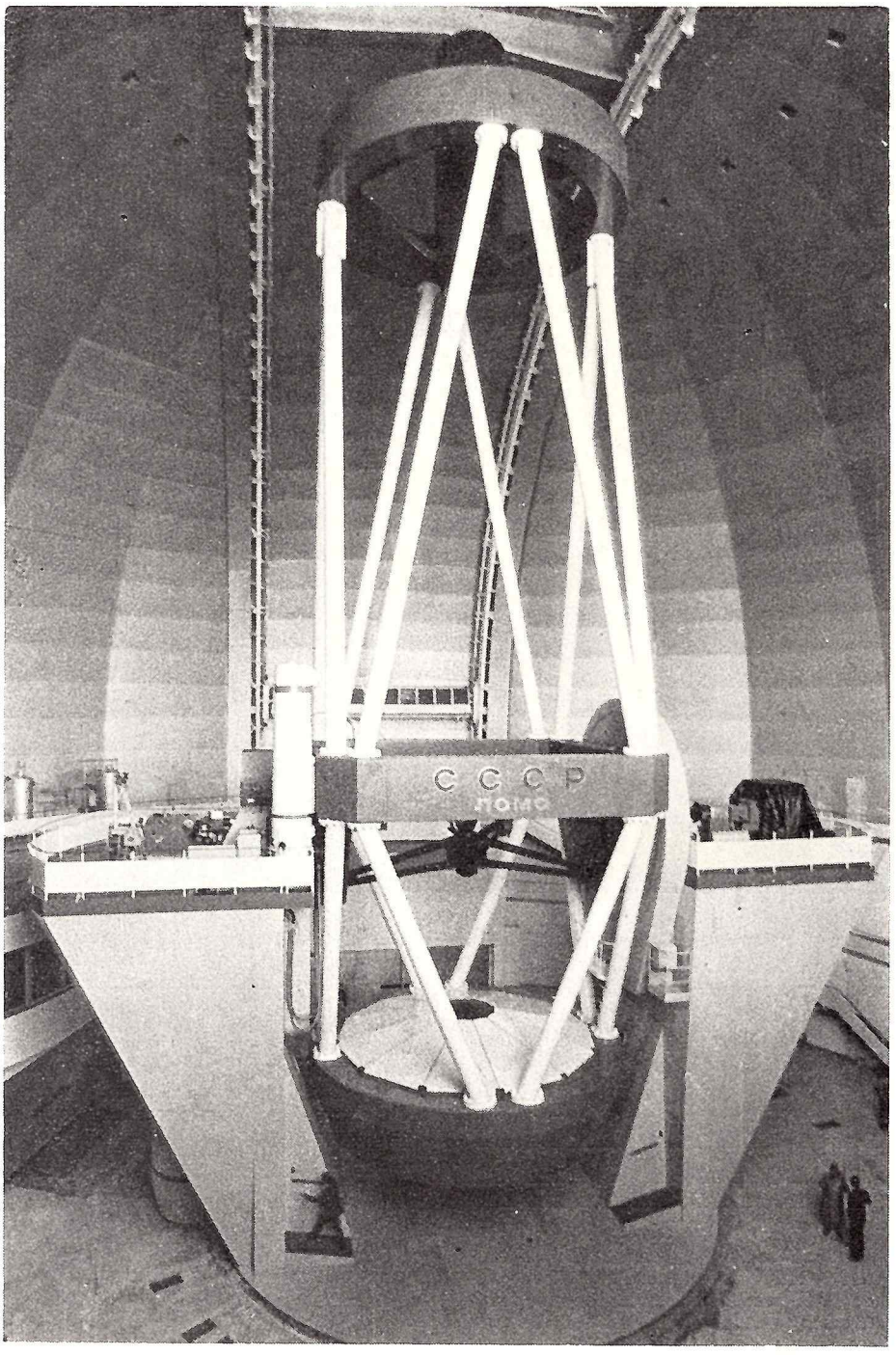
Špirálová galaxia M 77 (NGC 1068) na snímke získanej 1-metrovým reflektorom observatória na Sangloku, ktorého kupolu vidíme na snímke hore. Je to záber vyslovene netypický: oblačnosť a zatvorená kupola je na Sangloku zriedkavosťou.

Medzi zaujímavé objekty výskumu patria hviezdy typu UV Ceti — premenní červení trpaslíci. Zdá sa, že ich premennosť je rovnakého druhu, ako slnečná aktivita; zdrojom energie ich vzplanutí je rozpad lokálnych magnetických polí v aktívnych oblastiach. Tento mechanizmus premeny magnetických polí na žiarenie však nevieme zatiaľ dosť presne popísať. Dôležitú informáciu možno získať určením časového priebehu najrýchlejších zmien jasnosti, čomu slúžili fotometrické pozorovania, ktoré sa niekoľko rokov robili na 6-metrovom ďalekohľade pomocou meracieho komplexu **MANIJA**. Toto zariadenie umožňuje pozorovania s časovým rozlíšením $3 \cdot 10^{-7}$ s. Práce viedol R. E. Geršberg z KAO. Treba poznamenať, že všetky patrolné pozorovania eruptívnych hviezd sa v súčasnosti robia na svete s rozlíšením nie lepším ako 1 s. Fotometria na 6-metrovom ďalekohľade umožnila zistiť javy, ktoré sú na hranici možností klasických pozorovacích metód. Registrovali sa slabé vzplanutia energeticky porovnateľné so slnečnými erupciami. Ani v jednom zo 120 zaregistrovaných zábleskov nenameralo sa kolísanie jasu v kratších časových intervaloch než 0,1—0,2 sekundy, čo svedčí v prospech tepelného charakteru žiarenia — a toto zistenie má zásadný význam pre pochopenie podstaty týchto zaujímavých objektov.

Takmer 10 rokov prebiehalo na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu komplexné **pozorovanie objektu Kuwano-Honda** (PU Vul), ktorý si po vzplanutí r. 1977 udržal celé tri roky rovnakú jasnosť. V období 1980—1981 nastalo hlboké minimum — a po jeho skončení mal objekt opäť svoje pôvodné charakteristiky.

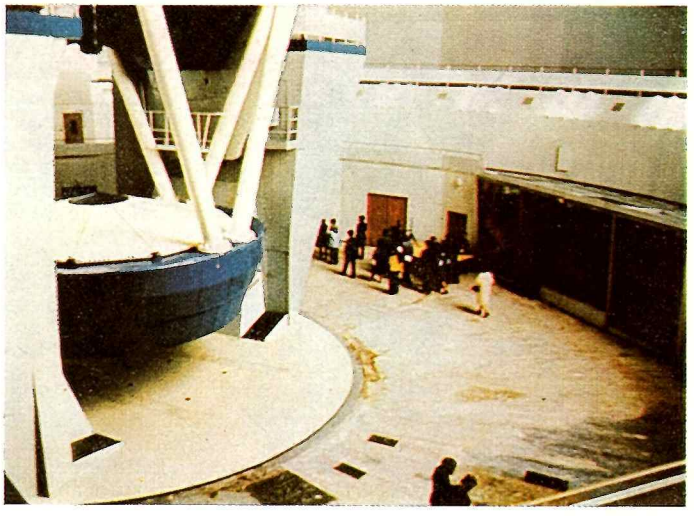
Merania radiálnych rýchlostí svedčia o úniku látky z jeho povrchu rýchlosťou približne 50 km/s. Podstatu tohto unikátneho objektu sa snažili objasniť rôzne hypotézy.

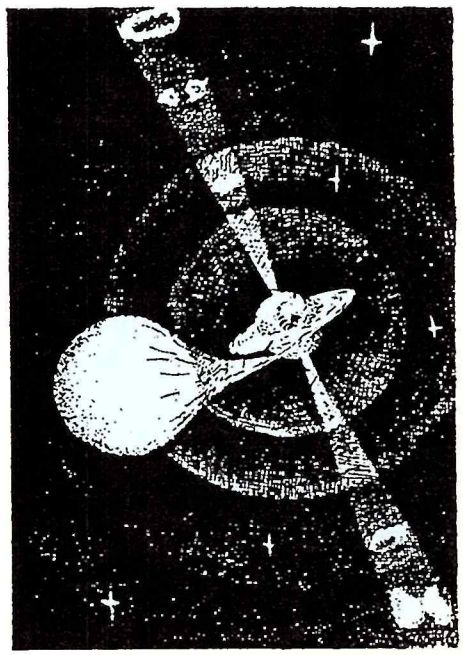
Analýza fotometrických, spektroskopických, spektrofotometrických a polarimetrických pozorovaní, ktoré sa získali počas dlhého obdobia na krymskom observatóriu, umožnili klasifikovať objekt PU Vul ako zriedkavý prípad anomálne pomalých nov typu RT Ser, a zároveň umožnili dokázať, že ide o dvojhviezdu,



6-metrový ďalekohľad v Zelenčukskej — BTA (Boľšoj teleskop azimutaľnyj), ktorý začal pracovať pred desiatimi rokmi, je dodnes najväčším reflektorom na svete. Samotné primárne zrkadlo tohto kolosa váži 43 ton, kupola, v ktorej je umiestnený (obr. na nasledujúcej strane) je vysoká 54 metrov a priemer má len o málo menší. Po vstupe do budovy (záber vľavo dolu) vystúpi sa schodišťom do kupoly ďalekohľadu (na nasledujúcej snímke). Ďalekohľad dosahuje hraničnú magnitúdu pri priamom snímkovaní na fotografické platne $24{,}5^m$ a pomocou zosilňovačov jasu až 26^m. Pre BTA sa neustále zdokonaľujú a vyvíjajú nové prídavné zariadenia. Aparatúra na meranie magnetických polí hviezd umožnila získať nové údaje o hviezdach neobvyklého chemického zloženia. Robia sa spektroskopické pozorovania kataklizmatických premenných hviezd a dvojhviezd s relativistickými zložkami, Markarjanových galaxií (galaxií s prebytkom vyžarovania v ultrafialovej oblasti), dvojitých a aktívnych galaxií. Prístrojový blok MANIJA (mnohokanálový analyzátor nanosekundových meraní jasnosti) umožňuje merať premennosť objektov v časovej škále od $3 . 10^{-7}$ do 300 s. Pomocou neho podarilo sa určiť doteraz najpresnejšie parametre pulzara v Krabej hmlovine, získali sa dôležité informácie o premennosti optického žiarenia röntgenových zdrojov s relativistickou zložkou a boli tu objavené mimoriadne krátke vzplanutia červených trpasličích hviezd typu UV Ceti. Spektroskopický komplex Kvant umožnil štúdium spektier 72 veľmi slabých objektov ($20—23^m$) a vyhodnotiť hustotu rozloženia kvazarov.

ktorej jedna zložka je normálny obor spektrálnej triedy M. Hviezda, ktorá vzplanula, sa po niekoľko rokov prakticky nelíšila od normálneho nadobra spektrálneho typu F — ani fyzikálnymi podmienkami v atmosfére a jej chemickým zložením, ani absolútnou jasnosťou. Presvedčivo sa dokázalo, že hlboké minimum jasnosti v rokoch 1980—1981 možno vysvetliť vznikom a následným rozptýlením mohutného prachového útvaru v systéme PU Vul: vývoj polarizácie žiarenia, zmeny farby, prítomnosť molekulárnych pásov v spektre, ako aj správanie sa objektu v blízkej infračervenej oblasti možno rozumne vysvetliť pomocou modelu nestacionárnej prachovej obálky, ktorá sa vytvorila okolo jednej z hviezd po jej vzplanutí.





Novy dávajú unikátnu možnosť študovať dva mimoriadne zaujímavé procesy: nestacionárne termojadrové vzplanutia povrchu degenerovaných hviezd a rýchle formovanie prachových častíc okolo hviezdy; oba tieto procesy prebiehajú u pomalých nov trochu menším tempom, čo je pre ich výskum výhodné. Z tohto hľadiska má pozorovanie objektu Kuwano-Honda veľký význam.

Aktuálnou témou súčasnej astrofyziky sú **tesné röntgenové dvojhviezdy,** ktorých jednou zložkou je normálna hviezda a druhou neutrónová hviezda alebo čierna diera. Látka z povrchu normálnej hviezdy preteká na relativistický objekt, pričom vzniká röntgenové žiarenie. Práce sovietskych astronómov podstatne prispeli k pochopeniu podstaty týchto zaujímavých objektov. Ešte pred objavením röntgenových dvojhviezd N. I. Šakura a P. A. Sjuňajev vypracovali teóriu akrečných diskov a objasnili ako sa akrečný disk prejavuje pri pozorovaní objektu, a to pri rôznych režimoch prenosu látky. V súčasnosti existujú už stovky teoretických prác o akrécii látky na relativistické objekty. Teoretické výskumy a predpovede sa pomocou pozorovaní v röntgenovej oblasti plne potvrdili a umožnili vypracovať spoľahlivé matematické modely, potrebné pre kvantitatívne interpretácie pozorovaní. Analýza svetelnej krivky v optickej oblasti a kriviek radiálnych rýchlostí umožňuje pomocou matematických modelov určiť parametre dvojhviezdy a ak vieme, v akej vzdialenosti sa objekt nachádza, môžeme určiť aj hmotnosť relativistického objektu, teda stotožniť ho alebo s neutrónovou hviezdou (ak je jeho hmotnosť do 3 $M_\odot$) alebo s čiernou dierou (ak má hmotnosť nad 3 $M_\odot$). Takto možno pozorovania vo viditeľnom svetle využiť ako zdroj informácií o relativistických objektoch.

Fotometrické pozorovania, ktoré viac než desať rokov robili V. M. Ľutyj a A. M. Čerepaščuk, umožnili získať veľmi presnú svetelnú krivku systému **Cyg X-1.** Spracovaním svojich pozorovaní pomocou súčasných matematických metód vytvorili model tejto röntgenovej dvojhviezdy, ktorý po prvýkrát popisuje všetky zložky optickej premennosti (vrátane vplyvu elipticity, zákrytov a precesie akrečného disku), s presnosťou zodpovedajúcou súčasným pozorovaniam. Na základe tohto modelu sa podarilo určiť hmotnosť röntgenového zdroja v systéme Cyg X-1 so značnou spoľahlivosťou. Ukázalo sa, že je väčšia ako 7 $M_\odot$. Analogicky sa zistila hmotnosť röntgenového zdroja v systéme **LMC X-3** (tiež $M_x > 7\ M_\odot$). Tieto dva röntgenové zdroje sú teda prvými reálnymi kandidátmi na čierne diery. Relativistických objektov tejto hmotnosti nie je v dvojhviezdach veľa: väčšina röntgenových zdrojov v dvojhviezdach má hmotnosť do 3 $M_\odot$.

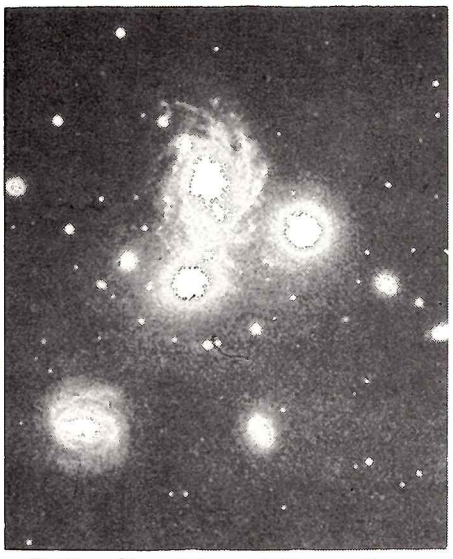
Pozorovanie röntgenových dvojhviezd na viacerých vlnových dĺžkach je dnes už medzinárodne koordinované. Porovnanie údajov z pozorovaní v röntgenovej oblasti (sovietska družica Astron), ultrafialovej (medzinárodná družica IUE), optickej a infračervenej oblasti spektra (ku ktorým prispeli aj mnohé sovietske observatóriá) umožnilo zistiť rýchlu premennosť röntgenových dvojhviezd vo všetkých pozorovaných pásmach spektra.

Matematickou analýzou svetelných kriviek a radiálnych rýchlostí zistili sa relativistické zložky aj v niektorých „predrelativistických" Wolfových-Rayetových hviezdach a unikajúcich OB hviezdach.

Práce sovietskych astronómov znamenali veľký prínos aj pre pochopenie podstaty unikátneho objektu **SS 433,** ktorý koncom 70-tych rokov upútal pozornosť odbornej verejnosti na celom svete. V tom čase anglickí astronómovia D. Clark a P. Murdin dokázali, že kompaktný premenný rádiový zdroj vo vnútri rozsiahlej rádiovej hmloviny W 50 je zvyškom po supernove a röntgenový zdroj v tejto oblasti možno stotožniť s červenou hviezdou 14^m, ktorá sa vyznačuje silnými emisnými čiarami a v katalógu S—S (autori Stephenson a Sanduleak) má poradové číslo 433. Senzáciu vyvolala správa, že v spektre tohto objektu sa okrem stacionárnych čiar nachádzajú dva systémy pohyblivých emisných čiar, ktoré sa v spektre premiestňujú v rozpätí $\pm$ 90 mikrometrov, a to s pravidelnou periódou 164 dní. Vysvetliť tieto pozorované zvláštnosti sa snažili mnohé modely. Sovietsky astrofyzik I. S. Šklovskij ako jeden z prvých vyslovil predpoklad, že tento objekt je dvojhviezdnym systémom. Nejaký čas sa SS 433 považoval za dvojhviezdu malej hmotnosti, ktorá obsahuje relativistický objekt — neutrónovou hviezdu. Avšak podrobné fotometrické pozorovania, ktoré urobili v priebehu šiestich rokov spolupracovníci Šternbergovho ústavu (A. M. Čerepaščuk, S. A. Gladyšev, V. P. Goranskij a N. E. Kuročkin) a porovnanie získaných svetelných kriviek s krivkami radiálnych rýchlostí poskytlo závažné dôvody na zásadné prepracovanie modelu. Analýza svetelnej krivky pomocou modelových výpočtov röntgenových dvojitých systémov, ktorú vypracovali v GAIŠ (Gosudarstvennyj astronomičeskij institut imeni Šternberga, Moskva), umožnila odhadnúť pomer hmotnosti zložiek. Výsledkom bol dnes všeobecne prijatý model objektu SS 433 ako zákrytovej dvojhviezdnej sústavy, ktorá sa skladá z normálnej hviezdy spektrálneho typu O

alebo B a relativistického objektu, obklopeného jasným precesujúcim akrečným diskom; v systéme prebieha nadkritická akrécia, v dôsledku čoho vznikajú relativistické úzko smerované výtrysky. (Poznamenajme, že týmto modelom bolo možné vysvetliť výtrysky látky z jadier galaxií a kvazarov a objasniť tak podstatu aktívnych galaktických jadier.)

Relativistický objekt v dvojhviezde SS 433 je s najväčšou pravdepodobnosťou masívna čierna diera s hmotnosťou zhruba 6 $M_\odot$. Pretože predstava o hmlovine W 50 ako o zvyšku po výbuchu supernovy sa zdá byť najpravdepodobnejšou, znamená to, že v danom prípade máme priamy dôkaz toho, že v objekte SS 433 sa vytvorila čierna diera v dôsledku výbuchu supernovy (a nie tichým kolapsom). SS 433 teda poskytuje cennú informáciu aj pre evolúciu masívnych hviezd v neskorých vývojových štádiách.

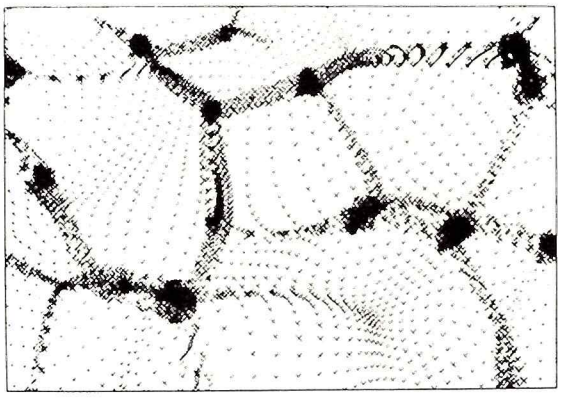


Podľa súčasných predstáv vznikol pozorovaný obraz rozloženia galaxií v raných etapách vývoja vesmíru a za posledné tri miliardy rokov sa zmenil len nepatrne. Zdá sa, že intenzívny výskum párov, skupín a kôp galaxií umožní získať dôležité svedectvá o vzniku galaxií.

V roku 1977 sa na 6-metrovom ďalekohľade začal výskum dvojitých galaxií. Medzi nimi sú tesné, takmer splývajúce dvojice aj široké páry. Viac ako polovica z nich sú **interagujúce galaxie** (ich štruktúra je značne narušená vzájomným gravitačným pôsobením). Získali sa spektrá 600 dvojitých galaxií severnej oblohy. V posledných rokoch sa hodne diskutuje o možnosti existencie rozsiahlych korón okolo galaxií. Podľa niektorých nepriamych prejavov môže slabo žiariaca koróna z trpasličích hviezd obsahovať látku 10-krát väčšej hmotnosti ako viditeľná látka samotných galaxií. Preveriť, či je väčšina látky na okraji galaxie skúmaním charakteristík rotácie jej okrajových oblastí je veľmi obtiažne, pretože jasnosť galaktických okrajov je veľmi nízka. Meraním vzájomného pohybu galaxií širokého páru získame údaje o hmotnosti galaxií — vrátane všetkej, aj nepozorovateľnej látky, ktorá sa nachádza medzi zložkami páru. Takáto analýza širokých párov však ukázala, že okolo galaxií takmer do vzdialenosti 100—200 kpc nie sú žiadne príznaky existencie neviditeľnej látky. Zároveň sa zistilo, že galaxie v pároch sa pohybujú prevažne po kruhových dráhach a majú veľký orbitálny moment hybnosti.

Značná časť pozorovacieho času najväčších sovietskych ďalekohľadov je venovaná výskumu **aktívnych galaxií.** Pri prvej bjurakanskej spektrálnej prehliadke oblohy sa našlo 1500 galaxií s ultrafialovým kontinuom, z ktorých zhruba 10 % sú Seyfertovské galaxie. Začala sa druhá, oveľa dôkladnejšia prehliadka oblohy, do väčších vzdialeností, ktorej cieľom je hľadanie galaxií s prebytkom ultrafialového žiarenia a kvazarov do 19^m. Prebieha detailný výskum galaktických jadier.

Prvé **predstavy o veľkoškálovej štruktúre vesmíru** získali sa na základe prác sovietskych vedcov. Výskumy estónskych astronómov (J. A. Einasto, M. Jyzveera, A. Saara) oblasti v súhvezdí Perzea, kde leží gigantická superkopa, galaxií, ako aj ďalších oblastí oblohy, ukázali, že rozdelenie galaxií a galaktických kôp v priestore pripomína bunky (podľa iných prirovnaní mydlovú penu alebo prázdne včelie plásty), s priemerom okolo 40—50 Mpc. Galaxie a kopy galaxií sa koncentrujú na stenách buniek a centrálne časti buniek neobsahujú prakticky žiadne galaxie. Bohaté galaktické kopy vytvárajú reťazce, pričom najbohatšie kopy ležia v uzloch tejto štruktúry. Zo začiatku táto bunková štruktúra Metagalaxie, ktorú navrhli sovietski vedci, zdala sa zarážajúco neobvyklá. Avšak od roku 1981 sa v tlači začali objavovať správy o prvých „prázdnych miestach" v Metagalaxii, kde sa v obrovských priestoroch (okolo 80 Mpc) takmer nenachádzajú žiadne galaxie. Výsledky výskumu rozdelenia galaxií a galaktických kôp v oblasti súhvezdia Vlasov Bereniky, ktoré nedávno publikovala skupina amerických astronómov z Cambridge (M. Heller, J. Huchra) presvedčivo potvrdzujú bunkovú štruktúru tejto časti Metagalaxie.

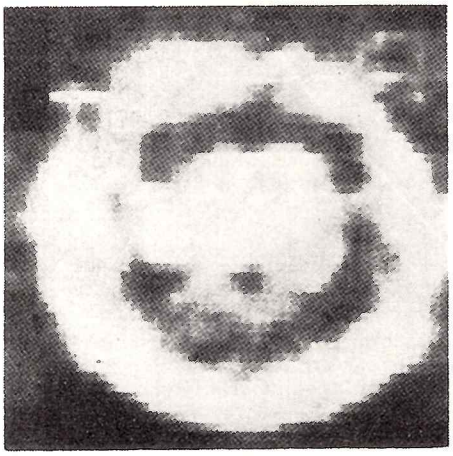


Túto pozoruhodnú štruktúru vesmíru sa podarilo objasniť pomocou teórie gravitačných nestabilít. Výpočty, ktoré urobil J. Zeľdovič a jeho spolupracovníci, ukázali, že podľa teórie adiabatických fluktuácií musí mať veľkorozmerové rozloženie galaxií a galaktických kôp práve takýto bunkový charakter.

V rokoch 1981—1985 sa na 6-metrovom ďalekohľade uskutočnil program merania červených posunov vzdialených, bohatých galaktických kôp vo vysokých galaktických šírkach a získali sa dôkazy o veľkorozmerovej nehomogénnosti vesmíru s charakteristickými rozmermi rádovo 500 Mpc.

Všetky významné observatóriá ZSSR sa zapojili aj do **pozorovania Halleyovej kométy**. Na roky 1983—1987 bol rozpracovaný komplexný program SOPROG, ktorý bol súčasťou medzinárodnej pozovacej kampane IHW (projekt SOPROG viedol akademik AN Ukrajinskej SSR J. C. Jackiv). Program zahŕňal fotografické, spektrálne, fotometrické a polarizačné pozorovania. Prehľad výsledkov ukázal, že 22 astronomických pracovísk v ZSSR získalo vyše tisíc pozícií kométy, čo predstavuje asi 50 % všetkých poziačných meraní na celom svete v rámci IHW, pričom najväčší počet presných pozícií (540) získali na Astronomickom ústave Akadémie vied Uzbeckej SSR (Taškent) a vyše sto veľkoškálových snímok vysokej kvality, ktoré sa v súčasnosti digitálne spracúvajú. Sovietski vedci ako prví objavili kruhovú polarizáciu oblasti okolo jadra a hlavy kométy a prispeli k pozorovaniam, ktoré ukázali, že prachové častice kométy majú podobné chemické zloženie a fyzikálne vlastnosti, ako prachové častice medzihviezdneho prostredia.

Pozorovanie Halleyovej kométy pomocou kozmických sond **Vega 1 a 2** dopĺňala špecializovaná astronomická družica **Astron,** ktorá má na palube ultrafialový a röntgenový ďalekohľad.



V roku 1977 boli objavené prstence okolo planéty Urán. Teraz ich poznáme deväť; ležia vo vzdialenostiach od 42 do 51 tisíc km od stredu planéty, teda bližšie k planéte, než najbližší z piatich veľkých Uránových mesiacov — Miranda (130 000 km).

Začiatkom roku 1985 rozpracovali sovietski astronómovia N. N. Gorkavyj a A. M. Fridman **teóriu rezonancií Uránových prstencov,** podľa ktorej mesiace nemôžu vzniknúť v oblasti prstencov, a naproti tomu za ich vonkajšou hranicou musí existovať celá skupina malých, zo Zeme nepozorovateľných mesiačikov. Rezonancie s niektorými z nich podmieňujú vznik a existenciu excen-

trických Uránových prstencov. Podľa zákonitostí v rozložení Uránových prstencov vypočítali N. N. Gorkavyj a A. M. Fridman polomery obežných dráh šiestich predpokladaných mesiačikov. Teoretické predpoklady sovietskych astronómov sa plne potvrdili pri prelete sondy Voyager 2 okolo Uránu v januári 1986: bolo objavených 10 nových mesiačikov Uránu, pričom polomery dráh šiestich z nich, ktoré majú na prstence najväčší účinok, súhlasili s predpovedou s presnosťou 0,5 %.

Na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu sa dlhé roky venujú aj systematickému pozorovaniu a hľadaniu planétiek. Za posledných 10 rokov objavili krymskí astronómovia vyše 400 planétiek, čím si udržali svetové prvenstvo v tejto oblasti.

Vypracovanie stále presnejších teórií pohybu Mesiaca, planét a ich mesiacov patrí medzi hlavné témy nebeskej mechaniky. Rozvojom kozmickej techniky sa táto úloha stáva ešte aktuálnejšou. Búrlivý rozvoj pozorovacích metód v tejto oblasti ilustrujú možnosti laserovej lokácie, ktorá umožňuje merať okamžitú vzdialenosť Mesiac — Zem s presnosťou niekoľkých centimetrov a vzdialenosť k planétam s presnosťou niekoľkých stovák metrov. Presnosť pozorovaní — po prvýkrát v histórii — prevýšila presnosť výpočtov nebeskej mechaniky, čo vyvoláva nutnosť rozvoja nových analytických a číselných metód pre vypracovanie nových, oveľa presnejších teórií pohybu nebeských telies. Úspešný rozvoj týchto metód v ZSSR umožnil vykonať komplex prác, potrebných pre navigáciu sond Vega 1 a Vega 2 k Venuši a Halleyovej kométe. Na základe meraní zo Zeme a paluby sond bola vypracovaná veľmi presná teória pohybu Halleyovej kométy; osvedčila sa nielen pri navigácii sond Vega, ale aj európskej sondy Giotto.

Dnes, polstoročie po pionierskych prácach K. Janského, je výskum vesmíru, najmä jeho evolúcie, bez **rádioastronómie** nemysliteľný. Na rozdiel od obvyklej mapy hviezdnej oblohy žiaria na rádiových vlnách rádiové galaxie, kvazary a iné objekty. Prehliadky oblohy sú jednou zo základných prác astronómie. Katalógy, zostavené pri systematických prehliadkach oblohy sú podkladom pre detailné pozorovania všetkými dostupnými prostriedkami. Žiaľ, komplexná prehliadka celej oblohy na hranici citlivosti súčasných ďalekohľadov s hraničným rozlíšením nie je v súčasnosti možná. Preto sa robia alebo zbežné, hrubé prehliadky oblohy, alebo podrobné, hlboké prehliadky malej časti oblohy.

Pomocou rádioteleskopu **RATAN 600** uskutočnila sa kompletná prehliadka oblohy na centimetrových vlnách; do dnešných čias bolo objavených zhruba 10 tisíc nových rádiových zdrojov; robí sa ich štatistická analýza a stotožňovanie s optickými zdrojmi.

Človek sa oddávna snažil preniknúť do hlbín vesmíru. Schopnosť súčasných prístrojov preniknúť do väčších vzdialeností závisí od veľkosti prístroja a vlastností prijímacej aparatúry. Informáciu o stavbe vesmíru možno získať z počtu rádiových zdrojov. Hoci sa takéto výskumy robili na rôznych rádioobservatóriách sveta, nejestvuje zatiaľ jednoznačná interpretácia závislosti počtu rádiových zdrojov od hustoty rádiového toku. Na riešenie tohto problému sú nevyhnutné hĺbkové prehliadky oblohy.

Program sčítania rádiových zdrojov vo veľkých vzdialenostiach vesmíru sa začal robiť pred niekoľkými rokmi na RATAN-e 600. Použitie veľmi citlivého rádiometra chladeného héliom (pre zníženie šumu prístroja) umožnilo dosiahnuť rekordnú citlivosť rádiového toku — okolo 1 milijansky. Celkové množstvo rádiových zdrojov objavených počas celého experimentu „Chlad" blíži sa ku 3 tisíc, pričom prakticky všetky zdroje sú nové.

Za polstoročie svojho rozvoja predstihla rádioastronómia optickú astronómiu. Napr. citlivosť rádioteleskopu RATAN 600 v experimente „Chlad" bola dostatočná na pozorovanie kvazarov vo vzdialenosti, zodpovedajúcej červenému posunu viac ako 50. Optický analóg takéhoto kvazara by bol slabší ako 30^m, takže súčasné optické ďalekohľady ho nemôžu objaviť. Zostáva teda nádej, že v neďalekej budúcnosti veľké kozmické ďalekohľady umožnia stotožniť vzdialené zdroje s optickými objektami. Výskum závislosti počtu zdrojov od hustoty röntgenového toku priniesol dôležité výsledky pre pochopenie modelu vesmíru.

Rádioastronomické pozorovania majú osobitný význam pre kozmológiu. Rozpínajúci sa vesmír prešiel v minulosti obdobím, keď sa chladnúca látka premenila z ionizovaného stavu do neutrálneho a oddelila sa od žiarenia. Z tých čias sa zachovalo reliktové žiarenie, ktoré vypĺňa vesmír dodnes — a vychladlo do súčasnosti na teplotu ~3 K. Toto žiarenie by teda malo obsahovať svedectvo o nehomogenitách pôvodnej látky, ktoré existovali v raných štádiách rozpínania vesmíru a podnietili vznik galaxií a galaktických kôp.

Fluktuácie jasnosti reliktového šumu sa skúmali rádioteleskopom RATAN 600 v rámci experimentu „Chlad". Pri presnosti merania do $\Delta T \leq 10^{-5}$ K sa nezistili lokálne fluktuácie reliktového žiarenia. Podivuhodnú izotropiu reliktového žiarenia nedokážeme vysvetliť, čo vytvára celý rad problémov pre teórie vzniku galaxií.

Sovietski astronómovia rozpracovávajú metódy výskumu fyzikálnych podmienok v chladných hmlovinách pomocou rádiových pozorovaní v dekametrovom pásme. Prvýkrát boli spektrálne čiary v tomto pásme objavené asi pred desiatimi rokmi pomocou rádioteleskopu UTR-2 Ukrajinskej akadémie vied, ktorý je postavený blízko Charkova. Ukázalo sa, že sú to rekombinačné čiary uhlíka — spektrálne čiary s najnižšou známou frekvenciou. Kvantové čísla excitačných hladín, s ktorými súvisia, sú n = 603—732, čo je skoro 2,5-krát viac ako kvantové čísla dovtedy registrovaných rádiových čiar. Zaujímavé je, že novoobjavené spektrálne čiary sa pozorovali ako absorpčné a nie emisné, čo svedčí o tom, že tieto čiary vznikajú v chladných, veľmi riedkych medzihviezdnych oblakoch, ktorými prechádza žiarenie kompaktného intenzívneho rádiového zdroja (Cas A) s vyššou teplotou.

