KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1984
ROČNÍK XV.
KČS 4

1

Zákryt Jupitera Mesiacom patrí medzi tie úkazy na oblohe, ktorých krása je prístupná všetkým. Zároveň je to však úkaz veľmi zriedkavý. Vlani nastala mimoriadna situácia, pretože bolo možné pozorovať až štyri zákryty Jupitera Mesiacom a jednu veľmi tesnú konjunkciu. Prvý zákryt nastal v noci 6. marca, keď Jupiter zašiel za osvetlenú časť Mesiaca a vyšiel spoza tmavej strany. Druhý zákryt nastal vo večerných hodinách dňa 26. mája. Vtedy bol úkaz menej efektný, lebo bol spln Mesiaca. Večer 22. júna sa Jupiter priblížil k Mesiacu až na 3,5 oblúkovej minúty, takže išlo o tesnú konjunkciu. Najkrajším z vlaňajších zákrytov nastal večer 12. septembra. Jupiter zašiel za neosvetlenú časť Mesiaca, takže zákryt bol dobre pozorovateľný aj voľným okom. Najhoršie pozorovateľný a na dlhšiu dobu aj posledný zákryt Jupitera nastal doobeda 10. októbra. Bolo ho možné pozorovať len väčšími ďalekohľadmi.

Na snímke, ktorá je exponovaná v ohnisku Coudé refraktora (150/2259 mm) hvezdárne v Banskej Bystrici, vidíme Mesiac s Jupiterom tesne pred konjunkciou 22. 6. 1983 o 22^h 03^m SEČ. Expozícia 1/2 sekundy na planfilm ORWO NP — 22. Na originále snímky zreteľne vidno aj dva rovníkové pásy Jupitera a sploštenie planéty.

Foto: M. Znášik

Projekty spolupráce na ďalšie desaťročie

RNDr. MARTIN ŠOLC, CSc.

Nutnosť sústrediť a využívať nákladné prístroje a snaha efektívne hospodáriť aj s intelektuálnou kapacitou obmedzeného počtu vedeckých pracovníkov vynútila si medzinárodnú spoluprácu vo všetkých oblastiach základného výskumu. V astronómii a astrofyzike, kde sa tie isté vesmírne objekty študujú rôznymi metódami, rozličnými prístrojmi a na rôznych miestach Zeme, aby sme o nich získali komplexnejšie informácie, je medzinárodná spolupráca úplne nepostrádateľná. Je podmienkou nielen efektívnosti práce, ale v tomto prípade základným, nevyhnutným predpokladom získania výsledkov. Z čím širšieho súboru pozorovaní vychádza práca astronóma, tým väčšia je nádej na správnu interpretáciu. V astronómii je teda široká medzinárodná spolupráca podmienkou kvality práce; je životnou nutnosťou.

Preto medzi témy „Mnohostrannej spolupráce akadémií vied socialistických krajín", ktorá bola zmluvne ustanovená 15. decembra 1971, bola zahrnutá aj astrofyzika, a to v rámci Problémovej komisie „Fyzika a vývoj hviezd", ktorá sa utvorila pred desiatimi rokmi, vo februári 1974.

Už z názvu komisie Fyzika a vývoj hviezd vidíme, že zahŕňa širokú problematiku. Podľa odborného zamerania sa preto delí do tematických okruhov, tzv. podkomisií a činnosť každej z nich koordinuje akadémia vied niektorého zo zúčastnených štátov. Uvádzame konkrétne rozdelenie výskumnej problematiky do podkomisií (v zátvorke štát, ktorého akadémia vied je koordinátorom): 1 — Rané štádiá vývoja hviezd (ČSSR), 2 — Pozdné štádiá vývoja hviezd (PĽR), 3 — Nestacionárne hviezdy (MĽR), 4 — Magnetické hviezdy (NDR), 5 — Dvojhviezdy (Rumunsko), 6 — Hviezdokopy a asociácie (Bulharsko), 7 — Astrofyzikálne prístroje a metódy spracovania pozorovaní (ZSSR).

Samozrejme, aj takéto vymedzenie tematických okruhov je veľmi široké, a preto sa v rámci každej z týchto siedmich podkomisií utvorili dve až tri pracovné skupiny s užším zameraním, napríklad „Výpočty modelov hviezd v štádiu pred explóziou" (v rámci 2. podkomisie) alebo „Pozorovanie tesných dvojhviezd a určovanie ich elementov (5), „Guľové hviezdokopy (6). Organizácia a vytváranie pracovných skupín sa podľa potreby časom mení. Teoretické práce na modeloch stavby a vývoja hviezd, ktoré koordinuje poľská akadémia vied, postupne prešli do prvej podkomisie a koordinácia stelárnych pozorovaní so zameraním na hviezdne atmosféry bola zverená riadeniu astronomických ústavov ČSSR v rámci druhej podkomisie.

Prvoradou podmienkou každej spolupráce je zaistiť vzájomnú výmenu informácií. Spolupráca spočíva v poriadaní pracovných stretnutí, v striedaní pracovníkov pri veľkých ďalekohľadoch, vo výmene pozorovacích údajov, výpočtových programov a ďalších výsledkov; organizujú sa konferencie a sympóziá, kde sa výsledky predkladajú na posúdenie širokému kolektívu astronómov zo všetkých spolupracujúcich ústavov a observatórií a často sú prizývaní i hostia. Veľké sympóziá sa poriadajú približne v dvojročných intervaloch; pripomeňme napríklad sympózium „Eruptívne hviezdy a Herbigove-Haarove objekty", organizované Biurakanským astrofyzikálnym observatóriom Akadémie vied Arménskej SSR v máji 1979 za účasti astronómov z USA a Západnej Európy. Každoročne prebiehajú medzinárodné školy mladých astronómov, a to v ZSSR a v NDR. Jednotlivé podkomisie usporadúvajú svoje konferencie nepravidelne; poslednú organizoval Astronomický ústav ČSAV v Prahe koncom septembra minulého roku pod názvom Hviezdokopy a asociácie (podkomisia 6). Okrem početného zastúpenia krajín mnohostrannej spolupráce zúčastnili sa na nej aj astronómovia zo Švédska, Švajčiarska a Nemeckej spolkovej republiky.

Pri príležitosti tejto medzinárodnej vedeckej konferencie zišli sa zástupcovia krajín mnohostrannej spolupráce, aby spoločne posúdili plány na ďalšie desaťročie. Ako najefektívnejšia varianta organizácie spoločného výskumu sa ukazuje sústredenie prostriedkov a síl na veľké teoretické a pozorovateľské úlohy. Preto boli vymedzené tri hlavné výskumné projekty:

Projekt I — Komplexné pozorovanie nestacionárnych hviezd a hviezdnych zoskupení veľkými ďalekohľadmi

V súčasnosti majú krajiny mnohostrannej spolupráce k dispozícii 8 veľkých ďalekohľadov s priemerom zrkadla väčším ako dva metre a značné množstvo ďalekohľadov s priemerom zrkadla 1 až 2 metre. V mnohých krajinách sa stavajú rôzne typy prídavných zariadení, detektorov svetla a prístrojov na ďalšie spracovanie svetla z ďalekohľadu, často napojené na výkonný počítač. Pretože náklady na konštrukciu takýchto zariadení špičkovej úrovne sú len o málo menšie ako náklady na stavbu veľkých aparatúr vo fyzike elementárnych častíc, napríklad urýchľovačov, treba i v astronómii pristúpiť k budovaniu veľkých medzinárodných centier. Bulharská akadémia vied sa ponúkla vytvoriť centruum na meranie a spracovanie informácií získaných na iných observatóriách členských krajín, ako aj v rámci sekcie „Kozmická fyzika" programu Interkozmos. Tu by išlo o interpretáciu údajov získaných z paluby kozmických družíc typu Astron. Projekt bude riadiť bulharská akadémia vied, podprojekt „Magnetické hviezdy" bude koordinovať Akadémia vied NDR. Za ZSSR bude mať účasť na tomto projekte Krymské astrofyzikálne observatórium.

Projekt II — Teoretický výskum nestacionárnych štádií hviezdneho vývoja

Teoretické úlohy súčasnej astrofyziky vyžadujú rýchle počítače, dostatok strojového času a tvorbu komplikovaných programov. Výmena programov a poskytnutie strojového času na veľkých počítačoch je predmetom druhého projektu, ktorého hlavným riešiteľským centrom bude Astronomické centrum M. Kopernika vo Varšave, kde už teraz pracuje vhodný počítač a kde sú i kapacity pre ubytovanie a prácu hosťujúcich astronómov.

Hlavné témy, ktoré sa riešia už dnes, sú výpočty modelov vnútornej stavby a vývoja hviezd, ktoré berú do úvahy straty hmoty, magnetické pole, rotácie a zmeny chemického zloženia. Ďalší okruh prác sa sústreďuje na hydrodynamické výpočty modelov hviezd a hviezdnych sústav pri kolapse prachoplynových oblakov, prenos žiarenia v cirkumstelárnych obálkach, výpočty pulzácií hviezd, atď. Ria-

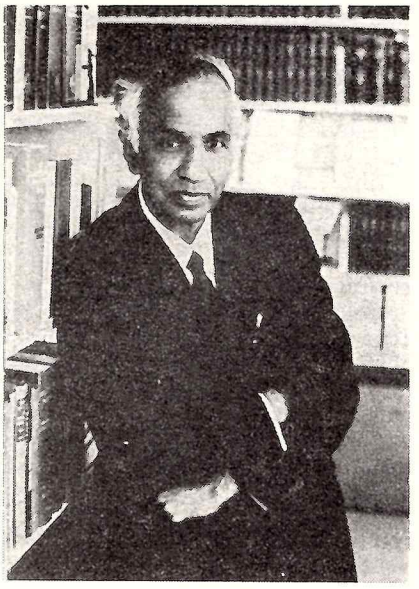
diacim pracoviskom bude Astrosoviet Akadémie vied ZSSR.

Projekt III — Štatistické spracovanie hviezdnych dát

Významným výsledkom aplikácie výpočtovej techniky v astronómii bolo vytvorenie medzinárodnej banky stelárnych dát v Strasbourgu (Centre des Données Stelaires), ktoré umožnilo systematizovať nesmierne množstvo pozorovacieho materiálu, najmä vo forme katalógov. Katalógy hviezd rôznych typov alebo výsledkov určitých tematicky zameraných pozorovaní zo Zeme či z kozmických staníc sa už dnes nepublikujú tlačou, ale ukladajú sa na magnetické pásky. V socialistických krajinách spolupracujú s Centrom stelárnych dát jeho dve filiálky — pri Centrálnom astronomickom inštitúte Akadémie vied NDR a pri Astrosoviete. Ich úlohou je získavanie, kopírovanie a rozširovanie katalógov zo Strasbourgu a zároveň aj dodávanie novovytvorených katalógov do Centra stelárnych dát. Okrem toho sú tieto pracoviská zamerané aj na štatistické spracovávanie zhromaždených údajov. Doteraz sa touto cestou získalo už 230 katalógov a dodaných bolo 10 nových katalógov. Využitie katalógov je nielen v astronómii, ale aj v časovej službe jednotlivých štátov, ako aj pre potreby navigácie. Koordinátorom tohto projektu bude Československá akadémia vied.

Nová organizačná štruktúra, ktorá sa do podrobností prerokuje na zasadaniach členských štátov Mnohostrannej spolupráce v priebehu tohto roku, je v súlade s celosvetovou orientáciou na hlavnú, nosnú problematiku vo vede. Koncentrácia síl naviac umožní pružne reagovať na rozvoj vedy a pri prepracovanejších metódach riadenia obmedzí nadbytočnú administratívu. Prínos tejto organizačnej štruktúry možno preto očakávať vo výsledkoch, ktoré navrhované prehĺbenie spolupráce prinesie.

Spracované podľa materiálov Problémovej komisie „Fyzika a vývoj hviezd“



Nobelova cena za fyziku 1983

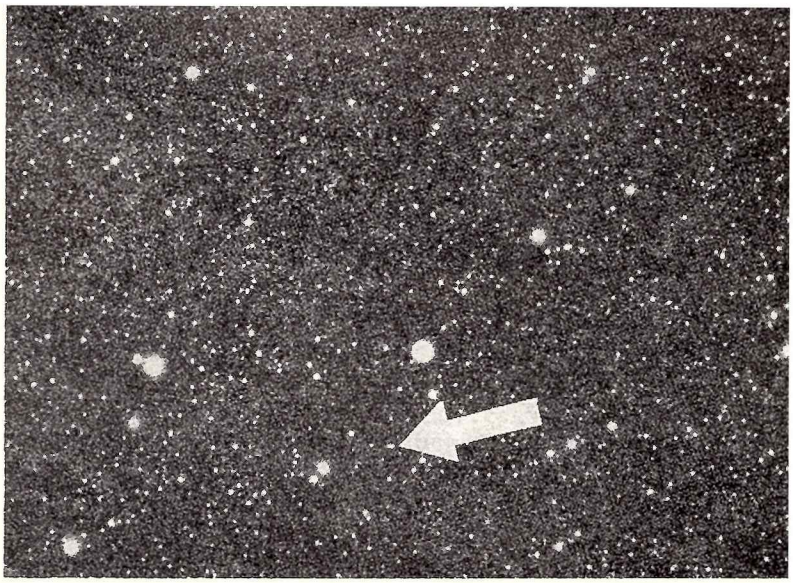
Kráľovská švédska akadémia vied oznámila 19. októbra 1983, že laureátmi Nobelovej ceny za fyziku sa stávajú Subrahmanyan Chandrasekhar a William A. Fowler za zásadné objavy súvisiace s vývojom hviezd. Komisia pre udeľovanie Nobelovej ceny v návrhu uviedla, že hoci obaja vedci urobili väčšinu svojej priekopníckej práce už pred desaťročiami, súčasný pokrok astronómie a vesmírneho výskumu presvedčivo ukazuje zásadný význam týchto prác.

SUBRAHMANYAN CHANDRASEKHAR, ktorý dostal Nobelovu cenu na svoje 73. narodeniny, patrí už vyše štyroch desaťročí k najpoprednejším autoritám v oblasti vývoja hviezd. Svoj najznámejší objav publikoval už ako dvadsaťročný r. 1931: pri štúdiu evolúcie hviezd teoreticky ukázal, že hviezda menšia ako 1,4 hmotnosti Slnka musí ukončiť svoj život ako veľmi hustý objekt a popísal jeho fyzikálne vlastnosti. Až o 30 rokov neskôr boli tieto teoreticky predpovedané objekty objavené — sú to biele trpaslíky. Hmotnosť 1,4 $M_\odot$ známa ako Chandrasekhakova hranica, je deliacou čiarou medzi hviezdami, ktoré sa vo svojom ďalšom vývoji stanú bielymi trpaslíkmi a hmotnejšími hviezdami, ktoré skončia ako ešte hustejšie objekty — neutrónové hviezdy, prípadne čierne diery. Matematický popis stability jednotlivých vývojových štádií hviezd, to je zásadný Chandrasekharov prínos, „ktorému vďačíme za väčšinu toho, čo dnes vieme o hviezdach“, povedal Philip Morrison, profesor na kalifornskej vysokej škole technickej pri príležitosti udelenia Nobelovej ceny S. Chandrasekharovi. Chandrasekhar je pôvodom Ind, študoval v Anglicku na univerzite v Cambridge a ostatných 30 rokov pracuje na univerzite v Chicagu.

WILLIAM A. FOWLER, ktorý sa o Nobelovu cenu delí so Chandrasekharom, je od r. 1946 profesorom na Kalifornskej vysokej škole technickej. Ostatných desať rokov sa venuje problematike štúdia neutrín, avšak udelením Nobelovej ceny oceňuje sa význam jeho starších prác v oblasti nukleogenézy. Táto dnes už ucelená teória vzniku chemických prvkov vo vesmíre (pozri čl. dr. Štohla, Kozmos 6/1981), ktorú rozpracoval W. Fowler spolu s ďalšími vedcami, objasňuje, ako sa z vodíka a hélia vyvinuli ďalšie chemické prvky pri termonukleárnej syntéze vo vnútri hviezd. Vďaka týmto prácam vieme, že chemické prvky, z ktorých sa skladá naše Slnko, Zem i my samotní, vytvorili sa vo hviezdach dávno vyhasnutých — a prvky, ktoré teraz vznikajú v jadre nášho Slnka termonukleárnou syntézou, obohatia ďalšie nebeské telesá, zatiaľ nezrodené.

—tf—

Čím ďalej tým viac čierna diera



Röntgenová hviezda 226868 — Cyg X-1, známy kandidát na čiernú dieru. Vo vizuálnej oblasti je deviatej hviezdnej veľkosti. Nachádza sa v súhvezdí Labute, $\alpha = 19^h56^m$, $\delta = 35°03'$ (1950.0). Fotografie sú z archívu hvezdárne v Sonnenbergu.

Za najnádejnejšieho kandidáta na čiernu dieru platí od začiatku sedemdesiatych rokov röntgenový zdroj v Labuti — Cygnus X—1. Už čoskoro po jeho objave sa na sympóziu Medzinárodnej astronomickej únie v Krakove r. 1973 rozhodlo — a to hlasovaním prítomných — že tento zdroj čiernu dieru obsahovať musí. Hoci je zrejmé, že prírodu nijaké výsledky hlasovania neovplyvnia, v prípade röntgenového zdroja Cygnus X—1 sa asi prianie stalo skutočnosťou: s odstupom desiatich rokov sa zdá stále viac, že aj výsledky nepretržitých pozorovaní hlasujú v prospech čiernej diery.

Podľa takmer všeobecne prijatej predstavy je tento röntgenový zdroj dvojhviezdou. Hlavná zložka, horúci modrý nadobor HDE 226868 (číslo z dodatkov katalógu hviezdnych spektier H. Drapera) prelieva svoju hmotu na obiehajúci sekundárny objekt — čiernu dieru, obklopenú akrečným diskom. Obežná doba 5,6 dňa je dobre potvrdená pozorovaním pravidelných zmien celkového žiarenia objektu. V marci minulého roku však pracovníci z Národného laboratória v Los Alamos oznámili, že z rozboru röntgenových pozorovaní zdroja Cyg X—1, ktoré v rokoch 1969—1980 získali družice Vela 5B a Ariel 5, vyplýva ešte ďalšia perióda zmien röntgenovej jasnosti, a to 294 ± 3,5 dňa. Na základe pozorovaní v ultrafialovej, modrej a žltej oblasti spektra potvrdili túto periódu J. C. Kemp a jeho spolupracovníci z univerzity v Oregone, z Národného laboratória v Los Alamos a observatória Greenwich v Anglicku. Podľa výsledkov uverejnených v Astrophysical Journal Letters 15. 8. 1983 sú zmeny jasnosti najvýraznejšie v ultrafialovej oblasti. Pravidelne v priebehu 294 dní mení sa aj stupeň polarizácie a orientácia kmitovej roviny viditeľného žiarenia, ktoré vysiela tento objekt.

Prečo sú tieto pozorovania také významné pre dôkaz prítomnosti čiernej diery? Vo veľkej vzdialenosti, ktorá sa odhaduje na 2 kpc, sa objekt javí ako bodový zdroj, tak v röntgenovej, ako aj ďalších oblastiach spektra. Dvojhviezdny charakter dokazujú pravidelné variácie žiarenia s periódou práve 5,6 dňa, ktoré vznikajú čiastočným zakrývaním zložiek dvojhviezdy v priebehu ich obežného pohybu. Aj keď vzdialenosť medzi zložkami dvojhviezdy nepoznáme, vyplýva z tretieho Keplerovho zákona odhad hmotnosti oboch zložiek, z ktorého ak odčítame hmotnosť, akú očakávame u nadobra spektrálnej triedy 09, vychádza pre druhú zložku hmotnosť v rozmedzí 5—15 hmotností Slnka, teda viac než môže mať biely trpaslík alebo neutrónová hviezda. Röntgenové žiarenie akrečného disku s teplotou rádove 10 miliónov stupňov ukazuje, že plyn tu padá na povrch veľmi malého telesa, omnoho menšieho ako je obvyklá hviezda tejto hmotnosti. Preto už čoskoro vzniklo podozrenie, že v centre akrečného disku, ktorý obklopuje sekundárny objekt, musí byť čierna diera.

Zistiť hmotnosť a rozmery centrálneho objektu v akrečnom disku možno však len modelovaním pomerov, aké vládnu v celom systéme. Fyzikálny model, ktorý vezme do úvahy všetky možné procesy (obežný pohyb hviezd, pretekanie látky medzi zložkami, pohyb plynu v akrečnom disku atď.) umožní potom vypočítať, akými vlastnosťami by sa mal prejavovať skutočný objekt za daných predpokladov, napr. aké by mal mať spektrum a ako by sa malo s časom meniť. Porovnanie s pozorovaním potom vylúči všetky kombinácie predpokladov napr. o hmotnostiach zložiek, rýchlosti pretoku látky, veľkosti akrečného disku a mnohých ďalších, pri ktorých sa vypočítané vlastnosti líšia od skutočných. Dôkaz čiernej diery bol teda problematický preto, lebo donedávna získané pozorovania dávali príliš široké rozmedzie hmotnosti sekundárnej zložky.

Objav 294-denných variácií v rôznych spektrálnych oblastiach pomohol vymedziť v modeli rad dosiaľ neznámych predpokladov. Najpravdepodobnejšou príčinou týchto variácií je totiž prítomnosť tretej hviezdy, ktorá obieha okolo dvojhviezdy po dosť excentrickej dráhe práve s touto obežnou dobou. Samotná nemusí byť zo Zeme pozorovateľná; môže to byť hviezda podobná Slnku, spektrálneho typu F alebo G, ale s hmotnosťou nanajvýš 2,6 $M_\odot$ (lebo ináč by jej žiarenie bolo už natoľko silné, že by sme ho zachytili). Keď je táto tretia hviezda na svojej dráhe najbližšie ku dvojhviezde, teda v periastre, vplyvom jej gravitácie sa zložky dvojhviezdy trochu od seba oddialia, pretekanie hmoty do akrečného disku sa zoslabí a nastane minimum röntgenového a optického vyžarovania. To sa opakuje každých 294 dní.

Prúd plazmy, pretekajúcej z atmosféry modrého nadobra do akrečného disku naráža na plazmu obiehajúcu v disku a zabrzďuje sa. Prebytočná kinetická energia sa v mieste dopadu mení na tepelnú, a preto toto miesto, ohriate až na desiatky miliónov stupňov, vydáva röntgenové žiarenie. Túto horúcu škvrnu pri obehu zložiek dvojhviezdy čiastočne zakrýva alebo samotný akrečný disk, alebo nadobor. Zákryty sa opakujú s periódou 5,6 dňa a spôsobujú variácie röntgenovej žiarivosti zdroja. Časový priebeh tohto deja — röntgenová „svetelná krivka" — závisí od vzájomnej vzdialenosti zložiek dvojhviezdy. Ak sú zložky vplyvom blízkosti tretej hviezdy od seba oddialené, mení sa tvar „svetelnej krivky" a z toho bude možné presnejšie vyvodiť niektoré geometrické parametre dráhy dvojhviezdy. Z predbežných odhadov zatiaľ sľubne vychádza rozmedzie pre hmotnosť sekundárnej zložky 10 až 14 hmotností Slnka, ktoré hovorí v prospech čiernej diery.

— šo —

INTERKOSMOS a stelární astronomie

Medzi prístrojmi pre kozmickú astronómiu, na vývoji a výrobe ktorých sa podieľalo Československo v rámci programu Interkozmos, je osobitne zaujímavý ďalekohľad RT-4M, umiestnený na Saľute 7. Zaujímavý je aj tým, že jeho optika je vyrobená novou, netradičnou metódou — odlievaním — ktorá vyzerá byť nádejná aj pre sériovú výrobu amatérskej optiky. K tejto novej technológii, ktorej prvým produktom je objektív röntgenového ďalekohľadu na Saľute 7, sa ešte podrobnejšie vrátime v niektorom z budúcich čísel Kozmosu.

RNDr. RENÉ HUDEC, CSc.

Na Saljutu 7, který obíhá naši planetu od dubna 1981, jsou dva přístroje pro stelární rentgenovou astronomii, spektrometr SKR-02M, vyvinutý v sovětském Ústavu kosmických výzkumů (IKI), který pracuje v tvrdé rentgenové oblasti (2—25 keV) a zrcadlový rentgenový dalekohled RT-4M, pracující v měkké rentgenové oblasti (0,1—1 keV), na vývoji kterého se podíleli pracovníci Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově. Je to první československý přístroj pro hvězdnou astronomii, který se dostal na oběžnou dráhu.

ZAČALO TO SLUNCEM

Československo je jednou ze čtyř zemí světa, kde se už vyrobila optika pro rentgenovou astronomii. V roce 1970, tedy poměrně krátce po prvním použití této techniky v kosmickém výzkumu, začalo se na Astronomickém ústavu ČSAV v Ondřejově pracovat na vývoji rentgenových objektivů, pomocí kterých byly zhotoveny první rentgenové snímky Slunce v socialistických krajinách při letech výškových sond Vertikal 8 a 9 v letech 1979—1981 (viz Kozmos 2/81). Byly to objektivy typu Wolter 1 (kombinace paraboloid/ /hyperboloid), měly niklovou funkční plochu o průměru mezi 50 a 120 mm. Charakterizují první fázi vývoje naší rentgenové optiky a budou i nadále sloužit pro výzkum Slunce na družicích AUOS-S. Celkem bylo vyrobeno 13 objektivů tohoto typu v Optických vývojových dílnách ASÚ ČSAV v Turnově a Výzkumném ústavu gramofonové techniky v Loděnicích.

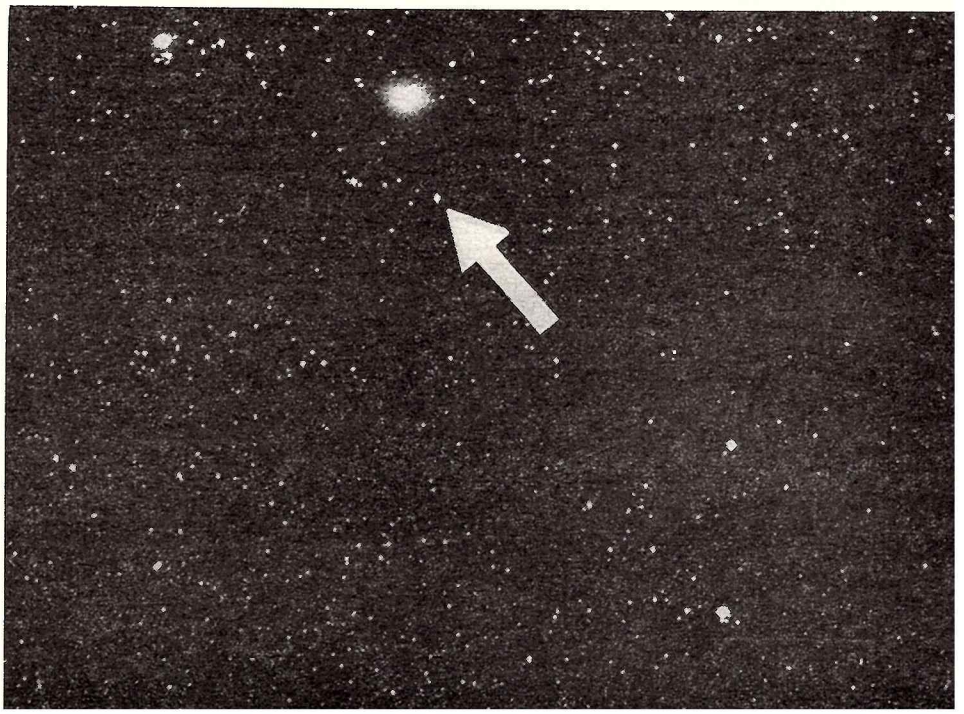
NABÍDKA PRO SALJUT

V roce 1980 jsme začali uvažovat o nové progresivní technologii výroby rentgenové optiky, která by umožňovala výrobu i větších objektivů při podstatném snížení nákladů na jeden kus. Počítali jsme s tím, že nová technologie — metoda repliky opticky leštěné matrice plněnou termoreaktivní pryskyřicí s kovovou funkční vrstvou — by mohla být uvedena do provozu v roce 1983. Tyto perspektivní plány jsme se však rozhodli urychleně realizovat. V roce 1980 nám sovětští spolupracovníci učinili velmi atraktivní nabídku účasti na rentgenovém dalekohledu pro orbitální stanici Saljut. Sovětští partneři měli již prakticky dokončenou montáž teleskopu a detekční ohniskové zařízení, chyběla však vstupní součást přístroje s nejpodstatnější částí — s velkým rentgenovým objektivem o průměru 240 mm. I když byl termín dodání objektivů do SSSR opravdu velmi krátký, jen málo přes 1 rok, rozhodli jsme se nabídku přijmout. Znamenalo to urychlit zkoušky nové technologie a zvýšit průměr vyráběné optiky z dosavadních 120 mm na 240 mm.

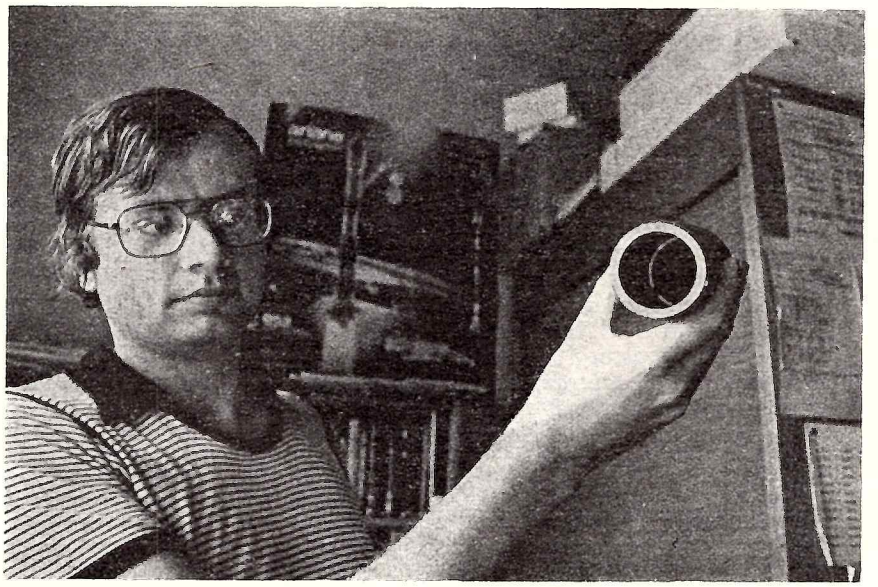
Kromě již osvědčených pracovníků optické vývojové dílny ASÚ ČSAV v Turnově, našli jsme pochopení v Státním výzkumném ústavu materiálu v Praze a Výzkumném ústavu elekrotechniky v Běchovicích. Díky tomu bylo možno pevně stanovený termín dodržet. Počátkem listopadu 1981 byl rentgenový objektiv hotový a odeslán do Moskvy k vakuovým zkouškám, potom následovala jeho montáž do dalekohledu a v polovině téhož měsíce již přístroj putoval na kosmodrom Bajkonur, kde byl umístěn na Saljutu 7.

PARAMETRY OBJEKTIVU

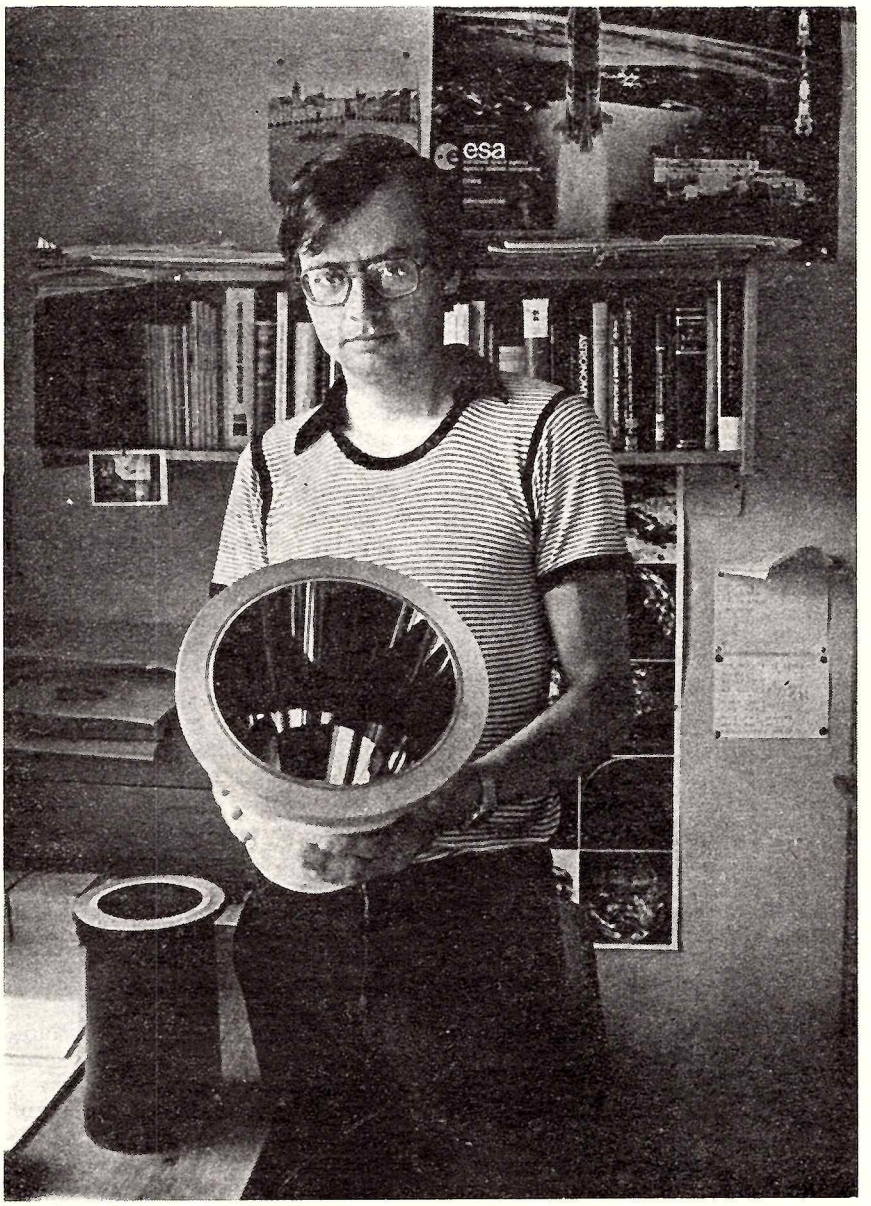
Rentgenový objektiv má maximální průměr 240 mm a délku 480 mm — je to druhý největší vypuštěný rentgenový objektiv pro stelární astronomii na světě. Funkční plochy zrcadel tvoří nikl s dokonalou mikrostrukturou povrchu — nerovnosti nejsou větší než asi 5 nm. Do tohoto objektivu složeného z parabolické a hyperbolické části je vložen ještě jeden objektiv o průměru 130 mm a délce rovněž 480 mm — oba systémy mají společné ohnisko ve vzdálenosti 670 mm. Funkční plocha menšího objektivu je zlatá, aby



Šipka ukazuje na proměnnou hvězdu $\varkappa$ Per, který má šestou vizuální velikost. Je jedním z nejjasnějších objektů navržených k simultánnímu pozorování rentgenovým detektorem na Saljutu 7 a z pozemních observatoří.



Röntgenová optika vyrobená v Československu. Na hornej fotografii nám dr. René Hudec ukazuje malý objektív ďalekohľadu s priemerom 5 cm, ktorý slúžil na výskum röntgenového žiarenia Slnka a na dolnej snímke vidíme záložné časti veľkého röntgenového ďalekohľadu, ktorý je umiestnený na Saľute 7 a slúži pre výskum röntgenového žiarenia hviezd. Foto: E. Lacinová



mohl systém celkově pokrýt širši oblast vlnových délek. Nikl totiž lépe odráží dlouhovlnné rentgenové záření, zatímco zlato je zase výhodnější pro krátkovlnnou oblast.

V ohnisku přístroje je detektor vyvinutý na Fyzikálním ústavu AV SSSR (FIAN) v Moskvě. Jde o víceanodový proporciální počítač s okénkm z lavsanu tloušťky 0,9 mikronu. Časové rozlišení přístroje je lepší než 1 ms a získat lze i spektrální informaci pomocí amplitudové analýzy v 16 kanálech. Zorné pole teleskopu je 1,3°× 2,2°. Přístroj je ovládán kosmonautem z paluby stanice, a to s přesností navedení a stabilizace lepší než ± 0,5°.

PROGRAM POZOROVÁNÍ

Jakmile má posádka na Saljutu 7 na programu pozorování pomocí rentgenového dalekohledu, pozorují se i na Zemi tytéž zdroje v optické oblasti. Pro pozorování rentgenovým dalekohledem jsou vhodné objekty, kterých chování již známe díky dřívějším sledováním ze Země, takže můžeme dopředu s velkou pravděpodobností odhadnout, kdy nastane jejich aktivní fáze. V tu dobu se potom provádějí simultánní pozorování z orbitální stanice a z observatoří na Zemi. Žádoucí je účast čím většího počtu observatoří. Organizace tohoto vědeckého programu se ujali pracovníci stelárního oddělení Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici v rámci 5. podkomise mnohostranné spolupráce akademií věd socialistických zemí „Fyzika a vývoj hvězd". V této podkomisi se vloni utvořila pracovní skupina „Rentgenové dvojhvězdy", která koordinuje mezinárodní kampaň devíti observatoří v socialistických zemích (ČSSR, NDR, Maďarsko, Bulharsko, Rumunsko) a 34 pracovišť v SSSR.

Všechny vybrané objekty intenzívně září v měkké rentgenové oblasti. Mezi nimi jsou kataklyzmické proměnné (např. MV Lyr a TT Ari), symbiotické proměnné (AG Dra) i hvězdy spektrální třídy Be (CX Dra) nebo hvězdy s aktivitou typu našeho Slunce (např. II Peg a BY Dra). Všechny mají v optické oblasti hvězdnou velikost v rozmezí mezi 5 a 15^m, takže jsou vhodné pro sledování středně velkými dalekohledy. Na tomto výzkumu se proto plně uplatní i naše observatoře, které spojením dat o chování jednotlivých zdrojů v optické a současně rentgenové oblasti mohou získat nový zajímavý pozorovací materiál.

Guľový blesk našiel fyzikov

3. augusta 1982 okolo štvrtej hodiny popoludní počas silnej búrky, ktorá sa vzniesla nad anglickým mestom Cambridge, pozorovalo niekoľko ľudí svietiacu guľu pohybujúcu sa tesne nad povrchom zeme. Správa o pozorovaní guľového blesku je tentokrát zaujímavá tým, že jav sa odohral pred očami fyzikov, pracovníkov známeho Cavedishského laboratória. Prof. Pippard, riaditeľ laboratória opisuje guľový blesk na základe informácií očitých svedkov úkazu a dodáva, že guľový blesk nezanechal pozorovateľné stopy a ani nič nepoškodil. Nie sú k dispozícii údaje nijakých prístrojov, lebo pravdepodobne všetky aparatúry v laboratóriu boli počas búrky vypnuté.

Guľový blesk sa objavil po bežnom atmosferickom výboji — blesku, ktorý udrel do zeme pred priečelím hlavnej budovy. Pracovníčka laboratória, ktorá bola oproti, na prízemí Mottovho bloku, popisuje, že v okne sa mihla svietiaca guľa veľkosti grapefruita. Zdalo sa jej, že guľa sa postupne zväčšuje. Druhý pracovník, ktorý stál v tej istej miestnosti otočený chrbtom k oknu, všimol si len to, že sa miestnosť na okamih žiarivo osvetlila. Predmet vyžarujúci svetlo preletel medzi budovami, pričom obidve budovy boli ešte po určitý čas osvetlené studeným modrobielym svetlom. Zdroj svetla z diaľky pripomínal signalizačné svetlo majáka. Traja ďalší očití svedkovia tvrdia, že približne v tom istom čase videli počas 3 až 4 sekúnd guľový blesk podobný Mesiacu pohybujúcemu sa po povrchu zeme. Blesk zmizol náhle a podľa všetkého aj nehlučne.

Avšak anlický fyzik P. Rise-Evans kritizuje prof. A. Pipparda za „nepresnosť a nevedeckosť" uvádzaných informácií a sám uvádza, že v laboratórnych podmienkach bol vytvorený výboj, ktorý podľa jeho názoru imituje guľový blesk. Bez toho, aby boli uvádzané podrobnosti o týchto experimentoch, treba poznamenať, že Rise-Evansova varianta vzniku guľového blesku je v podstate analogická s hypotézou akademika P. L. Kapicu ešte z roku 1955. Podľa tohto modelu plazmový výboj v atmosfére možno udržať pomocou vonkajšieho vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa s vlnovou dĺžkou asi 1 m. Takýto guľový blesk musia sprevádzať rozličné sekundárne javy ako napríklad ohrev kovových predmetov vo vzdialenosti niekoľkých metrov od blesku, samovoľné rozsvietenie elektrických žiaroviek a podobne. Priame experimenty zamerané na objavenie koherentného rádiového žiarenia prírodného pôvodu v atmosfére ukázali, že intenzita takéhoto žiarenia je malá a v podstate nestačí na vytvorenie plazmového výboja.

Zatiaľ možno len konštatovať, že na otázku podstaty guľového blesku neexistuje doteraz jednotný názor, najmä preto, že o guľovom blesku nie sú nijaké experimentálne údaje. Nič nového o guľovom blesku nevieme — aj keď divákmi tohto zriedkavého úkazu boli tentokrát fyzici.

Priroda 5/1983 -lu-

Pozoruhodný röntgenový pulzar

Na záberoch družice Einstein, ktorá prvá snímkovala oblohu v röntgenovej oblasti, bol objavený r. 1980 röntgenový pulzar 1E 2259+586. O rok neskôr, pri prehliadke oblohy na rádiovej vlne 6 cm, bol nezávisle na tom istom mieste nájdený zvyšok supernovy. Podľa rádiových pozorovaní leží objekt vo vzdialenosti 3,6 až 4,7 kpc a jeho vek je asi 10 tisíc rokov. Pulzar má röntgenovú periódu 3,49 sekundy.

Zvyšok supernovy s röntgenovým pulzarom je pozoruhodný najmä preto, že je jedným z mála takýchto prípadov. Zvláštnosťou je aj to, že rozpínajúci sa zvyšok supernovy naráža na západnom okraji do medzihviezdneho oblaku. Na röntgenových snímkach vidieť ďalšiu zaujímavosť — dlhý výtrysk, ktorý spája pulzar s najjasnejším miestom na okraji zvyšku supernovy.

V oblasti, kde leží pulzar (4,9 a 6,3 oblúkovej sekundy od jeho röntgenového obrazu) sú dve hviezdy. Optickým obrazom pulzaru je pravdepodobne slabšia z nich, ktorá má v modrom svetle magnitúdu 21,3. Pri nej nie je žiadna jasnejšia hviezda, takže sprievodcom pulzaru nemôže byť hmotná, ale len slabá hviezda hlavnej postupnosti, alebo to môže byť hviezda v degenerovanom stave. Z takéhoto objektu však nemôže pretekať látka do akrečného disku okolo pulzaru, takže pulzar by vôbec nemal vysielať röntgenové žiarenie. Lenže vysiela ho, a preto skupina astronómov z univerzity v britskej Kolumbii a Národného laboratória v Los Alamos navrhla vysvetlenie, že hmotu do akreačného disku dodáva molekulárny oblak na západnom okraji zvyšku supernovy. Zostáva však nerozriešené, akým spôsobom sa látka z oblaku dostáva k pulzaru.

Hoci štúdium tohto objektu iba začína, už teraz sa dá tvrdiť, že výsledky povedú k revízii názorov na okolnosti explózie supernov.

Intenzívne pátranie po optických prejavoch prípadného sprievodcu pulzaru pokračuje. Infračervené pozorovania jednej z podozrivých okolitých hviezd ukazujú, že by to mohol byť trpaslík spektrálneho typu K, teda teleso o niečo chladnejšie a menej hmotné ako Slnko. Jeho dráha musí byť podľa teoretických odhadov veľmi eliptická a keby sa podarilo zistiť jej excentricitu, dalo by sa presnejšie určiť, koľko hmoty vyvrhol predchodca pulzaru, keď explodoval ako supernova. Z predbežných odhadov vychádza že tejto hmoty nebolo veľa, teda predchodca pulzaru nebol veľmi hmotnou hviezdou. Supernova mohla preto explodovať v dôsledku akrécie hmoty napr. na málo hmotnú héliovú hviezdu alebo na bieleho trpaslíka, aj keď podľa teórie explózií málo hmotných supernov (typ I) by biely trpaslík nemal explóziu prežiť a pretvoriť sa pri nej na neutrónovú hviezdu. Pozorovanie ďalšieho správania pulzaru 1 E 2259+586 ako aj ostatných 25 neznámych málo hmotných röntgenových dvojhviezd by mohlo túto spornú otázku vyriešiť.

Podľa Astrophys. J. 261 (1. 10. 1982) a IAUC č. 3701 (7. 7. 82) a 3739 (26. 10. 82) —mš—

Otáča sa vesmír?

Z astronómie vieme, že všetky objekty vo vesmíre rotujú. V poslednom čase sa odborníci zaoberajú otázkou, či sa otáča aj vesmír. Ďalšiu prácu na túto tému publikoval Paul Birch z univerzity v Manchestri v Nature 298/1982. Na základe meraní pomocou rádioteleskopu v Jodrell Banku dospel k výsledku, že polarizácia dvojitých zdrojov je v jednej časti vesmíru pozitívna a v druhej negatívna. Autor sa pokúša objasniť tento jav predpokladom, že vesmír sa otáča, a to raz za $6 \cdot 10^{13}$ rokov.

Tento záver by však vyvrátil celý rad teórií, predovšetkým o izotropii vesmíru, z ktorej vychádza súčasná kozmológia. Ku publikovanej práci sa kozmológovia vyjadrujú veľmi zdržanlivo, tvrdia, že vyvodzovať z daných meraní také ďalekosiahle závery by bolo unáhlené a najprv by sa mala objasniť otázka, či sa vesmír neustále rozpína alebo je ohraničený a začne sa raz zmršťovať.

Časopis New Scientist požiadal niekoľkých vedcov o vyjadrenie. Niektorí z nich hodnotia namerané údaje ako ďalší dôkaz rozpínania sa vesmíru a nie toho, že sa vesmír otáča.

Bild der Wissenschaft 2/83 -hn-

Tunguzská katastrofa podrobnejšie

Otázka, ako to vlastne bolo s tunguzským meteoritom, často zaznieva nielen na besedách o astronómii, ale nestratila príťažlivosť ani pre vedu. Hoci je už známy a všeobecne prijatý záver, že mohutný výbuch, ktorý r. 1908 zničil rozsiahle plochy tajgy v okolí rieky Tunguzky, spôsobila zrážka Zeme s úlomkom Enckeho kométy, z času na čas sa objaví v odbornej literatúre práca, ktorá rekonštruuje ďalšie podrobnosti.

V časopise Icarus 1/1982 publikoval americký geofyzik R. Turco so spolupracovníkmi štúdiu o účinkoch tejto zrážky na zemskú atmosféru. Zrážka musela vyvolať prudké zvýšenie teploty atmosféry, ktoré možno porovnať s jadrovým výbuchom o sile 6 tisíc megaton. Turco vo svojej práci vypočítal, že pri takomto prudkom zvýšení teploty vzniklo vo výške 10 km nad povrchom Zeme až 30 miliónov ton oxidu dusnatého, ktorý sa potom vplyvom turbulencie rozpáleného vzduchu rozptýlil v atmosfére. Je možné, že súvislá vrstva oxidu dusnatého v atmosfére účinkovala ako clona, cez ktorú prenikalo na Zem menej slnečného žiarenia. Veď je známe, že po roku 1908 bolo zaznamenané ochladenie — ak nie na celej Zemi tak aspoň na severnej pologuli, a to o 0,3 K, ktoré trvalo asi desať rokov. V tom čase však bolo aj niekoľko veľkých výbuchov sopiek, a preto nemožno jednoznačne povedať, či clonu, cez ktorú prenikalo menej slnečného žiarenia, vytvoril oxid dusnatý alebo rozptýlený sopečný prach. Lenže rok po tunguzskej udalosti bol zaregistrovaný pokles celkového množstva ozónu v stratosfére — a tento fakt veľmi krásne zapadá do teórie o prebytku oxidu dusnatého.

Je tu ešte ďalší zaujímavý moment, ktorý veľmi dobre podporuje Turcovu hypotézu: Lesy, ktoré boli zničené pri tunguzskej katastrofe, obnovili sa mimoriadne rýchlo. Zrejme z množstva molekúl oxidu dusnatého vznikali v atmosfére aj dusičnany, ktoré potom so zrážkami dopadali na Zem vo forme 15 miliónov ton dusíkatých hnojív. Množstvo dusíkatých hnojív prírodného pôvodu sa tým zvýšilo o 15 percent — a to už muselo výrazne ovplyvniť rast stromov a regeneráciu tajgy na brehoch rieky Tunguzky.

— il —

Zničená tajga po tunguzskej katastrofe

Najlenivejšie asteroidy

Rekord najpomalšie rotujúceho asteroidu držal až do r. 1980 asteroid 182 Elsa, ktorý sa otočí okolo svojej osi raz za 3,33 dňa. Pomocou fotometrických pozorovaní v Chile a Kalifornii bolo však zistené, že planétka 1689 Floris — Jan rotuje až 6,04 dňa. Tento výsledok bol okomentovaný v časopise Astronomy and Astrophysic H. J. Schoberom z astronomického inštitútu v Rakúskom Grazi v novembri 1982.