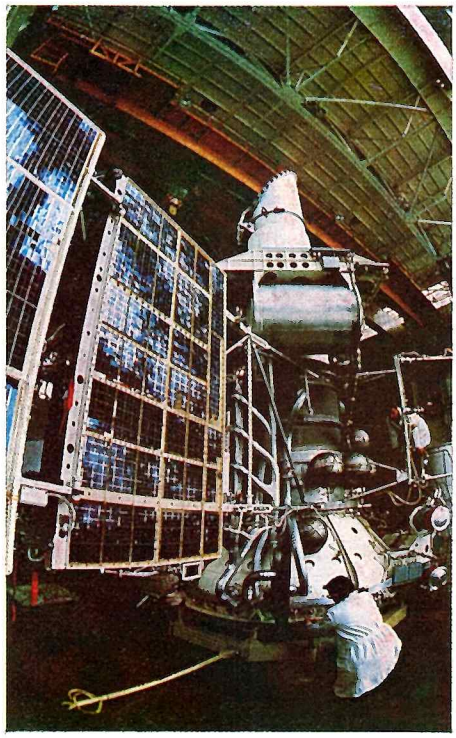
Analýza spektrálnych čiar v dekametrovej oblasti umožnila po prvýkrát určiť elekrónovú teplotu (35—100 K), elektrónovú hustotu (50 000—150 000 m^{-3} — teda 50—150 elektrónov v litri) a efektívny rozmer medzihviezdneho oblaku, kde elektróny vznikajú. Takto sa objav čiar uhlíka v dekametrovom pásme stal podkladom pre metódu výskumu veľmi chladných riedkych medzihviezdnych oblakov.

V roku 1983 sa podarilo objaviť rekombinačné čiary uhlíka aj na metrových vlnách. Umožnilo to ďalej spresniť výskum fyzikálnych podmienok v medzihviezdnych oblakoch.

V súčasnej dobe sa pomocou rádioteleskopu UTR-2 podarilo pozorovať rekombinačné čiary uhlíka aj v iných galaktických objektoch. Sovietske výsledky pozorovaní medzihviezdnej látky v dekametrovom pásme potvrdili nedávno aj pozorovania v USA a v Indii.

Problematika vzniku hviezd sa nedávno stala jednou z ťažiskových tém rádioastronómie. Pozorovania spektrálnych čiar v rádiovej oblasti — vrátane čiar, ktoré vznikajú stimulovanou emisiou (medzihviezdne masery) v tmavých hmlovinách umožňuje získať detailné informácie o dynamike a štruktúre tvorby hviezd. Čoskoro po objave medzihviezdnych vodných maserov sa zistilo, že spektrálne čiary niektorých z nich sú veľmi široké — ich rozšírenie zodpovedá rýchlostiam až niekoľko sto km . s^{-1}. Sovietski astrofyzici U. S. Strelnickij a R. A. Sjuňajev vtedy navrhli veľmi jednoduchú interpretáciu týchto spektier: únik kondenzácie z nejakého centra, čo sa prejavuje ako dopplerovské rozšírenie spektrálnych čiar. Z tejto interpretácie vychádzali však natoľko vysoké rýchlosti, že bolo nutné dospieť k uzáveru, že jednotlivé kondenzácie majú značný vlastný pohyb. Takéto pohyby maserových kondenzácií zistili aj americkí rádioastronómovia pomocou rádiointerferometrie na veľmi dlhej základni.

Objav vlastných pohybov maserových kondenzácií spolu s možnosťou určiť zo spektra ich rýchlosti v priestore umožnili využiť metódu tzv. štatistickej paralaxy na určenie vzdialeností k niektorým oblastiam našej Galaxie, kde intenzívne vznikajú hviezdy, a zároveň upresniť vzdialenosť ku galaktickému centru. Táto nová metóda určovania vzdialenosti, založená len na rádiových pozorovaniach, je veľmi sľubná, tým viac, že maserové zdroje boli objavené aj v iných galaxiách — aj keď preskúmať vlastné pohyby maserových kondenzácií v takých veľkých vzdialenostiach je zatiaľ sotva možné. Na to by bolo treba podstatne zvýšiť rozlišovaciu schopnosť rádiointerferometrie s dlhou základňou, čo znamená zväčšiť základňu rádiointerferometra (vzdialenosť medzi rádioteleskopmi tvoriacimi sústavu). V súčasnosti sa základňa blíži k priemeru zemegule — a v neďalekej budúcnosti umožnia špeciálne družice, vybavené rádioteleskopmi, zväčšiť základňu až o jeden rád. Potom sa pre rádiointerferometriu stanú dostupnými aj vzdialené galaxie. Nezávislé určenie vzdialeností blízkych galaxií pomocou rádioastronomických metód umožní spresniť Hubblovu konštantu, ktorá je mierkou pre stanovenie všetkých mimogalaktických vzdialeností.



Rozvoj kozmickej techniky značne rozšíril možnosti astronómie, umožnil pozorovať na vlnových dĺžkach, ktoré nie sú dostupné zo Zeme. Získali sa tak kvalitatívne nové informácie, umožňujúce hlbšie preniknúť k podstate mnohých kozmických dejov.

Už piaty rok nepretržite pracuje na obežnej dráhe **družica Astron,** vybavená optickým ďalekohľadom s priemerom zrkadla 0,8 m. Určený je na pozorovanie ultrafialového žiarenia hviezd, hmlovín, galaxií. Okrem neho nesie družica aj röntgenový ďalekohľad so spektrometrom. Vedúcim experimentu je člen korešpondent AV ZSSR A. A. Bojarčuk.

Okrem sovietskych astronómov využívajú družicu pre svoje pozorovania aj zahraniční partneri — z Francúzska, NDR, ČSSR a Talianska. Získali sa spektrá vyše stovky hviezd rozličného typu, asi 30 galaxií a niekoľkých komét.

V priebehu ôsmich mesiacov — od decembra 1985 do júla 1986 — Astron systematicky pozoroval komu Halleyovej kométy. Získali sa stovky spektier, určilo sa molekulárne zloženie komy, rýchlosť straty látky v závislosti od vzdialenosti kométy od Slnka. Z výsledkov týchto meraní bolo možné určiť celkový úbytok hmotnosti Halleyovej kométy na 370 miliónov ton pri jednom priblížení ku Slnku. Je to neveľká časť hmotnosti jadra tejto kométy: výpočty ukazujú, že až za niekoľko desiatok obehov stratí Halleyova kométa celý svoj plynový obal a zmení sa na asteroid.

Jednou zo základných otázok súčasnej astrofyziky je problematika pôvodu chemických prvkov. Mnohé procesy tvorby chemických prvkov sú zatiaľ neznáme. Nedarí sa objasniť obsah ťažkých prvkov. Chýbajú spoľahlivé údaje o ich zastúpení vo vesmíre. Program výskumov na Astrone zahŕňal aj hľadanie a určovanie ťažkých prvkov v atmosférach hviezd. Celkove sa preskúmalo dvadsať hviezd s pekuliárnym (neobvyklým) chemickým zložením a u mnohých z nich sa zistil veľký prebytok ťažkých prvkov: olova a wolfrámu 100-krát thória a uránu miliónkrát viac ako v slnečnej atmosfére, ktorej zloženie je typické pre väčšinu hviezd. Svedčí to o veľkej rozmanitosti procesov nukleosyntézy vo vesmíre.

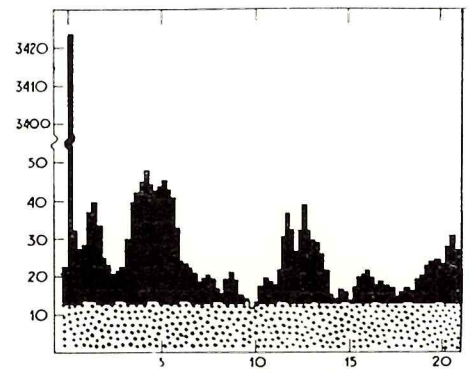
Robili sa veľmi náročné pozorovania eruptívnych hviezd (hviezd typu UV Ceti). O podstate týchto erupcií zatiaľ vieme málo. Pozorovania v UV oblasti spektra umožňujú získať kvalitatívne nové informácie. Astron zaregistroval viaceré vzplanutia, jedno z nich bolo unikátne — trvalo 2 až 3 sekundy, čo svedčí o veľkej rýchlosti prebiehajúcich dejov. Výskum spektier iných vzplanutí umožnil zistiť, že vzplanutia prebiehajú v oblasti medzi fotosférou a korónou hviezdy. Tieto zistenia majú nesmierny význam pre vypracovanie teórie hviezdnych erupcií.

V marci tohto roku sa uskutočnili štyri pozorovania supernovy 1987A vo Veľkom Magellanovom oblaku. Spektrum supernovy v ultrafialovej oblasti pripomína spektrum červeného nadobra s teplotou 4500 K. To naznačuje, že jadro supernovy je obklopené veľmi hrubou obálkou obrovských rozmerov. Za dva týždne poklesla jasnosť v UV oblasti temer trojnásobne, zatiaľ čo v tom istom čase zotrvávala jasnosť vo viditeľnom svetle zhruba rovnaká — čo svedčí o tom, že obálka sa rozpína a jej teplota klesá.

Pomocou Astronu sa získali aj UV spektrá niekoľkých galaxií a podrobne sa skúmalo röntgenové žiarenie dvojhviezd, ktorých jednou zložkou je pulzar.

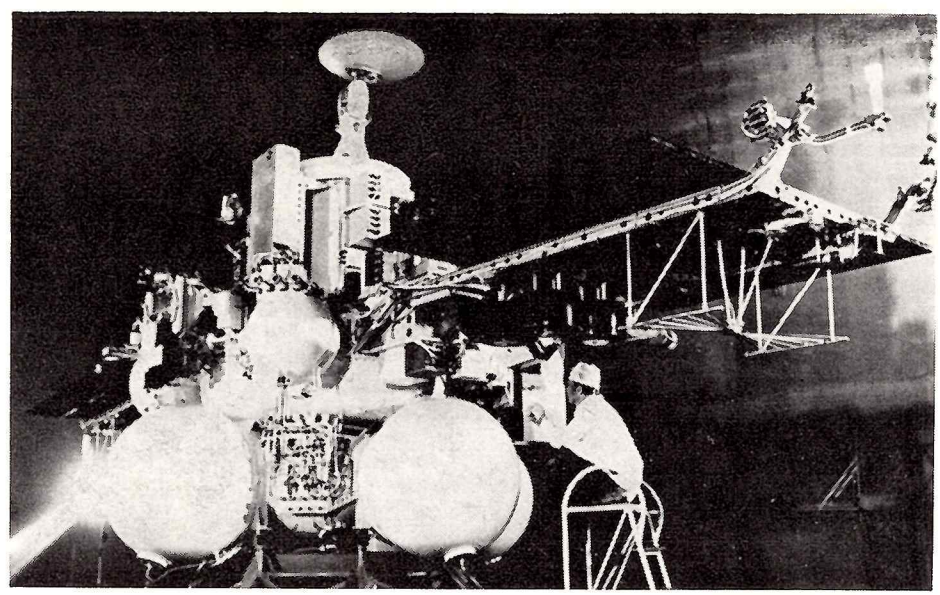
Americké družice typu Vela, ktoré ako prvé zaregistrovali **zábleskové zdroje gama žiarenia,** mohli zaznamenať len intenzívne záblesky, aké možno pozorovať zhruba 10-krát za rok. Skupina E. P. Mazeca z Joffeho ústavu v Leningrade navrhla a postavila aparatúru schopnú zaznamenať aj slabé gama záblesky. Aparatúra s označením „Experiment Konus" bola súčasťou vybavenia sond Venera (11—14). Počet pozorovaných gama-zábleskov sa zvýšil na desaťnásobok. Boli objavené čiary cyklotrónového a anihilačného žiarenia, čo poskytlo dôkaz, že gama záblesky vznikajú na neutrónovej hviezde so silným magnetickým poľom. Objavený bol aj rekurentný zdroj gama zábleskov — GBS 0526-66. Zdroje zábleskov gama žiarenia ležia najmä v smere galaktického centra, čo sa považuje za silný argument ich galaktického pôvodu.

Údaje získané pomocou experimentu Konus boli zásadným prínosom pre astrofyziku vysokých energií a získali medzinárodné uznanie.



Záznam toku gama-žiarenia pri zábleskU pozorovanom 5. marca 1979. Po krátkom (0,2 s), zábleskU najväčšej intenzity dobre vidno štyri ďalšie maximá, ktoré sa zachytili v priebehu 8 sekúnd.

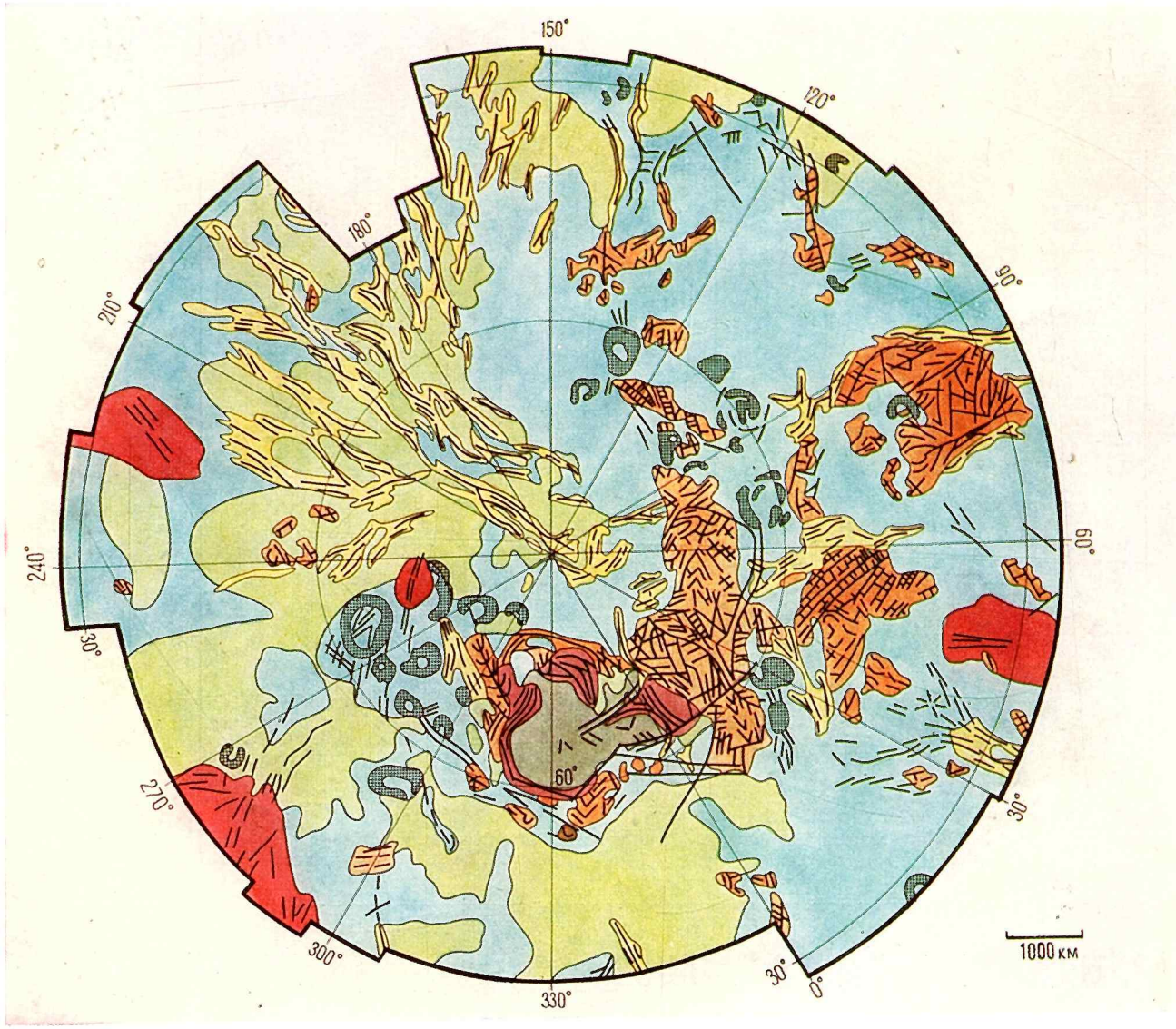
Mohli sme spomenúť len niekoľko, podľa nášho názoru najvýznamnejších výsledkov astronomického výskumu v ZSSR. Dúfame, že pokračujúce výskumy nestacionárnych hviezd, medzihviezdneho prostredia, galaxií a kvazarov prinesú ďalšie zaujímavé poznatky. Očakávame, že z paluby tak úspešnej družice Astron dostaneme ešte celý rad cenných výsledkov a že na prácu tejto družice úspešne nadviaže aj modul Kvant, pripojený k stanici Mir. Nádeje vkladáme aj do projektu Fobos: dúfame, že tento let k Marsu bude aspoň tak úspešný ako nedávne lety sond Vega.



Na medzinárodnej leteckej výstave v Le Bourget v Paríži bol verejnosti po prvýkrát predstavený model kozmickej sondy Fobos v skutočnej veľkosti. Projekt Fobos, ktorý má byť realizovaný do konca 80-tych rokov, zahŕňa v sebe výskum Marsu a jeho mesiačika Phobos.

Portrét Venuše

Odpoveď na otázku, či je Venuša geologicky aktívna ako naša Zem, alebo mŕtva ako Mesiac alebo Merkúr, priniesla až dvojica sond Venera 15 a 16. Za 8 mesiacov (počínajúc 1. decembrom 1983) nasnímkovali tieto mimoriadne úspešné sondy z obežnej dráhy Venuše štvrtinu povrchu planéty. Sú to prvé podrobné snímky súvislého, rozsiahleho územia Venuše, ktoré nám umožnili urobiť si predstavu, ako vlastne vyzerajú pohoria, údolia či krátery na našej susednej planéte a nájsť útvary, s akými sme sa zatiaľ v slnečnej sústave nestretli. Snímky z Venery 15 a 16 majú rozlíšenie 1—2 km a boli podkladom aj pre vytvorenie prvej geomorfologickej mapy povrchu Venuše, ktorú vidíme na fotografii. V článku, prevzatom z reprezentačného mesačníka sovietskej akadémie vied Nauka v SSSR (č. 2/1987), je podrobný komentár k jednotlivým snímkam povrchu Venuše v podaní vedcov, ktorí sa zúčastnili na tomto významnom kozmickom projekte.



ZVLNENÉ NÁHORNÉ PLOŠINY

ROVINY

PLANINA LAKŠMÍ

POHORIE LAKŠMÍ

PÁSMA NÁSYPOV

KRIŽUJÚCE SA HORSKÉ CHRBTY (PARKET)

MÁLO ČLENITÉ VYVÝŠENINY

KRUHOVÉ ŠTRUKTÚRY

SMERY GEOGRAF. ŠTRUKTÚR

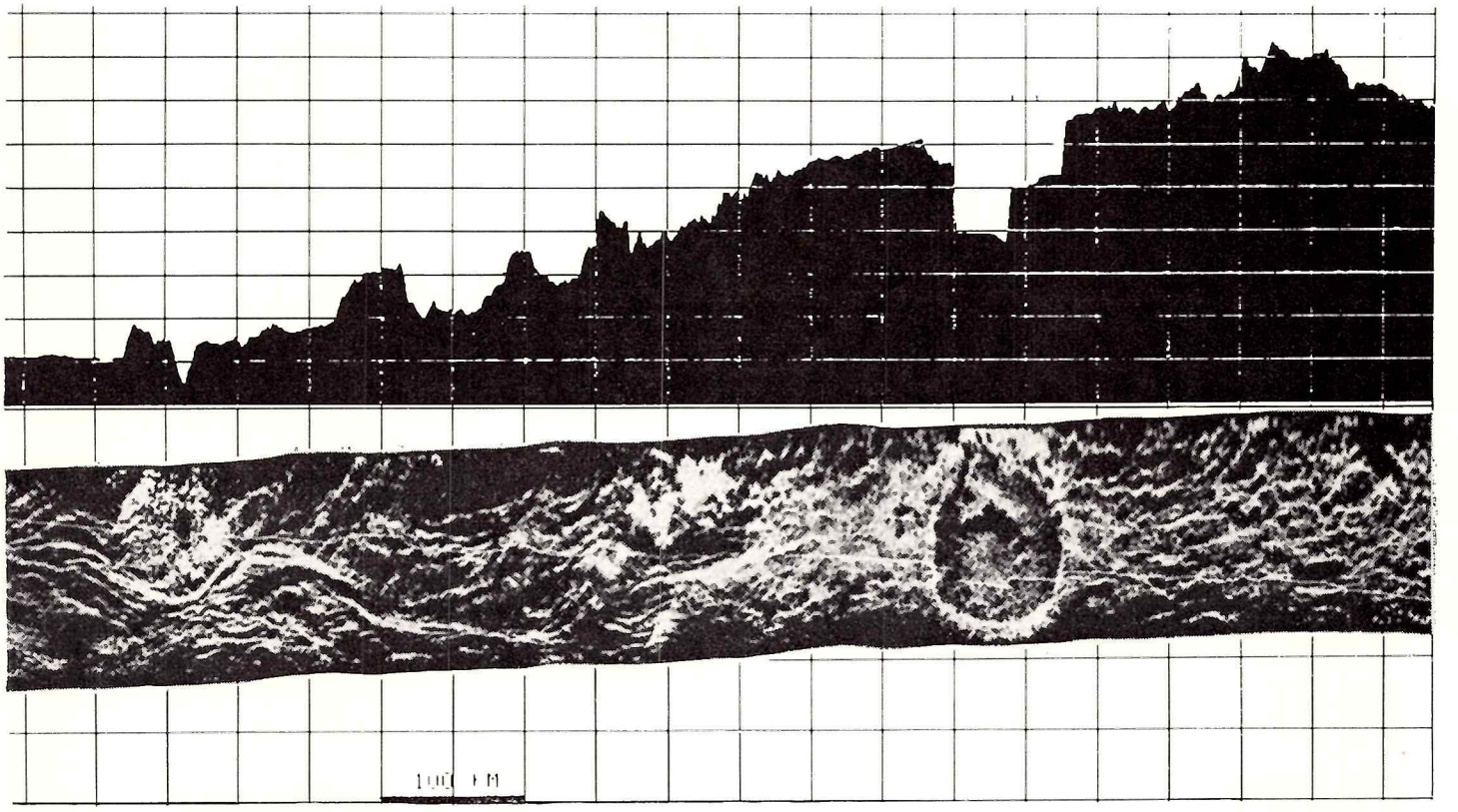
Zo sond Venera 15 a 16 získali sme prvý podrobný portrét rozsiahleho územia Venuše. Na snímkach, zostavených z údajov týchto sond, vidíme povrch Venuše asi tak jasne, ako by ho zaznamenalo ľudské oko pri pohľade na planétu z výšky 1—2 tisíc kilometrov — keby náš zrak mal schopnosť preniknúť cez hustú atmosféru a súvislú oblačnú vrstvu vo výške 65—70 km nad planétou. Hustá atmosféra, ktorá tvorí bariéru pre viditeľné svetlo, nie je však prekážkou pre rádiové vlny. Preto technika radarového snímkovania zohrala rozhodujúcu úlohu pri spoznávaní povrchu tejto planéty.

Radarové mapovanie Venuše začínalo pozorovaniami zo Zeme, priekopníckymi prácami rádioastronomických observatórií. Samozrejme, rádiolokácia na takú veľkú vzdialenosť ukázala len v hrubých rysoch kontúry najvýraznejších útvarov, pričom bolo možné preskúmať len malú časť povrchu. Prvú globálnu predstavu o výškovom profile Venuše poskytla americká sonda Pioneer-Venus v roku 1980. Mapa, zostavená z údajov rádiového výškomera tejto sondy ukazuje, že prevažnú časť povrchu Venuše tvoria rovinaté oblasti, z ktorých sa dvíhajú vyššie polo-

Veľký útvar v centre snímky má meno Nightingale. Je príkladom kruhovitých štruktúr s oblasťou chaotického terénu uprostred, aké sa našli iba na povrchu Venuše. Majú priemer 200—600 km a nazývajú sa aj corona alebo veniec. Čierny pruh je kaz na snímke.

Medzníky vo výskume Venuše

asi 300 pr. n. l.	prvá písomná zmienka o Venuši (Babylón)
september 1610	G. Galilei po prvýkrát pozoroval fázy Venuše ďalekohľadom
1761	M. V. Lomonosov na základe pozorovania prechodu Venuše popred slnečný disk dňa 26. 5. dokázal, že planéta je obklopená atmosférou
1793	J. H. Schröter zistil, že pozorované a teoretické fázy Venuše navzájom presne nesúhlasia (ide o efekt spôsobený atmosférou)
1923—1928	prvé vierohodné merania teploty horných oblačných vrstiev planéty (E. Pettit a S. B. Nicholson namerali teplotu —33 °C na nočnej strane a —38 °C na dennej strane Venuše)
1932	W. S. Adams a T. Dunham objavili v blízkej infračervenej časti spektra Venuše absorpčné pásy, ktoré r. 1934 A. Adel a E. C. Slipher laboratórnymi pokusmi prisúdili CO_2
1934	R. Wildt dokázal, že prítomnosť CO_2 v atmosfére vedie k vysokej teplote povrchu (predpovedal existenciu skleníkového efektu)
1953—1959	na ultrafialových snímkach Venuše bol po prvýkrát zaznamenaný oblačný útvar tvaru ležatého Y, ktorého perióda rotácie je 4 dni (H. Camichel, Ch. Boyer)
1956	prvé merania rádiového žiarenia Venuše v oblasti centimetrových dĺžok, ktoré indikovali vysokú povrchovú teplotu (C. H. Mayer a kol. namerali +350 °C)
1960	C. Sagan publikoval model Venušinej atmosféry, v ktorej sa uplatňuje skleníkový efekt



Územie Maxwell Montes s obrovským kráterom Kleopatra, ktorý má priemer zhruba 100 km. Hore výškový profil územia, ktoré je na dolnej snímke vyznačené jemnou bielou čiarou. Maximálna výška horského masívu je 11 km nad referenčnou hladinou (ktorá je na Venuši 6051 km od stredu planéty). Keď porovnáme kráter na snímke s jeho výškovým profilom, zistíme, že vo vnútri väčšieho krátera hlbokého 1,5 km je druhý kráter, polovičného priemeru, ktorého dno je ešte o kilometer nižšie. V ľavej časti snímky pretína trasa rádiového výškomera ešte jeden kruhový útvar: má tvar lievanca, ktorý má v strede jamku, hlbokú až 1 km. Na snímke je zachytené územie dĺžky 1100 km, šírky asi 160 km. Snímka je zostavená z meraní Venery 16 z 20. januára 1984.

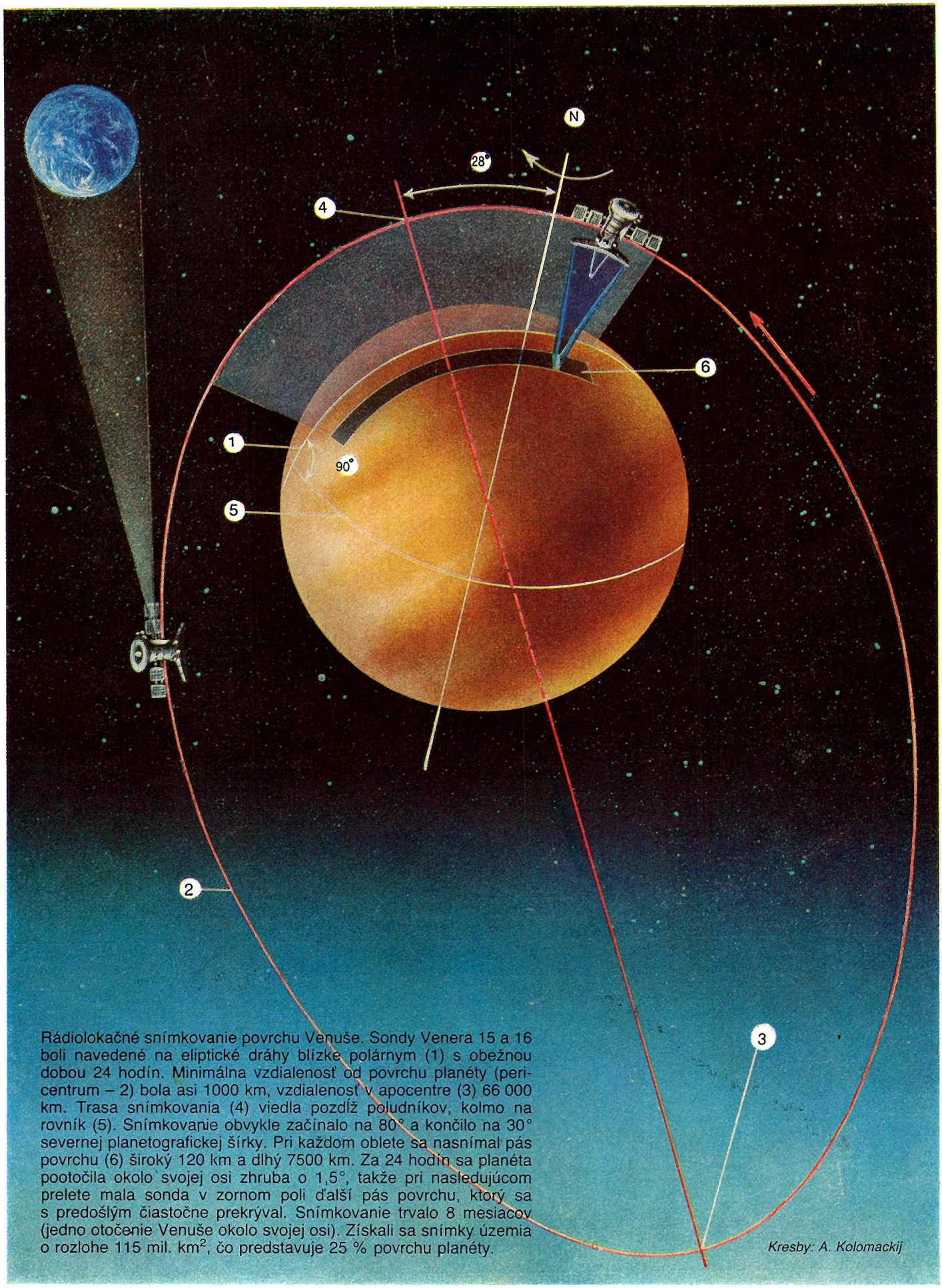
žené územia — „kontinenty". Pred siedmimi rokmi sme už teda vedeli, akú výšku dosahujú horské oblasti na Venuši, kde sa rozkladajú, mohli sme im dať aj názvy, ale stále sme nevedeli, ako vyzerajú. To ukázali až snímky, ktoré bod po bode zostavili počítače z údajov sond Venera 15 a 16. Pred letom tejto úspešnej dvojice sond mali sme síce niekoľko detailných snímok povrchu Venuše, ale boli to zábery len veľmi malej časti povrchu v bezprostrednom okolí miest, kde na planétu dosadli pristávacie časti štyroch sond. Dvojica Venera 9 a 10 vyslala v roku 1975 čiernobiele panoramatické zábery a zo sond Venera 13 a 14 získali sme roku 1982 farebné panoramatické snímky.

Metóda, ktorá sa použila na prieskum povrchu Venuše pomocou sond Venera 15 a 16 (pozri obr. na str. 190 a 191) bola v princípe známa už dávnejšie a používala sa pri snímkovaní povrchu Zeme z lietadla. Systém sa skladá z bočného radara (na získanie poltónového zobrazenia povrchu) a rádiového výškomera (na získanie výškového profilu po trase letu). Avšak sondy snímkovali Venušu z výšky 1—2 tisíc kilometrov, čo je stokrát viac ako pri snímkovaní Zeme z lietadla. Aby sa dali na snímkach rozlíšiť povrchové útvary rozmerov 1—2 km, musela mať anténa vysokú rozlišovaciu schopnosť. Preto sa použil systém apertúrnej syntézy.