Najprekvapujúcejšie výsledky však podali Alan Harris so svojím kolegom Jamesom Youngom z Jet Propulsion Laboratory (JPL) na zasadaní Americkej Astronomickej Spoločnosti (AAS), oddelenia pre planetárne vedy. Obaja tvrdia, že rotačná perióda asteroidu 288 Glauke je úžasne dlhá, tak asi 47 dní (pretože nepresnosť určenia tejto periódy môže byť až dva dni). Títo vedci objavili neskôr aj ďalšie dva pomaly rotujúce asteroidy: 1982 DV (3,12 dní) a 1981 QA (6,17). Zmeny ich jasnosti kolíšu v rozmedzí jednej magnitúdy, alebo aj trocha viac, kým pri 288 Glauke je to len pol magnitúdy.

Teraz je známych 9 asteroidov, ktoré rotujú dlhšie ako 2 dni. Je to viac, ako by sme mohli očakávať, keď budeme brať do úvahy náhodný rozptyl pozorovanej strednej rotačnej rýchlosti všetkých planétok, ktorých periódy sú určené.

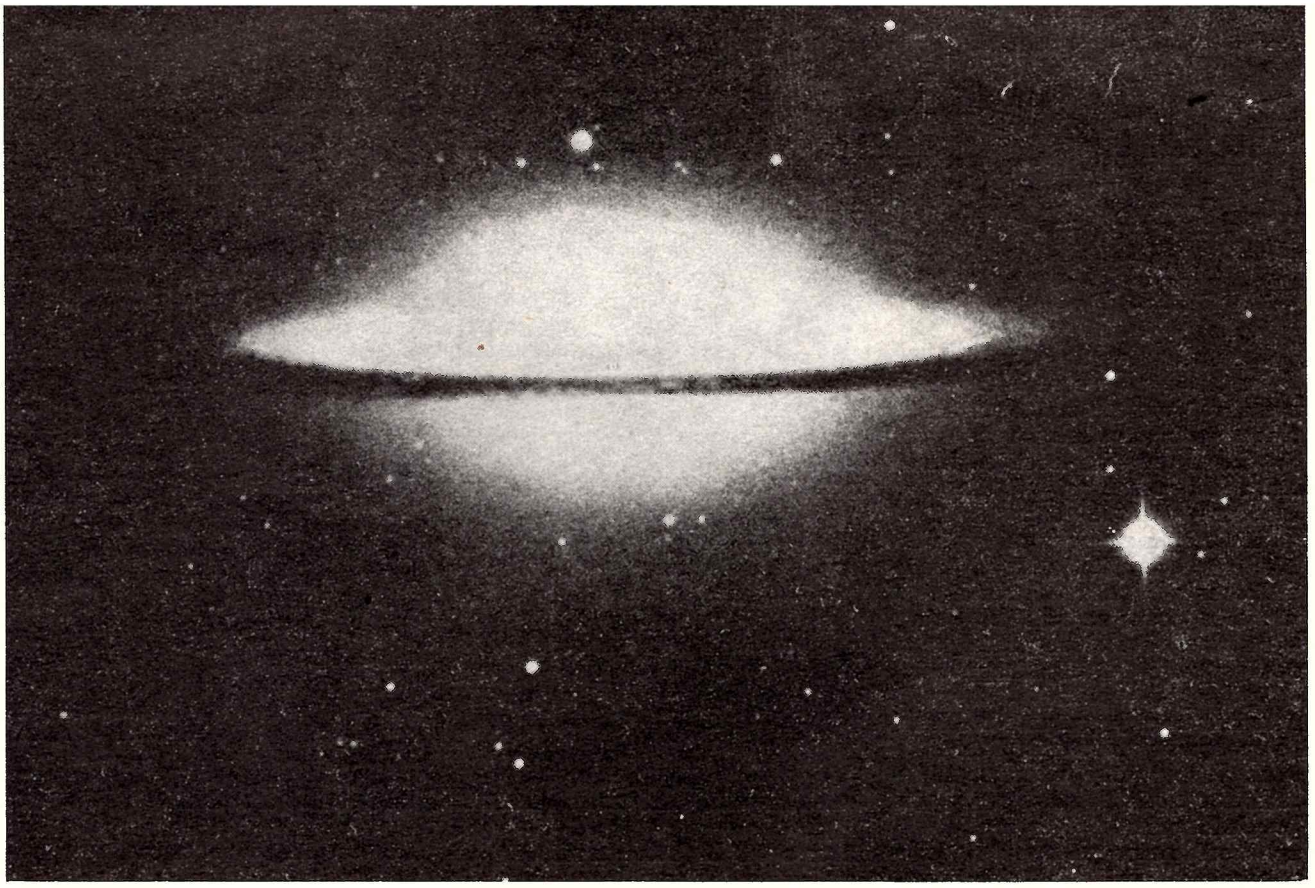
Vedci z JPL upozorňujú na fakt, že členovia klubu pomaly rotujúcich asteroidov majú rôzne geometrické a fyzikálne vlastnosti. Ich priemer sa pohybuje v rozmedzí 2—100 km. Niektoré sa približujú blízko k Zemi.

Harris a Young tvrdia, že „lenivé rotátory" boli spomaľované nejakým trecím procesom. Slapové javy dvojitých systémov môžu tento efekt čiastočne vysvetliť, ale nevysvetlia extrém periódy asteroidov 1982 DV a 1981 QA, tobôž nie 288 Glauke.

Keďže dráhy týchto asteroidov sú dosť eliptické, vedci JPL sa domnievajú, že ide o vyhasnuté kometárne jadrá, ktorých rotácia sa spomaľovala unikaním plynu počas ich aktívnej kariéry.

Harris však aj napriek tomu krivku zmien jasnosti v prípade 288 Glauke opisuje svojsky: obyvatelia na Glauke sú už unavení prirodzenou šedou barvou, preto sa rozhodli začiatkom apríla premaľovať svoju planétku tmavou farbou. Neskôr ich unavila aj tá, preto zvolili bielu. Maliarske práce dokončili v strede mája. Ich nekvalitná práca však má neblahé následky: po viac ako mesiaci farba opadáva a znovu sa zjavuje pôvodná šeď.

Podľa Sky and Telescope 6/1983
D. Novocký



M-104 — Sombrero

ZAUJÍMAVÉ OBJEKTY OBLOHY

Keď sa počas Messierovho života dočkal jeho katalóg hmlovín oblohy posledného vydania vo vedeckom časopise Connaissance des Temps, obsahoval 103 objektov. Ako je známe, niektoré z nich sú omyly a nikdy neexistovali; avšak na druhej strane je tiež známe, že Charles Messier vedel o viacerých hmlovinách než uviedol v katalógu. Ako príklad môže slúžiť hmlovina asi 8. magnitúdy, ležiaca na hranici súhvezdí Panny a Havrana. Objavil ju Messierov súčasník P. F. A. Méchain, preslávený hlavne ako jeden z iniciátorov merania dĺžky zemského poludníka. Podnetom merania bola snaha vedcov obdobia Veľkej francúzskej revolúcie získať dĺžkovú jednotku — meter — ako desaťmilióntinu dĺžky zemského kvadrantu, teda štvrtiny poludníka. Méchain viedol zememeračskú expedíciu pozdĺž sèvreského poludníka na juh do Španielska, kde počas prác zomrel. O objave hmloviny si Messier urobil poznámku do svojho exemplára vlastného katalógu, na základe čoho Camille Flammarion navrhol v r. 1921 pripojiť túto galaxiu k Messierovmu zoznamu pod číslom 104. Od tých čias bolo do zoznamu zaradených ešte šesť ďalších hmlovín, ktoré Messier poznal.

V katalógu NGC z r. 1888 dostala táto hmlovina číslo 4594 a je tu charakterizovaná ako „výrazná, veľmi jasná a veľká, s najväčším pretiahnutím pozdĺž pozičného uhla 92°, náhle sa zjasňujúca od kraja ku stredu". Svojou jasnosťou (8. magnitúdy) a rozmermi 6'×2' je v dosahu ďalekohľadov s priemerom väčším než 10 cm. Pri vizuálnom pozorovaní je však jej obraz bez podrobností (podobne ako napr. u hmloviny M 31 v Andromède), pričom v menších ďalekohľadoch nie je vidno ani výrazný tmavý pás pozdĺž rovníka galaxie. Dobre viditeľné je len jadro, okraje „klobúka" sú slabé a rozmazané.

Táto galaxia pripomína sombrero len na snímkach veľkými ďalekohľadmi.

V odbornej astronomickej literatúre druhej polovice minulého storočia vystupuje Sombrero ako rádová položka zoznamu jasnejších hmlovín, často je zaraďovaná do triedy „vretenovitých hmlovín" podľa vtedajšej klasifikácie. Záujem o jej štúdium sa prebudil až zahájením spektroskopického štúdia. Patrila medzi niekoľko objektov, u ktorých sa V. M. Slipher z Lowellovho observatória pokúšal r. 1912 zmerať radiálne rýchlosti, teda rýchlosti ich vzďaľovania sa. K tomu je potrebné exponovať na fotografickú dosku natoľko kvalitné spektrum, aby sa dal zmerať Dopplerov posun spektrálnych čiar, spôsobený vzájomným pohybom zdroja a pozorovateľa. Úsilie astronómov o zachytenie spektra relatívne slabého objektu na fotografickú dosku vtedajších kvalít dokumentuje práca F. G. Peasa s 1,5 metrovým ďalekohľadom observatória na hore Mt Wilson. Štrbinu spektrografu namieril na hmlovinu pozdĺž jej dlhšej osi a potom exponoval spektrum na jednu dosku skoro denne od marca do mája 1916, až dosiahol celkový expozičný čas 80 hodín (dnes sa dá také spektrum získať rádovo za desať minút). Výsledok však bol vtedy vynikajúci — okrem rýchlosti vzďaľovania — 1200 km/s — nameral Pease aj rotačnú krivku tejto galaxie, t. j. závislosť obežnej rýchlosti hviezd na vzdialenosti od stredu galaxie. Pretože v tom čase práve vznikol spor o skutočných vzdialenostiach galaxií, nebolo možné určiť ani merítko na snímku Sombrera a tak nezostalo nič iné, ako vzdialenosť od stredu vyjadrovať ako zdanlivú uhlovú vzdialenosť. Zo spektra vyplynulo, že obežná rýchlosť hviezd v disku rastie asi o 300 km/s pri postupe o 100" od stredu.

Keď sa r. 1925 podarilo E. Hubbleovi na fotografiách 100 palcovým ďalekohľadom hvezdárne na Mt Wilson rozlíšiť v ramenách hmloviny M 31 v Andromédе jednotlivé hviezdy, začalo sa pátrať po tom, či sú špirálové hmloviny obklopené guľovými hviezdokopami podobne ako naša Galaxia. V r. 1932 sa objav podaril: pri galaxii M 31 bolo nájdených okolo 140 guľových hmlistých obláčikov o priemere od 3,3" do 13,2". Ich radiálna rýchlosť —210 km/s s chybou ±100 km/s odpovedala radiálnej rýchlosti hmloviny M 31 a tak sa usúdilo, že obláčiky sprevádzajú M 31 na jej púti priestorom. Tiež ich spektrum typu F8 je rovnaké ako spektrum guľových hviezdokôp v našej Galaxii, takže boli s istotou vyhlásené za guľové hviezdokopy patriace ku galaxii M 31. Pretože však v našej Galaxii poznáme rozloženie, vzdialenosti a skutočné priemery guľových hviezdokôp, potom zo zdanlivých priemerov a rozloženia guľových hviezdokôp v M 31 (až do 3,5° od stredu) vyplýva nielen vzdialenosť, ale aj skutočné rozmery tejto galaxie. Priemer vtedy vyšiel 100 000 svetelných rokov, teda porovnateľný s priemerom hala (obalu) guľových hviezdokôp okolo našej Galaxie. Tým bol vyriešený spor medzi H. Shapleyom, ktorý pokladal špirálové hmloviny za malých a blízkych sprievodcov Galaxie a R. Curtisom, ktorý považoval všetky špirálové galaxie za približne rovnaké. Nebol to dôkaz najzávažnejší (ten poskytlo štúdium premenných hviezd cefeíd), ale nezávislý, a v tom je jeho hodnota. Treba dodať, že podiel na oprave svojej hypotézy mal i sám Shapley. Snímky z Harvardovho observatória premeral vtedy novým mikrofotometrom a zistil na najjasnejších 500 galaxiách v súhvezdí Panny, že ich slabo viditeľné okraje sa rozprestierajú až 5× ďalej než sa myslelo.

Guľové hviezdokopy v Magellanových oblakoch objavil Shapley až v dvadsiatych rokoch, potom ich našiel Hubble v M 31, M 33 v Trojuholníku, v NGC 205 (= M 110), NGC 6822 a v M 101. Až potom snímky 5-metrovým ďalekohľadom palomarskej hvezdárne ukázali, že snáď absolútnym rekordérom v počte guľových hviezdokop je Sombrero, ktoré je nimi zahalené ako jemným závojom. Malinké svetelné bodky, na obrázku teda nie sú hviezdy, ale jednotlivé hviezdokopy, z ktorých každá obsahuje okolo 100 000 hviezd. Obežné doby guľových hviezdokôp okolo jadra galaxie sú tu asi 100 miliónov rokov. Za predpokladu vzdialenosti 12 Mpc by bola hmotnosť M 104 asi $5 \cdot 10^{11}$ hmotností Slnka.

V pôvodnej Hubbleovej klasifikácii galaxií z r. 1925 bolo Sombrero označené ako typ Sa, tj. špirálová galaxia s výrazným jadrom a náznakovo vyvinutými ramenami. Pretože sklon roviny Sombrera a zornej priamky je asi len 5°, vidíme galaxiu zboku a špirálové ramená nám čiastočne zakrýva hrubý pás medzihviezdneho prachu rozloženého vo vzdialenosti 8 až 33 kpc od stredu galaxie (za predpokladu vzdialenosti asi 17 Mpc, ktorý je asi bližšie skutočnosti). Vo vnútri pruhu o polomere 8 kpc je hustota prachu zanedbateľná. Zo starostlivého fotometrického štúdia M 104, ktoré robil van Houten v r. 1961, vyplynulo, že druh prachu síce nemožno jednoznačne určiť, ale do úvahy prichádzajú buď malé zrniečka, rozptyľujúce izotropne, ktoré potom musia byť dosť tmavé, alebo väčšie (až 1 μm) svetlejšie zrná rozptyľujúce dopredu. Pre porovnanie uveďme hrúbku prachového pásu u niekoľkých podobných galaxií: NGC 4594—660 až 990 pc, — NGC 5746 — 830 pc, NGC 4565 — 350 až 1100 pc, NGC 4224 — 165 až 430 pc; naša Galaxia asi 50 pc. Optická hrúbka radiálne pozdĺž pásu je podľa van Houtena 2,55, to znamená, že svetlo jadra je zoslabené 13×; a v kolmom smere 0,22, čo zodpovedá medzihviezdnej absorpcii podobnej ako je v okolí Slnka. V modrej farbe je v páse maximálna absorpcia 3 magnitúdy.

Svojou stavbou sa galaxia M 104 veľmi podobá galaxiám šošovkovitým, teda typu SO. Jadro má veľmi mohutné, guľovité, plochá zložka je veľmi hrubá a má malý priemer. Pomer najväčšieho a najmenšieho rozmeru je len 1,6:1. Podobne ako u šošovkovitých a eliptických galaxií zloženie hviezdnej populácie nezávisí na vzdialenosti od jadra. Na vnútornej strane rovníkového pásu sú na dobrých snímkach vidieť kondenzácie, náznak špirálových ramien alebo skôr oblúkov. V spektre nie sú na žiadnom mieste galaxie emisné čiary, to znamená, že nie sú prítomné oblasti ionizovaných plynov, ani horúce hviezdy. Proces vzniku nových hviezd tu teda už končí. Sombrero je jedna z najväčších a najsvietivejších galaxií typu Sa, ale nie je typická, pretože má veľmi blízko ku galaxiám šošovkovitým. Najviac svetla vydáva zo vzdialenosti 3 kpc od stredu, ďalšie, podružné maximum svietivosti (vo vzdialenosti 10 kpc) je vyvolané nadbytkom žltých hviezd. Zdá sa, že týmto poznaním je výskum M 104 na určitú dobu uzavretý.

-mš-

Bude mít Japonsko raketoplán?

Japonsky vesmírný úřad NASDA (National Space Development Agency of Japan) studuje možnost vývoje vlastního vesmírného raketoplánu. V případě, že se prokáže ekonomické zdůvodnění výroby a využívání podobného transportního prostředku pro japonský národní program výzkumu vesmíru, je možné, že první exemplář raketoplánu by mohl odstartovat na oběžnou dráhu již někdy v polovině devadesátých let.

Navrhovaný japonský raketoplán má mít startovní hmotnost něco málo přes 11 tun. Jednalo by se spíše o „miniraketoplán" — celkovou délku by měl 14 m a rozpětí křídel 7,5 m. Ke startu má se využít japonské nosné rakety H-2 — její první kosmický start se uskuteční přibližně za deset let — a proto hmotnost a velikost raketoplánu je omezena nosnou kapacitou tohoto budoucího vesmírného nosiče. Tím je zároveň daná i maximální výška oběžné dráhy — nepřesáhne 500 km a poměrně malá doba letu s předpokládanou čtyřčlennou posádkou — nelze uskutečnit lety delší než několik málo dní. Užitečné zatížení dopravené na oběžnou dráhu jen o něco převýši jednu tunu. Na druhé straně však Japonci uvažují o možnosti vybavit raketoplán dvojicí proudových motorů pro pohon v zemské atmosféře. Zaručila by se tím vyšší manévrovatelnost během přistávacího manévru a zároveň také i vyšší bezpečnost letu. K přistání má stačit dráha o délce asi 2,5 km.

Japonský raketoplán by nedokázal vynášet hmotnější užitečný náklad, ani realizovat delší lety. Zdá se, že přece jen by byl pro vlastní kosmický program Japonska pouze jedním článkem z kosmické techniky nedaleké budoucnosti. Chybí návaznost na orbitální stanice, a proto asi teprve až další vývoj japonské kosmonautiky naznačí reálnost vývoje tohoto transportního prostředku. I kdyby však Japonci nakonec od výroby vlasního raketoplánu odstoupili, výše uvedená studie menšího typu raketoplánu ukazuje, že i menší dostupná nosnost kosmických nosičů může v nedaleké budoucnosti umožnit vývoj návazné vesmírné dopravní techniky.

(ih)

Šajnov ďalekohľad

Spomedzi všetkých ďalekohľadov Krymského astrofyzikálneho observatória najďalej „dovidí" reflektor s priemerom zrkadla 2,6 metra. Používa sa nielen na výskum hviezd, ale aj objektov za hranicami Mliečnej cesty — vzdialených galaxií a kvazarov. Hlavný ďalekohľad observatória, inštalovaný r. 1961, nesie meno významného astronóma, akademika G. A. Šajna, ktorý dlhé roky pracoval ešte na starom observatóriu v Simeize. V nemalej miere sa zaslúžil o vybudovanie samostatného Krymského astrofyzikálneho observatória a stal sa jeho prvým riaditeľom.

Ďalekohľad vyrobili v leningradských optických závodoch LOMO (kde neskôr zhotovili aj 6-metrový reflektor pre observatórium na Kaukaze). Hlavné zrkadlo Šajnovho ďalekohľadu váži 4 tony a celá pohyblivá časť 65 ton. Aby sa masívny tubus pohyboval hladko a presne, musí sa do ložísk, na ktorých spočíva jeho váha, vháňať olej pod tlakom 3000 kPa.

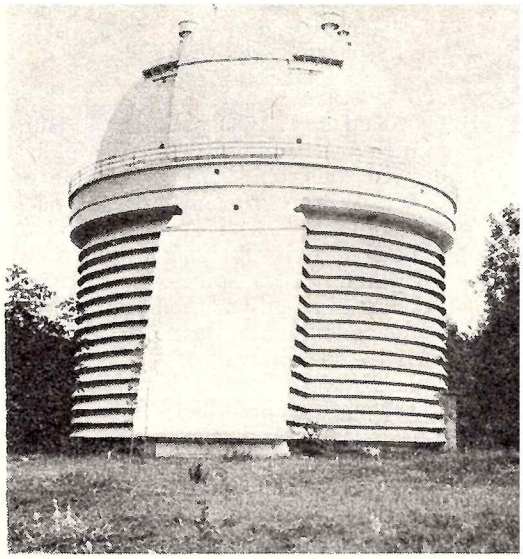
Prístroj má štyri optické systémy:

Primárne ohnisko (ohnisková vzdialenosť f = 10 m, svetelnosť f/D 3,8) umožňuje zachytiť na snímke oblasť oblohy s rozmermi 15×15 oblúkových minút. Pri pozorovaní v tomto ohnisku sa používajú dva difrakčné spektrografy — štrbinový, na získavanie spektier galaxií a iných difúznych objektov a bezštrbinový, ktorým sa určuje rozdelenie energie v spektrách symbiotických hviezd. Ďalším prídavným zariadením je elektrónovo-optický zosilovač obrazu. Využíva sa na kolorometriu galaxií, ale aj na ďalšie programy: v spojení s televíznou aparatúrou slúži na pozorovanie medziplanetárnych sond i na systematické meranie presnej vzdialenosti Zem-Mesiac. Pri tomto meraní sa využívajú laserové odrážače, umiestnené na Lunochode. Meria sa čas, za ktorý laserový impulz, vyslaný zo Zeme, prekoná cestu na Mesiac a späť.

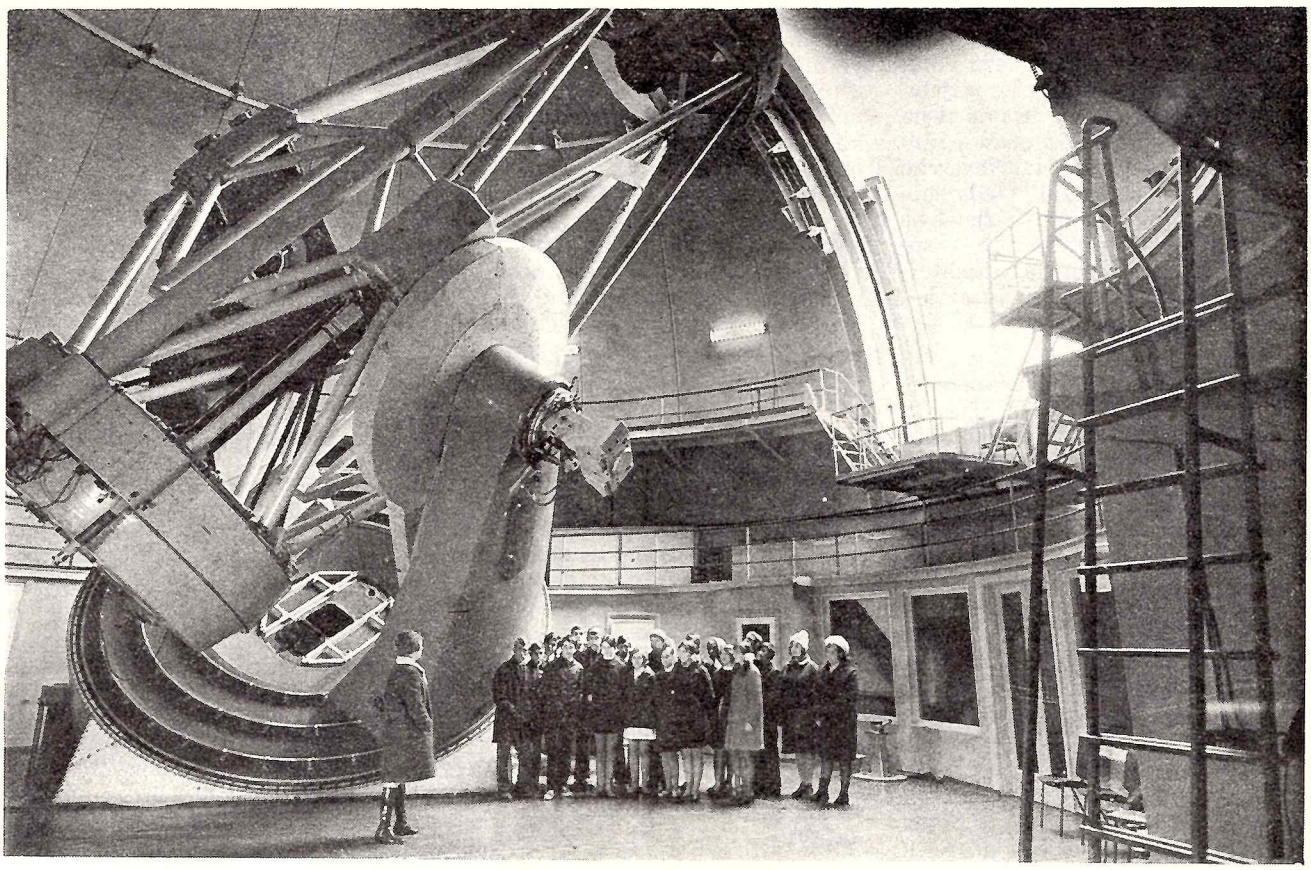
Nasmythovo ohnisko (f = 40 m, svetelnosť 16) je vybavené ďalšími dvoma spektrografmi, ktoré majú disperziu 5—36 nm/mm. Jeden zaznamenáva spektrá fotograficky, druhý má elektrónovo-optický prevodník. Pri pozorovaní v tomto ohnisku získavajú sa spektrá galaxií, symbiotických hviezd, nov, magnetických hviezd, červených trpaslíkov, nestacionárnych galaxií a kvazarov.