Sondy obiehali okolo Venuše po eliptickej dráhe, preto sa ich rýchlosť a výška nad povrchom priebežne menila. Tým sa menila aj stredná frekvencia a intenzita odrazených signá-

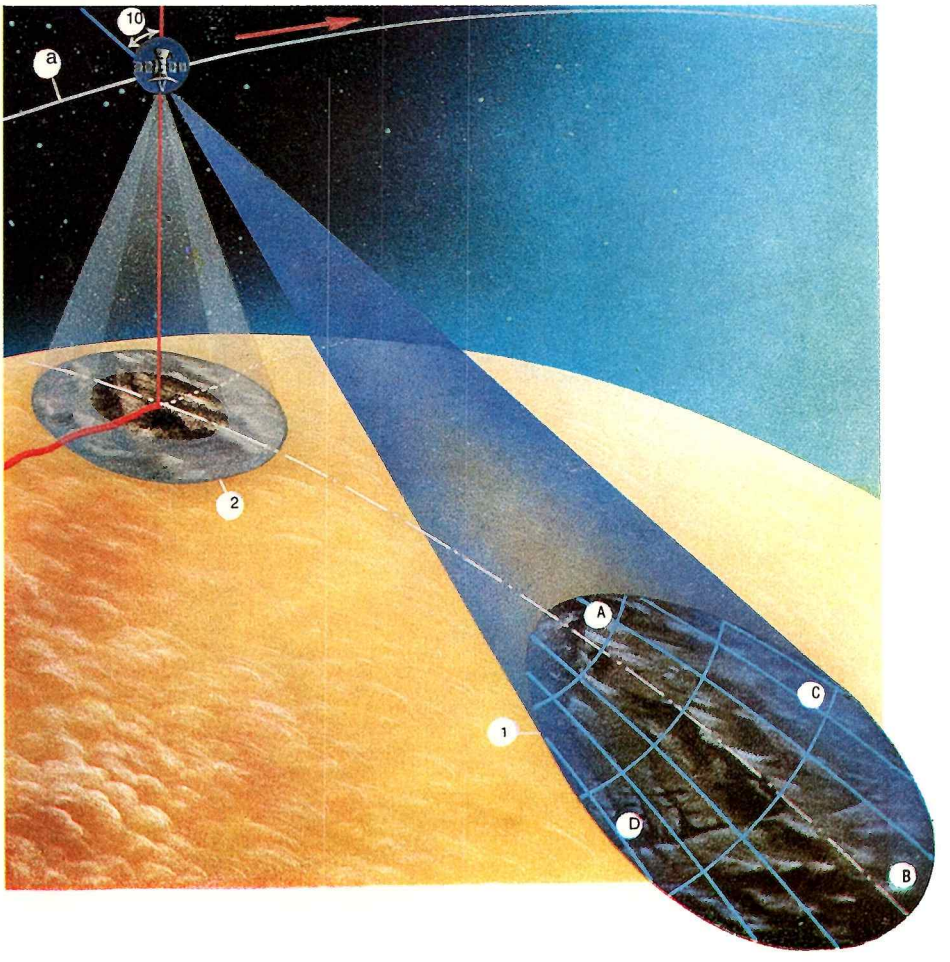
1961—1962	úspešné radarové pozorovania Venuše, ktoré umožnili výrazne spresniť hodnotu dĺžky astronomickej jednotky, zistiť dobu Venušinej rotácie a zostaviť prvé radarové mapy povrchu planéty
14. 12. 1962	prvý úspešný prieskum Venuše kozmickou sondou (Mariner 2, prelet vo vzdialenosti 34 752 km od povrchu)
1. 3. 1966	Venera 3 ako prvá kozmická sonda zasiahla Venušu (pri prelete atmosférou sonda už nepracovala)
18. 10. 1967	prvé merania v atmosfére Venuše (Venera 4, merania po dobu 94 minút až do výšky 26 km nad povrchom)
15. 12 1970	prvé merania na povrchu Venuše (Venera 7, sonda fungovala 23 minút)
22. 10. 1975	na obežnú dráhu okolo Venuše bola navedená prvá umelá družica Venera 9 (výška počiatočnej dráhy 1545—112 140 km); prístroje zostupného modelu získali prvé snímky na povrchu Venuše
4. 12. 1978	umelá družica Pioneer-Venus 1 (orbiter) po prvýkrát zmapovala takmer celý povrch planéty (93 %) rádiovým výškomerom
9. 12. 1978	štyri pristávacie moduly sondy Pioneer-Venus 2 po prvýkrát skúmali atmosféru Venuše na niekoľkých miestach súčasne
1. 3. 1982	prvý rozbor chemického zloženia povrchu Venuše a prvé farebné snímky z povrchu (Venera 13)
1983—1984	sondy Venera 15 a 16 po prvýkrát mapovali oblasť okolo severného pólu planéty, nedostupnú pozorovaniam zo Zeme
jún 1985	začal prvý priamy výskum atmosféry Venuše pomocou balónov vypustených do atmosféry sondou Vega 1 (to isté opakovala Vega 2)

RNDr. Zdeněk Pokorný



Rádiolokačné snímkovanie povrchu Venuše. Sondy Venera 15 a 16 boli navedené na eliptické dráhy blízke polárnym (1) s obežnou dobou 24 hodín. Minimálna vzdialenosť od povrchu planéty (pericentrum – 2) bola asi 1000 km, vzdialenosť v apocentre (3) 66 000 km. Trasa snímkovania (4) viedla pozdĺž poludníkov, kolmo na rovník (5). Snímkovanie obvykle začínalo na 80° a končilo na 30° severnej planetografickej šírky. Pri každom oblete sa nasnímal pás povrchu (6) široký 120 km a dlhý 7500 km. Za 24 hodín sa planéta pootočila okolo svojej osi zhruba o 1,5°, takže pri nasledujúcom prelete mala sonda v zornom poli ďalší pás povrchu, ktorý sa s predošlým čiastočne prekrýval. Snímkovanie trvalo 8 mesiacov (jedno otočenie Venuše okolo svojej osi). Získali sa snímky územia o rozlohe 115 mil. km^2, čo predstavuje 25 % povrchu planéty.

Kresby: A. Kolomackij



Rádiolokačný systém, ktorý využívali sondy Venera 15 a 16 na snímkovanie Venuše, skladal sa z bočného radara (na získanie poltónového zobrazenia povrchu) a rádiového výškomera (na získanie výškového profilu po trase letu). Princíp snímkovania znázorňuje schéma: Rádiové vlny vyslané zo sondy ožarujú nejakú oblasť (1) šikmo od trasy letu. Povrchové útvary na ožiarenom území majú voči sonde rozdielne vzdialenosti. Preto signály, ktoré sa od nich odrazia a sú prijaté na palube sondy, majú rozdielne oneskorenie a odlišnú frekvenciu. Napríklad bod A je bližšie k sonde ako bod B a signály odrazené od neho prichádzajú skôr. Pri prelete sa sonda približuje k bodu C, takže signály odrazené od tohto miesta majú vyššiu frekvenciu ako signály odrazené od oblasti D, od ktorej sa sonda vzďaľuje.

Sklony horských chrbtov, kráterov a dolín, majú voči dopadajúcemu lúču rozdielnu orientáciu. Preto na sondu prichádzajú odrazené signály s rozdielnou intenzitou: čím sú silnejšie, tým je ich zobrazenie na snímke jasnejšie. (Jasné miesta na snímkach sú teda svahy privrátené kolmo k sonde, zatiaľ čo odvrátené svahy sú tmavé.)

Z takýchto fotografických záberov sa však nedá určovať, akú výšku majú zobrazené útvary. Preto sondy niesli aj rádiový výškomer. Jeho anténa na schéme ožaruje oblasť povrchu, priamo pod sondou, označenú 2. Počas snímkovania sa pomocou vysokofrekvenčného prepínača periodicky pripájala k prijímaco-vysielacej aparatúre raz jedna, raz druhá anténa.

lov na vstupe do prijímacieho zariadenia, takže spracovanie údajov bolo náročnou úlohou. Používali sa výlučne číslicové metódy. Spracovávanie informácií sa robilo v prijímacom centre, ktorého počítače sú schopné vykonať 100 miliónov operácií za sekundu, čo umožnilo syntetizovať obraz priebežne. Matematické zabezpečenie tohto experimentu bolo unikátne nielen v rámci sovietskej, ale aj svetovej praxe.

POHĽAD ZBLÍZKA

Venery 15 a 16 nasnímkovali štvrtinu povrchu Venuše. Na väčšine tohto územia sú roviny, akou je i Planina Lakšmí v Ištarinej Zemi (pozri snímku na str. 192). Obklopujú ju systémy paralelne sa tiahnúcich horských chrbtov a dolín. Ich tvar ukazuje, že sa vytvorili zdvihmi tektonických platní alebo lineárnym vrásnením Venušinej kôry. Pri ich vytváraní muselo však spolupôsobiť intenzívne tektonické stláčanie v horizontálnom smere, čo je typické aj pre vrásovo-zdvihové systémy na Zemi — a netypické pre Mesiac a Mars.

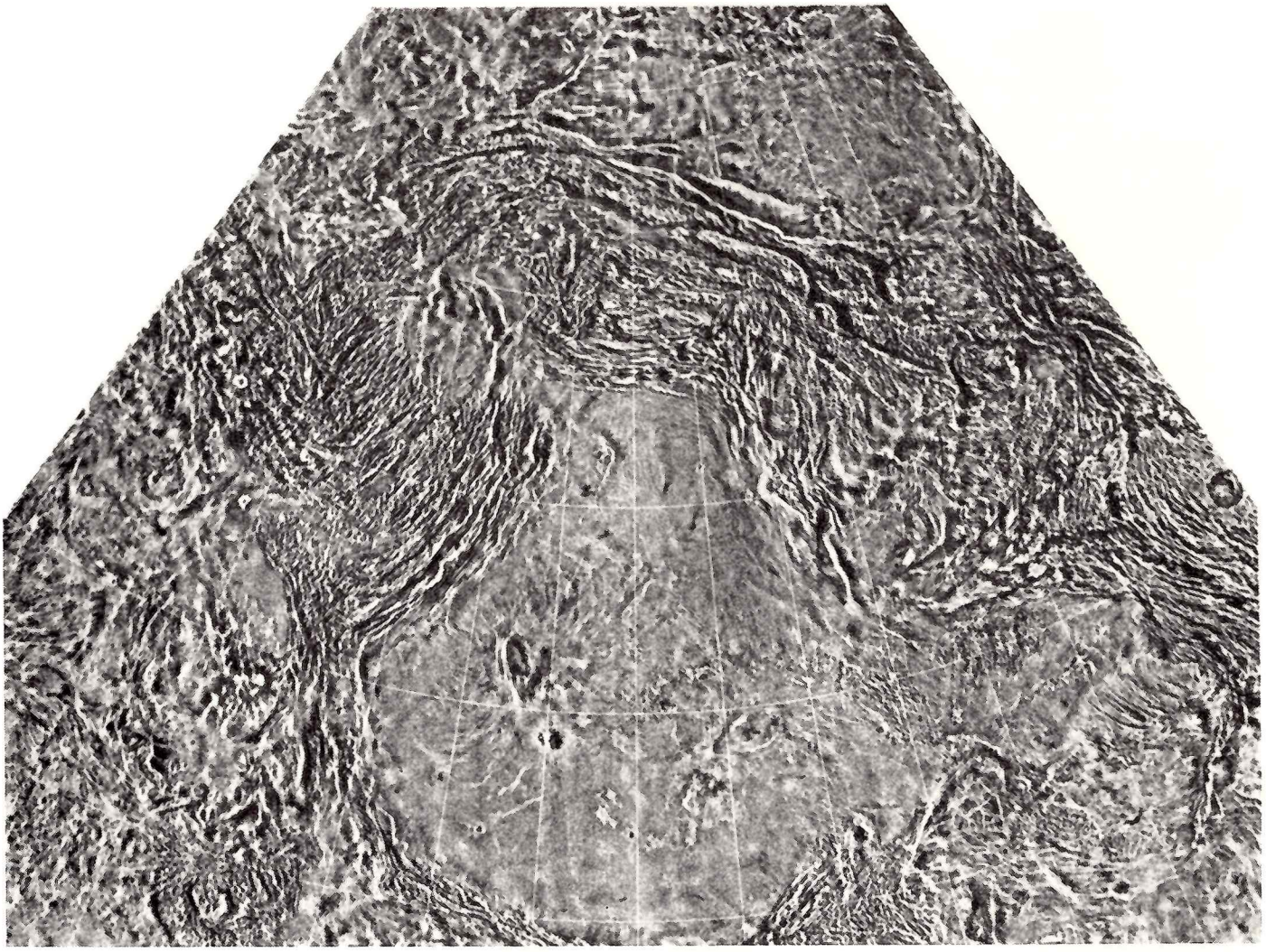
Čím viac sa vzďaľujeme od Planiny Lakšmí, tým viac sa terén mení. Objavujú sa štruktúry, aké na iných planétach nenachádzame. Chrbty hôr neležia paralelne, ale sa križujú a terén pripomína parkety. V odbornej terminológii dostal tento typ povrchu názov tessera (z gréckeho škridlice), ale bežne sa mu hovorí aj parket. Takýto povrch sa zrejme vytvoril tektonickým stláčaním hornín.

Na snímkach vyzerajú roviny ako hladký, rovný terén. Ale na ich povrchu sú aj pahorky a kupolovité vyvýšeniny, podobné typickým vulkanickým horstvám na Zemi a Marse, ako aj veľké valy, pripomínajúce valy lávových rovín na Mesiaci. Na rovinách Venuše nie sú zriedkavé útvary, ktoré svojím tvarom pripomínajú prúdy bazaltových láv na Zemi, Mesiaci a Marse. Pre ne, ako pre väčšinu čerstvých láv, je typický veľmi nerovný, drsný povrch. Tým možno vysvetliť vysokú odrazivosť rádiových vĺn od týchto útvarov. Chemická analýza hornín, ktorú na povrchu Venuše robili pristávacie časti sond Venera 10 a 14 a nedávno i Vega 1 potvrdzujú, že tieto horniny sú svojím zložením podobné bazaltovým lávam, veľmi bežným na Zemi i Mesiaci. Zrejme sú základným materiálom, ktorý vytvoril roviny na Venuši, čo dokazuje význam bazaltového vulkanizmu pri formovaní povrchu tejto planéty.

Určitú, aj keď nie rozhodujúcu úlohu pri vytváraní rovín na povrchu Venuše mohol zohrať i vietor, ktorý navial nánosy vulkanického popola a zvyškov starších, zerodovaných hornín. Na televíznych panoramatických snímkach, ktoré vyslali Venery 9, 10, 13 a 14, vidno na povrchových horninách vrstvy; v niektorých prípadoch sú natoľko výrazné, že to musia byť nánosy.

OBJAV NOVÝCH ŠTRUKTÚR

Na snímkach Venery 15 a 16 našli sa na rovinách Venuše aj zvláštne útvary, aké zatiaľ z prieskumu iných planét nepoznáme. Majú priemer 200—600 km a pozostávajú z koncentrických sústav horských chrbtov, vo vnútri ktorých sa obyčajne nachádza oblasť chaotického reliéfu (pozri obrázok na str. 188). Takýchto povrchových útvarov sa našlo asi 30 a každý je iný. Pripomínajú tektonické štruktúry predkambrijského obdobia Zeme, ale sú oveľa väčšie. Dostali pomenovanie corona (veniec). Na záberoch týchto obrovských vencov sú dobre rozlíšiteľné prúdy bazaltových láv, ktoré sa zobrazia pri radarovom snímkovaní ako jasné miesta. Ako vznikli tieto neobvyklé štruktúry? Ich pôvod by mohol súvisieť s veľkými výlevmi lávy. Horúci, a preto menej hustý materiál z vnútra planéty vyplával na povrch a vytvoril gigantickú kupolu a na jej svahoch sa vytvorili kruhové valy. Keď tento obrovský magmatický krb stuhol, kupola v strede sa prepadla, a tým vznikla centrálna oblasť s chao-



V centrálnej časti tejto snímky vidíme planinu Lakšmí — typickú rovinatú oblasť na povrchu Venuše. Na jej hladkom povrchu sa vynímajú dva oválne útvary, ktoré pripomínajú niektoré vulkanické kaldery na Marse. Od jedného z nich sa radiálne rozbiehajú stuhnuté prúdy lávy. Pohoria okolo planiny Lakšmí tvoria horské pásma podobné pozemským. Na východe (vpravo) obklopujú planinu Maxwellove hory, vysoké 11,5 km, ktoré vidíme na predošlej snímke. Celé územie, ktoré zachytáva fotografia, je súčasťou Ištarinej zeme. Snímka je digitálne spracovaná z údajov, ktoré vyslali sondy Venera 15 a 16 v období od 1. decembra 1983 do 25. januára 1984. Sever je hore, východ napravo. Snímka zobrazuje územie, ktoré má v smere sever—juh dĺžku 2400 km, v smere východ—západ 3300 km.

tickým reliéfom. Pri laboratórnom modelovaní vznikali štruktúry veľmi podobné týmto vencom. Poznamenajme, že Planina Lakšmí celkovým charakterom pripomína veniec a je možné, že tiež vznikla výlevom žeravého materiálu z vnútra na povrch, ibaže v mohutnejších rozmeroch.

IMPAKTNÉ KRÁTERY

Na rovinách i v oblastiach horských útvarov bolo objavených asi 150 kráterov rôznej veľkosti s priemerom od niekoľkých kilometrov až po 140 km, ktoré sa podobajú impaktným kráterom na iných planétach. Iba v oblastiach Beta, Belle, Ulfrun a Metis sa impaktné krátery nenašli, čo svedčí o tom, že tieto oblasti sú podstatne mladšie ako zvyšok snímkovaného územia. Porovnanie výskytu impaktných kráterov na povrchu Venuše a Mesiaca a čerstvý výzor dvoch tretín kráterov na Venuši ukazuje, že povrch Venuše sa za posledných niekoľko sto miliónov rokov menil veľmi pomaly — za 1 milión rokov sa pretvorila len niekoľkocentimetrová vrstva hornín na povrchu planéty. Takýmto pomalým tempom sa v súčasnosti mení iba povrch Mesiaca.

Na povrchu Venuše sa však našli aj kruhové štruktúry, ktoré pripomínajú silne zerodované impaktné krátery. Možno z toho usúdiť, že v dávnej geologickej minulosti sa povrch Venuše menil oveľa rýchlejšie — za 1 milión rokov sa pretvorila povrchová vrstva hrúbky niekoľko desiatok centimetrov. Aj to je však oveľa menej než tempo, akým sa menil povrch Zeme.

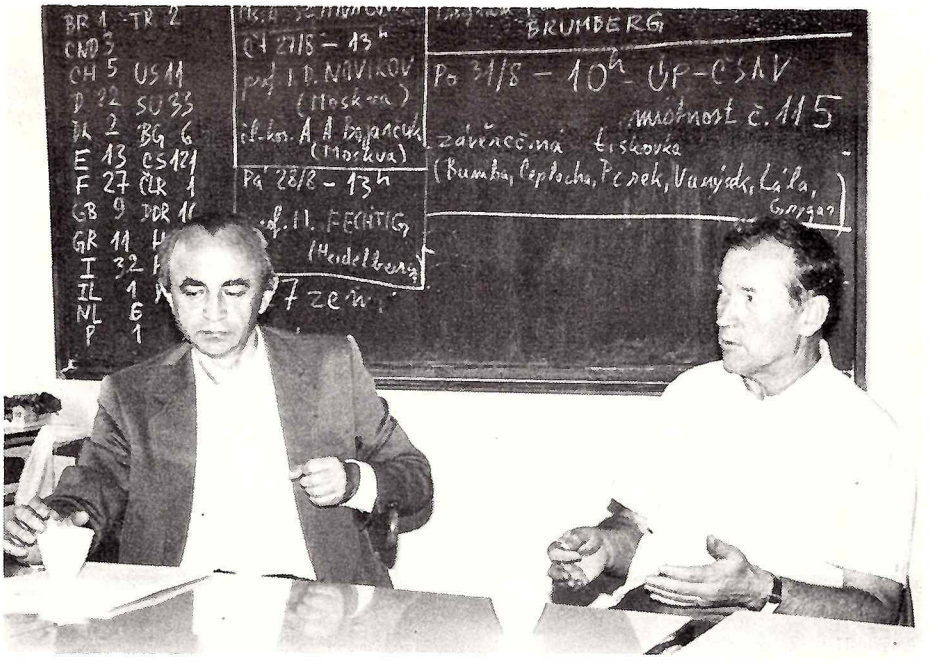
JE VENUŠA SESTROU ZEME?

Celková analýza radarových snímok Venery 15 a 16 ukázala:

Povrchový reliéf Venuše sa formoval najmä v dôsledku bazaltového vulkanizmu, tektonických deformácií kôry (vertikálneho i horizontálneho typu a ich kombinácií). Endogénne geologické procesy (súvisiace s vnútrom planéty) oveľa viac pripomínajú pozemské než analogické procesy na Mesiaci alebo na Marse. Na druhej strane pretváranie povrchu účinkom vonkajších faktorov prebiehalo prinajmenšom za posledných 300—600 miliónov rokov, a snáď aj za obdobie troch miliárd rokov, veľmi pomaly. V tomto ohľade sa Venuša viac podobá na Mesiac alebo Merkúr než na rýchlo sa meniacu Zem.

O. N. RŽIGA,
doktor fyzikálno-matematických vied
J. N. ALEKSANDROV,
kandidát technických vied
A. I. SIDORENKO,
kandidát technických vied
A. T. BAZILEVSKIJ,
kandidát geologicko-mineralogických vied

Obr. 1



Obr. 2

Momentky z pražského stretnutia európskych astronómov

Obr. 3

Obr. 4

Obr. 5

Desiate stretnutie európskych astronómov v Prahe (24.—29. augusta) malo 374 účastníkov z 27 krajín. Hoci toto podujatie, ktoré poriadala Medzinárodná astronomická únia (IAU) a Európska fyzikálna spoločnosť (EPS), malo v oficiálnom názve prívlastok „regionálne", zúčastnili sa na ňom aj astronómovia z Ameriky, Ázie a Austrálie. Kongres sa zameriaval na tri hlavné okruhy astronomického výskumu: vývoj aktívnych oblastí na Slnku, štruktúru sústavy medziplanetárnych telies a rezonancie v slnečnej sústave. Okrem toho prebiehali špecializované zasadania, zamerané na premenné hviezdy, dvojhviezdy, štruktúru galaxií, aktívne mimogalaktické objekty a kozmológiu. Na snímkach: **1** V. L. Afanasiev, riaditeľ SAO AV ZSSR pri debate o práci na 6-metrovom ďalekohľade. **2** — Dvaja poprední sovietski astrofyzici — I. D. Novikov a A. A. Bojarčuk v kongresovom tlačovom stredisku. **3** — Na zasadaní špecializovanom na astrofyziku vysokých energií prednáša G. F. Bignami. **4** — J. Rahe (vľavo), Ľ. Kresák (uprostred) a H. Fechtig pri debate o Halleyovej kométe. **5** — Záber zo slávnostnej večere, usporiadanej pre účastníkov kongresu na zámku Konopište.

Ako rotuje jadro Halleyovej kométy?

Tvar telesa z veľkej časti závisí od jeho rozmerov. Väčšie telesá mávajú spravidla tvar rotačného elipsoidu podobného guli, ktorý rotuje okolo svojej najkratšej osi. Rotácia takýchto telies býva pomerne jednoduchá — napríklad v prípade našej Zeme pristupujú ku každodennému otočeniu okolo polárnej osi iba efekty s veľmi dlhou periódou (26 000-ročná precesia rotačnej osi okolo pevného smeru v priestore) alebo s veľmi malou amplitúdou (nutácia $\pm$ 0,0026°). Zo snímok mesiacov Marsu či veľkých planét alebo z periodických zmien jasnosti asteroidov však vidíme, že zmenšovaním rozmerov sa tvar telesa stáva čoraz viac nepravidelným (extrémnymi prípadmi sú planétky 1620 Geographos, 433 Eros a 624 Hector). Ďalším zmenšovaním rozmerov by teda tvar telies mal byť v priemere ešte nepravidelnejší — jadrá komét, ktorých rozmery počítame rádove v kilometroch, by tak mohli mať tvary skutočne bizarné. Túto domnienku potvrdili sondy Vega a Giotto. Na snímkach jadra Halleyovej kométy, prvých svojho druhu, vidíme malé kozmické teleso veľmi nepravidelných tvarov s rozmermi 16 $\times$ 8 $\times$ $\times$ 7,5 km. Takýto nepravidelný tvar veľmi komplikuje rotáciu celého telesa. Pozorovania Halleyovej kométy tak nastolili nové problémy a vyvolali živú diskusiu o rotácii jadra.

Ešte pred piatimi rokmi, v čase opätovného nájdenia blížiacej sa Halleyovej kométy, sme mali k dispozícii iba jeden, aj to veľmi neistý odhad rotačnej periódy jej jadra. F. L. Whipple na základe analýzy snímok rozširujúcich sa plynných obálok pri minulom návrate kométy určil rotáciu jadra na zhruba 10 hodín. Tento predpoklad sa čoskoro ukázal ako nesprávny. Fotometrické merania približujúcej sa kométy ukázali rotačnú dobu 52—54 hodín a ešte pred prechodom kométy perihéliom potvrdila túto periódu japonská sonda Suisei, ktorá pozorovala pravidelné zmeny intenzity žiarenia vodíkového obalu kométy.

Bolo preto veľkým prekvapením, keď 7 mesiacov po prechode sond Vega a Giotto okolo kométy R. L. Millis a D. G. Schleicher na heidelberskom sympóziu zverejnili fotometrické merania emisných pásov C_2, CN a OH z marca a apríla 1986, na ktorých jasne dominovala periodicita 7,4 dňa. Rovnaká perióda vyšla aj M. F. A'Hearnovi na základe spracovania pozorovaní špirálových výtryskov molekúl CN. Existenciu dvoch tak diametrálne odlišných periód nie je ani zďaleka jednoduché vysvetliť. Pritom obe sú potvrdené spoľahlivými pozorovaniami. Navyše vytvorenie teoretického modelu veľmi komplikuje nepravidelný tvar jadra: pri výpočtoch ho treba nahradiť podobným, matematicky popísateľným geometrickým útvarom. Neznalosť zloženia a vlastností jadra kométy situáciu len ďalej komplikuje.

Východisko, ako sa zdá, našiel J. Lissauer; ako prvý poukázal na možnosť, o ktorej predtým nikto neuvažoval: v zásade môže byť precesia rotačnej osi telesa rýchlejšia ako samotná rotácia telesa. Na základe tejto myšlienky vypracoval Z. Sekanina zjednodušený model, v ktorom sa jadro kométy otočí okolo svojej pozdĺžnej osi raz za 7,4 dňa, pričom rotačná os súčasne vykonáva precesný pohyb s periódou 2,2 dňa (presnejšie 52—54 hodín). W. H. Julian rozšíril tento model o alternatívu, v ktorej trojosý elipsoid rotuje okolo krátkej osi. Zaujímavú domnienku vyslovil aj K. Wilhelm. Podľa neho mohol dočasné kolísanie osi v blízkosti Slnka spôsobiť raketový efekt nerovnomerne unikajúcich plynov. Táto domnienka sa však ukázala ako nesprávna po tom, čo M. Festou spracoval všetky dostupné fotometrické pozorovania od januára 1984 až do februára 1985 a našiel 7,4-dňovú periódu aj v období, keď bola kométa ďaleko od Slnka. Jednotlivé modely kometárneho jadra konfrontovali B. A. Smith, S. M. Larson, K. Szegö a R. Z. Sagdejev s obrysmi jadra na snímkach. Porovnanie ukázalo, že Sekaninov model nie je vyhovujúci a navyše sa znovu potvrdila kratšia doba rotácie (2,23 $\pm$ 0,04 dňa). Z detailného porovnania snímok ale vyplynulo, že kométa musela okrem rotácie vykonávať aj precesný pohyb, ktorý mohol vyvolať zvýšenie aktivity s periódou 7,4 dňa.

Spracovanie a vyhodnocovanie napozorovaného materiálu ešte stále pokračuje, takže na konečný výsledok si budeme musieť ešte chvíľu počkať. Isté však je, že astronómovia stoja pred problémom, s akým sa ešte nestretli, a od jeho úspešného vyriešenia bude závisieť správna interpretácia mnohých ďalších meraní kozmických sond.

Ľ. Kresák

Snímka jadra Halleyovej kométy zo sondy Giotto po počítačovom spracovaní skupinou H. Kellera z Ústavu Maxa Plancka pre aeronómiu v Lindau. Aby lepšie vynikol zvláštny tvar jadra, sú na snímke umelo potlačené prúdy žiariaceho plynu a prachu, ktoré jadro zakrývali. (Staršie spracovanie tejto snímky viď. Kozmos 2/1987, str. 45.)

Pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom

6-metrovým ďalekohľadom

Využitie rozlišovacej schopnosti optických ďalekohľadov až po teoretickú hranicu umožňuje riešiť mnohé úlohy súčasnej astrofyziky. Patrí k nim napr. hľadanie nových tesných dvojhviezd, meranie uhlových priemerov hviezd, zisťovanie rozdelenia jasnosti na disku hviezdy alebo štúdium štruktúry kvazarov a jadier galaxií. V súčasnosti poznáme viacero metód, ktoré umožňujú zvýšiť rozlišovaciu schopnosť ďalekohľadov. K najrozšírenejším patrí metóda škvrnkovej interferometrie a metóda zákrytov Mesiacom. Metóda škvrnkovej interferometrie je založená na analýze jemnej štruktúry zrnitého obrazu objektu získaného krátkou expozíciou cez úzkopásmový filter. Dovoľuje odstrániť vplyv turbulencie atmosféry aj vady optiky a dáva uhlové rozlíšenie blízke teoretickému pre daný ďalekohľad.

Myšlienka využitia pozorovaní zákrytov Mesiacom pri skúmaní uhlovej štruktúry objektov bola vyslovená už v roku 1908, široké uplatnenie však našla až začiatkom 70-tych rokov. Základom tejto metódy je analýza ohybového obrazca, ktorý vzniká pri zákryte zdroja okrajom Mesiaca. V ideálnom prípade bodového monochromatického zdroja je to známy obrazec Fresnelovho ohybu svetla. Pozorovania zákrytov Mesiacom nevyžadujú žiadnu zložitejšiu aparatúru, dajú sa však pozorovať len tie objekty, ktoré ležia v blízkosti ekliptiky. V súčasnosti sa takto preskúmalo viac než 3000 hviezd a bolo objavených asi 200 tesných dvojhviezd. Pre 93 hviezd sa zmerali uhlové priemery. Väčšinou sa tieto pozorovania robia na ďalekohľadoch s priemerom do jedného metra a zahŕňajú hviezdy jasnejšie než 9^m. Rozlišovacia schopnosť tejto metódy je však veľmi vysoká a značne prevyšuje možnosti škvrnkovej interferometrie — veď pri pozorovaní zákrytu hviezdy 61 Tau ($V = 3{,}76^m$) pomocou 48 cm reflektoru, ktorý má rozlišovaciu schopnosť asi 0,3″, bol zmeraný uhlový priemer hviezdy $0{,}0028 \pm 0{,}0007''$.

Najslabším objektom pozorovaným metódou zákrytu Mesiacom bola tesná dvojhviezda SAO 079797 ($V = 9{,}2^m$), pre ktorú sa pri pozorovaní 91 cm reflektorom observatória Mc Donald zistila uhlová vzdialenosť zložiek $\Delta = 0{,}015'' \pm 0{,}002''$ a rozdiel jasností $\Delta V = 1{,}6^m \pm 0{,}4^m$.

Odborníkov však zaujímala otázka porovnania metód škvrnkovej interferometrie a zákrytov Mesiacom pri pozorovaní slabších objektov pomocou veľkých ďalekohľadov.

V špeciálnom astrofyzikálnom observatóriu akadémie vied ZSSR, ktorému patrí najväčší ďalekohľad sveta — 6-metrový reflektor — si vytýčili dve úlohy: odhad hraničných možností metódy zákrytov Mesiacom pri pozorovaní na 6-metrovom ďalekohľade a hľadanie tesných dvojhviezd s uhlovou vzdialenosťou zložiek menšou ako teoretická hranica rozlišovacej schopnosti 6-metrového ďalekohľadu (teda $< 0{,}02''$).

Pozorovania na 6-metrovom ďalekohľade prebiehali v rokoch 1981 a 1982. Pre 8 hviezd s jasnosťami od $7{,}5^m$ do 11^m sa získali horné hranice pre ich uhlové priemery. U dvoch hviezd, ktoré sú pravdepodobne tesnými dvojhviezdami, sa podarilo určiť spodnú hranicu vzdialeností zložiek a rozdiel ich jasností v červenej „R"-oblasti. Sú to hviezdy SAO 128720, $\Delta = 0{,}0038'' \pm 0{,}0010''$, $\Delta m_R = 2{,}2^m \pm 0{,}6^m$ a SAO 110268, $\Delta = 0{,}0083'' \pm 0{,}0007''$, $\Delta m_R = 1{,}3^m \pm 0.1^m$. Pomocou fotometrických meraní sa odhadla vzdialenosť týchto hviezd na 100 a 350 pc, z čoho pre spodnú hranicu vzdialeností zložiek vyplýva $r \geqq 5{,}7 \cdot 10^7$ km (0,38 AU) a $r \geqq 4{,}3 \cdot 10^8$ km (2,9 AU). Ak uvážime, že hmotnosti jednotlivých systémov sú asi 2 hmotnosti Slnka, dospejeme k spodnej hranici obežných dôb: $T \geqq 0{,}17$ roka a $T \geqq 3{,}5$ roka. Je teda vidieť, že pozorovania s vysokou rozlišovacou schopnosťou môžu byť nezávislým potvrdením výsledkov — v tomto prípade dvojhviezd — získaných inými metódami.

Pre 6-metrový ďalekohľad je teoretická rozlišovacia schopnosť pri pozorovaní na vlnovej dĺžke 500 nm 0,021″. To je teda prakticky hranica metódy škvrnkovej interferometrie. Prakticky najlepšie rozlíšenie sa dosiahlo pri pozorovaní dvojhviezdy 36 Tau ($V = 5{,}67^m$), a to $\Delta = 0{,}027''$. Pre pozorovanie metódou zákrytov Mesiacom vychádza teoretická hodnota rozlišovacej schopnosti pri $\lambda = 500$ nm asi 0,005″, avšak v praxi pri použití vhodnej metodiky spracovania informácií ohybového obrazu je možné dosiahnuť aj hodnotu 0,003″, dokonca niekedy až polovicu tejto hodnoty. Rekordné rozlíšenie 6-metrového ďalekohľadu sa dosiahlo pri zákryte hviezdy SAO 110253 s $V = 8{,}35^m$, a to 0,0016″. Ako vidieť, metóda pozorovania zákrytov Mesiacom dáva až o rád lepšie uhlové rozlíšenie než škvrnková interferometria. Prepočtami sa zistilo, že pri pozorovaní 6-metrovým ďalekohľadom je možné v R-oblasti dosiahnuť pri metóde zákrytov Mesiacom lepšie výsledky v uhlovom rozlíšení než pri škvrnkovej interferometrii ešte pre objekty s $m_R = 14$—15^m. Pri pozorovaní zákrytu hviezdy o $V = 11{,}07^m$ bolo uhlové rozlíšenie 0,01″, čo je polovica teoretickej rozlišovacej schopnosti 6-metrového zrkadla. Pre takúto slabú hviezdu je tento výsledok naozaj pozoruhodný a zatiaľ sa nedá prekonať žiadnou inou metódou. Z toho je možné urobiť záver, že pozorovania metódou zákrytov zdrojov Mesiacom sú veľmi užitočné a sľubné hlavne pre štúdium štruktúry kvazarov a jadier galaxií najmä v infračervenej oblasti. Tu sa totiž v súvislosti s rastom rozmerov ohybového obrazca a zníženia jasu pozadia stáva výhoda tejto metódy pred škvrnkovou interferometriou ešte zreteľnejšou. Pretože však uhlové rozmery slabých hviezd sú vo väčšine prípadov oveľa menšie, než je rozlišovacia schopnosť metódy zákrytov, javí sa najreálnejšie využiť túto metódu pri hľadaní tesných dvojhviezd, meraní uhlových vzdialeností ich zložiek a rozdielov ich jasností. Sovietski astronómovia skúšobnými pozorovaniami na 6-metrovom ďalekohľade dokázali, že pozorovania metódou zákrytov sú vhodné ako doplnkový program aj pre najväčšie ďalekohľady, a že môžu priniesť veľmi cenné výsledky.