Cassegrainovo ohnisko (f = 40 m, svetelnosť 16). Tu je umiestnený polarimeter, pomocou ktorého sa zisťuje polarizácia svetla nestacionárnych hviezd a mimogalaktických objektov. Polarimetria umožňuje určiť priestorovú štruktúru a magnetické pole pozorovaného zdroja, ako aj vlastnosti ionizovaného plynu v jeho okolí.

Coudé ohnisko (f = 100 m, svetelnosť 40). Tu je umiestnený najväčší zo všetkých spektrografov hlavného ďalekohľadu, s disperziou 0,6 nm/mm. Využíva sa hlavne na jemnú spektrálnu analýzu chemického zloženia a štruktúry hviezdnych atmosfér, magnetických polí a rotačných rýchlostí hviezd.

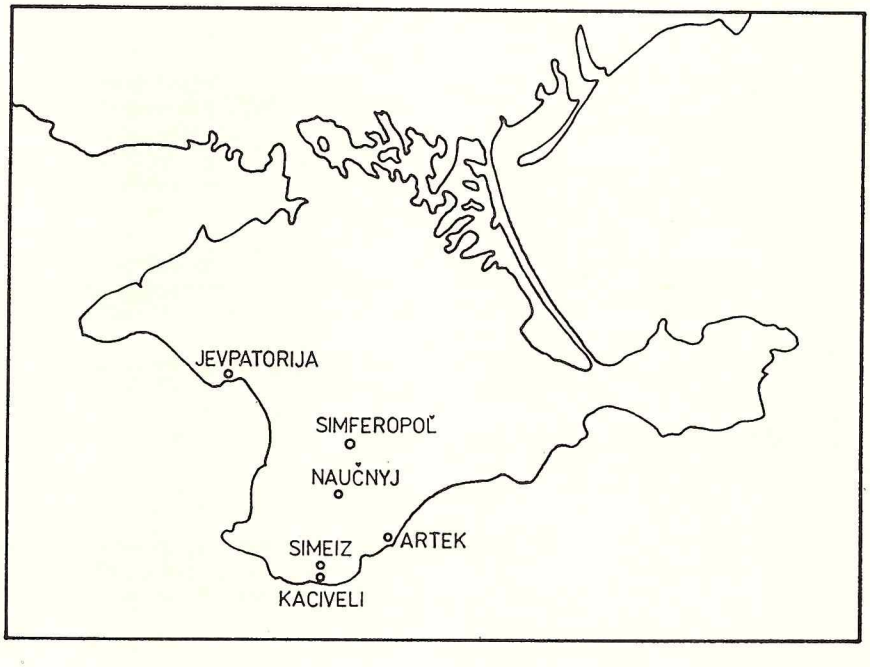


Kupola, v ktorej je umiestnený hlavný ďalekohľad Krymského astrofyzikálneho observatória — Šajnov zrkadlový ďalekohľad — má priemer 20 metrov a je konštruovaná tak, aby chránila prístroj pred výkyvmi teploty. Keby sa totiž ďalekohľad cez deň zahrial, turbulencia vzduchu v kupole by natoľko zhoršila kvalitu obrazu, že by nebolo možné plne využiť možnosti prístroja pri pozorovaní slabých objektov. Kupola je dvojstenná, prázdny priestor medzi vonkajším a vnútorným plášťom vytvára tepelnú izoláciu. Vnútorný plášť je cez deň chladený. Aj rebrovanie na stenách budovy pôsobí ako chladič. Aby kupola pohlcovala čím menej tepla, je natretá bielou farbou, ktorá odráža maximum slnečného žiarenia. Aj všetky ostatné kupoly a budovy s odsuvnou strechou, kde sú umiestnené ďalekohľady, sú preto oslnivo bielej farby.



Krymské astrofyzikálne observatórium

ALEŠ KUČERA, prom. fyz.



Keď chcete nájsť na mape, kde leží najväčšie astronomické observatórium v ZSSR, hľadajte Naučnyj v centrálnej časti južného Krymu. Miesto je označené iba nenápadným, malým krúžkom: je to osada, ktorá vyrástla pri Krymskom astrofyzikálnom observatóriu Akadémie vied ZSSR.

Keď sa povie Krym, v slovníku slnečného astronóma to znamená školu akademika Severného a objav oscilácií Slnka; odborníkovi na medziplanetárnu hmotu sa vybaví meno vynikajúceho pozorovateľa Černycha a objavy mnohých nových planétiek a vo fyzike hviezd zas Krym reprezentuje škola A. Bojarčuka, ktorý patrí k najcitovanejším autorom vo výskume dvojhviezd. Krymské astrofyzikálne observatórium je však pojmom nielen v „klasických disciplínach" optickej astronómie, ale aj v rádioastronómii a zúčastňuje sa aj na projektoch kozmického výskumu. Odtiaľto sa riadi aj program pozorovaní družice Astron, ktorá je najvýznamnejším projektom súčasnej sovietskej družicovej astronómie.

Bohatstvo Krymského astrofyzikálneho observatória je v množstve ďalekohľadov, vybavených moderným prídavným zariadením, ktoré umožňujú špecializované pozorovania. Práve preto má Krym vedúce postavenie medzi observatóriami v ZSSR. Možno vás to prekvapuje — ako to, veď najväčší ďalekohľad v Sovietskom zväze, ktorý má priemer zrkadla 6 metrov a je najväčším reflektorom na svete, nie je predsa na Kryme, ale na Kaukaze, pri Zelenčukskej. Prečo teda hovoriť o krymskom observatóriu ako o najvýznamnejšom centre astronomických pozorovaní v ZSSR? Lenže každý (a najmä tu,

na Kryme) vám povie, že nech je na Kaukaze prístroj akýkoľvek veľký, je len jeden, zatiaľ čo na Kryme je ich celý rad a to umožňuje, aby sa jeden objekt pozoroval viacerými metódami súčasne a tak sa o ňom získa oveľa komplexnejší materiál. Spektroskopické pozorovania dopĺňa fotometria, i polarimetria — a nie menej je dôležitý aj bohatý archív pozorovaní, zhromaždených za dlhé roky, vďaka ktorému sa môže porovnávať, ako sa „správala" daná hviezda v minulosti. Observatórium na Kaukaze bolo vybudované iba pred pár rokmi, takže zatiaľ je takpovediac v plienkach, pričom tu, na Kryme, má astronómia tradície takmer od začiatku nášho storočia. Na rozdiel od Krymského astrofyzikálneho observatória (KAO) so širokým pozorovacím programom je na Kaukaze Špeciálne astrofyzikálne observatórium (SAO) s úzkym zameraním na výskum najvzdialenejších objektov vesmíru.

NA POČIATKU BOL AMATÉR

Vo všetkých publikáciách, ktoré popisujú históriu observatória na Kryme, spomína sa na prvom mieste kupec Malcov, ktorý si začiatkom storočia vybudoval na Kryme amatérsku pozorovateľňu. Nebolo to v tých miestach, kde je observatórium dnes, ale celkom na juhu, v Simeize. Keď túto pozorovateľňu objavili Leningradčania, astronómovia z Pulkovskej hvezdárne, ktorí na Kryme letovali, zrejme boli nadšení. Veď dobré pozorovacie podmienky tu, na juhu to je pre astronóma niečo vzácnejšie než ospevované leningradské biele noci. Pulkovská hvezdáreň dávno potrebovala južnú stanicu. Nadšený astronóm-amatér Malcov venoval preto svoje observatórium Pulkovskej hvezdárni darom a tak bolo založené r. 1908 južné oddelenie Pulkovského observatória v Simeize.

Observatórium začínalo s 12 cm Zeissovým dvojitým astrografom. Orientovalo sa najmä na fotografické pozorovanie jasnosti hviezd, ale hneď od začiatku vynikalo aj v pozorovaní planétiek a komét: za nasledujúcich 30 rokov bolo tu objavených 141 nových planétiek a šesť nových komét. Postupne observatórium rástlo, pribúdali výkonnejšie prístroje a napokon sa stalo najväčším v ZSSR a vybavením i výsledkami patrilo medzi popredné astronomické pracoviská v Európe. Najväčším ďalekohľadom bol 1-metrový Zeissov reflektor, inštalovaný r. 1925, ktorým G. A. Šajn (neskôr zvolený za riadneho člena Akadémie vied ZSSR) študoval rozširovanie obálok hmlovín. V Simeize bola aj tzv. „služba Slnka" — štandardné, pravidelné pozorovanie Slnka, ktoré sa zaviedlo r. 1932.

Observatórium v Simeize nepretržite pracovalo do r. 1941. Vo vojne bolo zničené, ale to najcennejšie — materiál zhromaždený za vyše 30 rokov pozorovaní sa podarilo zachrániť. Dnes je v Simeize južná stanica, ktorá patrí Astrosovietu AV ZSSR.

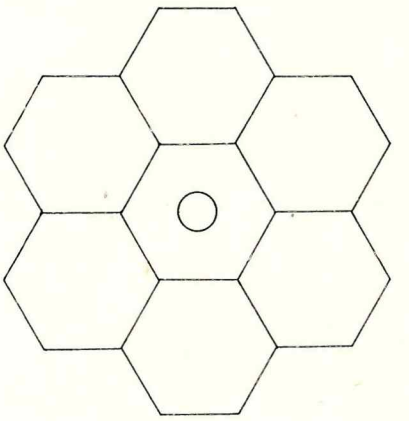
Po vojne sa nové observatórium vybudovalo už na novom mieste, v centrálnej časti južného Krymu: prímorské podnebie v Simeize je síce príjemné, ale turbulencia ovzdušia, ktorá pre krátkoohniskové ďalekohľady ešte nebola natoľko rušivá, pri dnešných prístrojoch by už podstatne zhoršovala kvalitu pozorovaní.

HĽADÁ SA MIESTO

Iste je pozoruhodné, že ešte počas vojny, r. 1944 zorganizovala Pulkovská hvezdáreň expedície, ktoré hľadali vhodné miesto na vybudovanie novej južnej stanice. Okrem dobrých pozorovacích podmienok malo byť nové miesto dostatočne priestranné; už vtedy sa myslelo na perspektívy observatória, ktoré potrebuje priestor, aby sa mohlo ďalej dobudovávať a rozširovať. Po viac než ročnom skúmaní astroklímy vybralo sa miesto neďaleko od Simferopolu, na náhornej plošine v nadmorskej výške 600 metrov. Tu vyrástol Naučnyj — už nie ako oddelenie Pulkovskej hvezdárne, ale z rozhodnutia vlády (30. 5. 1945) ako samostatné Krymské astrofyzikálne observatórium Akadémie vied ZSSR.

Dnes je Krymské astrofyzikálne observatórium veľkým astronomickým komplexom s vyše 300 zamestnancami, z ktorých takmer tretinu tvoria vedeckí pracovníci. Spomedzi prístrojov je najväčší reflektor s priemerom zrkadla 2,6 metra — tzv. Šajnov ďalekohľad (pozri str. 10). Pred 20-tými rokmi, keď ho vyrobili v leningradských optických závodoch LOMO, bol tretím najväčším ďalekohľadom sveta; medzitým ho síce prerástlo niekoľko „astronomických obrov", ktoré sa odvtedy postavili, ale aj tak patrí medzi najvýkonnejšie súčasné astronomické ďalekohľady.

Zdá sa, že na Kryme, kde bol hlavný prístroj dlhé roky najväčším ďalekohľadom v ZSSR, pokúsia sa opäť získať toto prvenstvo. Na observatóriu odskúšavajú systém ďalekohľadu novej generácie, ktorý bude mať hlavné zarkadlo zložené až z päťsto zrkadiel šesťhranného tvaru. Má to byť obrovský prístroj: Mozaikové zrkadlo má mať celkový priemer až 25 metrov (pozri Kozmos 1/1982). Systém sa odskúšava na prototype, ktorý už experimentálne pracuje. Je podstatne menší než budúci obor, zrkadlá majú priemer 40 cm, takže celkový priemer mozaikového zrkadla je 120 cm. Usporiadanie zrkadiel vidíte na schéme.



Tento projekt je jedným z výsledkov Oddelenia experimentálnej astrofyziky, ktorého činnosť je osobitne zaujímavá: stavajú sa tu prístroje pre družicovú astronómiu a hľadajú sa nové, netradičné možnosti aj pre pozorovania zo Zeme. Toto vývojové pracovisko má významné postavenie, čo vidno už z organizačnej štruktúry observatória. Je jedným zo štyroch samostatných oddelení. Ďalšie tri oddelenia sú: fyziky Slnka, fyziky hviezd a oddelenie rádioastronómie, ktoré má sídlo v Kaciveli (kúsok južne od Simeizu, na čiernomorskom pobreží), kde pracujú tri rádioteleskopy. Najväčší z nich (pozri snímku na obálke) má anténu s priemerom 22 metrov.

Okrem toho má Krymské astrofyzikálne observatórium aj viaceré špecializované laboratóriá (kozmických lúčov, experimentálneho pozorovania Slnka, elektroniky a automatizácie), výpočtové stredisko, bohatú knižnicu, viacero dielní — optickú, mechanickú, elektrodielňu i cech pokovovávania zrkadiel — a pri tomto množstve dobre vybavených pracovísk, ktoré pracujú samostatne, a pritom koordinovane, si človek uvedomí, čo to znamená koncentrácia výskumu: Kupoly, ponorené v zeleni rozľahlého, starostlivo udržiavaného lesoparku, bohatý pozorovací materiál, zhromaždený za trištvrte storočia generáciami astronómov, tradície i starostlivosť o perspektívy. Je to observatórium veľkorysých možností. Zatiaľ čo sa postupne modernizujú terajšie prístroje a stavajú sa zariadenia pre družice, hľadá sa už miesto pre nový mozaikový ďalekohľad s priemerom zrkadla 25 metrov.

Pod kupolami Krymu

Pretože množstvo a rozmanitosť ďalekohľadov a špecializovaných prídavných zariadení je hlavnou prednosťou tohto špičkovo vybaveného observatória, predstavíme vám programy a parametre ďalekohľadov, ktoré sa využívajú v stelárnej astronómii a na pozorovanie planét.

Zeissov reflektor ∅ 122 cm (f = 8,4 m, svetelnosť 7) bol inštalovaný na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu už v jeho počiatkoch, r. 1949. Vtedy to bol najväčší ďalekohľad nielen v ZSSR, ale aj v celej Európe. Jeho prídavné zariadenie tvoria dnes dva spektrografy, jeden má optiku zo skla, druhý kremennú. Disperzia spektrografu s kremennou optikou je od 6,5 do 16,2 nm/mm a druhého od 2,3 do 7,2 nm/mm. Pretože optika z taveného kremeňa prepúšťa aj ultrafialové žiarenie, ďalekohľad s týmto prídavným zariadením je výhodné využívať najmä na výskum mladých, horúcich hviezd, ktoré vyžarujú maximum svetla na krátkych vlnových dĺžkach, v ultrafialovej oblasti spektra. Preto sa tu pozorujú hviezdy spektrálnych typov O5 až B7, Be hviezdy, metalické hviezdy a tesné dvojhviezdy.

Priemer hlavného zrkadla **120 cm** má aj ďalší, najmladší a najmodernejšie vybavený ďalekohľad, ktorý slúži na observatóriu v stelárnej astronómii. Označenie má **AZT-11** automatický teleskop). Vyrobený je v LOMO. Je plne automatizovaný, ovládaný počítačom a používa sa na fotometrické a polarimetrické pozorovania. V súčasnosti na ňom pracuje päťkanálový fotometer — polarimeter, ktorý bol v rámci dvojstrannej spolupráce zhotovený vo Fínsku.

Ďalším zrkadlovým ďalekohľadom je **AZT 8** s priemerom hlavného hlavného zrkadla 70 cm. Podobne ako predošlý, výkonnejší prístroj, je špecializovaný na fotometriu a polarimetriu žiarenia hviezd. Skúmajú sa ním magnetické a symbiotické hviezdy a výbuchy červených trpaslíkov.

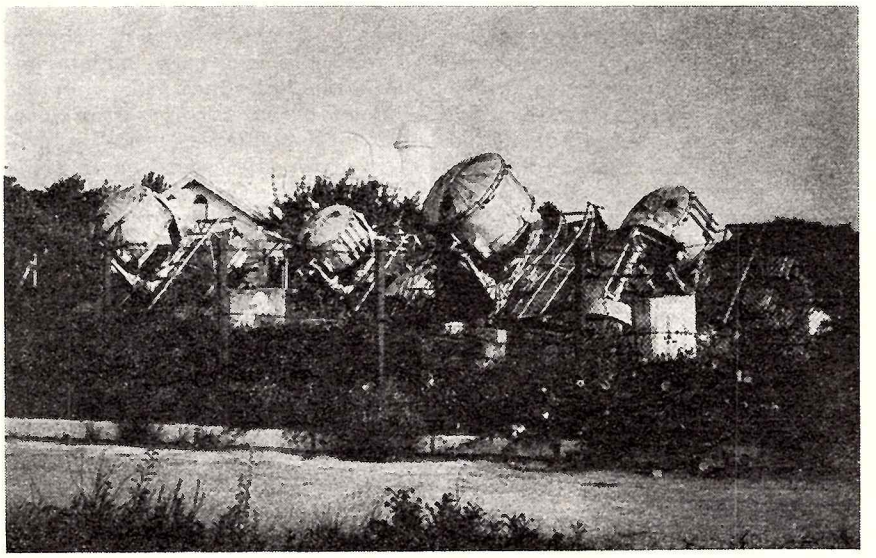
Nestacionárne hviezdy, hlavne červení trpaslíci, sa fotometricky pozorujú aj meniskovým ďalekohľadom **AZT-4**, ktorý má priemer objektívu 64 cm. Tento ďalekohľad sa v minulosti používal na fotometrické štúdium medzihviezdnej hmoty.

Meniskový ďalekohľad MTM-500 sa vďaka úspornému usporiadaniu zmestí pod kupolu s priemerom 5 metrov. Kedysi sa ním robili fotometrické pozorovania Marsu, Jupiterovej a Saturnovej atmosféry v širokom rozsahu spektra od 376 do 760 nm, ktoré ešte pred kozmickými sondami priniesli mnoho zaujímavých poznatkov. Dnes sa používa na fotoelektrickú fotometriu hviezd. Vybavený je aj elektrónovo-optickým prevodníkom a televíznou technikou, ktorá umožňuje pozorovať pulzary vo vizuálnej oblasti spektra. Ďalekohľad slúži aj na overovanie a ladenie nových optických prístrojov stelárnej astronómie.

Bohatú činnosť a viacero pozoruhodných objavov má za sebou najstarší ďalekohľad Krymského astrofyzikálneho observatória — **dvojitý Zeissov astrograf**, ktorý má objektívy s priemerom 40 cm. Pomocou neho sa zistila polarizácia žiarenia Krabej hmloviny, využíval sa na meranie polarizácie hviezd a ešte predtým na spektrálnu klasifikáciu hviezd do 12—13 magnitúdy (vtedy sa pri hviezdnej spektroskopii používal ešte predstavený objektívny hranol). Prístroj zaznamená pri dlhších expozíciách objekty až 17^m, má široké zorné pole (na platniach 30×30 cm zobrazí oblasť 10×10 oblúkových stupňov), a preto sa využíva na pozorovanie a objavovanie planétiek a komét.

Osobitne zaujímavý je ďalekohľad **AST-1200,** ktorého hlavné zrkadlo nie je z jediného kusa, ale je zložené zo siedmich zrkadiel šesťuholníkového tvaru (pozri schému na str. 12). Jednotlivé zrkadlá majú priemer 40 cm, vzdialenosť medzi ich hranami je 2 mm, takže celkový priemer hlavného zrkadla je 120 cm. Tento ďalekohľad je prototypom, ktorý už experimentálne pracuje; overujú sa na ňom postupy a riešenia rozpracovávané pre obrovský ďalekohľad, ktorý bude mať mozaikové zrkadlo s priemerom až 25 metrov a bude zložené z 500 jednotlivých zrkadiel. (Pozri Kozmos 1/1982, str. 6).

Veľké prístroje je škoda zaťažovať programom, na ktorý stačia aj menšie ďalekohľady. Preto sa na fotometriu jasných hviezd veľmi dobre uplatnia aj dva malé ďalekohľady **MTM-200 a AZT-7.** Oba majú priemer hlavného zrkadla 20 cm a sú umiestnené v malých domčekoch s odsuvnou strechou.

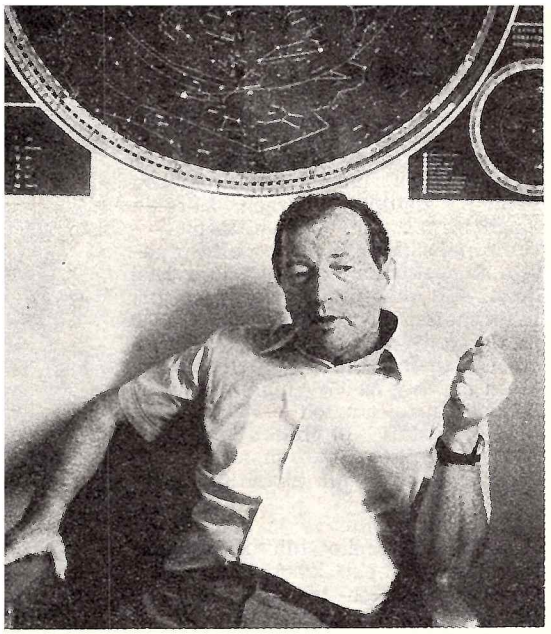


Na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu vidíme aj takéto netradičné astronomické prístroje. Je to aparatúra, ktorá zaznamenáva prejavy gamakvánt vysokých energií (10^{12} eV). Pomocou týchto zariadení bolo už pozorovaných viac ako 40 zdrojov gama-žiarenia a niekoľko nových bolo objavených. Všimnite si, že sa táto aparatúra podobá na detektory gama žiarenia, ktoré sú na družici Astron. Obe zariadenia — pre pozemskú i družicovú gama astronómiu vyrobili tu, na observatóriu, v Oddelení experimentálnej astrofyziky, kde sa zaoberajú vývojom nových pozorovacích metód. Z výsledkov práce tohto oddelenia spomeňme ešte astrofotometer, umiestnený na Kozmosoch 51 a 213 i na Lunochode 2, orbitálny slnečný ďalekohľad pre Saľut 4, pomocou ktorého sa získali spektrá ultrafialového žiarenia aktívnych oblastí Slnka v rozsahu vlnových dĺžok 97—140 nm, ako aj prístrojové vybavenie pre družicu Astron.

OPTICKÉ PRÍSTROJE PRE STELÁRNY VÝSKUM

Názov	∅ hlavného zrkadla (objektívu*) (cm)
ZTŠ	260
ZEISS (50")	122
AZT — 11	120
AZT — 8	70
AZT — 4	64*
MTM — 500	50*
Dvojitý astrograf ZEISS	2×40*
MTM — 200	20*
AZT — 7	20
AST — 1200	120 (mozaikový)

Tabuľka odráža aj pocity, akým sa neubráni náš astronóm, ktorý príde na Krym zo Skalnatého Plesa, kde na pozorovanie hviezd slúži jediný ďalekohľad s priemerom zrkadla 60 cm. Ďalšie pocity, ktoré prežíva pri prehliadke všetkých tých spektrografov, polarimetrov a ostatného vybavenia tunajších ďalekohľadov — to sa už do tabuľky nezmestí.



Alexander A. Bojarčuk, člen korešpondent AV ZSSR, je zástupcom riaditeľa Krymského astrofyzikálneho observatória. Vo svojej vedeckej práci sa orientuje na výskum nestacionárnych procesov. V problematike symbiotických hviezd patrí medzi najvýznamnejšie autority súčasnej astrofyziky.