Podľa „Astronomičeskij žurnal", tom 64., vyp. 1, 1987
RNDr. Zdeněk Komárek

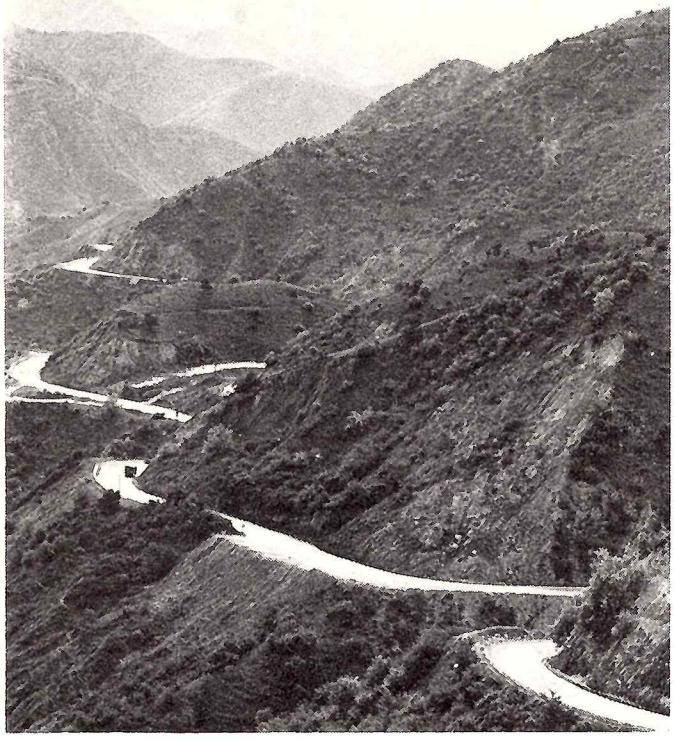
Symbiotické hviezdy medzinárodne

103. kolokvium Medzinárodnej astronomickej únie, zamerané na symbiotické hviezdy a fyzikálne procesy, prebiehajúce v týchto systémoch, sa konalo v starobylom poľskom meste Toruň v dňoch 18.—21. augusta. Odznelo tu do 30 prednášok astronómov z rôznych krajín sveta. Boli zamerané na fyzikálne procesy pozorované v symbiotických hviezdach, multifrekvenčné pozorovania, detailné skúmanie jednotlivých objektov, vývojové štádiá a vzťah k iným interagujúcim dvojhviezdam, diagnostiku fyzikálnych podmienok v obálkach okolo hviezd. Okrem prednášok boli zdrojom informácií aj postery, ktorých tu bolo vystavených viac než 40. Z Československa sa na kolokviu zúčastnili štyria astronómovia, ktorí prispeli jedným referátom (o symbiotickej hviezde AG Peg) a spolu s ďalšími spolupracovníkmi zo zahraničia ešte štyrmi postermi, týkajúcimi sa symbiotických hviezd CH Cyg, EG And, AG Peg, PU Vul.

RNDr. Z. Komárek

SANGLOK —

astronomická dominanta v predhorí Pamíra



Horské chrbty Pamíra tiahnu sa až na územie Tadžikistanu. Prudko sa dvíhajú nad hlavným mestom Tadžickej SSR — Dušanbe — a tvoria jeho malebnú panorámu. Dušanbe patrí skôr k mestám pôvabným než rušným. Ale nové štvrte, veľmi podobné aj našim sídliskám, postupne narastajú. Mesto sa rozpína, takže Gissarské observatórium, ktoré pri svojom založení v 30-tych rokoch, ležalo ďaleko za mestom, postupne sa ocitlo na jeho okraji. Podmienky pre optické pozorovania sa tým podstatne zhoršili. Preto astronómovia v Dušanbe začali pomýšľať o vybudovaní novej pozorovacej stanice niekde v blízkych horách. Keď sa hľadalo vhodné miesto a robili sa výskumy astroklímy, ukázalo sa, že predhorie Pamíra má pre astronómiu mimoriadne vhodné podmienky porovnateľné dokonca s pozorovacími miestami v Andách na západnom pobreží Chile. Svahy týchto hôr stali sa atraktívnym i perspektívnym miestom pre astronómiu — a dnes tu majú svoje pozorovacie stanice viaceré sovietske observatóriá.

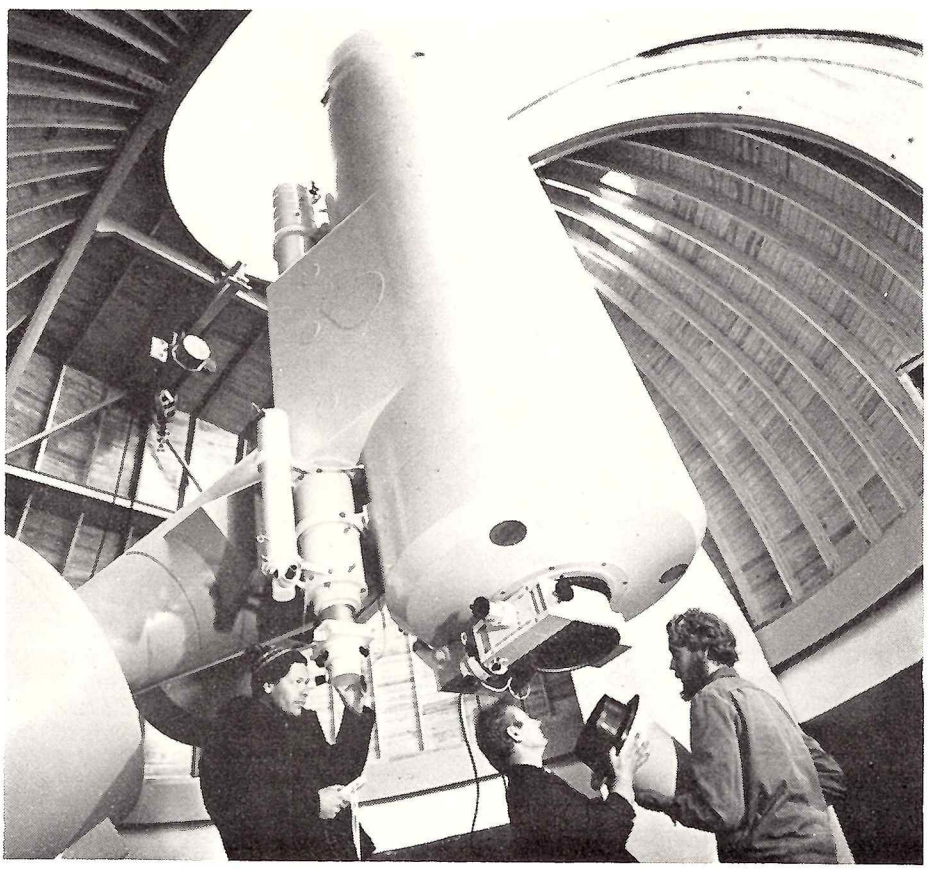
Miesto pre nové observatórium Astrofyzikálneho ústavu Akadémie vied Tadžickej SSR vybrali na hore Sanglok s nadmorskou výškou 2302 metrov. Od hlavného mesta Dušanbe je toto miesto vzdialené iba 60 km. Cesta, ktorá sem vedie, je nekonečným radom zákrut a serpentín. Dáva tušiť, aká náročná bola stavba tohto vysokohorského observatória. Dokončené bolo v roku 1980 a pozorovania, ktoré sa tu robia, neustále potvrdzujú, že vynaložená námaha a prostriedky rozhodne neboli márne. Pomocou 1-metrového reflektora, ktorý je hlavným prístrojom observatória na Sangloku, možno pri expozícii 2,5 hodiny zaznamenať na senzibilizovaných fotografických platniach hviezdy až do $+ 22{,}6^m$, čo je na ďalekohľad tohto priemeru skutočne vynikajúce. Sanglok má až 1300 pozorovacích hodín za rok (priemerne 3,5 hodiny na jednu noc v roku) a seeing je tu nanajvýš 1—2 oblúkové sekundy.

Sanglok bol prvým spomedzi sovietskych observatórií, ktoré pozorovali Halleyovu kométu. Jej fotometrické pozorovania začali na tomto observatóriu už vo februári 1985, keď ešte mala kométa jasnosť okolo $+ 20^m$. V období od februára do apríla 1985 robilo fotoelektrickú fotometriu Halleyovej kométy päť ďalekohľadov na svete: 4,5 m reflektor na Mt. Hopkins v Arizone, 3 a 3,6 m ďalekohľady na Mauna Kea na Hawaii, 2,7 m reflektor na Mc Donalde — a k týmto štyrom obrom sa pripojil 1-metrový ďalekohľad na Sangloku.

O pozorovací čas na 1-metrovom ďalekohľade sa delia dve skupiny astronómov: stelárnici a kometári. Medzi oboma skupinami je príkladná spolupráca. Je tu úplne bežné, že si vzájomne pomáhajú aj pri pozorovaniach.

Na ústave sa už viac než desať rokov robia polarizačné pozorovania, najprv komét, neskôr i hviezd. Začínali ešte na Gissarskom observatóriu na 70 cm ďalekohľade a neskôr sa polarizačné pozorovania preniesli na Sanglok.

Základným programom na Sangloku bolo už od počiatku observatória pozorovanie nestacionárnych hviezd. Jednou z úloh je hľadanie hranične slabých premenných hviezd v T-asociáciách a na ňu naväzujú podrobné fotometrické, spektroskopické a polarizačné pozorovania, zamerané na objasnenie fyzikálnych vlastností premenných typu T Tauri. Polarizačné merania majú pri štúdiu týchto hviezd osobitný význam. Na ústave totiž vypracovali metódu, ako možno z polarizácie svetla hviezdy určiť intenzitu jej magnetického poľa. Viedlo



to k objavu, že premenné typu T Tauri majú magnetické polia, a to pomerne silné. Pretože magnetické polia týchto hviezd by nebolo možné zistiť obvyklými metódami, založenými na Zeemanovom efekte, je nová metóda cenným prínosom.

Hoci je observatórium na Sangloku nesmierne atraktívnym a perspektívnym miestom pre stelárnu a kometárnu astronómiu, staršie observatórium na pokraji Dušanbe nijako nie je v jeho tieni. Gissarské observatórium kedysi začínalo pozorovaním meteorov a túto tradíciu si udržalo a rozvíja dodnes. Má najvšestrannejšie vybavenie na pozorovanie meteorov spomedzi všetkých sovietskych observatórií a v oblasti meteorického výskumu je koordinačným pracoviskom v rámci ZSSR.

Už v 60-tych rokoch začínali tu s radarovými pozorovaniami meteorov. Odvtedy postavili už niekoľko meteorických radarov a ten, ktorý sa používa v súčasnosti má zásadné zlepšenia. Predovšetkým, registrácia meteorov je automatizovaná. Namiesto tradičného záznamu na filmový pás, ktorý bolo treba pracne redukovať, poskytuje dnešný radar okamžité údaje o počte meteorov, ako aj o ich rozdelení podľa vzdialeností a trvaní stôp za časovú jednotku (obvykle v hodinových intervaloch).

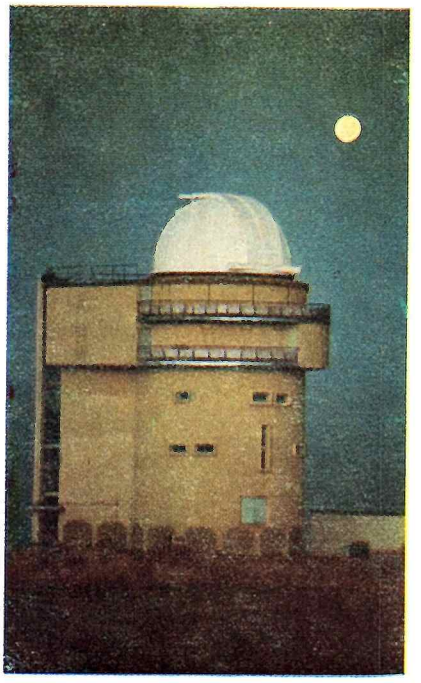
Fotografické pozorovania meteorov začínali na Gissarskom observatóriu už v 50-tych rokoch. V tejto oblasti patrí observatórium — ako vybavením, tak i výsledkami — medzi popredné pracoviská na svete. Základné komory na fotografovanie stôp jasných meteorov sú na dvoch staniciach, čo umožňuje určiť rýchlosti a dráhy meteorov v priestore. Pretože niektoré z týchto komôr sú vybavené mriežkami, získava sa okrem obvyklých záznamov aj spektrum meteoru.

Okrem týchto komôr, ktoré majú ohniskovú vzdialenosť 25 cm, majú na observatóriu aj sadu dlhoohniskových komôr (f = 75 cm). Majú síce menšie zorné pole, ale dosahuje sa nimi vyššia pozičná presnosť. Tieto komory majú atypické rotačné sektory s dvoma veľmi úzkymi štrbinami. Sektory sú umiestnené blízko ohniskovej roviny a rotujú rýchlosťou až 1500 otáčok za minútu. Meteor sa zobrazí ako rad bodov (a nie ako súvislá stopa). Jednotlivé body, exponované desaťtisícinou sekundy, poskytujú okamžité polohy meteoroidu v atmosfére, takže možno študovať jeho postupný vývoj až po rozpad a zánik. Niektoré z týchto komôr majú aj mriežku, takže získava sa aj okamžité spektrum meteoru na jednotlivých úsekoch jeho dráhy.

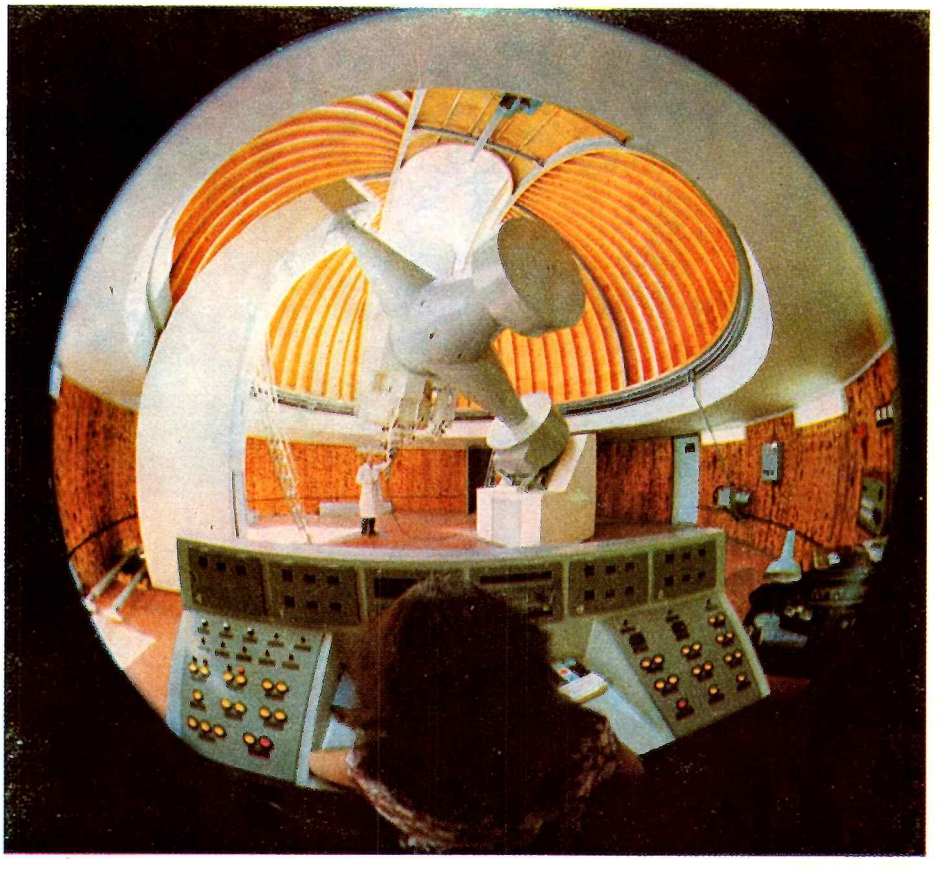
Musí nastať veľká zhoda okolností, aby sa zaznamenalo spektrum meteoru takouto komorou. Meteor musí byť dosť jasný, letiaci práve v úzkom zornom poli dlhoohniskovej komory a navyše približne v smere orientácie vrypov na mriežke.

Pri dlhodobých pozorovaniach nastal takýto vzácny prípad — a výsledkom je unikátny záznam meteoru metódou okamžitej expozície, a to jeho polohy a spektra. Z pozorovania bolo možné odvodiť presnú teplotu, pri ktorej toto teleso začalo v atmosfére žiariť. Je to pozorovanie, ktoré je cenným prínosom do problematiky fyziky meteorov.

RNDr. VLADIMÍR PORUBČAN, CSc.

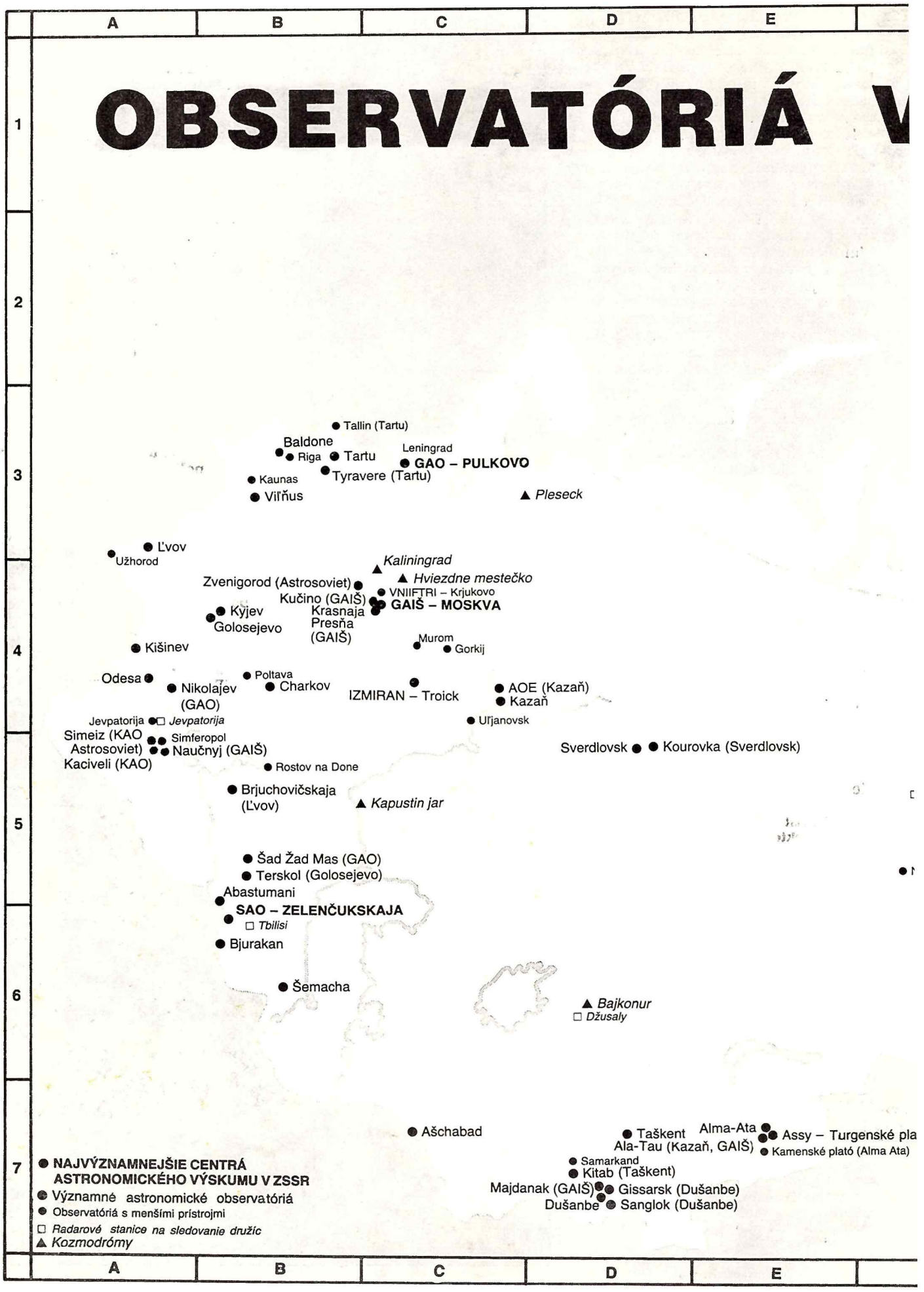


Na prvý pohľad pôsobí budova observatória dosť nezvyklo. Je to pomerne úzka veža, vysoká 15 metrov, a na nej kupola. Toto riešenie však nie je samoúčelné. Dávno predtým, ako sa začali projekčné práce, robili sa pravidelné merania teploty v rozličných výškach. Ukázalo sa, že vo vrstve 15 metrov nad zemou má atmosféra v tejto lokalite minimálne výkyvy teploty. Zatiaľ čo dolu, pri zemi, môže teplota v priebehu noci kolísať v rozmedzí 7—8° C, vo výške 15 metrov je výkyv teploty nanajvýš o 1 stupeň. Ďalekohľad je teda akoby v termostate.

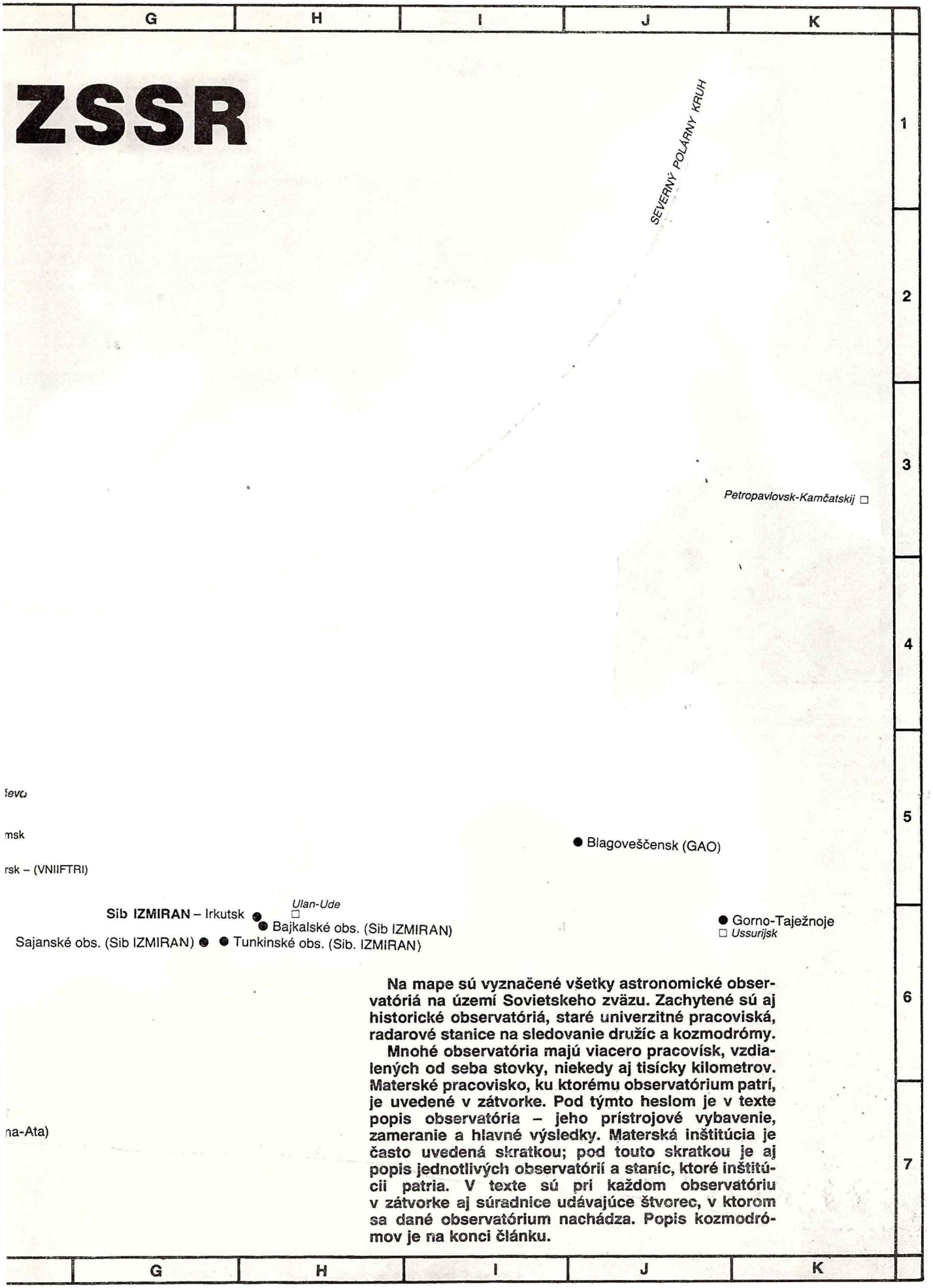


Hlavný prístroj observatória na Sangloku — reflektor typu Ritchey-Chretien-Coudé, má priemer zrkadla 1016 mm a primárne ohnisko f = 4 m. Je vyrobený v Zeiss Jena, avšak jeho zrkadlo sa odlievalo v Sovietskom zväze, v známom leningradskom závode na výrobu optiky — LOMO. Brúsilo sa už v Jene, kde bola vyrobená i celá mechanika. Elektronika pre ďalekohľad je z MLR. Na prístroji sa pracuje v dvoch optických sústavách. Sústava Ritchey-Chretien má ohnisko 13,4 m a zorné pole na snímke oblohy je 40 × 40 oblúkových minút. Sústava Coudé má ohnisko 36,5 m a zorné pole 9 × 9 oblúkových minút. K príslušenstvu ďalekohľadu patrí kolimátor so Schmidtovou komorou svetelnosti 1 : 2, so zorným poľom o priemere 40′. Okrem toho je ďalekohľad vybavený spektrografom s troma komorami (disperzia 2,9—10 nm/mm), ďalej má fotometer-polarimeter s rýchlo rotujúcim polaroidom (oblasť 300—780 nm). Ďalekohľad umožňuje — aj vďaka vynikajúcej astroklíme prostredia, v ktorom je umiestnený — robiť fotoelektrickú fotometriu objektov do + 20^m, polarimetriu do + 14^m a získavať spektrá objektov do + 13^m.

OBSERVATÓRIÁ V

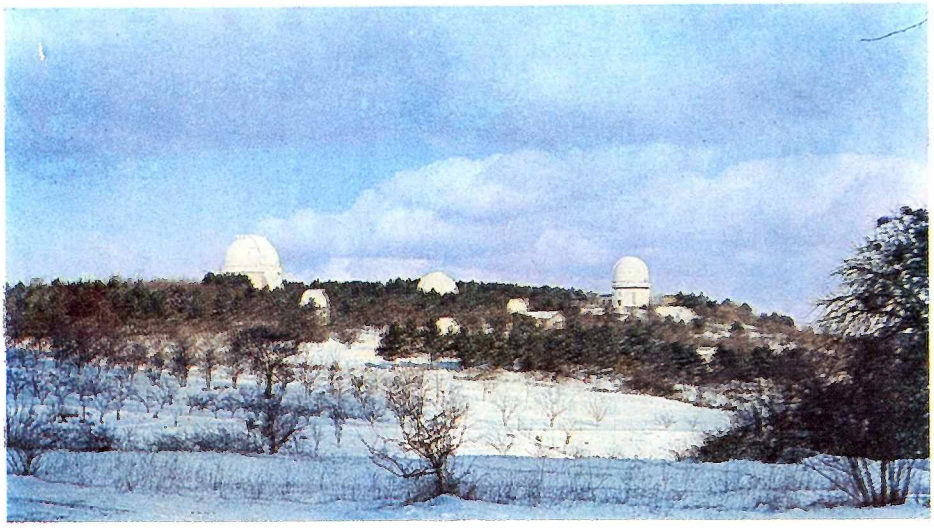


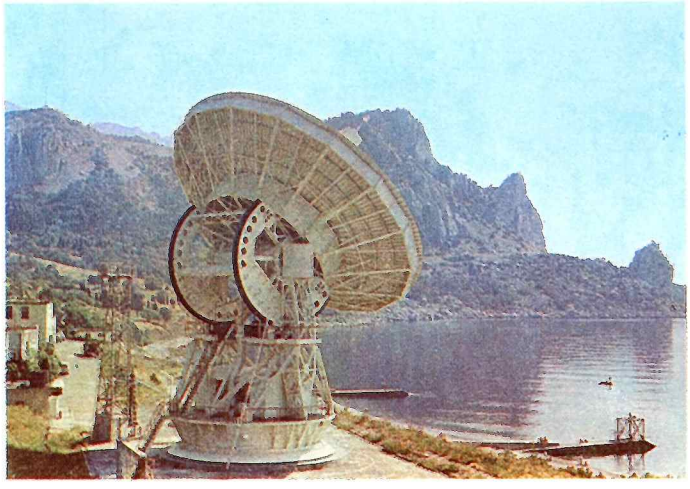
ZSSR



Na mape sú vyznačené všetky astronomické observatóriá na území Sovietskeho zväzu. Zachytené sú aj historické observatóriá, staré univerzitné pracoviská, radarové stanice na sledovanie družíc a kozmodrómy.

Mnohé observatória majú viacero pracovísk, vzdialených od seba stovky, niekedy aj tisícky kilometrov. Materské pracovisko, ku ktorému observatórium patrí, je uvedené v zátvorke. Pod týmto heslom je v texte popis observatória – jeho prístrojové vybavenie, zameranie a hlavné výsledky. Materská inštitúcia je často uvedená skratkou; pod touto skratkou je aj popis jednotlivých observatórií a staníc, ktoré inštitúcii patria. V texte sú pri každom observatóriu v zátvorke aj súradnice udávajúce štvorec, v ktorom sa dané observatórium nachádza. Popis kozmodrómov je na konci článku.





Pohľad na najväčšie astronomické observatórium v Sovietskom zväze, Krymské astrofyzikálne observatórium AV ZSSR. Na celkovom zábere vľavo hore zreteľne vidieť, ako sa vypínajú veže so slnečnými ďalekohľadmi. Vpravo dolu dominuje kupola najväčšieho, Šajnovho ďalekohľadu s priemerom zrkadla 2,6 m. Oddelenie rádioastronómie má sídlo v Kaciveli na čiernomorskom pobreží. Pracujú tu tri rádioteleskopy: najväčší z nich má anténu s priemerom 22 m (na obr. vľavo dolu). Tento rádioteleskop je súčasťou medzinárodnej interferometrickej siete.

A **ABASTUMANI — Abastumanské astrofyzikálne observatórium AV Gruzínskej SSR** (B-5)

Prvé sovietske vysokohorské observatórium, vybudované ešte v 30-tych rokoch na hore Kanobili (1700 m n. m.) nad mestečkom Abastumani. Z bohatého prístrojového vybavenia spomeňme najväčší prístroj observatória — 1250 mm plne automatizovaný reflektor, určený na kolorimetrické pozorovania. Ďalším veľkým prístrojom je Maksutovova komora 700/975 mm. Výskumný program sa zameriava na problematiku stavby Galaxie, štúdium medzihviezdnej hmoty, premenných hviezd, Slnka, Mesiaca a veľkých planét, planetárnych hmlovín a kôp galaxií. Presná fotoelektrická fotometria umožňuje pozorovanie supernov a nov. Na observatóriu je aj komplex prístrojov na výskum Slnka: horizontálny slnečný ďalekohľad 440/400 mm, spektroheliograf, chromosfericko-fotosferický ďalekohľad, koronograf a ďalšie prístroje, ktoré umožňujú pravidelnú službu Slnka.

ALMA-ATA — Astrofyzikálny ústav AV Kazašskej SSR (E-7)

Najstaršia časť observatória, vybudovaná krátko po vojne, je na **Kamenskom plató** v nadmorskej výške 1400 m. Umiestnené sú tu dva veľké reflektory (∅ 700 a 500 mm), Maksutovova komora ∅ 500 mm a menšie prístroje. Pri Alma-Ate na **Assy-Turgenskom plató** (E-7), v nadmorskej výške 2800 m, pracuje od roku 1981 moderný 1-metrový reflektor, vybavený okrem spektrografu a polarimetra aj infračerveným fotometrom. Pozorujú sa tu najmä hmloviny, premenné hviezdy v plynoprachových oblakoch, magnetické hviezdy, atď. Ďalšia časť observatória — **koronálna stanica** — bola vybudovaná v nadmorskej výške 3000 m.

ASTROSOVIET — Astronomičeskij soviet AN SSSR, Moskva (C-4)

Hoci hlavným poslaním tejto inštitúcie je koordinovať astronomický výskum v rámci celoštátnom a organizovať odborné podujatia, postupne sa na jeho pôde začal rozvíjať aj vlastný astronomický výskum. Dnes má Astrosoviet dve pozorovacie základne:

Zvenigorodská stanica (B-4, Moskovská oblasť) je zameraná na astrometrické pozorovania umelých družíc Zeme. Je vybavená 400 mm astrografom, laserovými diaľkomermi a fotografickou komorou SBG s priemerom 430 mm, ktorá je najväčšou fotokomorou na snímkovanie družíc na svete.

Stanica v Simeize na Kryme (A-5) robí pozičné, fotometrické a spektroskopické pozorovania umelých družíc Zeme. Onedlho má tu byť postavený 1-metrový ďalekohľad.

AŠCHABAD — Fyzikálno-technický ústav AV Turkménskej SSR (C-7)

Mimoriadne priezračná atmosféra v okolí mesta Ašchabad dáva dobré predpoklady pre výskum slabých meteorov, komét, zodiakálneho svetla a protisvetla. Observatórium sa môže pochváliť dlhými pozorovacími radmi desaťtisícov meteorov, ktoré sa pozorujú predovšetkým vizuálne. Sú podkladom pre štúdium štruktúry meteorických rojov. Súčasne sa rozvíjajú aj fotografické a televízne metódy pozorovania meteorov. Na tomto observatóriu získali ako prví v ZSSR spektrá slabých meteorov do 5^m.

B **BALDONE — Astrofyzikálne laboratórium AV Litovskej SSR** (B-3)

Najväčším prístrojom observatória, ktoré patrí Litovskej akadémii vied so sídlom v Rige, je Schmidtova komora 800/1200 mm, ktorá umožňuje fotografovať hviezdy do 20^m. Zorné pole má 5°. Používa sa na pozorovanie hviezd neskorých spektrálnych typov a na štúdium rozdelenia červených obrov v Galaxii. Okrem nej sú na observatóriu aj dva 55 cm reflektory typu Cassegrain; jeden je vybavený fotoelektrickým fotometrom a používa sa na štúdium premennosti červených obrov v systéme UBVR, druhý je určený na pozorovanie v infračervenej oblasti. Schmidtovou komorou sa získava ročne okolo 800 platní; časť z nich sú snímky hviezdnych spektier cez objektívny hranol. Na observatóriu prebieha aj výskum rádiového žiarenia Slnka na vlnovej dĺžke okolo 10 cm. Tieto pozorovania slúžia na výskum prederuptívnych javov v slnečnej plazme.