O svojej práci rozpráva Alexander Bojarčuk, člen korešpondent AV ZSSR

Metóda rúcania hypotéz

Ako sa cíti astronóm, ktorý po tridsiatich rokoch pozorovania zo Zeme má možnosť riadiť projekt špecializovanej astronomickej družice? Predovšetkým — je zaneprázdnený. Ale zrejme človek na vrchole svojich možností únavu necíti. A tak napriek časovej tiesni i telefonátom, ktoré každú chvíľu prerušujú niť nášho rozhovoru, dr. Bojarčuk so zaujatím rozpráva o svojej práci: o horúcich, rýchlo rotujúcich Be hviezdach, ktorých štúdiom v astronómii začínal — i o atmosférach chladných obrov, ktorým sa venuje dnes. Objekty, ktoré študoval, boli rozmanité, ale jednu vlastnosť mali spoločnú: ich spektrum prezrádzalo, že sa s nimi dejú nejaké zmeny. Výbuchy, vzplanutia, procesy, pri ktorých sa uvoľňuje obrovské množstvo energie, zmeny teploty či chemického zloženia — *všetky tie premeny hviezd, ktoré sú niečím netypické, ktorých prejavy sa vymykajú tradičným predstavám, to je tá najkrajšia oblasť astronómie,* — tvrdí dr. Bojarčuk — a v tom s ním bezvýhradne súhlasím.

— *Čím podrobnejšie spoznávame hviezdy, tým viac premien v ich správaní zaznamenávame. Vidíme, že všetky tie nestacionárne procesy, ktoré sme kedysi považovali za výnimočné, sú oveľa bežnejšou súčasťou života hviezd. Aj o Slnku sme si ešte pred desaťročím mysleli, že je to pokojná, veľmi stála, obyčajná hviezda, a stačili presnejšie merania, aby sa zistilo, že osciluje. Čím sú naše pozorovania presnejšie, tým viac sa nám život hviezd javí dynamický a plný zmien. Nájsť zákonitosť týchto nestacionárnych procesov, to je kľúč k hlbšiemu pochopeniu fyzikálnej podstaty hviezd, a práve preto dnes už môžem povedať, že hlavné zameranie nášho pracoviska, ktoré sme si určili pred dvadsiatimi rokmi — štúdium nestacionárnosti — zvolili sme správne. Dnes je to kľúčová oblasť astrofyziky.*

Možnosť pozorovať nestacionárne objekty nielen vo viditeľnom svetle, ale sledovať procesy, ktoré v nich prebiehajú aj v oblasti vyšších energií, to je šanca, ktorú dáva kozmický výskum. Družica Astron je na obežnej dráhe od marca minulého roku a objekty, ktoré pozoruje jej ultrafialový ďalekohľad so spektroskopom, súbežne sledujú aj ďalekohľady Krymského astrofyzikálneho observatória. Zameranie družice možno zhrnúť do troch slov: výskum nestacionárnych procesov.

Aké prekvapenia priniesla už doteraz družica Astron?

— *Ukázala nám napríklad zvýšenú hladinu olova vo viacerých magnetických hviezdach. Túto zaujímavú podrobnosť by sme pozorovaním zo Zeme nezistili, lebo vo viditeľnej oblasti spektra čiary olova nie sú. Merania družice nám pomohli spresniť údaje aj o rýchlosti, akou niektoré hviezdy vyvrhujú svoju látku; rádove je to až niekoľko stovák kilometrov za sekundu. Údaje družice — to sú ďalšie kamienky do mozaiky nášho obrazu o fyzike hviezd. Poskladať túto mozaiku tak, aby sa obraz stále viac blížil pravde, to je však dlhodobý proces. Doteraz boli vypustené len dve družice s ďalekohľadom pre ultrafialovú oblasť spektra, Copernicus a IUE. Astron je tretia. Merani v ultrafialovej oblasti je teda veľmi málo v porovnaní s množstvom pozorovaní vo viditeľnej oblasti, ktoré sa zhromažďujú už celé desaťročia pomocou mnohých pozemských ďalekohľadov. Preto každá družica s ďalekohľadom pre tie vlnové dĺžky elektromagnetického žiarenia, ktoré na Zem cez atmosféru neprenikajú, je známym prínosom pre pokrok astronómie.*

* * *

— *Myslím, že vylúčiť nereálnu hypotézu je prinajmenšom rovnaký prínos ako vymyslieť dve nové,* — hovorí dr. Bojarčuk. — *Pred tridsiatimi rokmi, keď som v astronómii začínal, ešte som nevedel, že odstraňovanie nereálnych hypotéz sa stane mojou pracovnou metódou, ale bolo to tak už pri prvej práci, do ktorej som sa pustil. Týkala sa Be hviezd. Sú to rýchlo rotujúce horúce hviezdy spektrálneho typu B, ktoré majú emisné čiary v spektre (preto označenie Be) a obálku. Vznik obálky — ako sa predpokladalo vtedy, pred 30-timi rokmi — súvisí s tým, že v dôsledku rýchlej rotácie hviezdy uniká hviezdna látka do okolia a vytvorí okolo objektu plynnú obálku. Podarilo sa mi ukázať nestacionárny charakter zväčšovania obálky a to bol dôkaz, že hypotéza neplatí: rotácia hviezdy, aj keď môže napomáhať unikaniu hviezdnej látky, nemôže byť hlavným zdrojom vzniku obálky. Vysvetlenie, prečo sa veľkosť obálky Be hviezd mení, prišlo až oveľa neskôr, keď bol asi pred 15-timi rokmi objavený hviezdny vietor. Vtedy sa stal opäť aktuálny môj voľakedajší výpočet hmotnosti obálok Be hviezd. Na základe neho bolo možné vybrať mechanizmus, schopný vytvoriť obálku vypočítanej hmotnosti. Človeka poteší, keď zostanú tak dlho v platnosti výsledky jeho práce, tým viac, že ide o prvotinu. Preto mám Be hviezdy dodnes rád.*

Problém rotácie hviezd, ktorý ma zaujal pri mojej prvej práci, bol mojou ďalšou témou. Spolu s dr. Kopylovom, terajším riaditeľom Špeciálneho astrofyzikálneho observatória na Kaukaze, sme zostavili katalóg, ktorý obsahoval rýchlosti rotácie okolo tritisíc hviezd. Teraz sú, pravda, už nové, obšírnejšie katalógy.

Potom nasledovali symbiotické hviezdy; na dlhé roky sa stali stredobodom môjho záujmu. Prečo som si vybral práve tieto objek-

ty? Nuž, výber témy je z väčšej časti otázkou prístrojových možností. Skrátka, robíte niečo, lebo sa to dá — a náš, vtedy nový Šajnov ďalekohľad umožňoval podrobné spektroskopické štúdium. Čo sa týka osobného záujmu, ktorý sa na výbere témy podieľa z tej menšej časti — zaujímala ma nestacionárnosť. Preto ma lákali hviezdy s takým zvláštnym, protirečivým spektrom, ktoré naznačovalo, že ide o objekt horúci a chladný zároveň. Myslelo sa, že sú to nejaké chladné hviezdy s horúcou obálkou (alebo naopak, horúce hviezdy s chladnou obálkou). Očakával som, že tu bude veľmi silné magnetické pole, horúca hviezdna koróna a nejaké mechanizmy, ktorým zatiaľ nerozumieme. Ale už podľa prvých spektrogramov a kvalitatívnych prepočtov množstva vyžiarenej energie som prišiel na to, že jediná hviezda takéto spektrum nemôže mať, že to musia byť hviezdy dve, horúca a studená, ktoré tvoria dvojicu.

Je pekná náhoda, že názov symbiotická hviezda, ktorý pôvodne označoval, že ide o symbiózu spektra horúceho a studeného, nakoniec veľmi dobre pasuje na označenie takejto kontrastnej dvojice, kde horúca a chladná zložka tvoria tesnú dvojhviezdnu a spoločne hospodária dokonca aj so svojou látkou. Na pohľad to síce vyzerá ako nerovné partnerstvo: jedna hviezda sa obohacuje látkou, ktorú tá druhá stráca, ale zato obe majú pestrý život, plný zaujímavých dejov, ktoré sú zašifrované v ich komplikovanom spektre.

Názor, že symbiotické hviezdy sú pravdepodobne dvojhviezdy, možno existoval už dávnejšie; dr. Bojarčuk si nijako nerobí nárok na autorstvo tejto (a ani žiadnej inej) hypotézy. Lenže jemu sa podarilo dokázať ju. Povedané jeho slovami *„položil závažné argumenty proti hypotéze, že by symbiotické objekty mohli byť samostatné hviezdy“*. Napriek tomu dodnes sú astronómovia, ktorí tvrdia, že nie všetky symbiotické hviezdy musia mať dvojhviezdnu podstatu, že niektoré z nich môžu byť aj „sólové“ hviezdy. Takéto stretnutie názorov som zažil pred troma rokmi na kolokviu Medzinárodnej astronomickej únie o symbiotických hviezdach v Haute Provence vo Francúzsku.

— *Starý názor bude pretrvávať ešte dlho, lebo symbiotických hviezd poznáme asi 150 a nie všetky sú tak podrobne preskúmané, aby sa dal model samostatnej hviezdy úplne vylúčiť,* — nadväzuje dr. Bojarčuk na tieto diskusie. — *Lenže samostatná chladná hviezda s horúcou obálkou by mala iné spektrum než pozorujeme u symbiotických hviezd: množstvo energie vyžarovanej horúcou zložkou by muselo byť oveľa menšie, ak by išlo len o vyžarovanie obálky. Keďže v spektre vidíme rovnaké zastúpenie energie pochádzajúce z chladnej i horúcej zložky, musia to byť dve hviezdy; stačí predsa tieto javy kvantifikovať.*

Horúca zložka predstavuje asi polovicu žiarenia symbiotickej hviezdy. Predstava, že toto žiarenie pochádza z veľmi horúcej koróny, ktorá obklopuje chladnú hviezdu, stroskotá už pri veľmi jednoduchej úvahe: žiarenie horúcej koróny muselo by zohriať aj povrchové vrstvy chladnej hviezdy, takže druhá zložka spektra by sa nám nemohla javiť ako žiarenie veľmi chladnej hviezdy spektrálneho typu M. Rozdiel teplôt by nemohol byť až taký veľký.

Zoberieme si druhý model, horúcej hviezdy s chladnou obálkou. Teória predpokladá, že emisné spektrum vzniká pod chladnou obálkou. Vzhľadom na to, že v emisnom spektre sú zakázané čiary, musí mať oblasť, v ktorej sa tvoria, značné rozmery. Chladná obálka, keďže túto oblasť obklopuje, musela by byť ešte väčšia. Dá sa vypočítať, akú by mala hmotnosť: pretože v absorpčnom spektre dominujú pásy TiO a vápnika, možno z profilu absorpčnej čiary vápnika vypočítať koeficient absorpcie a z toho potom množstvo vápnika pozdĺž zorného lúča. Z tohto údaja a z predpokladaných rozmerov obálky vychádza hmotnosť chladnej obálky úplne absurdná — niekoľko desiatok hmotností Slnka. Tým stroskotáva aj druhý variant, ktorý sa snaží vysvetliť symbiotické hviezdy ako samostatné hviezdy s obálkou.

Astronómia však už nie je odkázaná len na úzku oblasť viditeľného svetla. Symbiotické hviezdy máme možnosť sledovať v infračervenej oblasti, kde vyžaruje maximum energie horúca zložka, ako aj v ultrafialovej oblasti, kde má maximum chladná zložka. Vďaka tomu môžeme vypočítať energetické charakteristiky oboch zložiek oveľa presnejšie. Rádiové pozorovania nám zas ukazujú štruktúru plynnej hmloviny, obklopujúcej symbiotický objekt. Všetky tieto pozorovania nielen že veľmi dobre potvrdzujú dvojhviezdnu podstatu symbiotických hviezd, ale umožňujú detailnejší pohľad na ich štruktúru. Teraz je základná úloha zistiť polomer, svietivosť, hmotnosť a vzájomnú vzdialenosť zložiek, aby sme mohli urobiť presnejšiu energetickú bilanciu sústavy. Potom až možno rozhodnúť, či horúca zložka žiarenia je akrečná energia, alebo horenie vodíka na bielom trpaslíkovi. Rozdiel v energetickej bilancii týchto dvoch mechanizmov je zhruba dva rády.

Všetky naše doterajšie úvahy sú založené na predpoklade, že chladná zložka je normálny obor. Aby sme sa vyznali v procese ejekcie, musíme s určitosťou vedieť, či chladný obor vypĺňa Rocheovu hranicu alebo nie. Podľa všetkého nevypĺňa, lenže absolútne veľkosti červených obrov zatiaľ nepoznáme. Ďalej by bolo zaujímavé zistiť, ako sa formuje akrečný disk, zistiť jeho štruktúru i to, či sa plynná obálka ďalej rozširuje a iné podrobnosti. Lenže úloha sa ľahko postaví, ale rieši sa nesmierne ťažko. Veď v spektre symbiotického objektu sa informácie doslova prekrývajú; jediné spektrum je záznamom žiarenia rôznych oblastí tejto zložitej sústavy — chladnej zložky i jej nahriatych oblastí, horúcej zložky a disku okolo nej, ako aj žiarenia hmloviny, ktorá dvojhviezdu obklopuje. Fyzikálne podmienky na jednotlivých miestach tejto sústavy sú rozdielne; niektoré spektrálne čiary sú tenké, iné vznikajú v opticky hrubých vrstvách a to všetko je ešte skomplikované pohybmi v sústave. Interpretácia je náročná.

* * *

Nevedel som, že to bol dr. Bojarčuk, kto zistil, že Sírius nie je obyčajná hviezda hlavnej postupnosti, ale obsahom kovov sa radí medzi metalické hviezdy. A rovnako som nevedel, že práve on vysvetlil, prečo niektoré novy vzplanú rýchlo, v priebehu pár dní a rýchlo aj pohasínajú, zatiaľ čo iné zotrvávajú v maxime aj niekoľko rokov. Závisí to od obsahu prvkov C, N a O. Čím je ich zastúpenie vyššie, tým je nova rýchlejšia. Dnes je to známe, všeobecne prijímané vysvetlenie. *„Ale vtedy, keď som sa zaoberal touto problematikou, stretla sa moja interpretácia spočiatku s nedôverou“*, spomína dr Bojarčuk. Rozpráva aj o ďalších zaujímavých výsledkoch štúdia niektorých jasných hviezd. *„Prekvapilo ma, že tieto hviezdy predo mnou dlho nikto neštudoval“*, hovorí. V astronómii (a zrejme vo vode vôbec) sa to stáva, že sa študujú objekty na hraniciach prístrojových možností, a pritom o objektoch dostupných už bežnými prístrojmi tradujú sa zastaralé poznatky.

Popri symbiotických hviezdach zaoberá sa teraz dr. Bojarčuk vý-

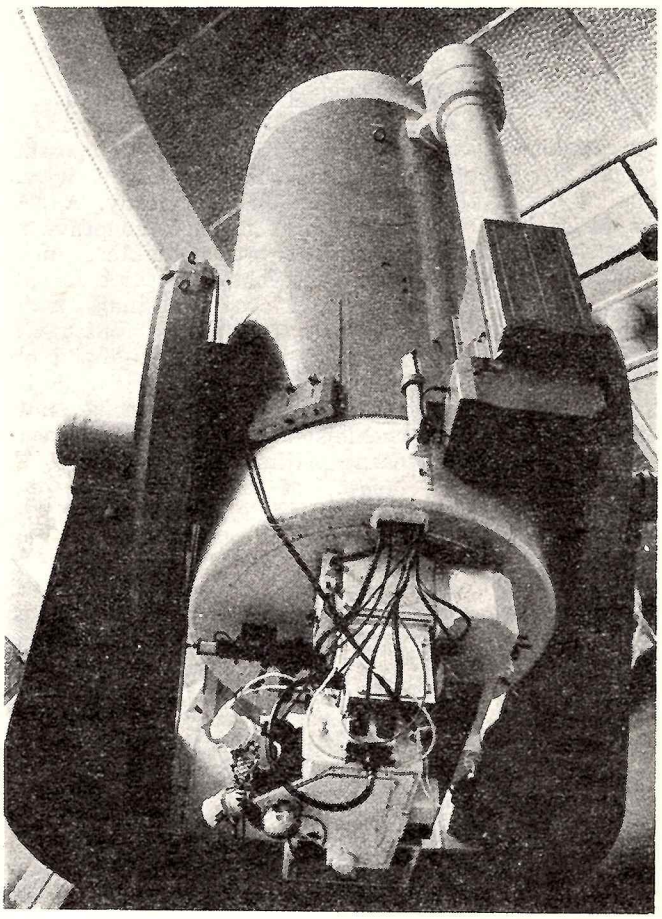
skumom atmosféry chladných obrov spektrálneho typu F. Na Kryme získali už niekoľko stovák sketrogramov týchto hviezd a skúmajú ich metódou modelu. V podstate je táto metóda založená na porovnávaní spektrálnych čiar teoreticky vypočítaných a skutočných, získaných z pozorovaní. Takéto porovnávanie je však možné len vďaka výkonným počítačom. Donedávna sa atmosféry hviezd skúmali tzv. metódou kriviek rastu. Táto metóda síce tiež umožňovala zistiť chemické zloženie atmosféry, turbulentnú rýchlosť plynu v atmosfére i teploty, ktorým zodpovedá stav ionizácie a excitácie, avšak vďaka uplatneniu počítačov v astronómii možno metódou modelu popísať hviezdnu atmosféru nielen ako celok, ale aj odlišnosti v jej jednotlivých vrstvách. Možno postihnúť rozdiely teploty, chemického zloženia, ba aj jemné turbulentné pohyby.

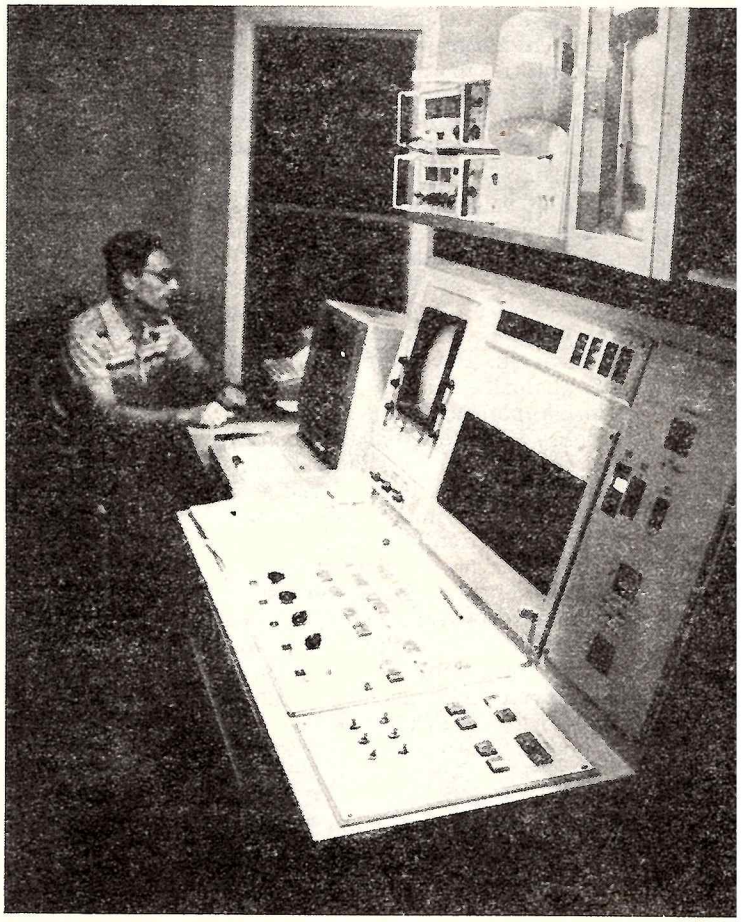
— *Vďaka tomu dnes už vieme,* vysvetľuje dr. Bojarčuk, — *že nielen horúce hviezdy spektrálneho typu O a B, ale aj chladné hviezdy typu F majú lokálne odchýlky od termodynamickej rovnováhy. O obroch sme zistili aj to, že ich atmosféra sa vyznačuje nielen deficitom uhlíka (čo sa dalo očakávať), ale aj nadbytkom sodíka — a to je prekvapujúce. Aj keď poznáme základné reakcie daných typov termonukleárnej syntézy, zrejme pri nich vznikajú aj ďalšie prvky, ktoré sa potom z jadra dostávajú do horných vrstiev hviezdnej atmosféry a „kazia" jej chemické zloženie. Lenže akým mechanizmom prebieha prenos látky z jadra do povrchových vrstiev? Je to iba výsledok konvencie? Ak áno, prečo potom pozorujeme chemické anomálie v atmosférach Ap hviezd? Veď sú to hviezdy hlavnej postupnosti, život majú pokojný, majú svoje jadro a obálku, takže produkty termonukleárnej reakcie by sa nemali dostávať z jadra do hviezdnej atmosféry. Anomálie v chemickom zložení atmosféry však napriek tomu existujú. Podľa teórie, ktorú predložil Michaud, môžu sa niektoré prvky dostávať z jadra hviezdy do atmosféry procesom difúzie, ktorú spôsobuje tlak žiarenia, ak sa pôsobenie gravitácie a tlaku plynu vyrovnáva. Teória je veľmi príťažlivá, ale museli by sme predpokladať, že existujú veľké rozdiely v schopnosti jednotlivých chemických prvkov interagovať s elektromagnetickým žiarením, avšak naše doterajšie znalosti o štruktúre atómu nestačia na to, aby sme vyslovili takýto záver. Okrem toho v ultrafialovej oblasti, kde majú Ap hviezdy maximum žiarenia, až dve tretiny spektrálnych čiar nie je zatiaľ identifikovaných a nepoznáme dostatočne ani štruktúru termov (energetických hladín atómov). Preto pristupujeme k tomuto problému inou cestou, snažíme sa zistiť zákonitosť výskytu chemických anomálií v atmosférach týchto hviezd: ak rastú s atómovým číslom u jednej hviezdy, rovnako to musí byť aj u druhej; napríklad keď má jedna hviezda viac zirkónu ako ytria, nemôže to byť u inej hviezdy opačne. Ak by sme zistili, že takáto závislosť naozaj existuje, bola by to dobrá podpora Michaudovej teórie difúzie. A ak nie? Potom by bolo treba hľadať iné vysvetlenie chmeických anomálií Ap hviezd.*

Zhováral sa: RNDr. DRAHOMÍR CHOCHOL, CSc.

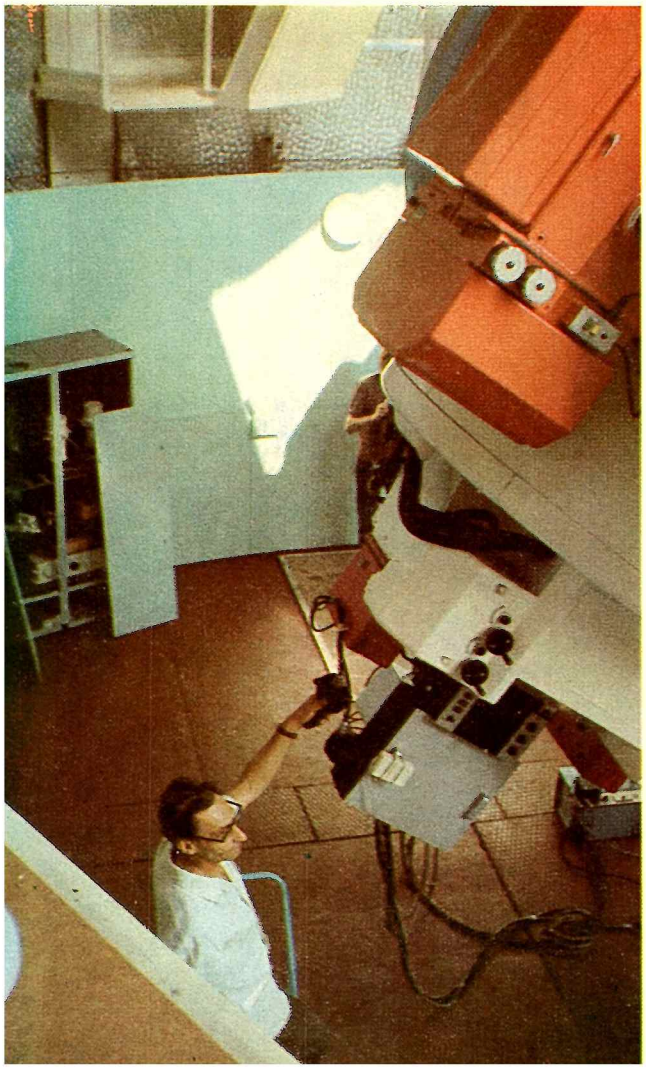
Spracovala: Tatiana Fabini

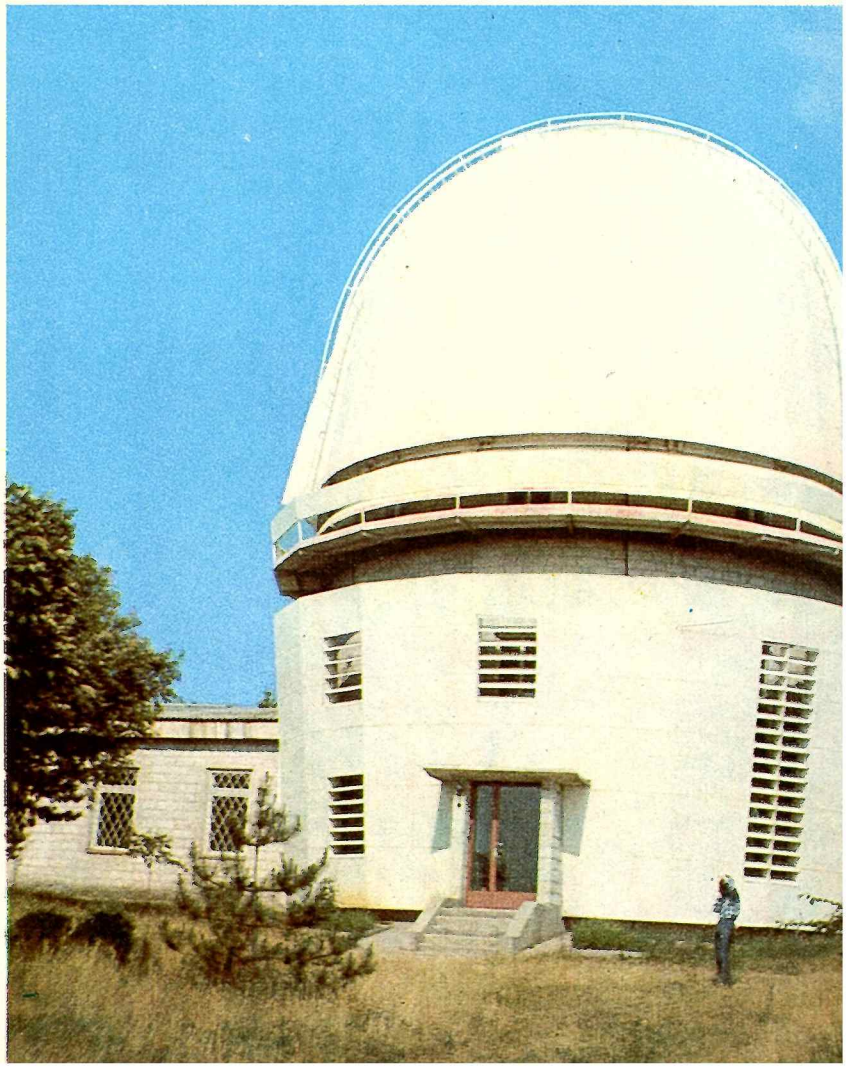
Na štyroch dolných snímkach vám predstavujeme najmladší a najmodernejšie vybavený ďalekohľad krymského observatória AZT-11. Najprv celkový záber na prístroj, na ďalšej fotografii pohľad na ovládací pult, odkiaľ sa riadi činnosť tohto plne automatizovaného prístroja. Na ďalšej, farebnej snímke, vidíme detail Cassegrainovho ohniska, kde je fotonásobič vyrobený vo Fínsku, ktorý slúži na fotometrické a polarimetrické pozorovania. Celkom vpravo je kupola v ktorej je ďalekohľad umiestnený. Malá budova tesne pri nej je prístavba pre počítač, ktorým je ďalekohľad ovládaný.

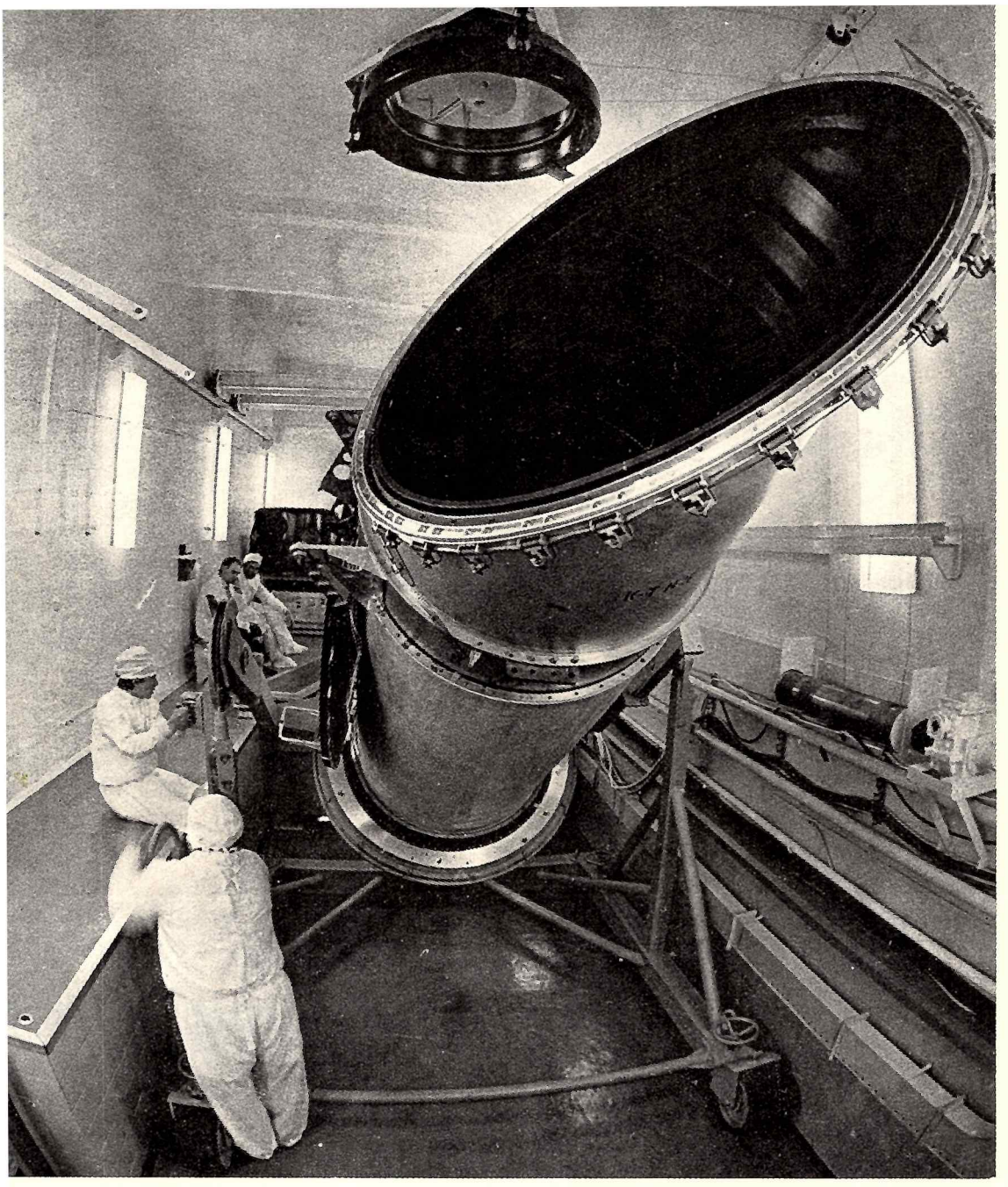




Celkový pohľad na Krymské astrofyzikálne observatórium. Vľavo dominuje kupola najväčšieho, Šajnovho ďalekohľadu s priemerom zrkadla 2,6 m, vpravo 25 metrov vysoká veža Veľkého vežového slnečného ďalekohľadu. Kúsok od nej je aj kupola moderného ďalekohľadu AZT — 11, ktorý detailne vidíme na dolných snímkach.





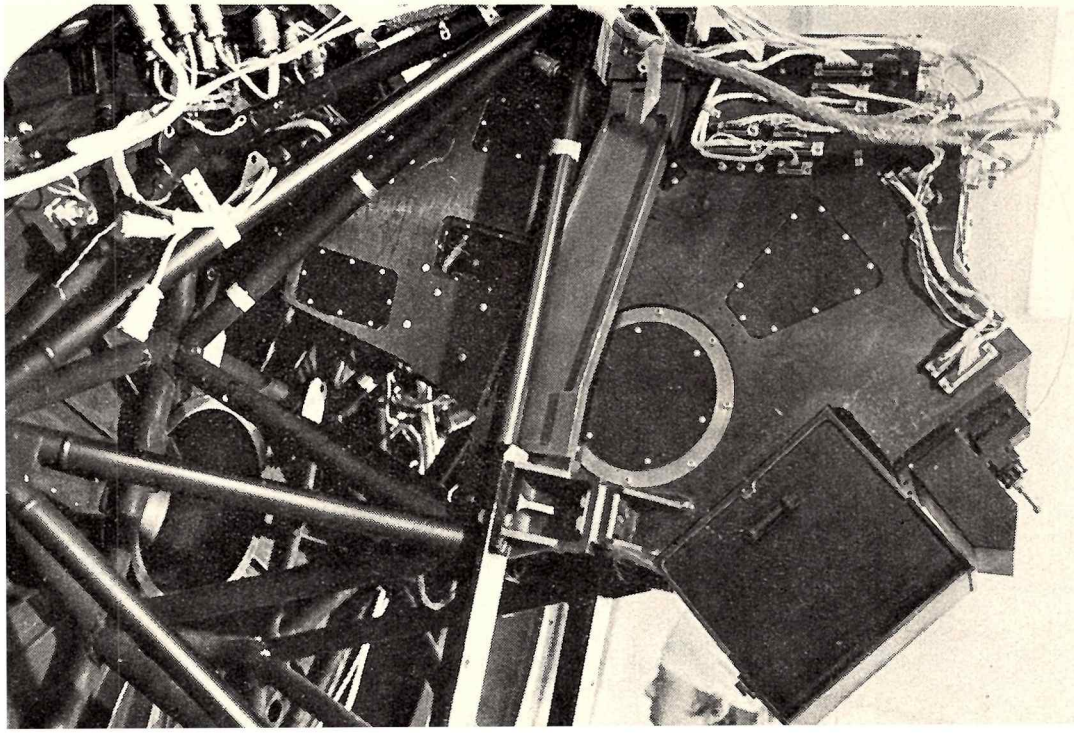


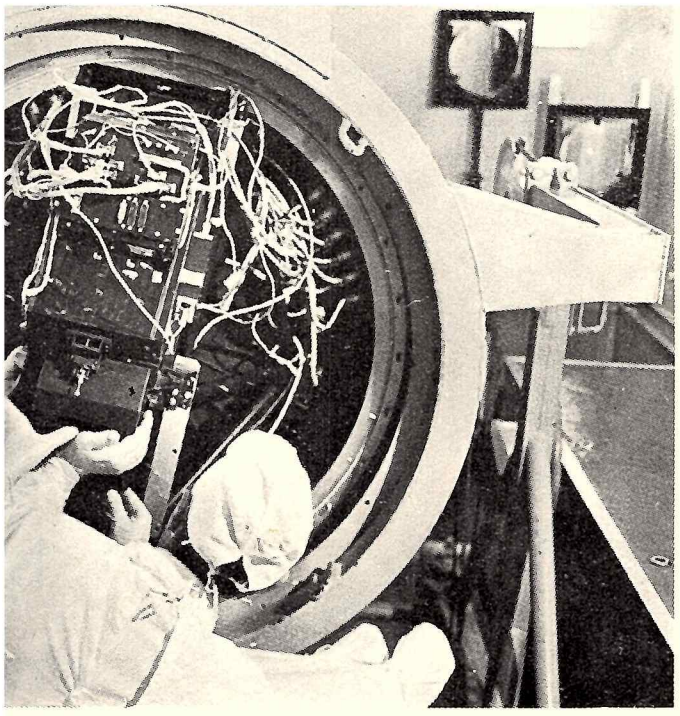
1

Do početnej skupiny ďalekohľadov, ktoré slúžia na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu, pribudol vlani ďalší — reflektor s optickým systémom Ritchey-Crétien, s priemerom hlavného zrkadla 80 cm. Nie je pod kupolou, ale je umiestnený na družici a okolo jeho programu točí sa teraz celé oddelenie fyziky hviezd. Veď ďalekohľad týchto parametrov (ktorý by sa ani v pozemských podmienkach nepovažoval za malý), je v družicovej astronómii udalosťou prvoradého významu — najmä ak pozoruje žiarenie hviezd na tých vlnových dĺžkach spektra, ktoré k pozemským ďalekohľadom cez vrstvu atmosféry našej Zeme nepreniknú.

Ďalekohľad nesie meno najjasnejšej hviezdy súhvezdia Panny — Spika a družica, na ktorej je upevnený (upravená sonda typu Venera) dostala meno Astron, lebo celé jej prístrojové vybavenie slúži na astronomický výskum. V ZSSR je to prvá špecializovaná astronomická družica. Na obežnej dráhe okolo Zeme je od 23. marca minulého roku. Pozorovací program družice Astron veľmi úzko súvisí so zameraním krymskej skupiny astronómov, ktorí sa už roky špecializujú najmä na výskum nestacionárnych procesov, ako sú náhle vzplanutia hviezdnych atmosfér, prenos látky medzi hviezdami, tvoriacimi dvojhviezdnu sústa-

3





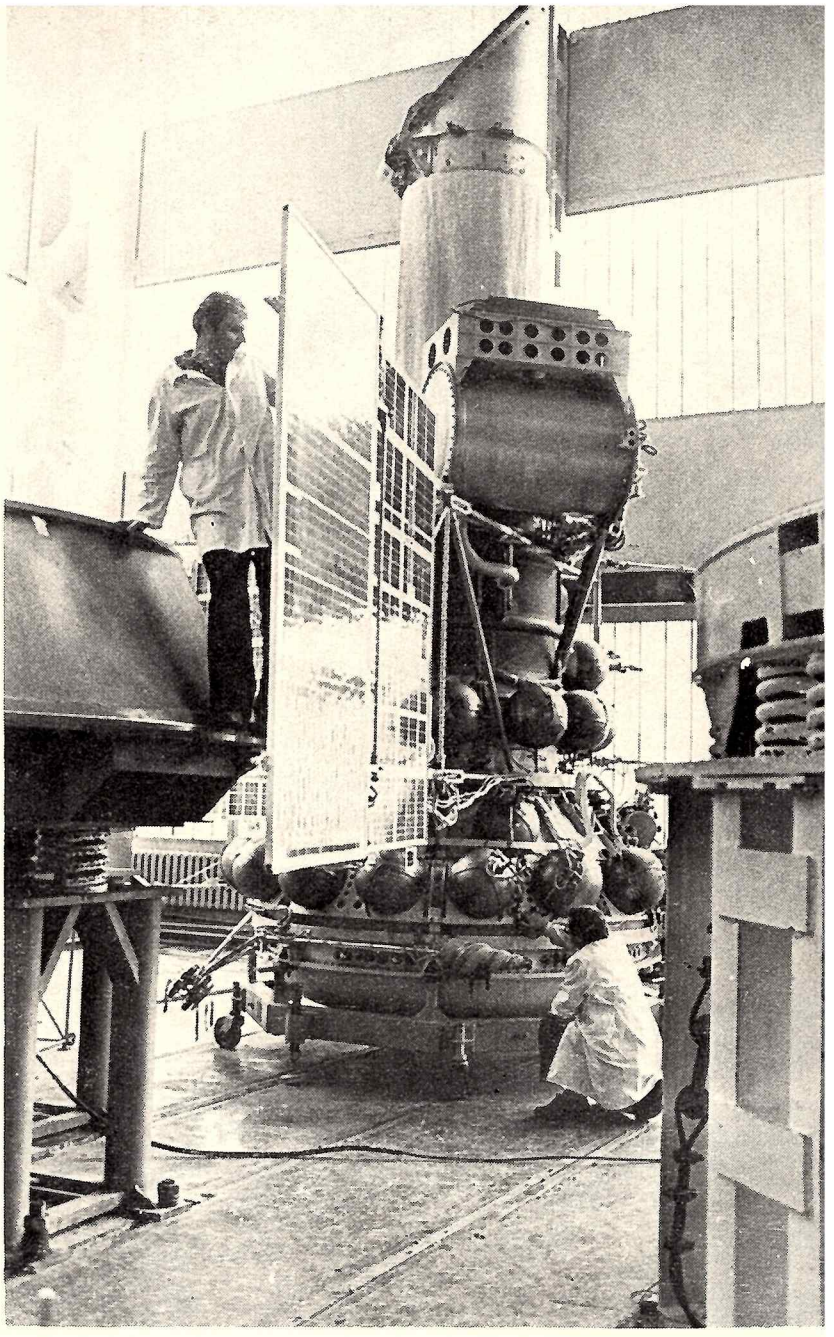
2

vu, výtrysky látky z galaxií a kvazarov, zmeny v chemickom zložení hviezd, atď. Tieto procesy sú zatiaľ oveľa lepšie preštudované vo viditeľnom žiarení, ktoré zachytávajú pozemské ďalekohľady a získať spektrum ich žiarenia v ultrafialovej oblasti, kde horúce objekty vysielajú väčšiu časť svojho žiarenia, je možné len nad atmosférou, pozorovaním z družice — a to je poslaním ďalekohľadu Spika na družici Astron.

V projekte Astron spolupracuje Krymské astrofyzikálne observatórium AV ZSSR s Laboratóriom pre družicovú astronómiu v Marseille a v rámci tejto úspešne sa rozvíjajúcej sovietsko-francúzskej spolupráce bol skonštruovaný aj ďalekohľad Spika, vybavený ultrafialovým spektrometrom. (Pozri Kozmos 5/1983.)

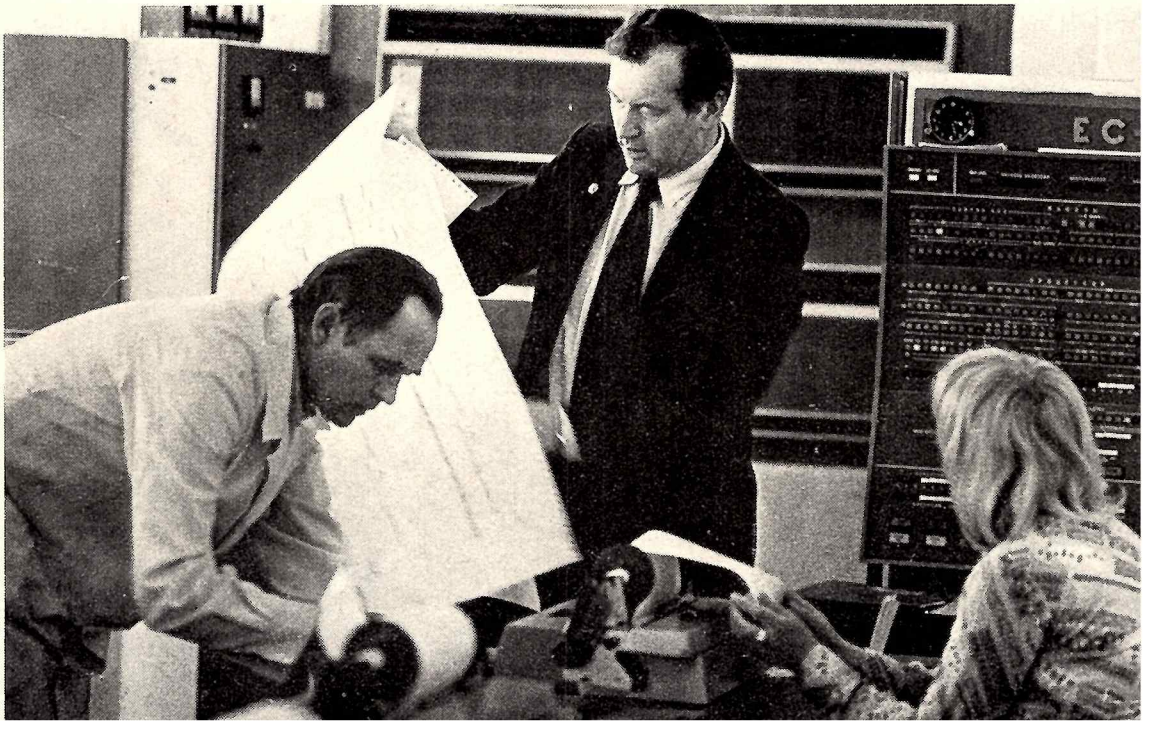
Z prvých výsledkov, ktoré priniesol tento ďalekohľad (do 30. júna 1983) možno spomenúť získanie ultrafialových spektier hviezd $\varkappa$ Oriona, ρ a η Leva, niekoľkých Ap hviezd (ktoré sa vyznačujú anomáliami chemického zloženia), v súhvezdí Raka sa pozorovali hviezdy 15, α a $\varkappa$. Z ďalších, vzdialených objektov pozorovala sa rádiogalaxia Virgo A, normálne jasné galaxie NGC 4689, 4251, 4608 a ďalšie galaxie až do 12^m. Meralo sa aj ultrafialové žiarenie pozadia — kontinuum.

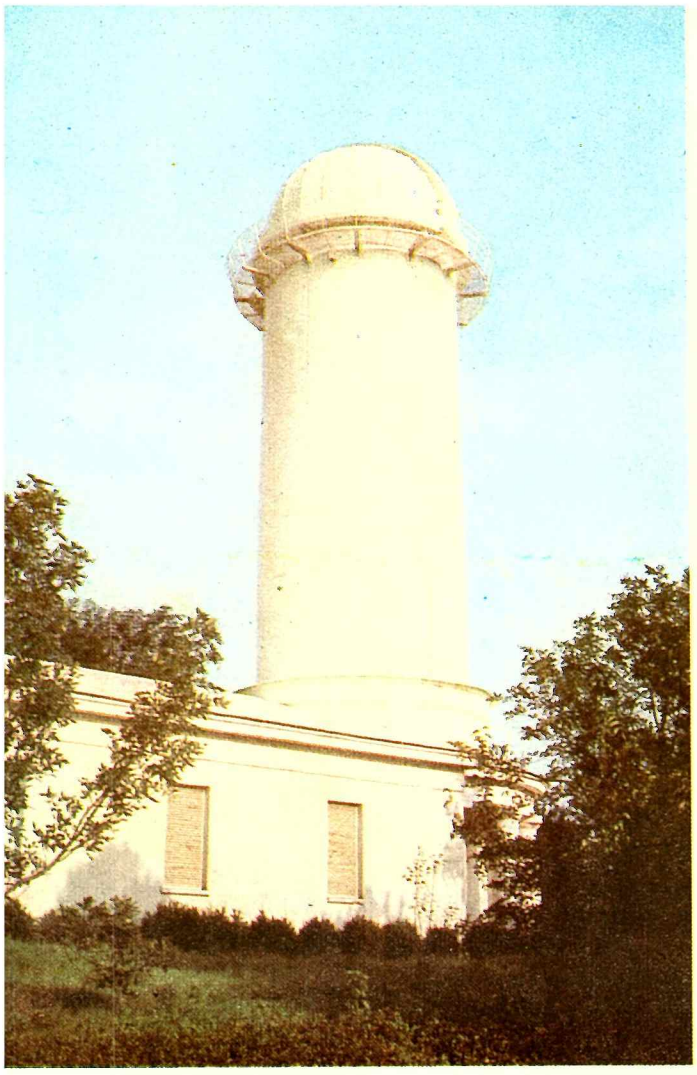
Na snímkach: Celkový pohľad na ďalekohľad Spika (1) a jeho spektrometer (2—3) pri kompletizácii v dielňach krymského observatória. Družica Astron (4) už vybavená ďalekohľadom; pod ním vidno detektory gama žiarenia, postavené na krymskom observatóriu. Príjem a spracovanie meraní družice Astron na krymskom observatóriu (5), v strede A. Bojarčuk, ktorý vedie tento projekt.