BJURAKAN — Bjurakanské astrofyzikálne observatórium AV Arménskej SSR (B-6)

Observatórium bolo založené v roku 1946, postavené je na svahoch najvyššieho arménskeho vrchu Aragac v nadmorskej výške 1460 m: od roku 1976

disponuje 2,6-metrovým reflektorom; okrem neho na observatóriu pracujú tri Schmidtove komory (najväčšia s priemerom korekčnej dosky 1 m), dva dvojité astrografy a ďalšie prístroje. Osobitný význam majú pozorovania, ktoré potvrdili nestacionárne javy v mimogalaktických objektoch. Na tomto observatóriu boli objavené galaxie s nadbytkom ultrafialového žiarenia. Polarimetrické pozorovania priniesli ešte v roku 1949 objav vlastnej polarizácie svetla hviezd. Robia sa tu aj rádioastronomické pozorovania diskrétnych zdrojov v širokom rozsahu vlnových dĺžok.

D **DUŠANBE — Astrofyzikálny ústav AV Tadžickej SSR** (D-7)

Ústav má dve observatóriá. V blízkosti mesta Dušanbe je **Gissarské observatórium** (D-7), ktoré má 700 mm reflektor s prídavnými zariadeniami na fotometriu a polarimetriu a 400 mm astrograf. Gissarské observatórium má najlepšie vybavenie na pozorovanie meteorov v ZSSR (fotografické komory, radary a ďalšie zariadenia).

Stanica na hore **Sanglok** (D-7) je vybavená ďalekohľadom systému Ritchey-Chrétien.

G **GAIŠ — Štátny astronomický ústav P. K. Šternberga Moskovskej štátnej univerzity** (C-4)

Moskovské štátne observatórium, založené v roku 1931, vyrástlo na vedecké centrum svetového významu vo všetkých základných oblastiach astronomického výskumu. GAIŠ má hlavné sídlo na Leninských horách, neďaleko hlavnej budovy Moskovskej štátnej univerzity. Okolo centrálnej budovy observatória je tu celý rad astronomických kupolí a pavilónov. Sú tu tri reflektory (najväčší s priemerom zrkadla 70 cm), vertikálny slnečný ďalekohľad ∅300 mm, širokouhlý astrograf na astrometrické pozorovania ∅230 mm, tri reflektory, dva meridiánové kruhy, zenitteleskop, pasážniky a ďalšie prístroje. Svoje pozorovacie základne má však GAIŠ na mnohých miestach Sovietskeho zväzu.

Najväčšie prístroje má GAIŠ na Južnej stanici v **Naučnom** (A-5) v tesnom susedstve Krymského astrofyzikálneho observatória. Stanica bola založená v roku 1958. K najväčším prístrojom patria reflektory s priemerom zrkadla 125 a 60 cm. Okrem nich je tu i 50 cm meniskový reflektor a 40 cm astrograf.

Vysokohorská stanica **Ala-Tau** (E-7) pri Alma-Atskom jazere vo výške 3000 m n. m. je zameraná na výskum Slnka. Má horizontálny slnečný ďalekohľad ∅30 cm, Lyotov koronograf ∅ 20 cm a 48 cm reflektor.

Na hore **Majdanak** (E-7) v Uzbeckej SSR sa buduje Vysokohorské stredoázijské observatórium GAIŠ. Zatiaľ je vybavené reflektormi s priemerom zrkadla 1 m a 60 cm.

Stanica **Kučino** (predmestie Moskvy, (C-4), založená roku 1925, dodnes robí pozorovania Slnka. Ešte staršie je observatórium **Krasnaja Presňa** (C-4). Založené bolo roku 1831 a prestavuje sa na astronomické múzeum.

Vedecká činnosť GAIŠu zahŕňa prakticky celú problematiku súčasnej astronómie: relativistickú astrofyziku, kozmológiu a gravitáciu, výskum galaxií a ich interakcií, výskum stavby našej Galaxie, fyziku premenných a nestacionárnych hviezd, výskum tesných dvojhviezd a ich vývoja, fyziku hmlovín, rádioastronómiu, röntgenovú astronómiu, fyziku Slnka, mapovanie Mesiaca a planét a výskum fyzikálnych vlastností ich povrchu, teóriu pohybu družíc a nebeskú mechaniku, výskum zemskej rotácie a jej nepravidelností, časovú službu, určovanie súradníc a vlastných pohybov nebeských telies, výskum pohybu zemských pólov. GAIŠ má v celom rade odborov astronomického výskumu vedúce postavenie v sovietskej i svetovej vede. Je základňou pre výchovu študentov a vedeckých ašpirantov v odbore astronómia Moskovskej štátnej univerzity.

GAO — Glavnaja astronomičeskaja observatorija AN SSSR, Pulkovo, Leningrad (C-3)

Založené roku 1839. Počas Veľkej vlasteneckej vojny bolo zničené, znovuvybudované roku 1954.

Na observatóriu sa robia astrometrické pozorovania, vrátane spracovávania astrometrických katalógov. Pulkovo je sídlom sovietskej pobočky Centra pre astronomické údaje. Pracuje tu časová služba, pozorovania sa robia pomocou pasážnika ∅ 180 mm a malých pasážnikov s fotoelektrickou registráciou. Veľká pozornosť sa venuje určovaniu základných časových konštánt — konštánt precesie, nutácie a aberácie. Na základe teoretického výskumu a súčasných znalostí o stavbe atmosféry vydávajú sa nové Pulkovské tabuľky refrakcie (piate vydanie), odporúčané ako medzinárodný štandard.

Na dvoch astrografoch (z nich jeden je dlhoohniskový s f = 10,5 m, d = 650 mm) a na novom horizontálnom meridiánovom kruhu originálnej konštrukcie L. A. Suchareva, robia sa fotografické pozorovania pre určovanie pohybu veľkých planét, ich mesiacov, planétiek, dvojhviezd, hviezd s neviditeľnými sprievodcami a iných zaujímavých objektov.

Na južnom svahu Pulkovského vŕšku stojí niekoľko rádioteleskopov, medzi nimi vejárový rádioteleskop so zbernou plochou 90-ich zrkadiel, usporiadaných v parabolickom oblúku šírky 120 m — predobraz rádioteleskopu RATAN 600.

V prácach GAO AN SSSR má dôležité miesto fyzika Slnka a slnečná služba. Pulkovo je jedným z troch medzinárodných centier, ktoré sústreďujú všetky pozorovania Slnka; vydáva sa tu raz mesačne bulletin Solnečnyje dannyje.

Nikolajevské oddelenie GAO AN SSSR (A-4, Nikolajev) sa špecializuje na astrometrické pozorovania. Observatórium si vydobylo aj medzinárodné uznanie.

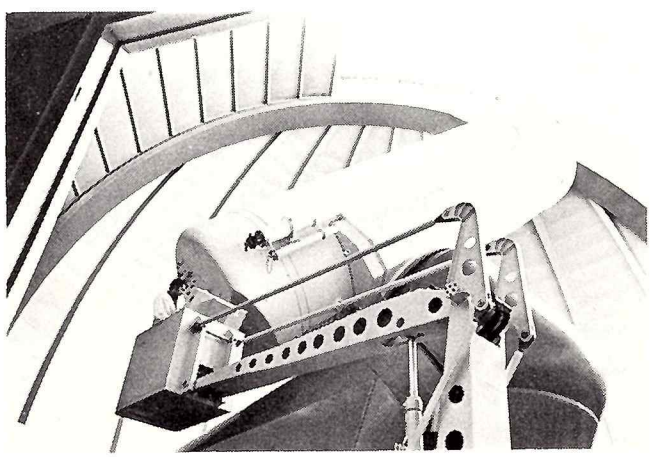
Horská astronomická stanica GAO AN SSSR (B-5, hora Šat Žad Mas) leží v nadmorskej výške 2070 m, 28 km od Kislovodska. Má astroklímu vhodnú pre pozorovanie Slnka (do 337 pozorovacích dní v roku). Prístroje: fotoheliograf systému Maksutov; chromosfericko-fotosferický ďalekohľad, na ktorom sa fotografuje slnečný disk v čiare H_α a robia sa pozorovania slnečnej koróny; dva mimozatmeňové koronografy, jeden z nich je najväčší na svete (∅ objektívu 530 mm, f = 8 m); dvojzložkový rádiointerferometer a dva neveľké rádioteleskopy. Komplex prístrojov umožňuje optické i rádiové pozorovania Slnka súčasne.

Okrem spomenutých observatórií má GAO na Ďalekom východe **Blagoveščenské oddelenie** (J-5), zamerané na časovú službu (pasážnik ∅ 180 mm); svoje prístroje umiestnilo GAO aj na hore **Zelenčukskaja** (B-6). V Chile pracujú dve stále expedície GAO AN SSSR — na hore **Robles** je od roku 1967 inštalovaný meniskový astrometrický astrograf 700/1000 mm. Na **Cerro Colan** bol roku 1962 umiestnený veľký pasážnik ∅ 180 mm a meniskový fotovertikálny kruh 200/230 mm, ktoré slúžia pozičným pozorovaniam a časovej službe.

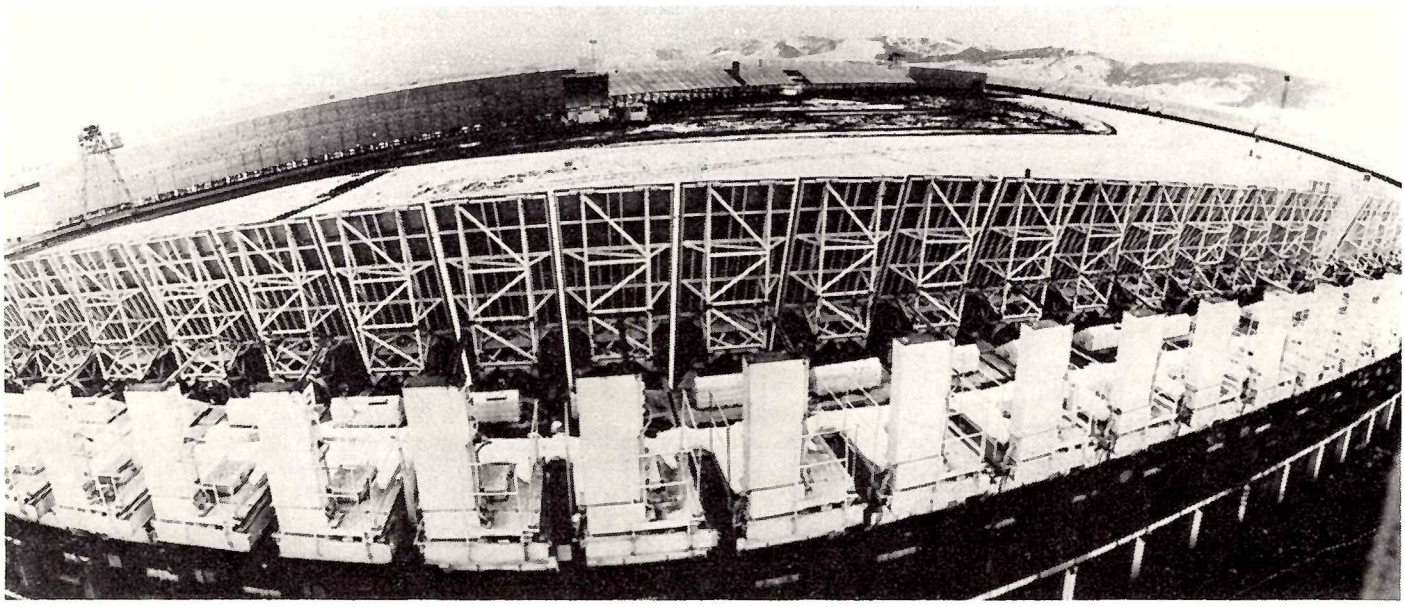
GOLOSEJEVO — Hlavné astronomické observatórium AV Ukrajinskej SSR (B-4, Golosejevo pri Kyjeve)

Observatórium leží asi 50 km južne od Kyjeva. Okrem starších prístrojov (vertikálny kruh, dvojitý astrograf a širokouhlý 40-cm astrograf so zorným poľom 8 × 8 stupňov) pracuje tu od roku 1965 reflektor s priemerom zrkadla 70 cm, vybavený niekoľkými spektrografmi a elektropolarimetrom. Observatórium v rámci ZSSR koordinuje oblasť výskumu rotácie Zeme. Observatórium má aj oddelenie stavby astronomických prístrojov, kde sa projektujú a konštrujú nové reflektory s priemerom zrkadla okolo 1 m a ďalšie astrofyzikálne prístroje, napríklad rádioteleskop URAN-4.

Na hore **Terskol** (B-5, oblasť Elbrusu) má observatórium svoju pozorovaciu stanicu, kde je inštalovaný 80-cm re-



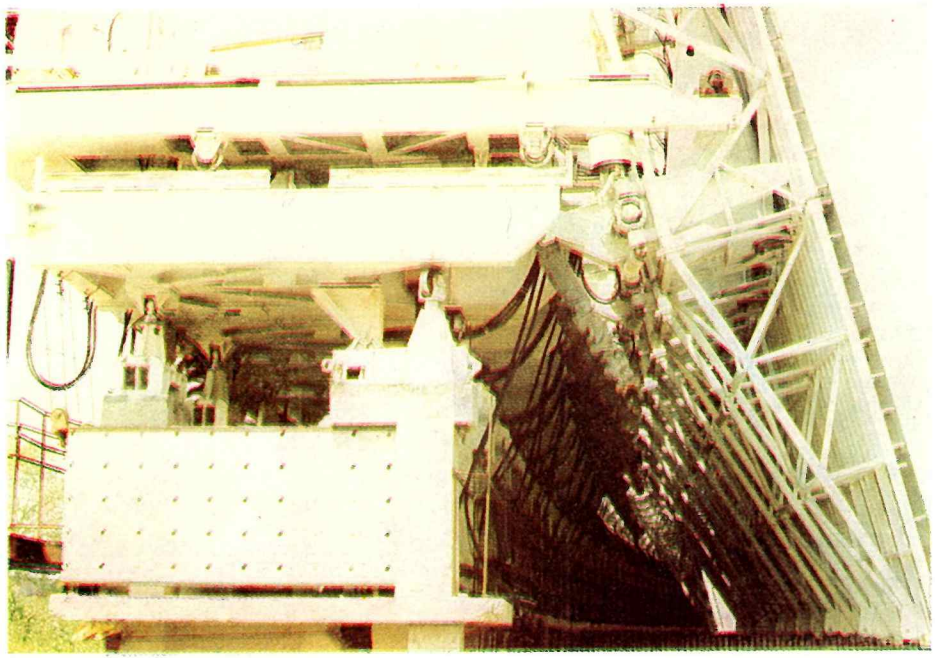
Dvojmetrový reflektor Astrofyzikálneho observatória AV Azerbajdžanskej SSR v Šemache.



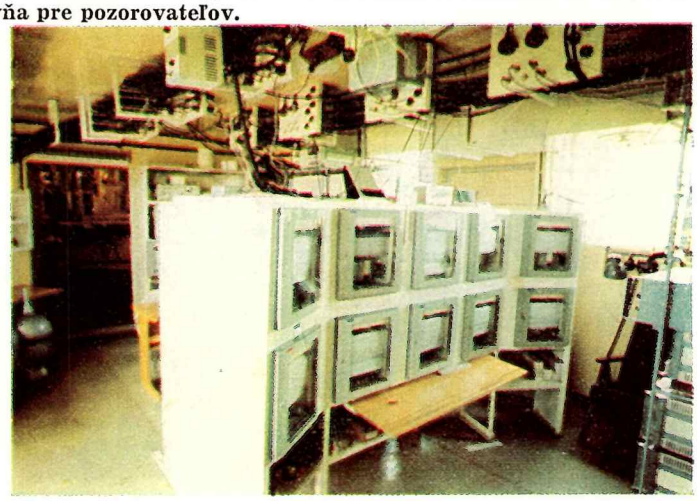
flektor so spektrometrom na pozorovania v blízkej infračervenej oblasti a 48-cm ďalekohľad na pozorovanie premenných hviezd.

GORKIJ (C-4) — VAGO
Observatórium časovej služby, vybavené pasážnikom.

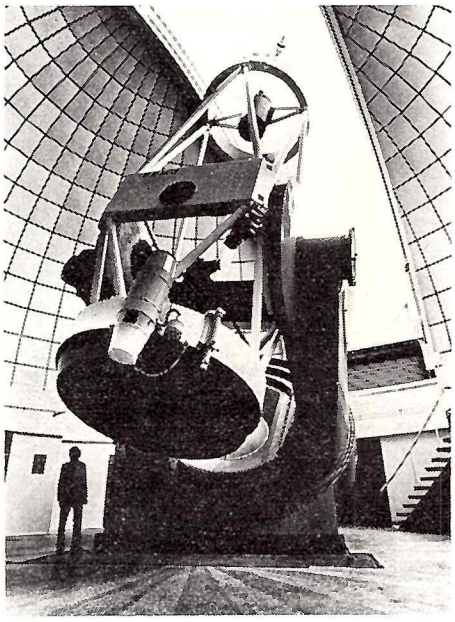
GORNO-TAJEŽNOJE: Ussurijská stanica slnečnej služby (J-6)
Najvýchodnejšie observatórium Sovietskeho zväzu, zamerané na komplexné patrolné pozorovanie Slnka v rámci domácich i medzinárodných výskumných programov. O jeho význame pre medzinárodnú službu Slnka hovorí fakt, že každý deň je tri hodiny jedinou stanicou sveta s výhľadom na Slnko. Z prístrojového vybavenia spomeňme chromosfericko-fotosferický ďalekohľad ∅ 13 cm, dva horizontálne slnečné ďalekohľady (jeden z nich s difrakčným spektrografom), koronograf a dva rádioteleskopy. Rozbieha sa pozorovanie komét, asteroidov a hviezd, čomu slúži 40-cm dvojitý astrograf.

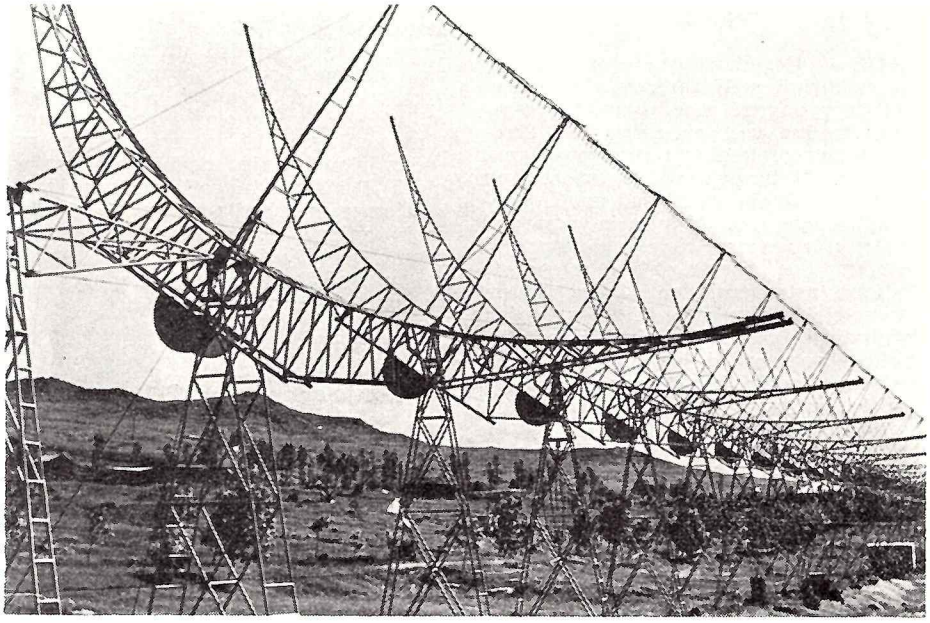


V roku 1977 začal pracovať RATAN 600 — rádioteleskop s najväčšou zbernou plochou na svete, ktorá sa skladá z 895 štítov o rozmere 2 × 7,4 metra, usporiadaných do kruhu s priemerom 600 m. Vybavený je 24 rádiometrami a pracuje v rozsahu vlnových dĺžok od 8 mm do 31 cm. Je schopný zachytiť tok rádiového žiarenia o intenzite 1 milijansky, presnosť určenia polohy zdrojov je 1—2″. Pomocou neho bola na Slnku objavená rádiogranulácia, zistilo sa rádiové žiarenie Jupiterových mesiacov Io a Európa, ako aj stlačenie plynu v oblasti vznikania nových hviezd Sgt B2. Na dolných obrázkoch vidíme vozíky, ktoré sa pohybujú po koľajniciach vo vnútri rádioteleskopu. Vozík má valcovitú anténu, ktorá odráža rádiové žiarenie na vlnovod. Vnútrajšok vozíka je pohodlne zariadený a slúži aj ako pracovňa pre pozorovateľov.



Bjurakanské astrofyzikálne observatórium AV Arménskej SSR. Vľavo hore kupola hlavného ďalekohľadu, ktorý vidíme na dolnej snímke. Priemer zrkadla má 2,6 m. Vpravo hore je najstaršia kupola observatória z roku 1951. Vpravo dolu je rádioteleskop tohto observatória.





CHARKOV — Astronomické observatórium Charkovskej štátnej univerzity (B-4)

Hlavným prístrojom je reflektor ∅ 70 cm a rad menších prístrojov. Výskum sa zameriava najmä na malé telesá slnečnej sústavy a na štúdium slnečnej aktivity.

IRKUTSK — Astronomické observatórium Irkutskej štátnej univerzity (H-6)

Okrem prístrojov pre časovú službu je vybavené komorou na sledovanie družíc a fotoheliografom.

IZMIRAN — Ústav zemského magnetizmu, ionosféry a šírenia rádiových vĺn AV ZSSR (C-4, Troick, Moskovská oblasť)

Ústav sa zameriava na štúdium magnetického poľa Zeme, jeho zvláštností súvisiacich so stavbou Zeme a s procesmi prebiehajúcimi v atmosfére a kozmickom priestore v blízkom okolí Zeme. Ďalším výskumným zameraním je šírenie rádiových vĺn, štúdium vlastností medziplanetárneho priestoru, osobitostí slnečnej aktivity a magnetického poľa planét slnečnej sústavy.

KAO — Krymské astrofyzikálne observatórium AV ZSSR (A-5, Naučnyj)

Jedno z najväčších observatórií sveta. Založené roku 1950 (pozri Kozmos 1/84). Najväčšie prístroje: Šajnov ďalekohľad s priemerom zrkadla 2,6 m, reflektor ∅ 1,22 m na výskum fyzikálnych procesov v hviezdnych atmosférach, 40 cm dvojitý astrograf so zameraním hlavne na objavovanie planétiek a komét. Veľký slnečný ďalekohľad s prídavnými zariadeniami na spektroskopiu Slnka; komplex prístrojov na výskum atmosféry, ionosféry a na registráciu zmien magnetického poľa Zeme; rádioteleskop s priemerom 22 m, umiestnený na čiernomorskom pobreží Krymu v **Kaciveli** (A-5). K prístrojom tohto observatória možno rátať aj ultrafialový a röntgenový ďalekohľad na družici Astron, vypustenej v marci 1983.

Observatórium si získalo medzinárodné uznanie prácami v oblasti výskumu hviezd (magnetické, eruptívne, symbiotické, novy, atď.). Každoročne sa tu urobí vyše 2000 meraní polôh asteroidov. Na observatórium pripadá každoročne asi 40 % celkového počtu novoobjavených asteroidov. Významný je výskum slnečnej aktivity. Krymskí rádioastronómovia spolu so svojimi americkými

kolegami využívajú na pozorovanie kompaktných rádiových zdrojov interferometre s veľmi dlhou základňou: Krym—Green Bank, Krym—Goldstone. Dosiahla sa rekordná rozlišovacia schopnosť 0,0003″. Na rádiointerferometri Krym—Serpuchov robí sa štúdium rozmerov a štruktúry maserových zdrojov v emisnej čiare vodnej pary.

V **Simeizskom oddelení KAO** (A-5) pracuje od roku 1965 reflektor typu Cassegrain ∅ 70 cm. Na observatóriu sa venujú aj pozorovaniam Slnka, čomu slúži chromosfericko-fotosferický ďalekohľad.

KAUNAS — Astronomické observatórium pri Kaunasskej štátnej univerzite (B-3)

Má len menšie prístroje, ktoré sa využívajú na výuku astronómie.

KAZAŇ — Kazaňská štátna univerzita (C-4)

Má tri pracoviská, dve z nich priamo v Kazani. Jedným z nich je **Mestské astronomické observatórium,** zamerané na štúdium pohybu malých telies slnečnej sústavy a Mesiaca. Známe sú tzv. kazaňské rady — presné astronomické pozorovania malých výkyvov v rotácii Mesiaca. Ich základom sú súvislé pozorovania, ktoré začali roku 1895 a nepretržite pokračujú. Mali veľký význam pre vypracovanie teórie librácií Mesiaca.

AOE — Engelhardtovo astronomické observatórium v Kazani, založené roku 1901, je vybavené množstvom rozmanitých, stredne veľkých prístrojov. Známe je astrometrickými pozorovaniami. Vypracovali tu celkove 20 hviezdnych katalógov. Robia sa aj radarové pozorovania meteorov. Výskum je zameraný na štruktúru meteorických rojov, ako aj problematiku sporadických meteorov. Stelárna astronómia sa sústreďuje na fotometrické pozorovania zákrytových dvojhviezd. Rozsiahle spektrálne a fotografické pozorovania sú podkladom pre výskum rozdelenia hviezd a štúdium medzihviezdnej absorpcie svetla do vzdialenosti 9 kpc.

Ala-Tau, južná stanica AOE Kazaňskej univerzity (E-7). Poloha stanice pri Alma-Atskom jazere s lepším výhľadom na južnú oblohu umožňuje získavať doplňujúce podklady pre zostavovanie hviezdnych katalógov. Hlavným prístrojom je Schmidtova komora Ø 30/52 cm.

Pri Zelenčukskej, neďaleko SAO, je ďalšia, **Severokaukazská stanica Kazaňskej univerzity** (B-6), zameraná na astrometrické pozorovania. Dodáva najväčšiu časť pozorovaní pre zostavovanie kazaňských hviezdnych katalógov.

KIŠINEV — Astronomické observatórium Kišinevskej štátnej univerzity (A-4)

Hlavnou témou výskumu je fyzika nestacionárnych hviezd. Najväčším prístrojom je 45 cm reflektor.

KYJEV — Ústav rádiofyziky a elektroniky AV Ukrajinskej SSR (B-4)

Rádioastronomické observatórium, založené roku 1958, zamerané na registráciu dekametrového žiarenia galaktických i mimogalaktických objektov, Slnka a planét. Ukrajinskí astronómovia navrhli a postavili už štyri generácie rádioteleskopov. Najväčším z nich je UTR-2 (Ukrajinský rádioteleskop s usporiadaním antén do tvaru T, druhý model), ktorý má zbernú plochu 150 000 m^2 a pracuje v rozsahu frekvencií 10—25 MHz. Významným prvenstvom ukrajinských rádioastronómov sú pozorovania v dekametrovej oblasti, ktoré viedli k objavu rekombinačných čiar uhlíka s rekordne veľkými kvantovými číslami (viac ako 630). Na observatóriu sa študujú aj spektrá diskrétnych rádiových zdrojov a určuje sa ich presná poloha. Ďalším objektom výskumu je štúdium štruktúry zvyškov po supernovách, pozorovanie kvazarov a rádiogalaxií s uhlovým rozlíšením okolo 1″.

KYJEV — Astronomické observatórium Kyjevskej štátnej univerzity (B-4)

Je vybavené množstvom rozmanitých, stredne veľkých prístrojov, ktoré slúžia na pozorovanie Slnka a na fotografické pozorovania malých telies slnečnej sústavy, vrátane komét a meteorov.

Na prímestskej stanici v **Lesnikách** sa robí fotografické pozorovanie komét.

L

LENINGRAD — Vedecko-výskumné observatórium Leningradskej štátnej univerzity (C-3)

Práce leningradských astronómov v teoretickej astrofyzike (výskum nestacionárnych hviezd a vypracovanie teórie prenosu žiarenia) majú dobré meno nielen v ZSSR, ale i v zahraničí. Pracuje sa na teórii atmosfér hviezd rôznych spektrálnych typov, teoretickom výskume plynných a prachových hmlovín a fyzike planetárnych atmosfér. Leningradské observatórium má svoju južnú stanicu neďaleko **Bjurakanu** (B-6). Sú tu tri reflektory, najväčší s priemerom zrkadla 60 cm, na ktorých robia najmä fotometrické pozorovania premenných hviezd. Na tejto stanici praxujú aj študenti Leningradskej univerzity.

LENINGRAD — Leningradské planetárium (C-3)

Má Zeissov refraktor ∅ 13 cm.

ĽVOV — Astronomické observatórium Ľvovskej štátnej univerzity (A-3)

Má prístrojové vybavenie na výskum Slnka — chromosfericko-fotosferický ďalekohľad ∅ 13 + 6 cm, vertikálny slnečný ďalekohľad ∅ 22 cm so spektrografom a fotokomory na pozorovanie premenných hviezd. Observatórium má aj svoju južnú stanicu — **Brjuchovičskaja** (B-5), vybavenú reflektorom ∅ 48 cm.

M

MUROM — Štátne observatórium pri Muromskom pedagogickom inštitúte (C-4)

Má Maksutovovu komoru ∅ 20 cm.

O

ODESA — Astronomické observatórium Odesskej štátnej univerzity (A-4)

Univerzita má tri observatóriá, všetky v blízkom okolí Odesy. Najmodernejšie z nich je observatórium v **Majaki.** Je vybavené ôsmimi reflektormi, najväčší má priemer 80 cm, dva ďalšie sú 50 cm. Základným výskumným zameraním je fyzika premenných hviezd a výskum meteorov. Observatórium v **Kryžanovke** je špecializované na fotografické a spektroskopické pozorovanie meteorov.

P

POLTAVA — Poltavské gravimetrické observatórium AV Ukrajinskej SSR (B-4)

Observatórium, založené roku 1926, je vybavené najmä pasážnikmi a menšími optickými prístrojmi. Zameriava sa najmä na výskum zemskej rotácie.

R

RIGA — Astronomické observatórium Rižskej štátnej univerzity (B-3)

Zameriava sa na fotografovanie umelých družíc Zeme. Fotografická komora na tieto účely má priemer objektívu 220 mm. Okrem nej je na observatóriu pasážnik časovej služby.

ROSTOV NA DONE — Astronomické observatórium Rostovskej štátnej univerzity (B-5)

Má reflektor ∅ 400 mm a ďalšie prístroje, ktoré využíva Katedra astrofyziky pre výuku i bohatú výskumnú činnosť v oblasti stelárnej astronómie.

S

SAMARKAND — historické Ulug-begovo observatórium z 15-teho storočia (D-7). Zachoval sa z neho 40 metrový sextant. V Samarkande zostavili v tej dobe najpresnejší hviezdny katalóg, ktorý obsahoval pozície 1018 hviezd.

SAO — Špeciálne astronomické observatórium AV ZSSR (B-6, Zelenčukskaja)

Založené roku 1967. O desať rokov neskôr tu začali pozorovania na najväčšom reflektore sveta s priemerom zrkadla 6 m (pozri str. 182). Z menších prístrojov slúži na fotometriu dvojica 0,6 m Zeissových reflektorov a na budúci rok sa má inštalovať 1 m ďalekohľad Ritchey-Chrétien.

Pri Zelenčukskej pracuje aj RATAN 600 — rádioteleskop s najväčšou zbernou plochou na svete (pozri str. 185 a 202).

Sib IZMIRAN

Moderné, vynikajúco vybavené astronomické centrum Sibírskeho oddelenia Akadémie vied ZSSR, ktoré má sídlo v Irkutsku. Má tri pozorovacie základne: **Sajanské observatórium** (H-6) má automatizovaný slnečný teleskop ∅ 800 mm so spektrografom, dva veľké koronografy Ø 500 mm, horizontálny slnečný ďalekohľad a ďalšie prístroje. **Bajkalské observatórium** (G-6) je špecializované na rádioastronomické pozorovania Slnka. Najväčším prístrojom je tu Sibírsky slnečný rádioteleskop (pozri str. 206), ktorý začal pracovať v roku 1985

SVERDLOVSK — Astronomické observatórium Uralskej univerzity (D-5)

Uralská univerzita má hlavné sídlo vo Sverdlovsku. Tu je aj staré observatórium, vybavené pasážnikom a fotokomorou na sledovanie družíc a meteorov. Nové observatórium, **Kourovka** (D-5), je 100 km od Sverdlovska, na brehu rieky Čusová. Patrí k najmladším sovietskym observatóriám, pracuje od roku 1965. Hlavným prístrojom je 45 cm reflektor na fotografické a fotometrické pozorovania, s automatickou registráciou údajov. Od roku 1982 je vybavený systémom pre rýchlu fotometriu s časovým rozlíšením do 0,001 sekundy, ktorý slúži na pozorovanie optickej premennosti röntgenových zdrojov. V práci observatória má významné miesto

pozorovanie družíc a spresňovanie metód určovania ich polôh.

Š **ŠEMACHA — Astrofyzikálne observatórium AV Azerbajdžanskej SSR** (B-6)

Observatórium bolo založené roku 1960 a má moderné, výkonné ďalekohľady: reflektory s priemerom zrkadla 2 m, 70 cm a 60 cm, slnečný ďalekohľad, chromosfericko-fotosferický ďalekohľad a 6-metrový rádioteleskop. Observatórium má neďaleko Šemachy aj vysokohorskú pozorovaciu základňu, kde je okrem 54 cm koronografu aj 60 cm Cassegrain a 128 cm Schmidtova komora.

V Šemache sa pozorujú hviezdy s rozsiahlymi atmosférami, magnetické nestacionárne hviezdy, tesné dvojhviezdne systémy, planéty a ich mesiace. Pozorovania Slnka sa zameriavajú na štúdium aktívnych oblastí. Významné sú aj teoretické práce v oblasti relativistickej astrofyziky, nebeskej mechaniky a astrodynamiky.

Na observatóriu sú umiestnené aj dva ďalekohľady, ktoré patria Astrofyzikálnemu ústavu NDR. Využívajú sa na fotometriu hviezd podľa spoločného programu nemeckých a sovietskych astronómov.

T **TARTU — Tartuské astrofyzikálne observatórium V. Struveho AV Estónskej SSR** (B-3)

V Tartu bolo založené astronomické observatórium v roku 1813 ako univerzitné pracovisko. Dnes sa astronomické pozorovania robia na novovybudovanom observatóriu v Tyravere. Na starobylom observatóriu v Tartu sú ešte stále funkčné pôvodné prístroje historickej hodnoty: Zeissov reflektor 20 cm z roku 1911, Petzvalova komora (astrograf) ∅ 15 cm z roku 1927 a Fraunhofferov refraktor ∅ 24 cm, f = 450 cm s Fraunhofferovým hodinovým strojom. Tento refraktor sa už nepoužíva, je však cenným exponátom.

Súčasťou tartuského observatória je aj pracovisko v **Talline** (B-3), ktoré má 48 cm reflektor na fotoelektrickú fotometriu.

Observatórium v Tyravere (B-3) je modernou pozorovacou základňou. Najväčší z piatich reflektorov má priemer zrkadla 1,5 metra. Okrem neho spomeňme aspoň reflektor ∅ 70 cm a dvojitý, diaľkovo ovládaný reflektor pre fotoelektrickú fotometriu s televíznym prenosom súradníc a nameraných údajov.

Estónski astronómovia si získali medzinárodné uznanie najmä prácami o stavbe a vývoji galaxií a veľkorozmerovej štruktúre vesmíru. Známe sú aj ich výsledky v relativistickej astrofyzike a výskumy týkajúce sa prenosu žiarenia v atmosférach a jadrách hviezd.

TAŠKENT — Astronomický ústav AV Uzbeckej SSR (D-7)

Taškentské observatórium patrí k najstarším vedeckým pracoviskám v Strednej Ázii; roku 1973 oslávilo svoju storočnicu.

Ťažiskom práce je astrometria; okrem toho sa robia pozorovania Slnka, nestacionárnych hviezd a výskum astroklímy. Taškentské observatórium má veľký podiel na všetkých významných astrometrických projektoch — Fundamentálny katalóg hviezd, Katalóg slabých hviezd, program SOPROG. Vykonáva časovú službu, ktorá je aj náplňou stanice v **Kitabe** (D-7).

TOMSK — Astronomické observatórium Tomskej štátnej univerzity (F-5)

Má len menšie astronomické prístroje, ktoré sa využívajú na výuku astronómie.

U **UĽJANOVSK — Uľjanovský pedagogický inštitút** (C-4)

Má len menšie prístroje, ktoré sa využívajú pri výuke astronómie.

UŽHOROD — Astronomické observatórium Užhorodskej univerzity (A-5)

Zaoberá sa pozorovaním umelých družíc (pozičné a fotometrické merania).

V **VIĽŇUS — Astronomické observatórium Viľňuskej štátnej univerzity** (B-3, Viľňus)

Jedno z najstarších observatórií v Európe, založené v roku 1753. Je vybavené 63-cm reflektorom a Maksutovovou komorou s priemerom korekčnej dosky 51 cm. Stavia sa 165 cm reflektor.

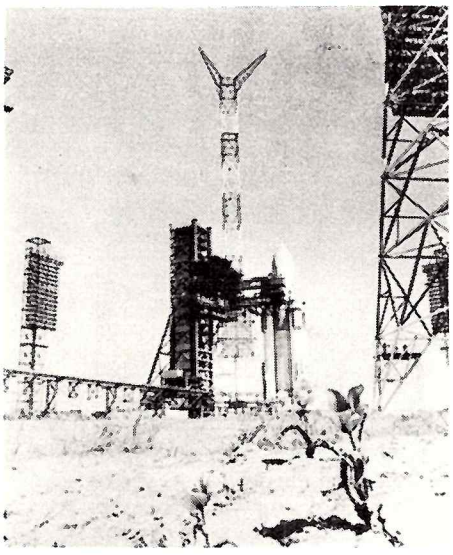
Úspechy litevských astronómov sa spájajú predovšetkým s výskumom štruktúry a evolúcie Galaxie na základe viacfarebnej fotometrie a spektroskopie. Systém 7-farebnej fotometrie, ktorý vypracovali na oddelení astrofyziky, získal uznanie astronómov na celom svete. Umožnil nájsť množstvo hviezd s veľmi nízkym obsahom ťažkých prvkov. Sú to najstaršie objekty našej Galaxie. Výskum sa zameriava aj na štúdium guľových hviezdokôp a hviezdnych asociácií, ako aj na modelovanie hviezdnych atmosfér.

VNIIFTRI — Všezväzový vedecko-výskumný ústav fyzikálnych, technických a rádiových meraní

Observatórium s hlavným sídlom neďaleko Moskvy, v **Krjukove** (C-4) sa zameriava na časovú službu; je vybavené pasážnikom s fotoelektrickou registráciou. Má dve ďalšie pobočky v **Novosibirsku** (F-5) a **Irkutsku** (H-6).

VOLGOGRADSKÉ PLANETÁRIUM (B-5)

Má Zeissov reflektor ∅ 30 cm.



Kozmodróm Bajkonur s raketou Energija na rampe. (Foto ČTK)

Prehľad observatórií v ZSSR doplňame prehľadom sovietskych kozmodrómov.

Bajkonur (D-6) — je prvým a najvýznamnejším sovietskym kozmodrómom, odkiaľ 4. októbra 1957 štartovala prvá umelá družica Zeme — Sputnik 1 a odkiaľ sa 12. apríla 1961 J. A. Gagarin vydal na prvý historický let okolo Zeme, ktorý trval 108 minút. Bajkonur je jediným sovietskym kozmodrómom pre štarty kozmických lodí s posádkou. Bolo tu vypustených vyše 700 kozmických rakiet, z ktorých väčšinu tvorili rôzne varianty základnej sovietskej kozmickej rakety typu Vostok. Odtiaľto sú vypúšťané aj mesačné a planétarne sondy, v poslednom čase napr. sondy Vega 1 a 2.

Kaliningrad (C-4) — je tu umiestnené riadiace stredisko kozmických letov, vybudované začiatkom 70-tych rokov. Dovtedy bolo stredisko súčasťou Bajkonuru.

Hviezdne mestečko (C-4) — stredisko prípravy kozmonautov J. A. Gagarina. Leží asi 40 km severovýchodne od Moskvy. Stredisko bolo založené v januári 1960. Hlavnou úlohou je príprava a výcvik kozmonautov pred letom do vesmíru.

Kapustin Jar (C-5) — jedna z najstarších sovietskych raketových strelníc; 30. októbra 1947 tu začali pokusy s balistickými raketami. Strelnica získala na význame a stala sa kozmodrómom 16. marca 1962, keď bola odtiaľto vypustená prvá raketa z dnes skoro dvojtisícovej série Kozmos. Kozmodróm sa využíva na štarty družíc v rámci programu Interkozmos — prvá takáto raketa tu bola vypustená 14. októbra 1969.

Pleseck (D-3) — rýchly rozvoj aplikovanej kozmonautiky si vyžiadal vybudovanie nového kozmodrómu pre vypúšťanie družíc na obežné dráhy s väčším sklonom. Kozmodróm v blízkosti Plesecka pracuje od roku 1966. Počínajúc rokom 1973 sa sem presúva podstatná časť programov medzinárodnej spolupráce. Napriek tvrdým severským podmienkam získava kozmodróm, najmä vďaka aplikovaným programom, stále väčší význam. Bolo tu vypustených vyše 1100 kozmických rakiet, čo je oveľa viac, ako na iných svetových kozmodrómoch, Bajkonur nevynímajúc.

Jevpatorija (A-4) — najznámejšia zo sledovacích staníc sovietskeho kozmického programu. Je vybavená sústavou rádioteleskopov, ktoré zachytávajú signály vypustených telies a odovzdávajú ich riadiacemu stredisku v Kaliningrade. Ďalšie podobné sledovacie stanice sú umiestnené v **Tbilisi** (B-6), **Džusaly** (D-6), **Kolpaševe** (F-5), **Ulan-Ude** (H-6), **Ussurijsku** (J-6) a **Petropavlovsk-Kamčatskom** (K-3).

Sibírsky slnečný rádioteleskop — interferometer s anténami usporiadanými do kríža. Skladá sa z jednotlivých rádioteleskopov s priemerom zrkadiel 2,5 m, vzdialených od seba 4,88 m. Dĺžka jednotlivých ramien dosahuje 312 m. V každom ramene je 64 zrkadiel a v celom systéme je 256 prvkov. Od každého prvku smeruje vlnovod do podzemného tunelu v hĺbke 5 m, kde dochádza k zložitému zlaďovaniu po 16 alebo 8 prvkoch; tunely predstavujú vlastne dlhé laboratóriá. V prevádzkovej budove, umiestnenej v blízkosti stredu kríža, sa nachádzajú všetky riadiace a registračné systémy vybavené najmodernejšou technikou a automatizáciou, včítane archívu dát. Geodetickú justáciu prvkov a vlnovodov tu robia s celkovou výslednou presnosťou vyššou než 1 mm; v priebehu ročných období dochádza ku zmenám o 4—7 mm, ktoré treba vyrovnávať. Pri polohách ramien kríža je už nutné brať do úvahy zakrivenie Zeme.

Výskum Slnka po sibírsky

RNDr. MILAN RYBANSKÝ, CSc.

Polmiliónové mesto Irkutsk vo východnej Sibíri je sídlom jedného z najväčších ústavov v ZSSR zameraných na výskum Slnka. Ústav vyrástol postupným rozširovaním geomagnetického observatória, ktoré v Irkutsku pracovalo už v minulom storočí (založené v roku 1886). Pôvodné zameranie na komplexné geofyzikálne výskumy — geomagnetizmu, zemetrasení, zemných prúdov, ionosféry a šírenia rádiových vĺn sa udržalo v názve ústavu — Sib IZMIRAN (Sibirskij institut zemnego magnetizma i rasprastranenija radiovoln Akademii nauk). Pretože zmeny v geofyzikálnych procesoch podmieňuje Slnko premenlivou úrovňou svojej aktivity, začal sa ústav v záujme komplexného prístupu k problematike stále viac orientovať na výskum Slnka. Dnes je Slnko hlavnou témou výskumu v Sib IZMIRANe, ktorý vyrástol na gigantický ústav s vyše 800 zamestnancami a pýši sa vynikajúcim, moderným vybavením svojich observatórií, vybudovaných vo vzdialenejšom okolí Irkutska.

K rozsiahlej výstavbe slnečných observatórií sa pristúpilo po roku 1960. Prvým krokom bolo zriadenie oddelenia konštrukcie a stavby astronomických prístrojov, ktoré má dnes okolo 120 zamestnancov a za vyše 20 rokov postavilo a uviedlo do chodu celý rad unikátnych prístrojov.

Prvým z nich bol horizontálny slnečný teleskop, určený hlavne na meranie intenzity magnetických polí na Slnku. Postavili ho na náhornej plošine vo výške 2000 m, v pohorí Východné Sajany, tesne pri hraniciach s Mongolskou ľudovou republikou, asi 350 km od Irkutska. Ďalším prístrojom Sajanského observatória je mimozatmeňový koronograf s najväčším priemerom hlavného objektívu na svete (53 cm). Tieto prístroje boli umiestnené spočiatku v provizórnych drevených stavbách, aby bolo možné zahájiť pozorovania už počas Medzinárodného roku kľudného Slnka v rokoch 1963—1964. Paralelne boli vybudované definitívne budovy s vylepšenými prístrojmi toho istého typu a okrem toho sa ešte zriadili aj stanice na sledovanie kozmického žiarenia v nadmorských výškach 435, 2000 a 3000 m.

Na brehu jazera Bajkal, asi 80 km od Irkutska vyrástlo ďalšie observatórium Sib IZMIRANu. Prvým prístrojom bol fotosféricko-chromosférický ďalekohľad, uvedený do prevádzky počas programu SMY (Solar Maximum Year) v roku 1979. V tesnej blízkosti tohto prístroja, na vrchole pahorku nad jazerom, vybudoval sa veľký slnečný vákuový ďalekohľad — najdokonalejší zo všetkých slnečných ďalekohľadov v ZSSR. Coelostat má priemer zrkadla 1,5 m. Hlavný objektív je achromatický dublet s priemerom 760 mm, ohniskovou vzdialenosťou 40 m.

Z mnohých ďalších prístrojov, ktoré už ústav má, alebo buduje, žiada sa ešte spomenúť Sibírsky slnečný rádioteleskop. Je to vlastne 256 anténový, krížový rádiointerferometer, skladajúci sa z dvoch navzájom kolmých 128-prvkových anténnych sústav. Prijíma rádiové žiarenie Slnka na centimetrových vlnách; hlavná operačná vlnová dĺžka je 5,2 cm. Rádioteleskop je postavený asi 150 km juhovýchodne od Irkutska uprostred lesov, v údolí, ktoré sa nazýva Badary. Okrem veľkého rádioteleskopu sú tu aj dva ďalšie, menšie prístroje, zamerané na pozorovanie rádiového žiarenia Slnka — interferometer s malou bázou a rádiospektrograf. Podľa neďalekého mestečka Tunka dostalo toto pracovisko Sib IZMIRANu názov Tunkinské rádioastronomické observatórium.

Pozorovania veľkého rádioteleskopu dávajú predovšetkým prehľad o stave a zmenách rádiového žiarenia celého slnečného disku na vlne 5,2 cm; namerané údaje vyhodnocuje počítač v grafickej forme. Tieto podklady umožňujú študovať zmeny rádiového toku Slnka v priebehu jednotlivých dní, ako aj dlhodobé zmeny v priebehu slnečného cyklu.

Rádioteleskop má rozlíšenie 10″ až 20″. Umožňuje aj podrobné pozorovanie rádiového žiarenia jednotlivých aktívnych oblastí — škvŕn a erupcií — na rôznych vlnových dĺžkach v oblasti centimetrových vĺn. Prístroj bol od roku 1982 v skúšobnej prevádzke; pracovala len časť anténnej sústavy. Koncom roku 1985 boli zapojené všetky prvky a Sibírsky slnečný rádioteleskop začal pracovať naplno.

Sib IZMIRAN sa podieľa nielen na výskumnej, ale aj na organizátorskej práci v medzinárodnom merítku. V roku 1976 usporiadali v Irkutsku VIII. konzultáciu socialistických krajín o slnečnej fyzike. Vtedy sme mali po prvý raz možnosť oboznámiť sa s prácou tohto ústavu a nadviazali sme úzke kontakty, pracovné i osobné.

Pozorovania, ktoré už Sib IZMIRAN nazhromaždil zo svojich observatórií, sú kvalitným podkladom pre vedeckú prácu. Postupne si Sib IZMIRAN získal v slnečnej fyzike meno aj v rámci medzinárodnom. Prejavujú sa tak výsledky dlhoročných snažení zakladateľov tohto ústavu, ktorí vo vzdialenej Sibíri dokázali vybudovať vedecké centrum svetovej úrovne.

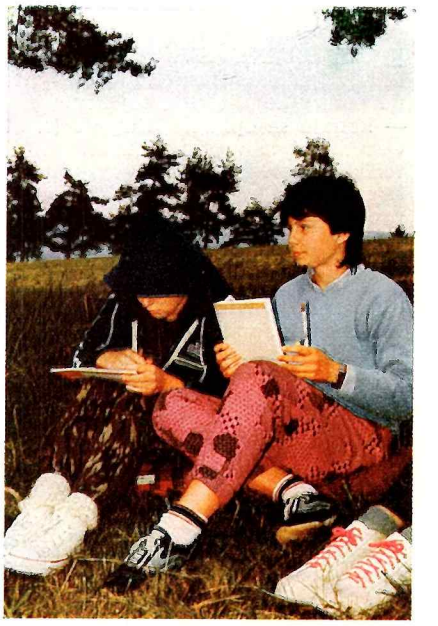
Ďalekohľady na Čingove

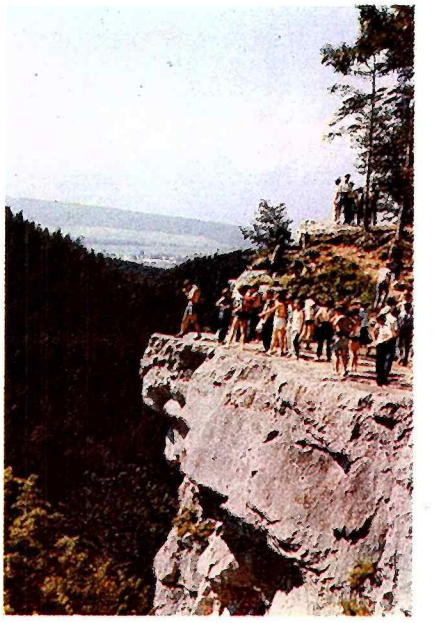
Hoci je Zraz mladých astronómov Slovenska (ZMAS) tradičné podujatie, ktorým sa každý rok začínajú prázdninové astronomické akcie pre mládež, tento rok – vo svojom 19. ročníku – bol ZMAS v mnohom nový. Predovšetkým sa skrátil čas venovaný teoretickým základom astronómie (prednášky v sekciách bývali len predpoludním) a nepomerne viac času mohli účastníci stráviť pri pozorovaní oblohy. Nikto nevyslovil to nepopulárne slovo „večierka", namiesto toho vždy po zotmení čakali pripravené ďalekohľady: Coelestron 14, prenosný Cassegrain Ø 150 mm, Keplerov refraktor Ø 80 mm a niekoľko binarov. V stovke mladých účastníkov našli sa viacerí dobrí znalci oblohy a robili neúnavných demonštrátorov, takže prehliadka zaujímavých objektov oblohy sa nesústredila len na tie najznámejšie. Ku chvále organizátora – Slovenského ústredia amatérskej astronómie v Hurbanove – treba dodať, že všetka pozorovacia technika bola starostlivo pripravená. Coelestron bol najustovaný naozaj vzorne: Saturn, na ktorý pozorovatelia nasmerovali ďalekohľad večer, bol v zornom poli ďalekohľadu aj ráno a jeho obraz, blednúci v dennom svetle, bol zaujímavým pozorovateľským zážitkom. Oproti predošlým rokom sa viac dostal ku slovu aj športový program a turistika. Dá sa teda povedať, že tohtoročný ZMAS v Slovenskom raji na Čingove bol vydarený aj ako prázdninové, rekreačné podujatie; jeho astronomický program tým nijako nebol ukrátený.

„Radi by sme aj v budúcich ročníkoch pokračovali v tomto trende", hovorí RNDr. Peter Augustín, mladý pracovník SÚAA, ktorý bol tento rok prvýkrát vedúcim organizačného tímu ZMAS-u. „Noví, mladí vedúci sekcií sa dobre osvedčili; zaangažovali sa nielen do astronomického, ale aj záujmového programu. Chceli by sme vyhľadať na náš ZMAS ďalších vedúcich skupín – napríklad spomedzi učiteľov. Uvítame, ak sa prihlásia a prídu medzi nás."

Atmosféru ZMAS-u zachytávajú aj naše snímky. Vidíme na nich činnosť v sekciách i chvíle oddychu. Okrem mladých záujemcov o astronómiu z celej republiky prijali aj tento rok pozvanie na ZMAS účastníci zo zahraničia: delegácie z Maďarska, Poľska, NDR a Bulharska. ZMAS navštívil aj riaditeľ odboru osvety Ministerstva kultúry SSR PhDr. F. Karas (na snímke pri posedení so zahraničnými účastníkmi).

Foto: Ľ. Hutta





■ **JUBILEJNÝ** XV. zraz mladých astronómov Západoslovenského kraja — tradičné letné podujatie hlohoveckej krajskej hvezdárne — konalo sa opäť na Čingove (9. až 17. júla). Okrem práce v piatich sekciách — pozorovateľskej, meteorologickej, výpočtovej techniky, kozmonautiky a sekcie orientačnej — boli na programe branno-športové hry, exkurzia do KH Prešov a celodenná túra do Slovenského raja po náučnom chodníku.

■ **ŠTUDIJNÝ ZÁJAZD** usporiadala pre vedúcich astronomických krúžkov KH v Hlohovci od 20. do 25. júla. Trasa po slovenských hvezdárňach a planetáriách viedla zo Žiaru nad Hronom cez Banskú Bystricu, Rimavskú Sobotu, Košice, Michalovce, Humenné a Prešov. K najväčším zážitkom patrila návšteva Observatória AsÚ SAV na Skalnatom Plese.

J. Struháriková

■ **PRE ŠTYRIDSAŤ PIONIEROV** — astronómov Západoslovenského kraja usporiadala hlohovecká krajská hvezdáreň tradičný zraz. Konal sa od 3. do 8. augusta v priestoroch TJ Turany.

—st—

■ V Sobotišti na astronomickej pozorovateľni konal sa už 11. ročník letnej školy astronómie (13. až 17. júla), na ktorom bolo 21 účastníkov.

L. Košinár

■ **VESMÍR OČAMI DETÍ** — výtvarnú súťaž žiakov základných škôl Východoslovenského kraja zorganizovala pri príležitosti 30. výročia vypustenia prvej družice Krajská hvezdáreň v Prešove. Najlepšie z 2507 výtvarných prác tvoria putovnú výstavu, ktorá bude do konca roka inštalovaná vo viacerých mestách Východoslovenského kraja.

Š. Lenzová

■ **LETNÚ ŠKOLU ASTRONÓMIE** usporiadali na hvezdárni v Michalovciach pre tridsiatich žiakov základných škôl. Prebiehala od 29. 6. do 3. 7. 1987.

Z. Komárek

■ **VIDEOTECHNIKA,** malé počítače, audiovizuálna technika a najmä ich využitie v kultúrno-výchovných zariadeniach boli témou úspešného krajského seminára, ktorý usporiadala prešovská hvezdáreň. Seminár dal podnet k vytvoreniu pracovnej skupiny pri odbore kultúry Východoslovenského KNV, ktorá bude napomáhať rozšíreniu audiovizuálnej techniky v kultúrno-osvetových zariadeniach kraja.

—šl—

■ **CELOSLOVENSKÁ METEORICKÁ EXPEDÍCIA** konala sa od 17. júna do 2. augusta v Ďubíkove pri Rimavskej Sobote. Na programe bolo vizuálne pozorovanie meteorov.

—šl—

■ **ROZTOKY,** vzdialené asi 12 km od Svidníka, stanú sa čoskoro sídlom okresnej hvezdárne. Výborné pozorovacie podmienky v tejto lokalite ocenili pozorovatelia premenných hviezd Východoslovenského kraja, ktorí tu mali svoj zraz od 20. do 30. júla.

—šl—

■ **ASTRONOMICKÝ KABINET** v Partizánskom usporiadal tento rok po prvýkrát týždenný letný zraz pionierov — astronómov topoľčianskeho okresu. Konal sa v pionierskom tábore v Omastinej od 20. do 27. júla. Účastníci zrazu — pätnásti chlapci, ktorí sa dobre umiestnili v kvízovej súťaži „Čo vieš o hviezdach", učili sa pracovať s astronomickou ročenkou i s malými osobnými počítačmi. Veľkým zážitkom bolo pozorovanie oblohy — voľným okom i refraktorom 105/1200, ktorý umožňoval 50 až 200-násobné zväčšenie.

V. Mešter

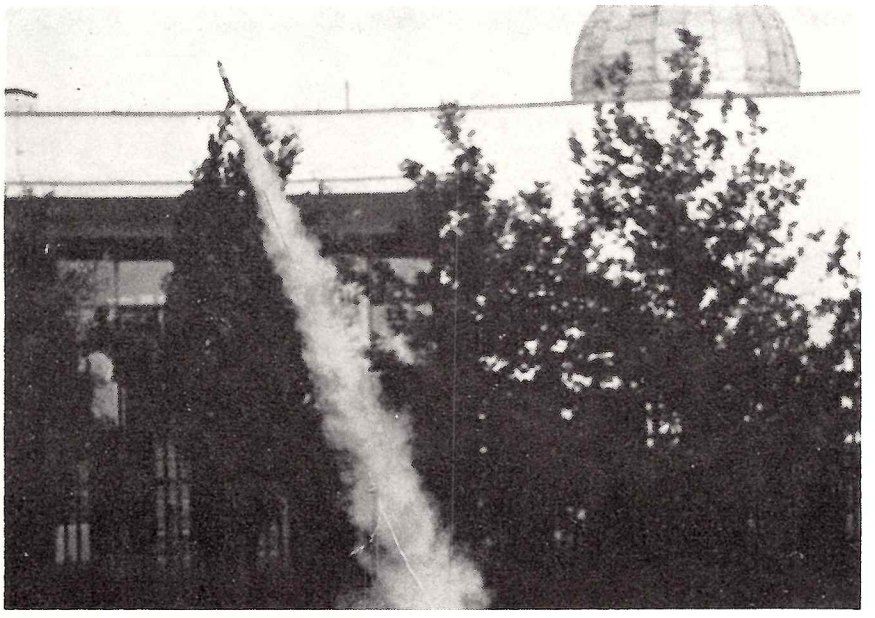
Odmena víťazom

Z bohatej činnosti Krajskej hvezdárne a planetária v Prešove pozrime sa bližšie na dve akcie: súťaž — a letný zraz. Tieto dve podujatia totiž spolu súvisia, pretože účasť na zraze je odmenou pre víťazné družstvá, ktoré sa preukážu najlepšími vedomosťami na krajskej súťaži astronomických krúžkov. Takýto spôsob výberu zaručuje, že sa na 6-dňový letný zraz dostanú účastníci, ktorí majú skutočný záujem o astronómiu i základné vedomosti.

Súťaž astronomických krúžkov Východoslovenského kraja pod názvom Astronómia — moja záľuba prebieha najprv v okresných kolách a vyvrcholí v krajskom kole. Naše zábery sú z krajského kola súťaže, ktoré sa konalo 15. júla na prešovskej hvezdárni. Okrem všeobecnej astronómie boli otázky z kozmonautiky a histórie astronómie. Na dolnej snímke vidíme porotu, ktorá to pri rozhodovaní o poradí víťazov nemala jednoduché, pretože úroveň vedomostí krúžkarov bola celkove pomerne vysoká. Súťažilo sa vo dvoch kategóriách. V prvej, kde boli krúžky základných škôl, zvíťazilo družstvo III. Základnej školy v Michalovciach, v druhej, kde súťažili stredné a učňovské školy, obsadilo prvé miesto družstvo z Gymnázia v Lipanoch.

Ďalšie zábery na nasledujúcej strane sú už z letného zrazu, ktorý sa konal od 6. do 11. júla na prešovskej hvezdárni, kde mali účastníci možnosť prakticky sa oboznámiť s astronomickou pozorovacou technikou. Na zraze sa pracovalo v štyroch odborných sekciách — výpočtovej techniky, kozmonauticko-modelárskej, slnečnej a opticko-konštrukčnej.

Š. Lenzová
Foto: F. Franko



EBICYKEL '87

Zatvárajte, už idú!

Ako lastovičky ohlasujú jar, tak začiatok prázdnin dáva tušiť, že sa opäť blíži významná astro-cyklo-turistická časť hnutia Ebicykel — spanilá jazda astronómov po hvezdárňach našej vlasti. K všeobecnému chaosu na i tak preplnených cestách vtedy prispievajú inak pokojní astronómovia, celý rok sediaci v príjemnom prostredí klimatizovaných pracovní a vyhrievaných pozorovateľní. V lete však nasadia uzdy svojim tátošom (prevažne značky Favorit a Ukrajina), v neistom počasí, zvlnenom teréne a v protivetre šliapu do pedálov, ukrajujú kilometre medzi susednými hvezdárňami. Po ceste plienia (podľa vzoru husitských predkov) dediny a mestá, byty známych i neznámych obyvateľov, vyprázdňujú obchody i pohostinstvá. Na hvezdárni prezrú každý kút, kriticky zhodnotia prácu miestnych pracovníkov, zhrabnú ponúkaný propagačný materiál a na druhý deň putujú ďalej. Takto by som vo všeobecnosti charakterizoval spanilú jazdu astronómov.

Tohoročná sa konala 4. až 12. júla. Trasa viedla hvezdárňami a odbornými pracoviskami Praha-Ďáblice, Ústí nad Labem, Teplice, Most, Slaný, Praha-Petřín, Sedlčany, Kleť, České Budějovice, Sezimovo Ústí, Vlašim, Ondřejov a Kostelec nad Černými lesy. Cestou sme navštívili niekoľko historicky zaujímavých miest (archeologická lokalita Březno u Loun, národný pamätník Přemyslu Oráčovi, pomník „Tycho Brahe objíma Jána Keplera" v Prahe na Pohořelci, výstavu vltavínov v Týne nad Vltavou i táborské katakomby). Obdivovali sme krásu juhočeských rybníkov, no s hrôzou sme sledovali prírodu Podkrušnohoria či okolie stavby jadrovej elektrárne Temelín. K príjemným zážitkom možno rátať návštevu Petřína, Sezimovho Ústí či Vlašimi a vrelé prijatie na Kleti.

Po ôsmich dňoch a zhruba 700 km putovania sme dorazili do Kostelca nad Černými lesy a stihli sme v Galérii bratří Hůlů vernisáž výstavy Setkání — vesmír. Zámerom výstavy bolo konfrontovať dva rôzne pohľady na svet okolo nás — svet umelca a vedca. Pozoruhodná myšlienka priniesla nové a niekedy i trochu prekvapivé pohľady na svet.

Možno niekoho z čitateľov prekvapuje, že Ebicykel nazývam hnutím. Avšak Ebicykel sa neobmedzuje len na spanilú jazdu. Na jeseň sa organizuje Rej, čo je stretnutie všetkých účastníkov i blízkych priateľov na niektorej hvezdárni, spojené s výmenou fotografií, premietaním diapozitívov a spoločenskou zábavou. V zime je na programe akcia pre milovníkov lyžovania — Ski teleskopy — ktorú organizuje hvezdáreň v Žďári nad Sázavou. Navyše v priebehu celého roka funguje zásielková služba náhradných dielov pre naše bicykle — E-mafia.

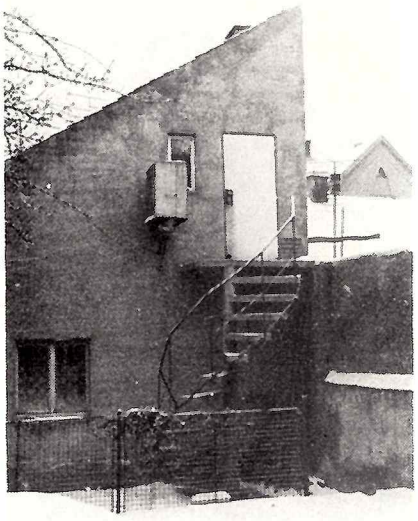
Počet záujemcov neustále rastie (tento rok sa Ebicykla zúčastnilo 50 nadšencov). Vznikajú tým problémy, ktoré sa budú musieť riešiť výberom účastníkov. Prvým krokom je založenie technickej komisie, ktorá bude pred zahájením každého ročníka kontrolovať technický stav bicyklov. Bicykle v zlom stave nebudú pripustené na „štart". Trasa povedie východným Slovenskom a všetci dúfame, že budúcoročná spanilá jazda bude mať účastníkov aj z Východoslovenského kraja.

Maroš Silný

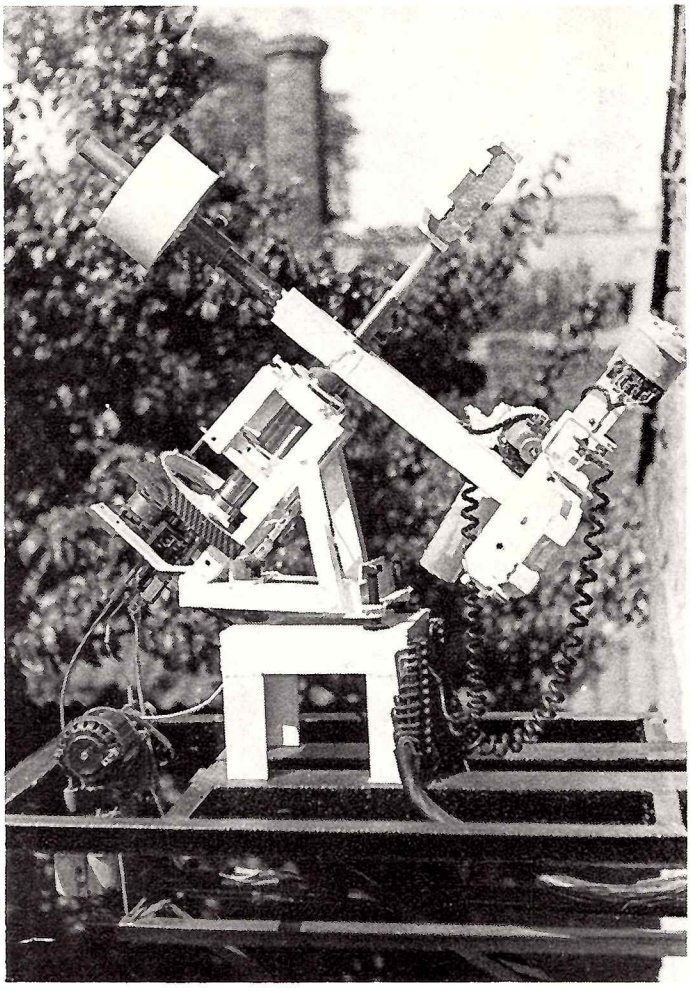
NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE

Pozorovať a fotografovať nočnú oblohu, najmä v zime, je pre astronóma-amatéra skúškou vytrvalosti. Nejeden dezertuje pred vtieravým vlhkom a chladom, iný si zas vynachádzavo zhotovuje rôzne dômyselnosti na spríjemnenie pozorovania — či už špeciálne prešívané plášťenky, kožušinové kabáty, vyhrievané obleky či papuče. Iný si postaví kupolu so zavetrením. Zdeněk Štorek z Kladna, 37-ročný výpravca, spojil pohodlie teplej miestnosti s pozorovateľským nadšením — zhotovil si coelostat, umiestnil ho na stene podkrovia rodinného domu. V podkroví má okulárový výťah s ďalekohľadom a všetky ovládacie prvky korekcie a pohonu coelostatu. Do chladu noci vychádza len vtedy, keď potrebuje urobiť hrubé nastavenie coelostatu na pozorovaný objekt.