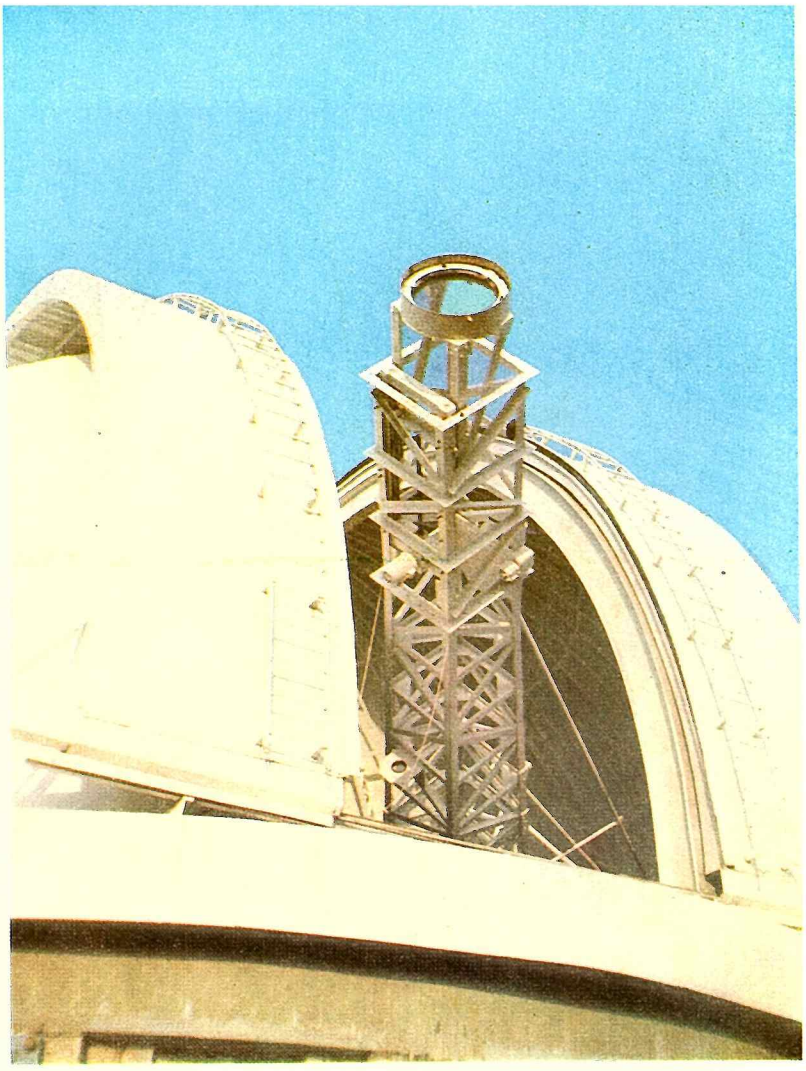


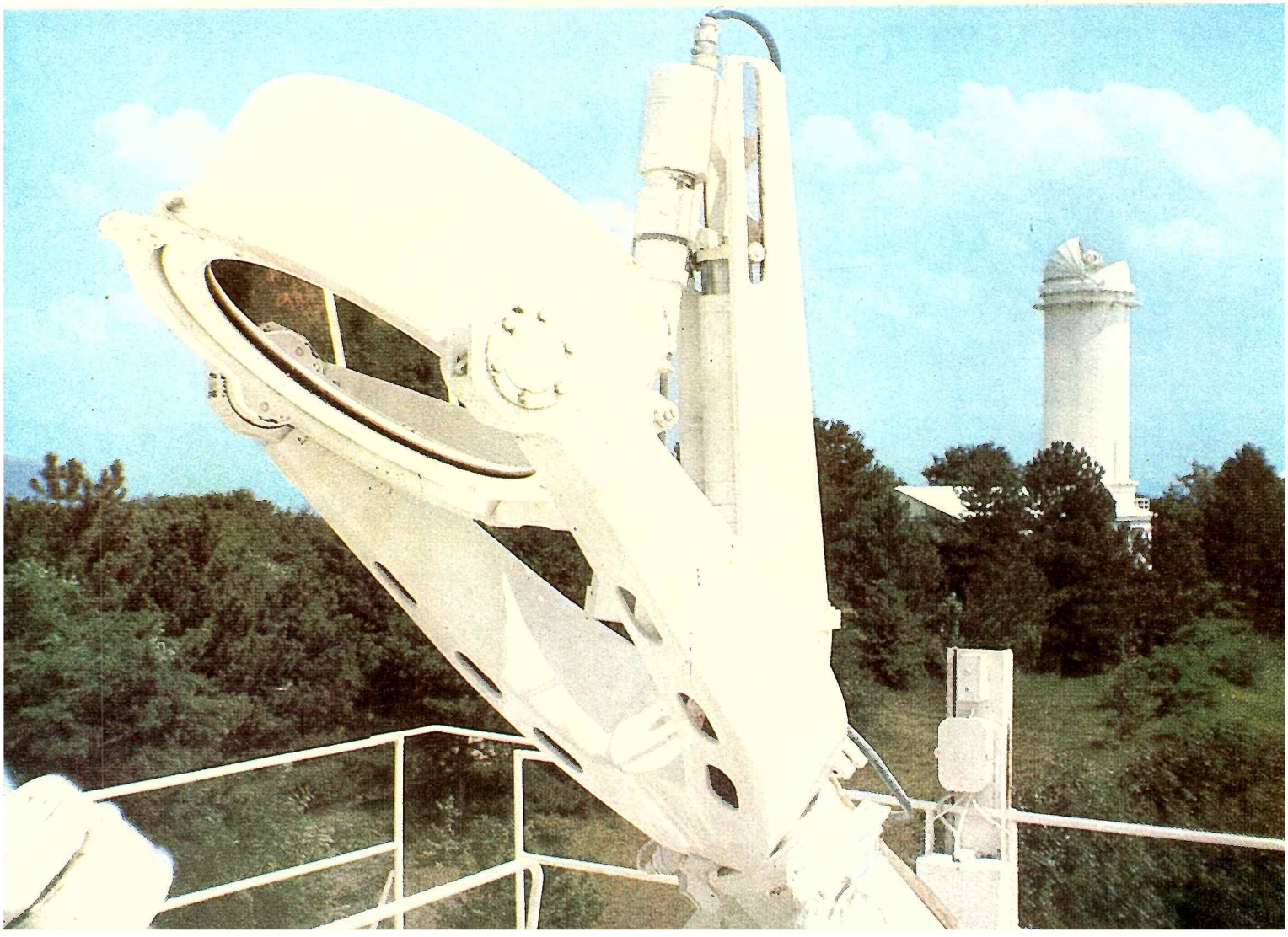
4

5









Slnko na Kryme

Vo fyzike Slnka dosahuje Krymské astrofyzikálne observatórium vynikajúce výsledky, aj vďaka tomu, že prístroje, ktoré tu pracujú — dva vežové slnečné ďalekohľady, dva koronografy a rádioteleskopy — umožňujú precízne a komplexné pozorovania.

Veľký vežový slnečný ďalekohľad BST-1 (bašňovyj solnečnyj teleskop) je po rekonštrukcii r. 1970—71 umiestnený v 25 metrov vysokej veži. Vybavený je magnetografom, dvojitým spektrografom a vákuovým spektrografom. Jeho optiku zhotovili v laboratóriách a dielňach krymského observatória. Pozorovania získané týmto prístrojom pomáhajú riešiť aktuálne otázky fyziky Slnka, ako je určovanie celkových (globálnych) zmien radiálnych rýchlostí na Slnku (tzv. oscilácií, resp. pulzácií Slnka), určovanie jemnej štruktúry magnetického poľa v aktívnych i kľudných oblastiach a určovanie lokálnych zmien radiálnych rýchlostí na slnečnom povrchu. Najčerstvejším úspechom dosiahnutým interpretáciou pozorovaní tohto prístroja je oficiálne priznanie objavu 160-minútových oscilácií Slnka (pozri článok akademika Severného na str. 22).

Malý **vežový slnečný ďalekohľad BST-2** slúži na získavanie spektier viditeľného a infračerveného žiarenia Slnka v rozsahu 400 až 1080 nm, ktorých analýza priniesla mnoho nového vo fyzike erupcií, slnečnej chromosféry, škvŕn a flokulí. Do náplne pracovníkov pri tomto ďalekohľade patrí aj každodenné meranie magnetického poľa slnečných škvŕn, ktoré sa spolu s meraniami ďalších observatórií v ZSSR publikujú v časopise Solnečnyje dannyje. Spektrograf tohto ďalekohľadu bude čoskoro doplnený moderným interferenčným fázometrom na meranie radiálnych rýchlostí na Slnku.

Observatórium je v nadmorskej výške iba 600 m, takže tu nie sú vhodné podmienky na pozorovanie slnečnej koróny. Oba koronografy, ktoré majú v slnečnom oddelení využívajú sa ako chromosferické ďalekohľady s veľmi malým rozptýleným svetlom.

Mimozatmeňový Lyotov koronograf KG-1 slúži na fotografovanie chromosféry. Pomocou neho sa získalo viac ako 50 km filmového záznamu chromosferických erupcií i kľudnej chromosféry. Keby sme tento záznam premietli rovnakou rýchlosťou ako film v kine, trvalo by to plných 33 hodín!

Mladším, ale výkonnejším „bratom" tohto prístroja je **veľký mimozatmeňový koronograf KG-2.** Má Coudé ohnisko (ktoré zostáva pri každej polohe ďalekohľadu na stabilnom mieste), takže sa tu môže upevniť nepohyblivý, a preto veľký spektrograf. Na tomto koronografe je spektrograf s ohniskovou vzdialenosťou 8 metrov, ktorým sa pozoruje najmä spektrum erupcií a protuberancií v čiare H alfa a zisťuje sa lineárna polarizácia žiarenia chromosféry. Zaujímavosťou ďalekohľadu je to, že stojan tubusu je mimo stred kupoly, takže niekedy tubus vyčnieva von z kupoly.

PRÍSTROJE NA VÝSKUM SLNKA

Názov prístroja	∅ hl. zrkadla (objektívu*) (cm)	∅ zrkadiel coelostatu (cm)	f (m)	Obraz Slnka (cm)	rozlíšenie	
					Oblúkové sekundy	km na Slnku
BST — 1	100	120 a 110	50 70	50 70	0,4	300
BST — 2	45	60 a 50	12 21 35	11 20 30	6,0	4200
KG — 1	21*	—	4	—	0,9	600
KG — 2	53*	—	19	—	0,3	210

◀

V areáli Krymského astrofyzikálneho observatória majú silné zastúpenie ďalekohľady špecializované na výskum Slnka. Najvýkonnejší z nich je ukrytý v 25 metrov vysokej veži, ktorá je na prvom zábere. Na snímke dole je veľká slnečná veža v pozadí, vpredu je coelostatové zrkadlo druhého, menšieho vežového ďalekohľadu. Veľký koronograf, ktorý je v kupole umiestnený excentricky, vidíme na snímke v polohe, keď jeho tubus vyčnieva cez štrbinu kupoly.

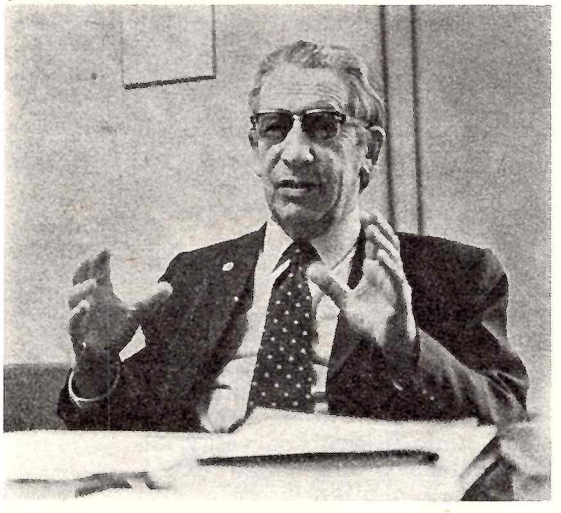
Snímky k článkom o Krymskom astrofyzikálnom observatóriu: A. Kučera, D. Chochol, A. Ščerbakov, archív observatória a APN.

Rádioastronómia

Na čiernomorskom pobreží neďaleko Simeiza je rádioastronomické pracovisko observatória, ktoré má tri rádioteleskopy. Najväčší z nich (pozri snímku na obálke) má parabolickú, plne pohyblivú anténu o priemere 22 metrov. Presnosť vyhotovenia povrchu antény je úctyhodná, odchýlka od vypočítaného tvaru nepresahu je ± 0,2 mm, čo umožňuje prijímať aj milimetrové vlny. Rádioteleskop je vybavený dvoma rádiometrami s maserom; jeden je pre príjem 1,35 cm vĺn, druhý pre príjem 8 mm vĺn. Polarimeter tohto teleskopu prijíma vlny 1,9; 2,5 a 3,5 cm. Rádioteleskop je zapojený do medzinárodnej spolupráce interferometrických pozorovaní štruktúr rádiových zdrojov. Spolu s rádioteleskopmi v USA, NSR, Austrálii a Švédsku tvorí rádiointerferometer so superdlhou základňou, čo umožňuje podrobné pozorovanie štruktúry rádiových zdrojov s fantastickým rozlíšením až 0,001 oblúkovej sekundy. Je pochopiteľné, že pri takejto rozlišovacej schopnosti sú v centre záujmu najmä kvazary a rádiové galaxie, avšak popri tom sa prístroj využíva aj na pozorovanie Slnka. Pozorujú sa aktívne oblasti, prejavy erupcií a slnečná koróna.

Druhý, malý parabolický rádioteleskop na príjem 10 cm vĺn je špecializovaný len na pozorovanie Slnka. Na tomto pracovisku je ešte rádioteleskop pre príjem v oblasti metrových vĺn a niektoré ďalšie zariadenia nevyhnutné pre spracovávanie a záznam rádiových vĺn.

HELIOSEIZMOLÓGIA po desiatich rokoch



Akademik A. B. Severnyj, ktorý je už 30 rokov riaditeľom Krymského astrofyzikálneho observatória AV ZSSR, pracuje v oblasti fyziky Slnka. Z dlhodobých systematických meraní magnetických polí Slnka, ktoré organizoval, zistil charakteristické zvláštnosti magnetických polí tesne pred erupciami. Vďaka tomu sa pre potreby pilotovaných kozmických letov môžu robiť prognózy stupňa radiácie. Prvý objavil periodické zmeny globálneho magnetického poľa Slnka, slabé magnetické polia hviezd, ako aj kruhovú polarizáciu svetla mnohých hviezd. V posledných rokoch spolu s pracovníkmi Oddelenia fyziky Slnka Krymského astrofyzikálneho observatória objavil pravidelné oscilácie Slnka s periódou 160 minút a amplitúdou 10 km. Veľkú pozornosť venoval kozmickému výskumu; za jeho účasti bol postavený slnečný ďalekohľad pre orbitálnu stanicu Saľut 4. Na tomto prístroji sa úspešne robili spektroskopické pozorovania ultrafialového žiarenia Slnka.

Vedecké práce A. B. Severného majú medzinárodné uznanie. Práce v oblasti oscilácií Slnka, ktoré začínal pred desiatimi rokmi, stali sa základom nového vedného odboru — helioseizmológie. Článok akademika Severného, v ktorom predstavuje podstatu tohto zaujímavého smeru fyziky Slnka, vyšiel v časopise Zemľa i Vselennaja 3/1983. Prinášame ho v skrátenom spracovaní.

Helioseizmológia je veľmi mladá oblasť súčasnej astrofyziky. Zrodila sa v roku 1974 a odvtedy sa mimoriadne rýchlo rozvíja. Podobne ako geofyzika skúma vnútornú stavbu Zeme pomocou seizmických vĺn, helioseizomológia skúma Slnko ako gigantický rezonátor, ktorého oscilácie nám umožňujú preniknúť bližšie k podstate vnútornej stavby našej najbližšej hviezdy. Otvárajú nám tak „okno", ktorým môžeme nahliadnúť do neviditeľných hlbín Slnka. Zatiaľ existovalo iba jedno také okno, otvorené koncom 60-tych rokov Davisom pomocou detektora slnečných neutrín. Je známe, že tento experiment dospel k neočakávanému výsledku — vyžarovanie neutrín z vnútra Slnka je menšie než vyplýva z teórie termojadrových reakcií.

História vzniku helioseizmológie začína r. 1974, keď sa Hill (USA) so svojimi spolupracovníkmi snažil zistiť rozdiel medzi polárnym a rovníkovým priemerom Slnka. Získali hodnotu 0,018 oblúkových sekúnd (12,6 km), ktorá sa však nezhodovala s predtým získanou hodnotou Dickeho a Goldenberga — 0,086 oblúkových sekúnd (60,2 km). Hill určil, v čom je príčina týchto nezrovnalostí: Dicke a Goldenberg jednoducho nevzali do úvahy, že stemnenie slnečného disku je v smere slnečného rovníka iné než v smere slnečného pólu. Zároveň Hill zistil, že rovníkový priemer Slnka sa v čase mení v rozmedzí 0,02 oblúkových sekúnd (14 km), pričom našiel celý rad takýchto oscilácií s periódou od 40 do 60 minút.

Súčasne s prácami Hilla, začali v r. 1974 pozorovať oscilácie Slnka A. B. Severnyj, V. A. Kotov a T. T. Cap na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu AV ZSSR. Merali dopplerovský posun vybranej spektrálnej čiary v centrálnej oblasti slnečného disku a zároveň v okrajových oblastiach. Tieto pozorovania odhalili oscilácie s periódou 160 minút a amplitúdou rýchlosti 0,5 m . s^{-1}. Súčasne s nimi získali inou metódou analogické výsledky pracovníci Birminghamskej univerzity a neskôr, r. 1977 tieto pozorovania potvrdili aj pracovníci Stanfordskej univerzity. Nakoniec v roku 1980 pozorovali pulzácie Slnka s periódou 160 minút i účastníci francúzsko-americkej expedície v Antarktíde. Oscilácie Slnka sa pozorujú prakticky už 10 rokov; na Krymskom astrofyzikálnom observatóriu a v Stanforde nepretržite, sporadicky v Antarktíde, na Kanárskych ostrovoch a na Pic du Midi vo Francúzsku (obr. 1). Dnes už môžeme povedať, že tieto oscilácie sú reálne. Sú pravidelné, majú konštantnú fázu, ktorej hodnota je pri pozorovaní z rôznych miest zemského povrchu rovnaká.

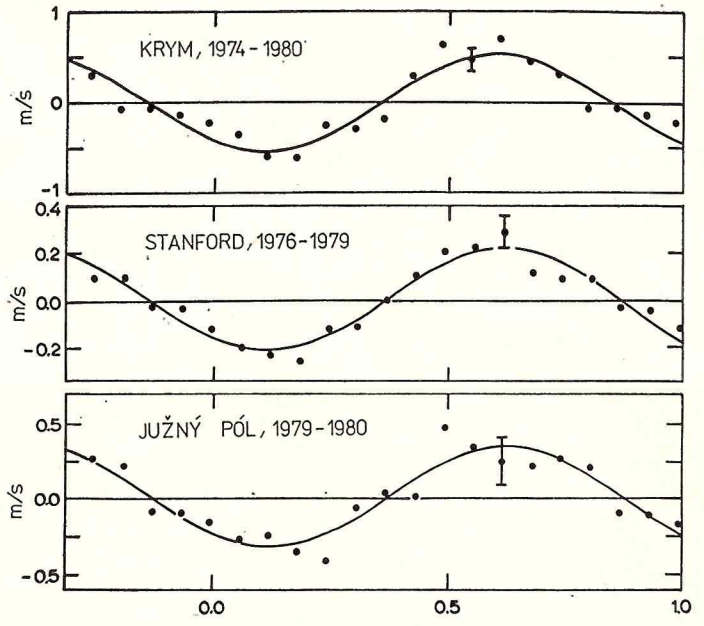
Pri štatistickom spracovávaní týchto meraní získavaných každý deň (prípadne meraní, ktorých časový interval odpovedá celému násobku dní) sa zistilo, že okrem 160-minútových oscilácií sa objavia i tzv. fiktívne oscilácie (s periódami 160, 180, 144 minút a pod.) V osciláciách Slnka sa nachádzajú všetky tieto periódy, no 160 minútové periódy prevládajú. Aby sa dali štatistické javy vylúčiť od reálnej hodnoty, pozorujú sa oscilácie dlhodobo. Ak by boli štatistickým efektom, alebo javom, ktorý pozorujeme v dôsledku nejakej inej, pozemskej príčiny, potom by sme registrovali maximum oscilácií vždy v tom istom čase, teda efekt by sa dal vysvetliť rotáciou Zeme. Ukázalo sa však, že to tak nie je. Perióda oscilácií nie je presne 160 minút, ale je tu malá časová odchýlka: okamžik každého nasledujúceho maxima oscilácií sa pozoruje vždy o niečo neskôr. Je to malý časový posun, 33 minút ročne, takže skutočná perióda oscilácií je 160,010 ± 0,003 minúty (pozri obr. 2).

———

Po objave 160-minútových oscilácií vzniklo množstvo prác, ktoré zisťovali, ako tieto oscilácie súvisia s teóriou vnútornej stavby Slnka. Je namieste položiť si otázku, do akej miery naše súčasné predstavy zodpovedajú skutočnosti. Vychádzame z predstavy, že Slnko je plynná guľa, ktorá je v gravitačnej i tepelnej rovnováhe. Prenos tepla prebieha žiarením alebo konvekciou. Ak teplota vo vnútri tejto gule stúpne na 10^6K, začínajú prebiehať prvé termojadrové reakcie. V dôsledku týchto reakcií sa premenou vodíka na hélium chemické zloženie plynnej gule mení. Dostaneme tak štandardný model Slnka s teplotou v centre 14 . . 10^6K. Termojadrové reakcie prebiehajú v centrálnej oblasti, ktorej polomer predstavuje 10 % slnečného polomeru. V takomto modeli je tok neutrín, ktoré vznikajú pri termojadrových reakciách, trojnásobne vyšší než zistil Davis dlhodobými meraniami. Problém neutrín sa tak stáva jedným z hlavných problémov súčasnej koncepcie stavby Slnka.

Merania ukázali aj ďalšiu slabinu súčasnej teórie vnútornej stavby hviezd. Pri postupe termojadrových premien vznikajú vždy ťažšie a ťažšie prvky. Čím viac sa zvyšuje molekulová hmotnosť prvkov, tým viac sa zvyšuje svietivosť hviezdy. To znamená, že počas svojho vývoja od počiatočnej fázy po súčasnosť mala by sa svietivosť Slnka zvýšiť o 30 %. Lenže ako ukazujú aj údaje geológov a paleoklimatológov, taký veľký rast slnečného žiarenia je vylúčený.

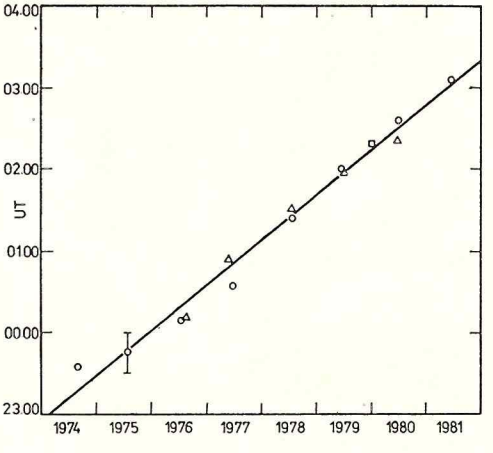
Vidíme, že v teórii vnútornej stavby a vývoja Slnka sa stretávame s množstvom problémov. K nim ešte pribudli ťažkosti, ktoré vyplývajú z objavov helioseizmológie. Ak je Slnko, podobne ako iné pružné teleso, pôsobením nejakej sily uvedené do kmitavého pohybu, vznikne celý súbor oscilácií. Typ oscilácií rozlišujeme podľa tvaru povrchu telesa, ktorý nadobudne teleso pri rozkmitaní.



Obr. 1. — Krivky stredných hodnôt oscilácií radiálnej rýchlosti Slnka sú podľa meraní z troch rozličných miest zemského povrchu prakticky rovnaké. Na horizontálnej osi je fáza oscilácií Slnka s periodou 160 minút, na vertikálnej amplitúda ich rýchlosti. Dĺžka úsečky odpovedá chybe meraní.

Ak si teleso zachováva tvar gule, hovoríme o **pulzáciách** — ide o radiálne rozširovanie a stláčanie povrchu telesa. Ak rozširovanie a stláčanie telesa prebieha iba pozdĺž jedného určitého smeru — ide o **dipólové oscilácie.** Napokon ak stláčanie a rozširovanie prebieha v oboch na seba kolmých smeroch, potom hovoríme o **kvadrupólových oscilláciách.**

Druhou charakteristikou je perióda oscilácií. Je určená mechanickou štruktúrou telesa, a preto jej presná hodnota má pre pochopenie vnútornej štruktúry tohto telesa veľký význam. Ďalej je to amplitúda oscilácií, ktorá závisí od spôsobu ako sa vybudia a ako dlho trvá ich útlm.



Obr. 2 — Súhrnné výsledky dlhodobých meraní oscilácií Slnka. Na vertikálnej osi je vynesený čas, keď oscilácie Slnka dosiahli svoje maximum v dané dni (horizontálna os). Takto sa zistilo, že každé nasledujúce maximum prichádza vždy s malým časovým posunom, čo dokazuje, že nejde o zdanlivý jav, ktorý by súvisel s rotáciou Zeme (vtedy by sa opakoval pravidelne — priamka na grafe by bola vodorovná), ale pozorujeme reálny dej — pravidelné „rozpínanie" Slnka. Zvislá úsečka znázorňuje možnú chybu meraní. V grafe sú použité výsledky pozorovaní Krymského astrofyzikálneho observatória (označené krúžkom), observatória v Stanforde (trojuholníky) a antarktickej expedície (štvorček).