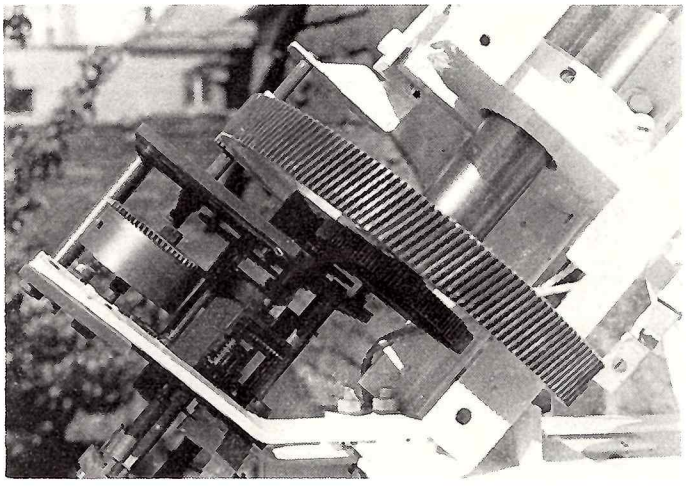
Dalekohled v podkroví



Pohled na jižní stěnu domku — coelostat je zakrytý poklopem



Celkový pohled na coelostat



Hodinový stroj coelostatu

Objektiv je složen ze dvou čoček, které jsou k sobě nasáty. Jeho průměr je 52 mm, ohnisko 860 mm. Byl součástí vojenského dálkoměru a získal jsem ho před více než dvaceti lety v pražském planetariu za 80 Kčs. Má dokonce slabou antireflexní vrstvu. Jeho kvalita je výborná. Kovová objímka objektivu je zasazena v hliníkové trubce uvnitř vyčerněné matným lakem na školní tabule. Na konci tubusu je dvojitý okulárový výtah. První v délce asi 120 mm se zaostřuje podobně jako fotoaparát otáčením prstence, druhý v délce asi 200 mm se zaostřuje jako dalekohled pomocí ozubeného hřebenu a ozubeného kolečka. Pro pozorování je zařazen velkoplošný zenitový hranol (prodával se kolem r. 1965 za 7,— Kčs v pražské Astrooptice). Za hranolem je ještě jedna možnost zaostřování závitem s malým stoupáním v délce asi 20 mm. K dalekohledu mám dva tovární a pět amatérsky zhotovených okulárů. Do trubky okulárového výtahu se dá zasunout Barlowova čočka nebo okulár pro fotografování v projekci.

Při fotografování v projekci se za druhý okulárový výtah montuje měchové zařízení s Exaktou. Při fotografování v ohnisku se druhý okulárový výtah odebere a měchové zařízení se umístí hned za první výtah. Pro přesné zaostření Exakty vsunuji do jejího světlíkového prostoru zvláštní adaptér s okulárem.

Celý dalekohled byl původně na paralaktické montáži poháněné pérovým strojkem. Jezdil jsem s ní za město, fotografoval některé zajímavé objekty hvězdné oblohy (dalekohled byl používán jako pointer). Po koupi rodinného domku jsem si zadaptoval jednu místnost v podkroví. Přístroj je v ní připevněn na jednom z trámů přibližně ve směru sever—jih. Tubus prochází zdí tak, že konec rosnice venku přesahuje rovinu zdi o několik centimetrů. Spára mezi tubusem a zdí je dobře utěsněna.

Coelostat

Montáž nesou silné úhelníky zabudované do jižní stěny domku ve výšce asi 4 m nad zemí. Na úhelnících je mělká vana 150 × 200 mm s asi 5 cm vrstvou suchého říčního písku. Na písku leží gumový pás o síle asi 5 mm překrytý 5 mm mosaznou deskou tak, aby se ani guma, ani mosaz nedotýkaly okrajů vany. Toto opatření jsem byl nucen udělat pro zamezení přenosu otrasů na montáž poměrně nedávno a na celkovém snímku montáže není (původně seděly šrouby montáže jen na gumových podložkách).

Nyní sedí tedy šrouby pro ustavení montáže na mosazné desce. Polární osa coelostatu je dvojitá. Její vnější plášť se otáčí 1 × za 24 hodin a nese první rovinné zrcadlo. To se dá nastavovat dvěma selsiny na dálku od

ovládajícího pultu přibližně ve směrech sever—jih a východ—západ. Z tohoto zrcadla jde světlo pozorovaného objektu na druhé rovinné zrcadlo. To je upevněno na vnitřní části polární osy, která se otáčí 1 × za 48 hodin. Střed zrcadla je v ose dalekohledu asi 50 cm od objektivu. Rozměry obou pohliníkovaných zrcadel jsou shodné — 110 × 100 mm, tloušťka skla je 12 mm. Byly kdysi součástí vojenského periskopu.

V hodinovém stroji je použito součástí z několika hodin a budíků a ozubená kola porůznu získaná. Z různých technických příčin jsou z hlavního kola použity asi jen dvě třetiny jeho obvodu. Asi po 15 hodinách čistého pozorovacího času je proto nutno montáž přetočit zpět. Pomocí bowdenu se vysunou ze záběru nejrychlejší převody spolu s hlavním motorem a montáž se přetočí pomocným motorkem.

Elektrická část

Montáž je poháněna gramofonovým motorkem na 220 V, jehož osa se otáčí 78 × za minutu. Rychlost lze snižovat reostatem umístěným u ovládacího pultu. Motorek je upevněn na zvláštním držáku spolu s pomocným motorkem (220 V s reverzí chodu) na přetáčení montáže. S coelostatem je pružně spojen náhonem tachometru, aby se otřesy motorku nepřenášely na montáž.

Jedna dvojice selsinů je na 120 V, druhá na 18 V. Každá je tedy napájena zvláštním transformátorem. Další trafo 220/4 V je pro osvětlení pultu, orientační osvětlení montáže a kontrolu chodu hlavního motoru. Ovládací pult je spojen s montáží dvěma dvanáctižilovými kabely (délka asi 2 m).

Nastavení na požadované místo na obloze

Nejprve se musí z venku budovy zrcadla po povolení aretačních šroubů ručně nastavit. Při pohledu z místa těsně nad rosnicí dalekohledu (pouhým okem) se mi musí promítat obraz objektu v zrcadle na místo označené na protější stěně, vzdálené asi 20 m. Výsledný dojem vzniká až v mozku, neboť jedním okem vlastně sleduji obraz objektu v zrcadle a druhým označený bod na zdi. Tento bod je také vidět ve středu zorného pole dalekohledu, jsou-li sejmuta zrcadla.

Po utažení aretačních šroubů se uvnitř na ovládacím pultu zapojí selsiny a požadovaný objekt se jimi nastaví jako jemnými pohyby do středu zorného pole. Po spuštění hlavního motoru můžeme začít pozorovat. Při pozorování jsou selsiny vypnuty, mají totiž jistý brum a jsou-li pod proudem, není obraz zcela klidný. Opravují se jimi jen nepřesnosti v chodu hodinového stroje.

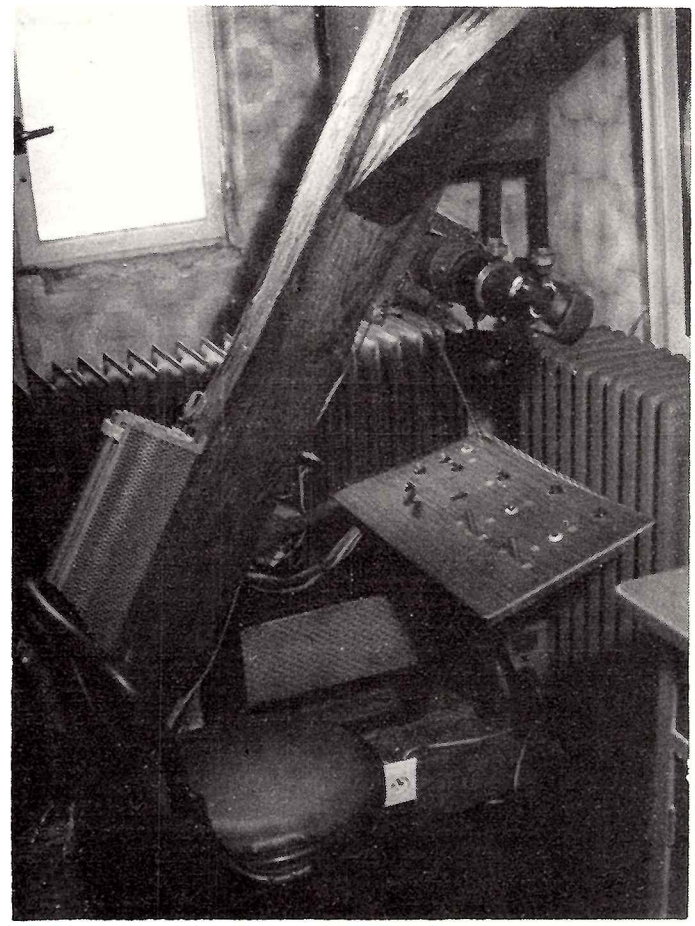
Pokud pozoruji Slunce, Měsíc a jasné planety, není nastavení zrcadla příliš obtížné. Slabé hvězdy však zvenku v zrcadlech nevidím. Musím proto nastavit nějakou blízkou jasnou hvězdu a uvnitř pak postupovat podle některého z atlasů. Otáčením jednoho selsinu měním rektascenzi, otáčením druhého deklinaci.

Několik postřehů

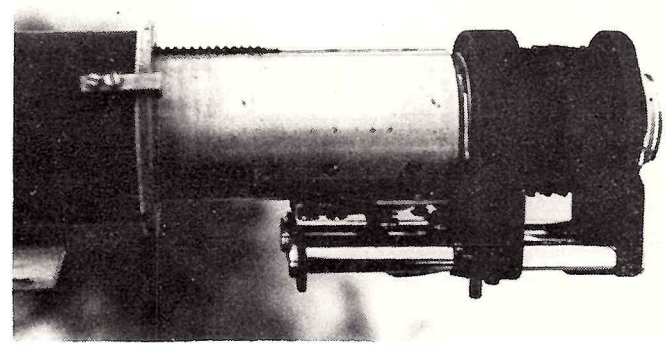
Pozorování přístrojem je velice pohodlné. Výhody ocením zvláště za mrazů. S výjimkou krátké doby nutné pro nastavení zrcadel sedím ve vytopené místnosti. (Jeden můj dobrý přítel zhodnotil tuto snahu o pohodlí při pozorování slovy: „Kamaráde, dědkovatíš!") V místnosti mám také všechny pomůcky nutné k pozorování (atlasy, přesný čas a pod.). Přes všechna provedená opatření se však na coelostat přenášejí některé silnější otrasy. Pozoruji-li například Slunce v projekci (obraz má 80 cm průměr), jsou znát otřesy při průjezdu těžkých nákladních aut na silnici vzdálené asi 80 m. Proto si nedělám žádné iluze o kvalitě pozorování přístroji montovanými na zábradlí někde v paneláku. Také trochu větší vítr mi při pozorování poněkud třese zrcadly.

Pokud se týče nápadu coelostatu se selsiny, měl jsem vzor na lidové hvězdárně v Úpici. Jinak jsem nosil všechno dlouho jen v hlavě a pak jsem začal rovnou pracovat. Tím chci říci to, že jsem si nikdy nic předem nekreslil a v mnohých případech při práci ani nic neměřil. Jedinou výjimku jsem musel udělat — nechal jsem si vyrobit na soustruhu dvojitou polární osu a to bez nákresu nešlo. Elektrické schéma jsem vlastně dělal taky až dodatečně a to jen proto, abych se v tom po létech vyznal. Takže kdyby po mně někdo chtěl plánek, tak bohužel nemohu sloužit. Já jsem si ostatně ze všech podobných plánků odnesl vždy jen myšlenku . . .

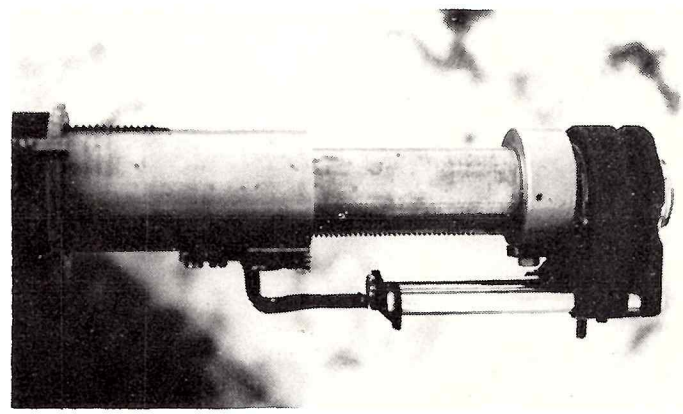
Zdeněk ŠTOREK
P. Holého 52
272 01 Kladno 2



Pozorovací místnost



Fotografování v ohnisku — měch za 1. okulárovým výtahem



Fotografování v projekci — měch za 2. okulárovým výtahem

Brúsenie astronomickej optiky 6

RNDr. VLADIMÍR PŘIBYL

ĎALŠIE METÓDY MERANIA OPTICKÝCH PLÔCH

Hartmannovým testom možno merať všetky typy astronomických objektívov i vtedy, keď sú už zamontované v tubuse. Ako svetelný zdroj použijeme jasnú hviezdu, na ktorú nasmerujeme optickú os prístroja. Na analýzu plochy si zhotovíme Hartmannovu masku (obr. **29**), ktorú umiestnime tesne pred zrkadlo alebo za objektív. Svetlo hviezdy prechádza len zvolenými otvormi, ktoré majú priemer 0,003 F (F je ohnisková vzdialenosť objektívu) a dopadajú na fotografické platne umiestnené postupne v bodoch $\mathbf{a}_1$ a $\mathbf{a}_2$. Pre každú dvojicu zodpovedajúcich si bodov (myslené cez stred obrazu) vypočítame

$$x_{(y)} = x_1 + \frac{a_1}{a_1 + a_2} \cdot (x_2 - x_1).$$

Závislosť $\mathbf{x}_{(y)}$ udáva sférickú aberáciu meranej plochy. Pri meraní dvojíc hviezd, ktoré majú rôzny azimut, môžeme takto získať podklady pre hodnotenia astigmatizmu. Strednú vzdialenosť ohniska pre celý objektív vypočítame podľa vzorca

$$x_{priem.} = \frac{\Sigma y \cdot x_{(y)}}{\Sigma y}$$

Tento test je veľmi jednoduchý, musíme však na okulárovom výťahu ďalekohľadu presne zmerať polohu fotografickej platne, čiže súradnice x_1 a x_2. Nevýhodou tejto metódy je to, že súradnice treba merať s presnosťou na tisícinu milimetra.

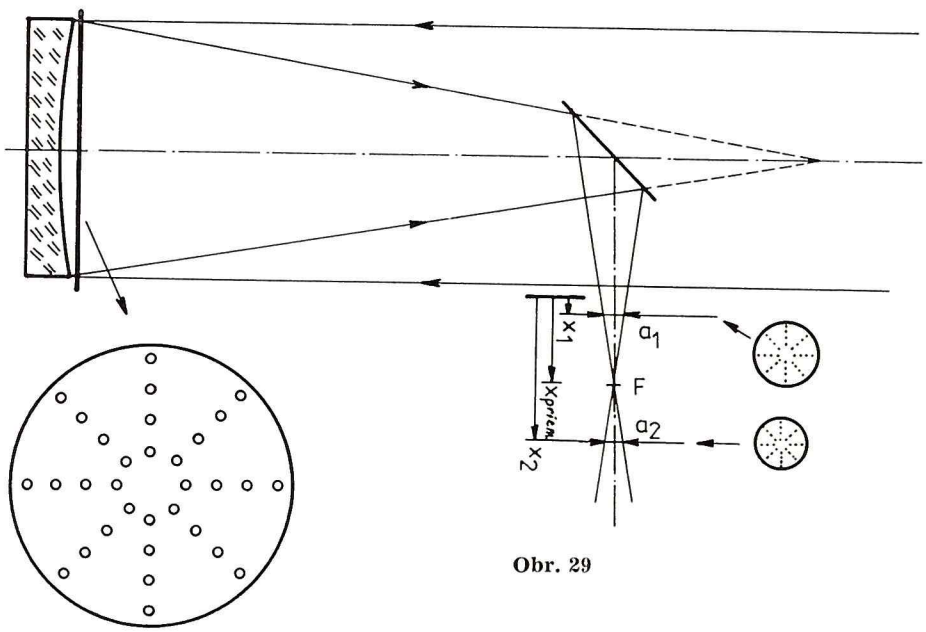
V Kozmose 5/1987 sme sa zoznámili s meraním paraboloidu Ronchiho a Foucaultovou metódou. Tvar čiar pri Ronchiho teste, resp. tieňový obraz pri Foucaultovej skúške závisí však aj od svetelnosti zrkadla. Existujú však metódy, ktoré pre zrkadlá rozdielnej svetelnosti dávajú rovnaké výsledky — nulové metódy. Ako príklad takejto metódy si môžeme uviesť meranie guľovej plochy v strede krivosti, kde Foucault zhasína zrkadlo naraz a Ronchiho čiary sú rovné.

K docieleniu nulového testu zväčša potrebujeme jednu pomocnú rovinnú plochu. Meranie robíme v ohnisku zrkadla, kde paraboloid má nulovú sférickú aberáciu pre lúče, ktoré prichádzajú z nekonečna. Rovnobežný zväzok lúčov si vytvoríme pomocou zrkadla, ktoré chceme zmerať. Do jeho ohniska umiestnime zdroj svetla (Foucault, Ronchi) a po odraze od zrkadla dostávame rovnobežný zväzok lúčov. Do cesty tohto zväzku lúčov postavíme rovinnú optickú plochu, kolmú na optickú os (obr. **30**). Zrkadlo odrazí lúče späť na meranú plochu. Nakoľko sa lúč odráža na meranej ploche 2 ×, je táto skúška dvojnásobne citlivá. Guľové zrkadlo sa prejavuje ako sploštený elipsoid (obr. **21d**, Kozmos 4/1987, str. 136), parabola bude mať pruhy rovné (Foucault zhasína naraz) a preparabolizované zrkadlo sa bude javiť ako keby sme merali paraboloid v strede krivosti.

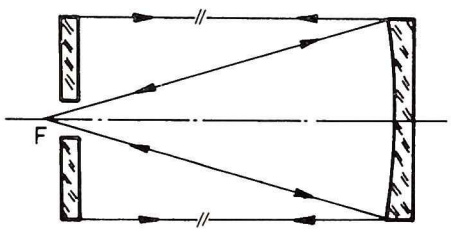
Nie každý brusič má prístup ku kvalitnej rovinnej ploche. Môže ju nahradiť hladinou ortuti manipulácia s týmto kovom nie je však bezpečná, pretože výpary ortuti sú jedovaté. Lepšie je pripraviť si rovnobežný zväzok lúčov pomocou druhého parabolického zrkadla, ktoré sa dá ľahšie zohnať. Do ohniska **F** tohto zrkadla umiestnime bodový svetelný zdroj (obr. **31**). Ako svetelný zdroj môžeme použiť 5 W žiarovku, pred ktorú umiestnime tienidlo z alobalu, do ktorého ihlou urobíme dierku, alebo do ohniska zavesíme vyleštenú ložiskovú guličku, na ktorú namierime ostrý zväzok lúčov. Meranie robíme v úplnej tme. Veľmi jednoduchý spôsob môžu použiť tí, ktorí majú hotový tubus a aspoň základ montáže. Ak umiestnime presne pred ohnisko Ronchiho mriežku a ďalekohľad namierime na jasnú hviezdu, môžeme pri kvalitnom optickom systéme pozorovať rovné pruhy. Nesmieme však vybrať miesto hviezdy nejakú planétu (plošný zdroj), pretože by nám pri meraní vznikli chyby.

MERANIE VYPUKLÝCH PLÔCH

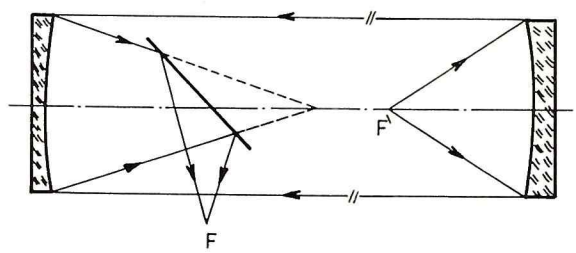
Ak sa uspokojíme s Newtonovým ďalekohľadom, na jeho konštrukciu nám postačí parabolické zrkadlo a pomocné rovinné eliptické zrkadlo (v núdzi i hranol). Pri Cassegraine musíme merať vypuklé sekundárne zrkadlo — hyperboloid. Všetky viaačlenné objektívy možno merať v sústave s pomocnou optickou rovinou, alebo priamo nasmerovaním na hviezdu. Definitívnu figuráciu by sme vždy mali skončiť jednou z týchto metód, aby sme korekciou sekundárnej plochy dokorigovali možné chyby primárneho zrkadla. Pri výrobe však potrebujeme aspoň orientačne poznať tvar a kvalitu plochy. Na meranie však potrebujeme pamätať už pri výbere skla. Výhodné je, keď disk skla, ktorý použijeme na brúsenie sekundárneho vypuklého zrkadla, má na zadnej strane optickú rovinnú plochu, na ktorej je nanesená odrazná vrstva — napríklad kvalitná zrkadlovina. Môžeme si pomôcť i tak, že si sami postriebrime sklený disk. Dusičnan strieborný sa dá získať v lekárni, kde ho majú vo forme tyčiniek — Lapis (návod na pokovovanie je v Říši hvězd 4/1960). Na pokovovanú plochu pritmelíme krycie sklo, aby sme ju pri rezaní a brúsení nepoškodili. Vypuklú plochu brúsime na opačnej strane optickej roviny (obr. **32a**). Len hyperboloid láme lúče tak, že dopadajú kolmo na odraznú rovinnú plochu a vra-



Obr. 29



Obr. 30

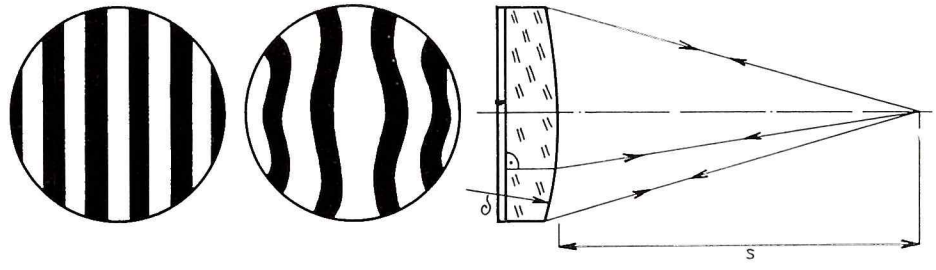


Obr. 31

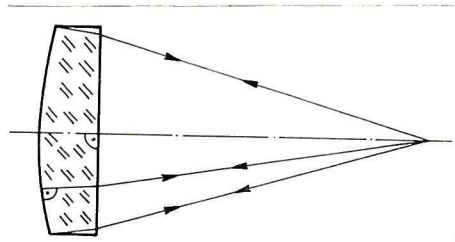
cajú sa v tom istom smere. Metóda je dvojnásobne presná. Na obr. **32b** je tvar Ronchiho čiar pre guľovú plochu, **32c** pre hyperbolickú. Podobný výsledok dosiahneme, keď budeme odraznú plochu merať ako duté zrkadlo (obr. **33**).

Ak brúsime sekundárne zrkadlo z kvalitného zrkadlového skla, nemusí byť zadná plocha ideálne rovná. Tvar plochy zisťujeme skôr informatívne, zameriavame sa na hľadanie zonálnych vád — zväčša na okrajoch — a definitívnu figuráciu urobíme až v zostave celého systému. V oboch popísaných metódach používame monochromatické svetlo, pretože plochu meriame ako šošovku a v bielom svetle by boli Ronchiho čiary rozostreté farebnou interferenciou.

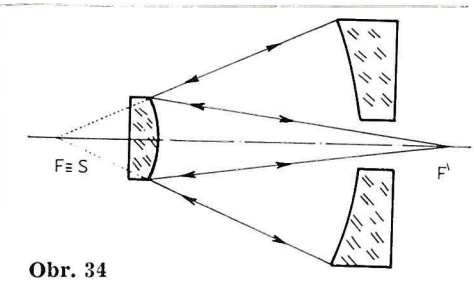
Rovnako i pre vypuklý hyperboloid jestvuje nulový test. Vezmeme duté guľové zrkadlo pre Cassegrain, alebo na privedenie svetla použijeme podobnú zostavu, ako je na obr. **31.** Testované zrkadlo umiestnime pred jeho stred krivosti tak, aby jedno ohnisko testovaného pomocného zrkadla bolo totožné so stredom krivosti dutého zrkadla. V jeho sekundárnom ohnisku **F** dostaneme rovné Ronchiho čiary (obr. **34**). Pre všetky typy kužeľosečiek platí, že predmet umiestnený v jednom z ich ohnísk sa zobrazí do druhého ohniska bez optických vád (porovnaj optické systémy Cassegrain a Gregory).



Obr. 32



Obr. 33



Obr. 34

ŠPECIFIKÁCIA VIZUÁLNEHO POZOROVANIA

Vizuálny ďalekohľad sa skladá z okulára a objektívu. Objektív môže byť buď šošovkový alebo zrkadlový. Objektív zobrazí vo svojej ohniskovej rovine obraz pozorovaného objektu. Tento obraz sledujeme okulárom — lupou. Pre pozorovanie potrebujeme vedieť, akým zväčšením disponujeme. Môžeme si to zistiť pomocou pozorovania dvoch hviezd, ktorých uhlová vzdialenosť je α. Nech optická os mieri presne na jednu z hviezd. Do objektívu dopadá rovnobežný zväzok lúčov, ktorý má priemer **D** rovný priemeru objektívu (vstupná pupila). Z okulára ďalekohľadu tento zväzok vychádza tiež rovnobežne a má priemer **d.** Tento zväzok dopadá cez očnú šošovku na sietnicu, kde pozorujeme obraz predmetu, pričom oko je zaostrené na nekonečno. Zväzok lúčov prichádzajúcich od druhej hviezdy je odklonený o uhol $\alpha' > \alpha$. Voľným okom teda sledujeme hviezdy pod uhlom α, ďalekohľadom pod uhlom α'. Uhlové zväčšenie ďalekohľadu je

$$Z = \frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha}$$

pri malých uhloch

$$Z = \frac{\alpha'}{\alpha} \text{ (v radiánoch).}$$

Keď namierime ďalekohľad cez deň na oblohu, pozorujeme vo väčšej vzdialenosti za okulárom svetelný krúžok, čo je okulárom zobrazená výstupná pupila ďalekohľadu. Nazýva sa tiež okulárový alebo Ramsdenov krúžok. Zväčšenie ďalekohľadu sa dá vypočítať aj zo vzorcov

$$Z = \frac{F}{f}$$

alebo

$$Z = \frac{D}{d}$$

kde **F** je ohnisková vzdialenosť objektívu, **f** okuláru, **D** je vstupná pupila objektívu, **d** výstupná pupila okuláru. Dalo by sa z toho usúdiť, že nejestvuje žiadna hranica, ktorá by mala vplyv na hodnotu zväčšenia. Od určitej veľkosti zväčšenia je však toto zväčšenie neužitočné, keď sa síce zväčšuje veľkosť obrazu, ale nepozorujeme viac detailov. Maximálna užitočná hodnota **Z** závisí len na priemere objektívu a je rovná

$$Z_{max.} = 1{,}4\ D,$$

kde **D** je vyjadrené v milimetroch. V tom prípade výstupná pupila ďalekohľadu má priemer **d** = 7 mm. Toto zväčšenie nazval D. D. Maksutov limitné. Ak zmenšujeme hodnotu **Z,** rastie veľkosť **d.** Pretože najväčší priemer zornice oka, ktoré je adaptované na tmu, je 6 mm; ak je **d** > 6 mm, potom opäť dostávame neužitočné zväčšenie, lebo niektoré lúče sa do oka nedostanú. Platí teda:

$$Z_{min.} = \frac{D}{6}$$

kde **D** je v milimetroch.

Rovnako aj rozlišovacia schopnosť ďalekohľadu Ψ závisí na priemere objektívu ďalekohľadu. Je to najmenší uhol, ktorý sa daným objektívom dá rozlíšiť.

$$\Psi = \frac{114''}{D}$$

D je v milimetroch, Ψ v uhlových sekundách. Pre ďalekohľad s priemerom objektívu 180 mm možno na povrchu Mesiaca rozlíšiť detaily veľkosti 1500 m.

Ak nás zaujíma teoretický dosah magnitúd nášho ďalekohľadu, môžeme si ho vypočítať zo vzťahu

$$m_{viz} = 6{,}5^m + 2{,}5 \,.\, \log \left[(1\text{-}k) \,.\, \frac{D^2}{d_o^2} \right]$$

kde **D** je priemer objektívu v milimetroch, d_o je priemer zornice oka (zväčša 6 mm), **k** je hodnota, ktorá vyjadruje straty na optických plochách — zväčša 0,4, čiže 40 % svetla, ktoré vstupuje do ďalekohľadu sa stráca na optických rozhraniach (pre jedno rozhranie, na ktorom nie je antireflexná vrstva je to 7 %). Hodnota rozdielu (1-k) $\doteq$ 0,6.

Pre presnejší odhad expozície pomocou ďalekohľadu potrebujeme vedieť jeho svetelnosť, ktorú vypočítame

$$a = \frac{F}{D}$$

D je priemer objektívu v milimetroch, **F** ohnisková vzdialenosť. Bezrozmerné číslo, ktoré dostaneme, je svetelnosť vo vyjadrení 1 : a. (Zrkadlo D = 150 mm, F = 1200 mm má svetelnosť 1 : 8.)

Literatúra

D. D. Maksutov — Izgotovlenije i issledovanije astronomičeskoj optiki. Moskva, Nauka 1984

N. N. Michelson — Optičeskije teleskopi teorija i konstrukcija, Moskva, Nauka 1976

H. Shapley — Amateur Telescope Making Book 1–3

G. M. Popov — Optičeskije poverchnosti v astronomičeskoj optike, Moskva, Nauka 1980

Ing. J. Götz — Broušení a leštění skla, Praha, SNTL 1963

J. a V. Erhartoví — Amatérské astronomické dalekohledy, Praha, SNTL 1955

Články

dr. V. Raušal — Zhotovení astronomického zrcadla, ŘH 1–11/1977

Ing. S. Matoušek — Jednoduchý způsob tvarové kontroly Cassegrainova sekundáru, Jemná mechanika a optika 4/61

Ing. S. Matoušek — Stříbření zrcadla, ŘH 4/1960

D. Stoltzmann — Foucault Knife-Edge Testing for Concave Mirros. Telescope Making 23. str. 8

L. Schmadel — Ein Ronchi Null-Test für Parabolspiegel, Sterne und Weltraum 2/1972, str. 399

L. Schmadel — Zur quantitativen Optikprüfung durch den klassischen Hartmann-Test, Sterne und Weltraum 1/1977

B. ŠTEC, V. PORUBČAN, M. ANTAL

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM ĎALEKOHĽADOM FOTOAPARÁTOM

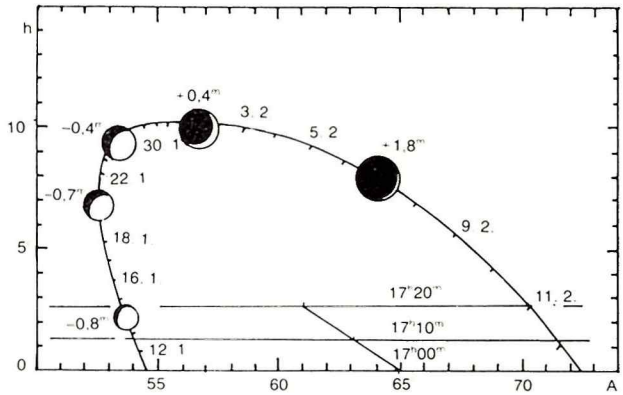
V decembri **Merkúr** nie je pozorovateľný. Od Zeme sa vzďaľuje a blíži sa do hornej konjunkcie so Slnkom, ktorá nastáva 23. 12. Od Zeme bude vtedy Merkúr vzdialený 1,446 AU a v nasledujúcom období sa bude k Zemi približovať. V najväčšej východnej elongácii bude 26. 1. 1988. Na oblohe bude vtedy len 19° od Slnka. Pozorovať ho bude možné v období od 16. 1. do 9. 2. večer tesne po západe Slnka nad juhovýchodným obzorom. V čase najväčšej elongácie bude Merkúr od Zeme vzdialený 0,895 AU a jasnosť bude mať $-0{,}4^m$.

Obdobie veľmi zlej viditeľnosti **Venuše** sa končí. V decembri je viditeľná nízko nad západným obzorom a zapadá asi o 18. hod. V januári je už situácia podstatne lepšia. Venuša bude na západnej oblohe žiariť ako Večernica jasnosti $-3{,}5^m$. Pretože fázu bude mať blízku 0,8, v ďalekohľade sa bude javiť ako kruh. Jej uhlový priemer je koncom januára 13″ a vzdialenosť od Zeme 1,2 AU. 22. 12. o 23^h nastane konjunkcia s Mesiacom (Venuša 2,5° severne). Planéta bude vtedy už pod obzorom, ale priblíženie oboch telies bude viditeľné ešte skôr než zapadnú. Mesiac bude 2 dni po nove. Ďalšia konjunkcia s Mesiacom nastane 21. 1. 1988 o 20^h25^m, keď bude Mesiac 2 dni po nove. Venuša bude od neho iba 0.07° severne. Úkaz opäť nastane tesne pod obzorom — Venuša zapadá o 20^h. Pozorovať môžeme iba ich priblíženie.

Slnko vstupuje 22. 12. o 10^h46^m do znamenia Kozorožca, prejde cez najnižší bod svojej dráhy na ekliptike a jeho deklinácia začne opäť vzrastať. Tento okamih nazývame zimným slnovratom a znamená to začiatok astronomickej zimy. 4. 1. sa Zem dostáva na obežnej dráhe okolo Slnka do perihélia. V tomto bode je k Slnku najbližšie — iba 0,983252 AU (147,092 miliónov km).

Mars sa nachádza na rannej oblohe. Po konjunkcii so Slnkom, ktorá nastala v auguste 1987 sa približuje k Zemi a uhlovo sa vzďaľuje od Slnka. Podmienky na jeho pozorovanie sa trochu zlepšujú, aj keď sa deklinácia Marsu postupne zmenšuje. Vychádza na juhovýchode po 4. hodine. Na prelome roku má jasnosť $+1{,}8^m$ a od Zeme je vzdialený 2.1 AU. Uhlový priemer kotúčika planéty je 4,4″. Mars sa pohybuje v súhvezdí Váh, v januári prechádza do súhvezdia Škorpióna. 16. 12. nastane konjunkcia Marsu s hviezdou Zuben Elgenubi (alfa súhvezdia Váhy). Hviezda má jasnosť $+2{,}9^m$ a od Marsu bude 0,3° južne. 17. 12. o 22^h Mars bude v konjunkcii s Mesiacom. Priblíženie budeme môcť vidieť ráno 18. 12. Mesiac bude 2 dni pred novom.

Jupiter je po októbrovej opozícii. Od Zeme sa vzďaľuje a každým dňom kulminuje o niečo skôr. Začiatkom decembra kulminuje o 20^h, začiatkom nového roka o 18^h30^m a na konci januára o 17^h. Pohybuje sa v súhvezdí Rýb a jeho kotúčik jasnosti $-2{,}3^m$ uvidíme pod uhlom 40″. Na začiatku roka je Jupiter vo vzdialenosti 4,7 AU od Zeme. 28. 12.



o 16^h nastane konjunkcia Jupitera s Mesiacom, planéta bude 3,7° južne. Úkaz bude veľmi dobre pozorovateľný, pretože Slnko zapadá už o 16^h. Mesiac bude 1 deň po prvej štvrti. V decembri a januári môžeme dobre pozorovať štyri najväčšie Jupiterove mesiace i podrobnosti na povrchu planéty.

Ostatné vonkajšie planéty sú pozorovateľné veľmi zle, alebo vôbec nie. Na konci roka sa dostávajú do konjunkcie so Slnkom.

Konjunkcia **Saturna** so Slnkom nastane 16. 12. Od Zeme bude vzdialený 11 AU. Pohybuje sa v súhvezdí Hadonosa. Na rannej oblohe sa objaví až v januári. Koncom mesiaca vychádza už o 5^h30^m. Od Zeme bude vo vzdialenosti 10,8 AU, jasnosť bude mať $+0{,}8^m$. Jeho prstenec bude mať na oblohe rozmery 34,8″×15,6″ a kotúčik planéty bude mať polárny uhlový priemer 13,7″. 17. 1. o $5{,}1^h$ nastane jeho konjunkcia s Mesiacom (Saturn bude 6° severne). Pretože planéta bude ešte pod obzorom (vychádza o $6{,}1^h$), uvidíme iba priblíženie oboch telies. Mesiac bude 2 dni pred novom.

Urán sa dostane do konjunkcie so Slnkom 19. 12. a **Neptún** 29. 12. 16. 12. o 4^h sa **Mesiac** dostane do konjunkcie s hviezdou Spika (alfa Panny). Hviezda bude 0,1° severne. Mesiac bude 4 dni pred novom. Celý úkaz bude veľmi dobre pozorovateľný, takže si ho v prípade priaznivého počasia nenechajte ujsť.

Planétky

V priaznivej polohe voči Zemi je v decembri a v januári planétka č. 4 **Vesta,** ktorá býva zo všetkých planétiek najjasnejšia. Do opozície sa dostane 22. 1. Jasnosť bude dosahovať $+6{,}5^m$ a na oblohe ju bude možné pozorovať v blízkosti otvorenej hviezdokopy M 44 — Praesepe v súhvezdí Raka. Ak budete fotografovať túto oblasť oblohy, planétka sa na snímkach prezradí zmenou polohy voči hviezdam.

Objekty zimnej oblohy

Pretože Slnko v zimných mesiacoch zapadá o 16^h, astronomická noc nastáva okolo 18^h, takže pozorovať nočnú oblohu môžeme veľmi zavčasu. Slabý slnečný svit nerozohreje spodné vrstvy atmosféry, a preto turbulenciu vzduchu spôsobujú iba komíny a podobné tepelné zdroje.. Je teda vhodný čas na prehliadku večernej oblohy. Po západe Slnka, už keď sa stmieva, vidíme Venušu, prípadne Mesiac. Venuša je pri svojej jasnosti výrazným objektom. Na jej povrchu však neuvidíme žiadne podrobnosti a nerozoznáme ani jej fázu. Ak sa na Venušu budeme pozerať ďalekohľadom ešte pred zotmením, uvidíme ju lepšie, lebo rozptýlené svetlo oblohy zmierni kontrast jej jasu. V druhej polovici januára a začiatkom februára nezabudnime na Merkúr. Po západe Slnka, pri väčšom zväčšení ďalekohľadu určite rozoznáme i jeho fázu. Pri hľadaní Merkúra sa možno orientovať podľa priloženého obrázku.

Zotmelo sa a hoci je zima, nad západným obzorom výrazne svieti letný trojuholník (Deneb, Vega a Altair), najjasnejšie hviezdy súhvezdí Labute, Lýry a Orla. Naporúdzi sú tu i dvojhviezdy v Lýre a Labuti, planetárne hmloviny v Lýre a v Líštičke. Nad južným obzorom dominuje Pegasov štvorec. Andromédе kraľuje najbližšia z veľkých galaxií — M 31 so svojimi sprievodcami (vidno ju i voľným okom), južnejšie v Trojuholníku je Vírová galaxia M 33. V blízkosti zenitu je výrazné dvojité W súhvezdia Kasiopeja a Perzeus. I bez ďalekohľadu uvidíme medzi nimi otvorenú hviezdokopu chí a h Perzea. V Povozníkovi sú ďalšie pekné otvorené hviezdokopy.

Na východe sa medzitým vynárajú súhvezdia zimnej oblohy. Zimný trojuholník tvoria hviezdy Prokyon, Betelgeuze a Sírius — najjasnejšie hviezdy v súhvezdiach Malý pes, Orión a Veľký pes. Nad východným obzorom je súhvezdie Býka, známe krásnymi otvorenými hviezdokopami — Plejády a Hyády. Je v ňom i Krabia hmlovina (M1) zvyšok po supernove. Potom sa spoza obzoru vynára dvojica jasných hviezd Castor a Pollux v súhvezdí Blížencov a azda najvýraznejšie súhvezdie oblohy — Orión, pripomínajúce motýľa. Nenechajte si ujsť pohľad na hmlovinu M 42 v meči Orióna a v nej zoskupenie hviezd zvané Trapéz. Prehliadku večernej oblohy môžete zakončiť pohľadom na krásnu otvorenú hviezdokopu M 44 — Praesepe v súhvezdí Raka a stúpajúce najznámejšie zoskupenie hviezd Severnej oblohy — Veľký voz, ktorý je najvýraznejšou časťou súhvezdia Veľká medvedica — Ursa Maior.

Meteory

V decembri možno pozorovať jeden z najvýraznejších meteorických rojov — Geminidy. Roj je v činnosti takmer dva týždne (4. 12.—16. 12.) a maximum sa očakáva 14. 12. Avšak tohtoročné pozorovania Geminíd budú rušené Mesiacom, ktorý je na začiatku činnosti roja v splne a v maxime roja v poslednej štvrti. Podstatne lepšie podmienky budú počas činnosti ďalšieho decembrového meteorického roja — Urzíd (17. 12.—24. 12.). V ich maxime, ktoré sa očakáva 23. 12., bude Mesiac krátko po nove. Začiatkom januára sú v činnosti Kvadrantidy (1. 1.—5. 1.) s maximom 4. 1. Patria medzi výrazné meteorické roje, ale podobne ako Geminidy budú veľmi rušené Mesiacom.

Nová kométa

Kométa 1987s, ktorú objavil 11. augusta A. Bradfield, mala by (podľa predpovede z 3. septembra) dosiahnuť koncom novembra a začiatkom decembra jasnosť $5{,}9^m$–$5{,}4^m$. Hoci kométy sú nevyspytateľné a predpovedanie ich jasnosti neisté, pre každý prípad uverejňujeme mapku, podľa ktorej možno kométu – ak bude dosť jasná – nájsť na oblohe. Podľa predbežných výpočtov má kométa tieto parametre dráhy:

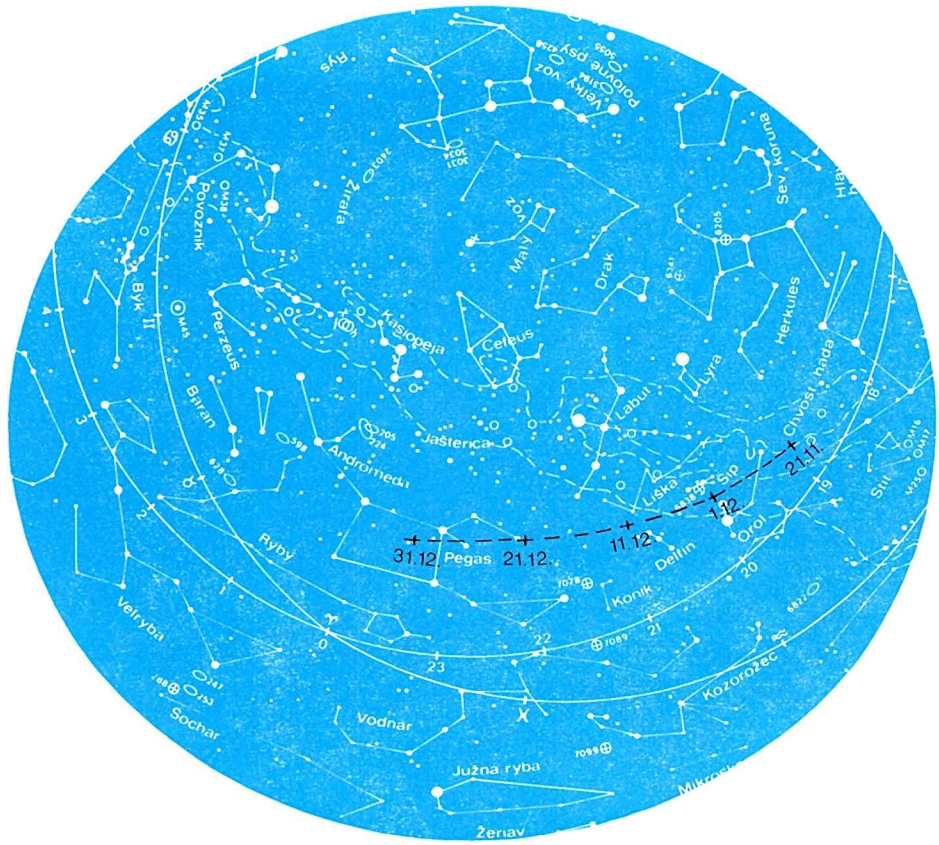
T = 7,117. novembra 1987
q = 0,87094 AU
ω = 73,672° (1950.0)
Ω = 267,356
i = 44,080

Polohy kométy koncom roka 1987

deň	α	δ	m
21. 11.	$18^h55{,}27^m$	+ 09°50,1′	$5{,}4^m$
1. 12.	19 51,34	+ 15 24,7	
11. 12.	20 57,41	+ 20 32,1	5,9
21. 12.	22 09,86	+ 24 13,9	
31. 12.	23 20,46	+ 25 58,8	7,0

Začiatkom septembra bola kométa dobre viditeľná ďalekohľadom väčšej svetelnosti nízko nad juhozápadným obzorom v blízkosti α Lib, iba krátko koncom súmraku.

Je to už trinásta kométa, ktorú objavil A. Bradfield, ktorý sa tým stal najúspešnejším objaviteľom komét v tomto storočí.



HISTORICKÝ KALENDÁR

Objav pulzarov (1967)

Rádioastronómovia v Cambridge mali v úmysle zistiť tzv. „medziplanetárnu scintiláciu", spôsobenú malými mračnami plazmy (v rozmeroch asi 100 km²), a určiť rýchlosť a veľkosť týchto mračien. Preto v lete roku 1967 vybudovali 2048 malých dipólov, ktoré umiestnili na ploche 470 × 45 m. Polovica dipólov bola usporiadaná ako interferometer na vlnách 81,5 MHz v pásme 3,7 m.

Zakrátko sa podarilo zachytiť zvláštne signály, ktoré sa vyskytli vždy na tej istej deklinácii a rektascenzii na oblohe. Po odstránení všetkých možných pozemských zdrojov došlo sa k záveru, že sa jedná o celkom zvláštne a doposiaľ nezachytené signály, ktoré kvôli nulovej paralaxe nemohli sa nachádzať vo vnútri slnečnej sústavy. Tieto signály sa v priebehu roka 1967 dôkladne študovali a 24. februára 1968 bola o nich uverejnená správa v Nature pod titulom: „Pozorovanie rýchlo pulzujúceho rádiového zdroja". Autormi článku boli A. Hewish a Miss S. J. Bell (a ďalší dvaja). Zdroj vysielal rádiové pulzy zo súhvezdia Líštička (Vulpecula).

Najpodivnejšia bola mimoriadna pravidelnosť pulzov: každú dobu T (T = 1,3372795 ± 0,0000020 sekundy) bol vyslaný jeden signál; jeho presnosť sa dala porovnať s chodom atómových hodín. Vylúčením vlastného pohybu Zeme sa zistilo, že zdroj sám nevykonáva žiaden pohyb – nebola to teda zložka dvojhviezdy. Pravidelnosť pulzov bola v rozpore s nepravidelnosťou intenzity pulzov. Podivné rádiové zdroje boli nazvané pulzary.

Čo sú to pulzary? Sú to azda signály nejakých rozumných bytostí, žijúcich vo vesmíre – signály malých zelených mužíkov (LGM – Little Green Men)? Ako by však takéto bytosti mohli vysielať tak obrovskú energiu? Veď výkon pulzarov je 10^{22} W, čo je asi 10^{10}-krát viac ako výkon doteraz vytvorený celým ľudstvom a asi len 10^4-krát menej ako výkon Slnka!

Ukázalo sa, že správnym vysvetlením pre tak krátky časový mechanizmus (napr. pulzar v Krabej hmlovine má periódu 0,033 sekundy) môže byť len rotácia kompaktného, veľmi malého, ale veľmi hmotného objektu. Vyplýva to zo skutočnosti, že odstredivá sila na povrchu pulzaru nemôže byť väčšia ako je gravitačná (dostredivá) sila. Pre objekt hmotnosti Slnka vychádza polomer menší ako 100 km.

Ešte si musíme vysvetliť obrovské množstvo energie vyžiarenej pulzarom. Energia rotujúceho telesa o hmotnosti Slnka a polomere menšom ako 100 km, s periódou rotácie pod desatinu sekundy, je rádove 10^{38} Joulov, čo predstavuje žiarenie o výkone 10^{22} W po dobu 10^9 rokov. Žiarivú energiu pulzaru môžeme vysvetliť premenou kinetickej (rotačnej) energie na energiu žiarivú.

Landau, sovietsky fyzik, ešte v roku 1932, hneď po objavení neutrónov Chadwickom, poukázal na to, že musia existovať neutrónové hviezdy ako záverečné štádiá vývoja niektorých hviezd. Pre svoje úvahy o neutrónových hviezdach podal aj teoretické zdôvodnenia a popis týchto hviezd.

Na základe zistenia, že hustota pulzaru o hmotnosti Slnka a polomere menšom ako 100 km musí byť obrovská a blíži sa k hustote atómového jadra, usúdilo sa, že pulzary sú neutrónové hviezdy veľmi malých rozmerov a obrovskej hustoty, s hmotnosťou porovnateľnou s hmotnosťou hviezd. Vyžarujú energiu rádove 10^3–10^4-krát menšiu ako Slnko.

V krátkosti si ešte povedzme, ako vzniká žiarenie v neutrónových hviezdach – akým mechanizmom sa mení rotačná (kinetická) energia na energiu žiarivú: Neutrónové hviezdy majú veľmi silné magnetické pole, ktoré sa vytvára už pri ich zrode. Ak hviezda mala magnetické pole už pred kolapsom, pri kolapse sa veľmi intenzívne stlačilo do malého objemu a tým prudko stúpla jeho intenzita (ak intenzita magnetického poľa hviezdy bola pôvodne napríklad 1 gauss a polomer hviezdy sa zmenšil na 10 km, potom intenzita magnetického poľa stúpla na 10^{12} gaussov!) S rotujúcou hviezdou rotujú aj magnetické siločiary, ktoré sú vo hviezde „zamrznuté" a zachytávaním elektrónov vo vnútri hviezdy vytvárajú elektrické prúdy, ktoré vysielajú dlhovlnné elektromagnetické žiarenie s kmitočtom rovným frekvencii rotácie pulzaru. Neutrónová hviezda je teda vlastne rotujúcim dipólom, ktorý vyžaruje elektromagnetické žiarenie; koncami dipólu sú magnetické siločiary v miestach, kde vystupujú z hviezdy.

Objav pulzarov – vlastne neutrónových hviezd – ktoré boli predpovedané už pred 55 rokmi a objavené pred 20 rokmi, je veľkým úspechom modernej astronómie. Podarilo sa objasniť procesy, ku ktorým u niektorých hviezd dochádza pri ich kolapse; prakticky sa overilo, ako sa chová hmota pri extrémnych hustotách a tlakoch a podarilo sa zodpovedať na mnohé otázky fyziky vysokých energií.

RNDr. Elemír Csere

Obsah ročníka 1987

KOZMOLÓGIA A STELÁRNA ASTRONÓMIA
Astronómovia hľadajú tmu — J. Žižňovský 1/2
Dlhodobá fotometria na La Silla — M. Zboril 1/14
Nová metóda merania Hubblovej konštanty — J. Štohl 1/17
Obežná doba 685 sekúnd — J. Žižňovský 2/39
Horúci model vzniku galaxií . . . 2/39
Čo chýba našej stelárnej astronómii — J. Zverko 3/75
Meranie priemerov hviezd 10 cm ďalekohľadom — J. Rybák 3/75
Čierna diera konečne objavená? — M. Zboril 3/81
Predsa mal Einstein pravdu? — D. Novocký 3/82
Z čiernej diery superstruna — D. Chochol 3/85
Supernova 1987A vo Veľkom Magellanovom oblaku — T. Fabini, D. Kubáček 4/112
Prvé spektrá supernovy — D. Kubáček 4/116
Automatizované hľadanie supernov — V. Porubčan 4/116
Ako vybuchuje supernova — T. Fabini, K. Rosová 4/117
Neutrína zo supernovy — V. Pohánka 4/122
Medzihviezdny plyn v špirálových galaxiách — Z. Matta 4/122
Hľadanie ďalekých kvazarov . . . 4/123
Spor o predchodcu — P. Koubský . . 5/147
Najstaršie novy — Z. Urban . . . 5/151
Záhada objektu VB—8B 5/156
Nadmerná svietivosť rádiogalaxií — M. Zboril 5/157
Gama žiarenie z Her X-1 — Z. Komárek 5/157
Kvazar nového typu 5/158
Rádiová hmlovina spojená s Cir X-1 — Z. Komárek 5/158
Pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom 6-metrovým ďalekohľadom — Z. Komárek 6/195

SLNKO
Koľko je zlata na Slnku — J. Zverko 3/87
Hľadanie „dvojníkov" Slnka — D. Kubáček 5/149
Výskum Slnka po sibírsky — M. Rybanský 6/206

PLANÉTY A MESIACE
Zvrásnená tvár Evropy — M. Šolc . . 1/16
Tri ďalšie mesiačiky Saturnovej rodiny — V. Pohánka 2/51
Zatmenie Mesiaca 17. 10. 1986 — Ľ. Hutta 2/61
Ako vznikol Mesiac? — Z. Komárek . 3/81
Na pamiatku obetí Challengera . . 3/83
Koľko planetárnych sústav objavíme — J. Žižňovský 3/83
Metódy hľadania planetárnych sústav 3/85
Pluto a Cháron presnejšie — V. Pohánka 4/111
Portrét Venuše — O. N. Ržiga a kol. 6/187
Medzníky vo výskume Venuše — Z. Pokorný 6/188

MEDZIPLANETÁRNA HMOTA
Štvrtý fotografovaný pád meteoritu — P. Spurný 1/15
Dva nové asteroidy Aten a Apollo — V. Porubčan 1/17
Halleyova kométa na Heidelberskom sympóziu — Ľ. Kresák 2/43
Stopy v kráteroch — V. L. Masajtis 3/79
Kvadrantidy '87 — E. Gombala . . . 3/105
Sluneční analogy pro Halleyovou kometu — M. Wolf 5/150
Ako rotuje jadro Halleyovej kométy? — Ľ. Kresák 6/194

KOZMONAUTIKA
Sklamanie v NASA 5/156
Gagarin — Fakty a mýty — V. Piussi 5/159
Isteže, vyberali aj tvár — J. Jevtušenko 5/160

AMATÉRSKA ASTRONÓMIA
Tri vzdušné zámky na Eselbergu — E. Gindl 1/19
Randevú ďalekohľadov — Ľ. Hutta . . 1/26
Pozorovací praktikum 1987 — J. Hollan 2/68
Zasa bude Ebicykl 2/68
Astrofoto '86 — P. Augustín 3/86
Podmienky súťaže Astrofoto '87 . . 3/87
Pozorovací praktikum, Čingov 1987 — J. Hollan, P. Augustín 3/101
Astronómia v Brne 4/141
Klasik astronomickej optiky — rozhovor s V. Erhartom — Ľ. Hutta . . 5/162
Astronomická fotografia v Rimavskej Sobote 5/164
Hviezdy na Bezovci 5/165
Slnko v Prešove 5/165
Tretia kupola pre šťastný ďalekohľad — E. Gindl 5/172
Stretnutie na Čingove — Ľ. Hutta . 6/207
Prázdniny s astronómiou 6/208
Zatvárajte, už idú! — M. Silný . . . 6/209

NÁVODY
Brúsenie astronomických zrkadiel — V. Přibyl —
1. časť 1/24
2. časť 2/65
3. časť 3/98
4. časť 4/134
5. časť 5/166
6. časť 6/212
Kutterov mimoosový systém — B. Reichmann 1/30
Meniskový kompenzátor — J. Procházka 2/56
Efemeridy — R. Vallo 2/57
Farebné negatívy — M. Kment . . . 2/59
Nepriama metóda pointácie komét — M. Znášik 3/104
Tajomstvá pozorovania tmavej oblohy — J. Borošová 4/138

NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE
Reflektor 257/1500 — J. Fabricius . . 2/65
Reflektor 225/1325 a iné — J. Vnučko 4/128
Newton 164/1200 — J. Paš 5/169
Dalekohled v podkroví — Z. Štorek . 6/210

ÚVODNÍKY
Kozmologická singularita — J. Dubnička 1/1
Slnko na štíte — V. Rušin 2/37
MIR medzinárodne — S. Kužel . . . 3/73
Kozmonautika — sen a skutočnosť — M. Grün 4/109
Energija — prvá návratná raketa — M. Grün 5/145
Sovietska astronómia v uplynulom desaťročí — A. A. Bojarčuk, L. I. Antipova 6/181

RÔZNE
Európa pod Južným krížom . . . 1/7
8. celoštátny slnečný seminár — M. Rybanský 1/17
10. zjazd československej astronomickej spoločnosti pri ČSAV . . . 1/35
Za Štefanom Kochanom 1/35
Sto astronomických omylov uvedených na pravou míru 2/49
Amatérska hvezdáreň s troma kupolami 2/60
Svedectvá dávnej katastrofy — T. Fabini 3/76
Vírusy z vesmíru — A. Hajduk . . . 3/84
Predzvesť zemetrasenia 3/84
Fotografia v astronómii — E. Csere . 3/93
Báječný vynález fotografie 3/94
Projektory dobývajú kozmos . . . 3/100
Mezinárodní setkání v Praze — P. Lála 4/123
Pol života s astronómiou — E. Gindl 4/130
Petřínská hvězdárna s novou kopulí — M. Soukupová 4/133
Prechod Merkúra popred Slnko — G. Okša 4/141
O hviezdach a ľuďoch — Ľ. Hric, A. Kučera 4/142
Medzinárodná škola pre mladých astronómov — A. Kučera, L. Hric 4/144
Ďalší ďalekohľad na Mauna Kea? . . 5/156
Prvý šéfredaktor Kozmosu jubiluje . 5/178
Člen korešpondent SAV Ľubor Kresák 60-ročný 5/179
Momentky z pražského stretnutia európskych astronómov 6/193
Symbiotické hviezdy medzinárodne — Z. Komárek 6/195
Sanglok — astronomická dominanta v predhorí Pamíru — V. Porubčan 6/196
Astronomické observatóriá v ZSSR . 6/198
Andrej Borisovič Severnyj (1913—1987) — Z. Komárek 6/216

Andrej Borisovič Severnyj

(1913—1987)

4. apríla tohto roku zomrel významný sovietsky astrofyzik, riaditeľ Krymského astrofyzikálneho observatória AV ZSSR, akademik A. B. Severnyj

Na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu začal pracovať tesne po vojne, keď ako 33-ročný obhájil titul doktora vied. Zúčastňoval sa na vybudovaní observatória v Simeize, kde začal pracovať v oblasti fyziky Slnka. Spolu s A. B. Glisargom zostrojil a umiestnil na koronografe interferenčno-polarizačný filter, pomocou ktorého sa po prvý raz robili kvantitatívne spektrálne výskumy slnečných erupcií. Systematické pozorovania magnetických polí na Slnku umožnili objaviť, že najsilnejšie erupcie vznikajú pozdĺž neutrálnej línie magnetických polí. Táto práca bola základom metodiky predpovedania slnečných erupcií, čo malo veľký význam pre bezpečnosť pilotovaných letov. Za práce v oblasti fyziky Slnka, konkrétne za spektrálny výskum chromosférických erupcií, dostal A. B. Severnyj spolu s E. R. Mustelom Štátnu cenu ZSSR. Podľa projektu A. B. Severného bol skonštruovaný jeden z najväčších vežových ďalekohľadov na svete. Týmto prístrojom objavil A. B. Severnyj s kolektívom spolupracovníkov globálne oscilácie Slnka s periódou 160 minút a amplitúdou 60 km. Za osobnej účasti akademika Severného sa skonštruovali na krymskom observatóriu aj prístroje, ktoré úspešne pracovali aj na družiciach (séria Kozmos, Lunochod 2, Saľut 4, Prognoz 6 a 7).

Vedecké zásluhy A. B. Severného získali široké medzinárodné uznanie. Bol akademikom Medzinárodnej astronautickej únie, Göttingenskej akadémie vied, členom anglickej Kráľovskej astronomickej spoločnosti. Počas šiestich rokov zastával funkciu viceprezidenta Medzinárodnej astronomickej únie. Publikoval vyše 270 vedeckých prác, vychoval mnohých popredných odborníkov, ktorí sa stali známymi vo vedeckom svete.

A. B. Severnyj do poslednej chvíle aktívne pracoval vo vede, ktorej zasvätil celý svoj život. Zomrel vo veku 74 rokov.

Podľa Pisma v astron. žurnal 7/1987
RNDr. Z. Komárek

Časopis KOZMOS	Počet výtl.	Dátum	Kat. číslo 92982

Meno a priezvisko: _____

miesto bydliska _____

ulica _____

číslo _____ posch. _____ č. bytu _____

PSČ _____

_____ dátum

_____ podpis

Objednávku vložte do obálky s adresou:
Vydavateľstvo Obzor, n. p.,
ul. Čs. armády 35
815 85 Bratislava

Kupola, v ktorej je umiestnený hlavný ďalekohľad Krymského astrofyzikálneho observatória — 2,6 metrový Šajnov reflektor — je konštruovaná tak, aby chránila prístroj pred výkyvmi teploty. Je dvojstenná, vnútorný plášť je cez deň chladený, zvonka je rebrovaná. Kupola má priemer 20 metrov.

PREDNÁ STRANA OBÁLKY

ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Ukážky detských malieb zo súťaže Veselý svet hviezd, ktorú už v treťom ročníku zorganizovalo Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove. Do tejto súťaže zaslali učiteľky z 21 materských škôl okresu Komárno práce 150 detí. Komisia, ktorej predsedala akademická sochárka Rozália Tarászová, udelila 1. cenu maľbe 6-ročnej Lucie Vilartovskej z Komárna, s názvom Hvezdáreň (vľavo hore). Druhé miesto (maľba vpravo hore) získal Jožko Atkári z Komárna za zaujímavý obrázok robota. Pod ním je maľba Jurka Andora z Dolného Petra, ktorá získala tretiu cenu. Motív „Slniečko už hreje" stvárnila Aranka Nagyová (MŠ Bač) ako dve postavičky na červenom pozadí. Pod touto maľbou je práca 6-ročného Csabu Kissa z Iže. Originálna kresba vpravo dolu má názov Kozmonaut. Jej autorom je 5-ročný Milan Slivka z Komárna.

Foto: Milan Antal

KOZMOS, populárno-vedecký astronomický časopis.
Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve Obzor, n. p., Bratislava.
Redakcia: Tatiana Fabini (poverená vedením redakcie), Eugen Gindl, Ing. Ľubor Hutta, Roman Piffl, Pavel Kastl (reprodukčná fotografia), Milan Lackovič (grafická úprava).
Redakčná rada: Otília Pavlíková (predsedníčka), RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., Dušan Kalmančok, PhDr. Štefan Kopčan, Jozef Krištofovič, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Ján Štohl, CSc., RNDr. Ing. Zdeněk Vítek, RNDr. Juraj Zverko, CSc.
Adresa redakcie: Hanulova 11, 841 01 Bratislava, tel. 362 343.
Adresa vydavateľstva: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 24 84.
Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., závod Neografia, Martin.
Vychádza: 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 4 Kčs, ročné predplatné 24 Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. 6, 813 81 Bratislava. Zadané do sadzby 1. 9. 1987, imprimované 26. 10. 1987, expedícia 26. 11. 1987.
Indexné číslo 49082

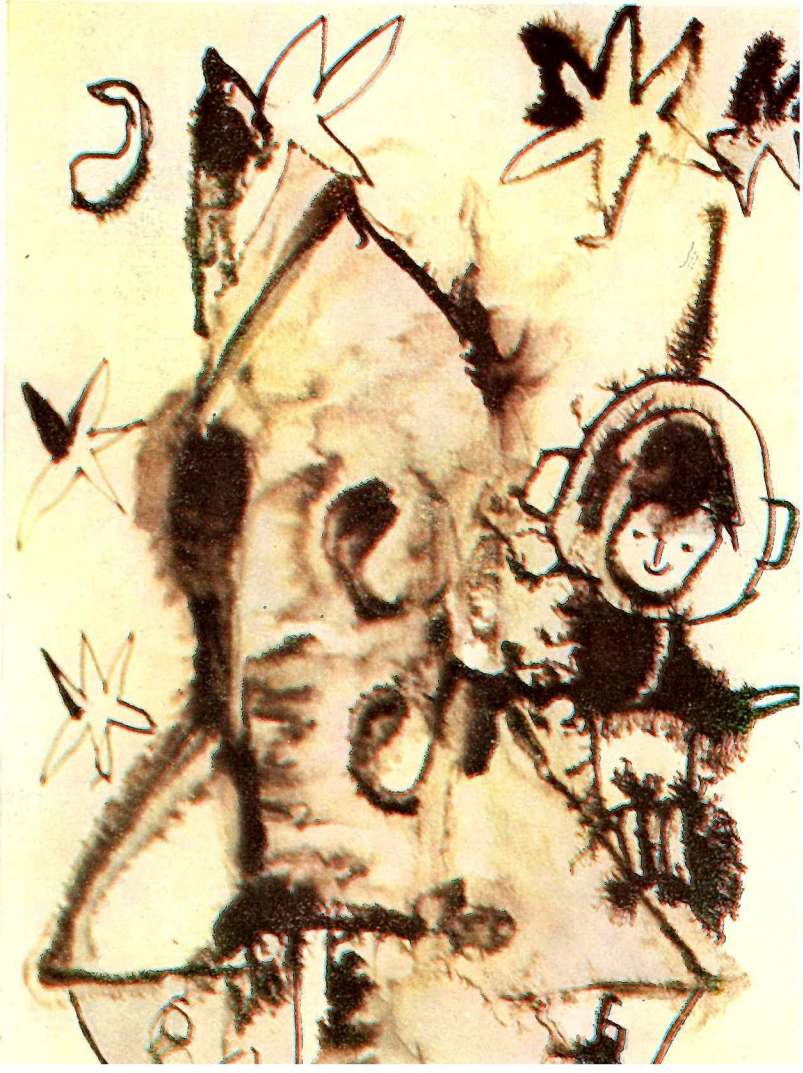
Reg. SÚTI 9/8

OBSAH

Sovietska astronómia v uplynulom desaťročí — A. A. Bojarčuk, L. I. Antipova . . 181
Portrét Venuše 187
Momentky z pražského stretnutia európskych astronómov 193
Ako rotuje jadro Halleyovej kométy — Ľ. Kresák . . . 194
Sanglok — astronomická dominanta v predhorí Pamíra — V. Porubčan 196
Astronomické observatóriá v ZSSR 198
Výskum Slnka po sibírsky — M. Rybanský 206
Stretnutie na Čingove — Ľ. Hutta 207
Prázdniny s astronómiou . . 208
Napíšte o svojom ďalekohľade — Z. Štorek 210
Brúsenie astronomickej optiky 6. — V. Přibyl 212

CONTENTS

Soviet Astronomy of the Last Decade — A. A. Boyarchuk, L. I. Antipova 181
A Portrait of Venus . . . 187
Snapshots from the Prague Meeting of European Astronomers 193
How Does the Nucleus of Comet Halley Rotate? — Ľ. Kresák 194
Sanglok — an Astronomical Highlight of the Pamir Plateau — V. Porubčan . . 196
Astronomical Observatories of the U.S.S.R. 198
Siberian Style of Solar Exploration — M. Rybanský . . 206
A Meeting at Čingov — Ľ. Hutta 207
Holidays with Astronomy . . 208
Let Us Know about Your Telescope — Z. Štorek . . . 210
Grinding of Astronomical Optics, 6 — V. Přibyl . . . 212

СОДЕРЖАНИЕ

Советская астрономия за прошедшие десять лет — А. А. Боярчук, Л. И. Антипова . . . 181
Портрет Венеры 187
Коротко о встрече европейских астрономов в Праге . . . 193
Каким образом вращается ядро кометы Галлея — Л. Кресак . 194
Санглок — астрономическая доминанта в предгорье Памира — В. Порубчан 196
Астрономические обсерватории СССР 198
Сибирские исследования Солнца — М. Рыбански 206
Встреча в Чингове — Л. Гутта 207
Каникулы с астрономией . . 208
Сообщите о своем телескопе — З. Шторек 210
Шлифовка астрономической оптики (6) — В. Пршибыл . . 212