Pri Slnku sú najdôležitejšie pulzácie a kvadrupólové oscilácie — vlny resp. „módy" — ako ich nazývame v teórii oscilácií. Dipólové oscilácie sa nedajú pozorovať, pretože v dôsledku rotácie Slnka budeme vidieť rovnaký počet stlačení a rozšírení, takže v priemere oscilácie nepozorujeme. Ak by oscilácie boli iba radiálne, potom na základe výpočtov podľa štandardného modelu Slnka ich perióda nesmie presiahnúť 56 minút. To znamená, že 160-minútové oscilácie sa nevzťahujú len na radiálnu zložku. Nachádzajú sa v hlbokých vrstvách Slnka, kde môžu byť zachytené, a preto sa nedostanú na jeho povrch. Lenže tieto oscilácie musia byť neradiálne, zrejme kvadrupólové, s množstvom uzlov a slučiek vo vnútri Slnka. Ich počet vyjadruje rád oscilácie. Pozorovania ukázali, že vzniká iba jedna vlna s veľkým počtom uzlov. Vysvetlenie neposkytuje ani taký model Slnka, ktorý berie do úvahy vnútorné konvektívne premiešavanie materiálu: mohli by síce vznikať vlny, ale s veľmi malým počtom slučiek a uzlov. Severnyj ukázal, že ani pre iné fyzikálne možné modely vnútornej stavby Slnka nie je možné získať oscilácie s periódou vyššou než 131 minút. Ani predstava, že 160-minútové oscilácie sú vzbudené slapovým pôsobením iných blízkych hviezd, ktoré sa priblížili k Slnku v dávnej minulosti, nemá nádej na úspech. Takto vybudené oscilácie by museli veľmi rýchlo zaniknúť (približne za milión rokov). A v tejto nedávnej minulosti sa žiadne hviezdy v blízkosti Slnka určite nenachádzali.

RÝCHLE ROTUJÚCE JADRO

Keď do vnútorných oblastí Slnka, kde už pri vysokej teplote vyhorel vodík, začne prúdiť z vonkajších oblastí ďalšie jadrové palivo, nastane porucha, ktorá môže rozkmitať celú slnečnú hmotu a tým vzniknú oscilácie. Ich amplitúda s časom rastie, čo môže spôsobiť dočasné rozšírenie Slnka, ktoré bude trvať dovtedy, kým sa jadro, vytvárajúce energiu, neochladí. Tento proces môže trvať približne 10 miliónov rokov a môže s ním súvisieť vznik ľadových období na Zemi.

Sférická vlna, ktorá vzniká v dôsledku takejto poruchy, sa po dosiahnutí slnečného povrchu odrazí a vracia naspäť. Tento proces odrazu vĺn môžeme pozorovať na povrchu Slnka ako 5-minútové oscilácie, ktorých periódu určil Severnyj. Pred štyrmi rokmi potvrdili tieto krátkoperiodické oscilácie fyzici Birminghamskej univerzity svojimi pozorovaniami.

Pozorovania 5-minútových oscilácií umožnili určiť čas t, ktorý potrebuje zvuková vlna na to, aby prešla vzdialenosť od centra Slnka k povrchu a po odrazení sa vrátia späť do vnútra.

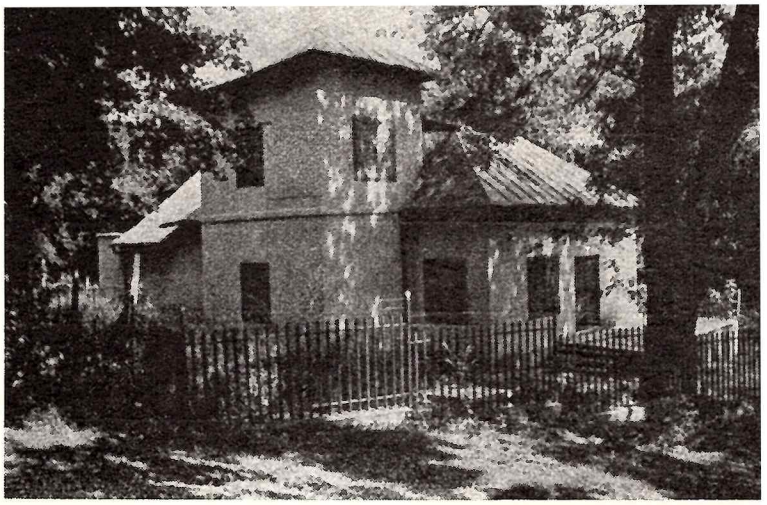
$$t = \frac{2R_\odot}{c} = \frac{1}{2\Delta\nu} \cong 123 \text{ minút},$$

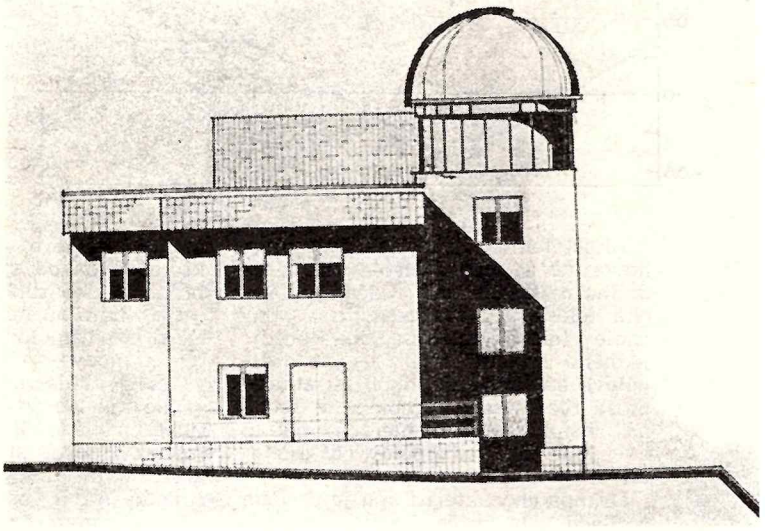
kde $R_\odot$ je polomer Slnka (696 000 km), c je priemerná rýchlosť zvuku vo vnútri Slnka (188 km . s^{-1}), $\Delta\nu$ je vzdialenosť medzi dvoma maximami v spektre 5-minútových oscilácií (68 mkHz).

V roku 1981 sa fyzikom Birminghamskej univerzity podarilo presnejšie analyzovať priebeh 5-minútových oscilácií — získať ich superjemnú štruktúru. Na základe týchto meraní vypočítali priemernú periódu rotácie Slnka na 15 dní. Viditeľný povrch Slnka rotuje však s periódov 27 dní. Vyplýva z toho, že Slnko má rýchlo rotujúce jadro. Štruktúra 5-minútových oscilácií je však zložitá; aby bolo možné vysvetliť všetky zložky, bolo treba pripustiť, že rýchlo rotujúce jadro má silné magnetické pole s indukciou niekoľko megagaussov. Takéto silné magnetické pole by však spôsobilo podstatne väčšie sploštenie Slnka než nameral Hill. Hodnota sploštenia nám môže veľa povedať o tom, do akej miery sú naše súčasné predstavy o rotácii jadra vnútri Slnka správne. Okrem toho táto hodnota slúži ako kritérium na preverenie všeobecnej teórie relativity. Ak by totiž sploštenie Slnka bolo také veľké, ako vyplýva z prítomnosti silného magnetického poľa jadra Slnka (resp. ako zistili Dicke a Goldenberg meraním rozdielu medzi polárnym a ekvatoriálnym priemerom Slnka), potom zvláštnosti v pohybe Merkúrovho perihélia by sa nedali vysvetliť nielenže Newtonovskou teóriou gravitácie, ale ani teóriou, ktorá uvažuje i relativistické efekty.

Vidíme, že objavenie oscilácií Slnka ukázalo základné rozpory v našich doterajších predstavách o stavbe a vývoji Slnka. Preto slnečné oscilácie patria k najaktuálnejším otázkam súčasnej slnečnej fyziky. Je to odbor, v ktorom sa intenzívne pracuje (prakticky každoročne sa na túto tému poriadajú vedecké konferencie) — avšak napriek tomu zostávajú 160-minútové a 5-minútové oscilácie spolu s problémom neutrín nevyriešenými otázkami súčasnej fyziky Slnka.

Hlásia sa Michalovce





Vo východoslovenskom kraji je už päť hvezdární, dve planetáriá a dva astronomické kabinety. Je to zásluha Krajskej hvezdárne v Prešove, že dokázala presvedčivo obhájiť potrebu astronomických zariadení v jednotlivých okresoch, ukázať ich užitočnosť a dosiahnuť, aby sa postupne budovali — na základe dlhodobej koncepcie rozvoja amatérskej astronómie, ktorá sa po schválení na úrovni krajských orgánov stala záväzným dokumentom.

Dve hvezdárne — vo Svidníku a v Michalovciach — boli založené iba pred dvoma rokmi. Pracujú zatiaľ v provizórnych priestoroch a popri vlastnej náplni starajú sa aj o výstavbu svojich zariadení. Hvezdáreň v Rožňave, založená už pred mnohými rokmi, modernizuje svoj areál a v Humennom, kde hvezdáreň už dlho pracuje v nevyhovujúcich priestoroch, plánuje sa výstavba. Planetáriá sú v Košiciach a v Prešove (v novovybudovanom areáli Krajskej hvezdárne), astronomické kabinety sú v Medzeve a Levoči. Košice budú mať dokonca aj druhé planetárium s pozorovateľňou v modernom Dome pionierov, ktorý sa začína budova.

Predstavu o tom, ako pracuje hvezdáreň „v stave zrodu" dáva článok, ktorý nám do rubriky Hvezdárne Slovenska poslal riaditeľ Okresnej ľudovej hvezdárne v Michalovciach, Ján Božík.

HVEZDÁRNE SLOVENSKA

Nenamýšľame si, že sme toho veľa urobili; veď ťažko sa môžeme porovnávať so zabehnutými hvezdárňami. Vo svojom príspevku chcem skôr priblížiť naše začiatky. Možno to bude pre iných povzbudením — snáď v niečom aj návodom.

Naša hvezdáreň v Michalovciach vznikla 1. 12. 1981 v zmysle krajskej koncepcie budovania astronomických zariadení a začínala s dvomi pracovníkmi — riaditeľom a ekonómom. Zatiaľ máme k dispozícii náhradné priestory — kanceláriu, fotokomoru a sklad. Pre účely hvezdárne boli vyčlenené dve budovy, ale treba ich postupne rekonštruovať. Obe sú pamiatkové budovy, takže prostriedky na ich prestavbu sa budú čerpať z fondu na údržbu a ochranu kultúrnych pamiatok.

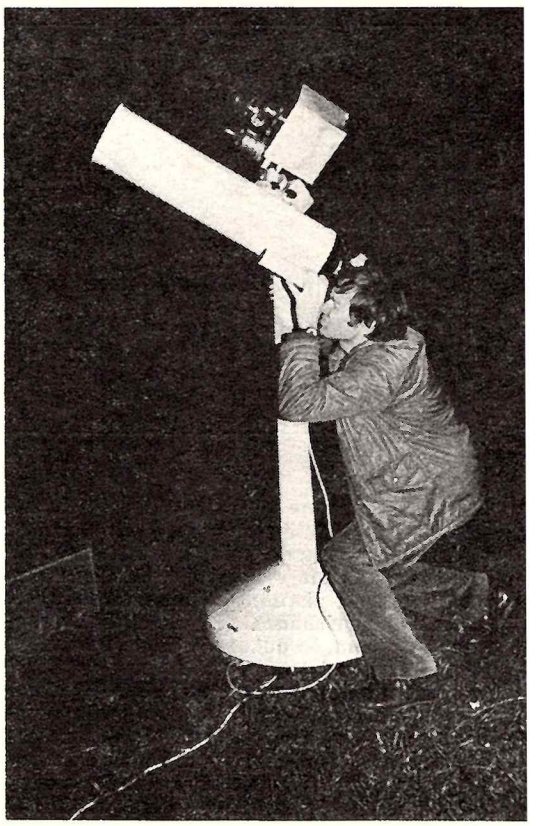
Hlavnú budovu hvezdárne získame rekonštrukciou tzv. Moussonovho domu, v celkovom rozpočtovom náklade 2 milióny 870 tisíc Kčs, v čom je zahrnutá aj výstavba kupoly a náklady na ďalekohľad. Príprava projektovej dokumentácie trvala vyše roka, teraz sme už konečne mohli začať s prestavbou. V tejto budove budú dve učebne, fotokomora, pozorovateľňa s 5 m kupolou, pracovné a pomocné miestnosti; využijeme aj terasu, ktorá bude slúžiť najmä pre verejné pozorovania. Táto budova by mala byť odovzdaná do používania začiatkom budúceho roku. Ako hlavný ďalekohľad bude slúžiť Coudé refraktor 150/2250, okrem neho tu bude refraktor 100/1000 a dva telementory. Tieto ďalekohľady sme už objednali v n. p. Zeiss, Jena (NDR) a ďalšie prístroje chceme postaviť svojpomocne alebo získať kúpou od amatérskych konštruktérov.

Ďalšie priestory získame rekonštrukciou bývalej kaplnky. Bude tu väčšia prednášková miestnosť, ktorá sa bude môcť využívať najmä na výstavy a demonštráciu niektorých pomôcok.

Výhľadovo plánujeme dokonca aj výstavbu planetária — avšak to bude až o pár rokov neskôr, ako druhá etapa rekonštrukcie.

Náš okres v astronómii značne zaostával, evidované boli len štyri astronomické krúžky, ktoré usmerňovala priamo Krajská hvezdáreň v Prešove a niekoľko amatérov pracovalo individuálne. Keďže šir-

Moussonov dom, dolu projekt jeho rekonštrukcie na hvezdáreň



Náš nový pracovník RNDr. Zdeněk Komárek.

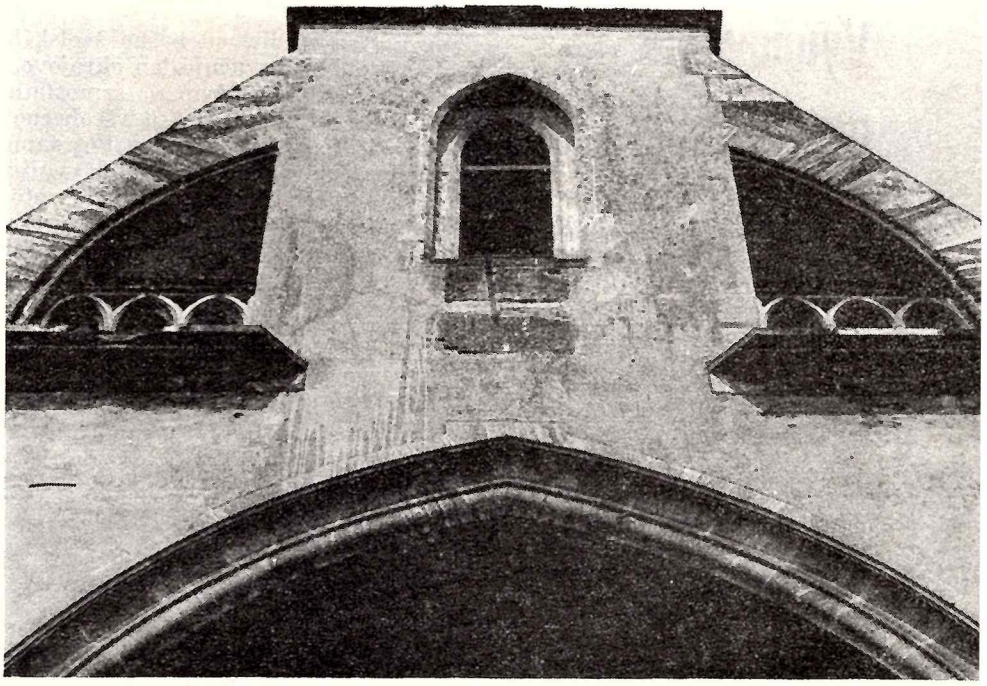
šiu popularizátorskú činnosť možno začať až s väčším počtom pracovníkov, orientovali sme sa na úzku spoluprácu so školami. Tam je veľa mládeže, a teda široká základňa potencionálnych záujemcov o astronómiu a okrem toho učitelia, ktorí majú potrebné vedomosti, takže môžu do veľkej miery pomôcť hvezdárni pri jej začiatkoch a neskôr ako vedúci astronomických krúžkov.

Teraz usmerňujeme činnosť 29 krúžkov, z toho v jednom, ktorý pracuje pri Miestnom kultúrnom stredisku v obci Jovsa, sú aj dospelí, ktorí si chcú vlastnou brigádnickou činnosťou získať prostriedky na ďalekohľady. Aby si vedúci astronomických krúžkov rozšírili vedomosti, posielame im metodické materiály, ktoré vydáva Krajská hvezdáreň v Prešove a iné hvezdárne. Raz za dva mesiace ich pozývame na metodické a odborné semináre. Aby sme pomohli zvýšiť kvalitu vyučovania astronómie na školách, organizujeme doškoľovacie semináre pre učiteľov, ktorí v rámci hodín prírodopisu a zemepisu vyučujú v zmysle novej koncepcie učiva niektoré základné poznatky astronómie.

Pre žiakov a pre členov astronomických krúžkov sme pripravili cyklus prednášok z astronómie. Prvé dve témy — história astronómie a vznik a vývoj vesmíru — stretli sa s veľkým záujmom. Pre niektoré krúžky sme pripravili aj premietanie filmov spojené s besedou. Inštalovali sme zatiaľ dve výstavy, jednu z výtvarných prác žiackej súťaže Vesmír očami detí a druhú, Vesmír okolo nás, ktorá dávala prehľad základných poznatkov o slnečnej sústave, dejinách astronómie a kozmonautiky. Pre skupinové návštevy sme na oboch výstavách premietali aj astronomické filmy.

Vlani sme sa zapojili do astronomickej súťaže; víťaz nášho okresného kola sa v kategórii stredoškolákov umiestnil v krajskom kole na treťom mieste. Najaktívnejších krúžkárov vysielame na krajské a celoslovenské zrazy mladých astronómov, ako aj na ďalšie prázdninové podujatia, ktoré organizujú hvezdárne: na krajskej meteorickej expedícii sa štyria účastníci z nášho okresu mali možnosť zaučiť v pozorovaní meteorov a premenných hviezd.

Treba povedať, že na zabezpečovaní našej doterajšej činnosti má veľký podiel spolupráca s Krajskou hvezdárňou v Prešove, ktorá si vzorne plní úlohy metodického a odborného centra v kraji. Dobrú spoluprácu máme aj s hvezdárňou v Humennom. Jej pracovníci nám vypomohli s ďalekohľadmi a chodia do nášho okresu aj prednášať.



Nemala by ďalej pustnúť taká krásna kultúrna pamiatka ako je kaplnka v Michalovciach, ktorej detail priečelia vidíte na snímke. Preto je nanajvýš rozumné, že jej priestory bude po rekonštrukcii využívať hvezdáreň, najmä na usporadúvanie výstav.

Pretože zatiaľ máme len dva nie veľmi výkonné ďalekohľady, ktoré sme si postavili z optickej súpravy Zeiss, zakúpenej v Krajskej hvezdárni v Hlohovci, náročnejších záujemcov o pozorovanie budeme môcť uspokojiť až začiatkom budúceho roka, keď dostaneme objednané ďalekohľady z NDR.

Pomaly sa vzmáhame. Naša ľudová hvezdáreň má dnes piatich pracovníkov. Vlani v auguste nastúpil u nás absolvent astronómie RNDr. Zdeněk Komárek, ktorý bude mať na starosť najmä odborno-pozorovateľskú činnosť a Alžbeta Reiskupová, prom. fil. s aprobáciou fyzika-filozofia. Len čo sa vybuduje nová hvezdáreň, môžeme sa zapojiť do pozorovateľského programu a intenzívne pracovať s mladými záujemcami o astronómiu. Rád dodávam, že nateraz máme plnú podporu našich nadriadených orgánov — odboru kultúry ONV, podpredsedu ONV i OV KSS — snáď aj preto, že sa nám podarilo rozbehnúť prácu vcelku úspešne.

Ján Božík, prom. ped.
riaditeľ OĽH v Michalovciach

Na výstave Vesmír je náš svet v Michalovciach

Vyučovanie astronómie v NDR

Na rozdiel od nášho školského systému, kde sa kapitoly z astronómie vyučujú len okrajovo, v rámci hodín fyziky, na školách v NDR je astronómia samostatným predmetom. Vyučuje sa v poslednom 10. ročníku všeobecno-vzdelávacích škôl. Požiadali sme riaditeľa hvezdárne v Postdame, Arnolda Zenkerta, aby pre náš časopis napísal o náplni vyučovania astronómie v NDR a o doterajších skúsenostiach s týmto predmetom. Čitateľov iste upúta nielen rozsah učiva, ktoré predpisujú normy, ale najmä možnosti praktických pozorovaní, aké sú na školách v NDR: už z toho vidno, aký význam sa pripisuje vyučovaniu astronómie, ktorá sa v NDR považuje za dôležitú súčasť všeobecného vzdelania — a nielen za oblasť záujmovej účinnosti niektorých jednotlivcov.

V súvislosti s prechodom k desaťročnému základnému vzdelaniu zaviedli v NDR v septembri 1959 astronómiu ako vyučovací predmet, povinný v desiatom ročníku, kde je mu vyhradená jedna hodina týždenne. Výučba má za úlohu uceliť vedomosti žiakov v matematických a prírodných vedách; doplňa ich základné znalosti tak, že im priblíži a objasní deje, prebiehajúce v blízkom i vzdialenom vesmíre. Na hodinách sa učia pozorovať, popisovať pozorované objekty či javy, porovnávať a zovšeobecňovať. Škola sa stará, aby mali k dispozícii jednoduché optické prístroje a ďalšie pomôcky.

Náplň vyučovania:

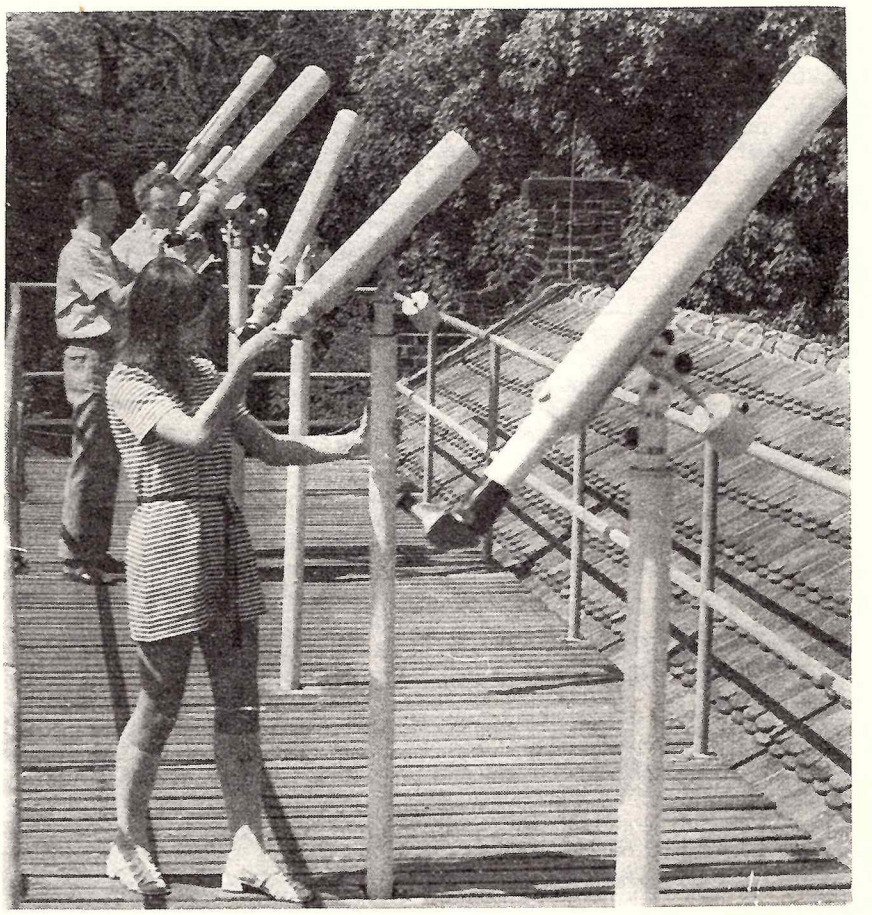
Celkový rozsah 31 vyučovacích hodín je rozdelený takto:

1. Planetárny systém — 16 hodín (Zem ako nebeské teleso, fyzika Mesiaca, dynamika a fyzika planét a umelých telies, vývoj predstáv o slnečnej sústave).
2. Astrofyzika a stelárna astronómia — 12 hodín (Slnko, hviezdy a ich vývoj, naša Galaxia a mimogalaktické systémy, historický prehľad).
3. Pozorovania — 3 hodiny

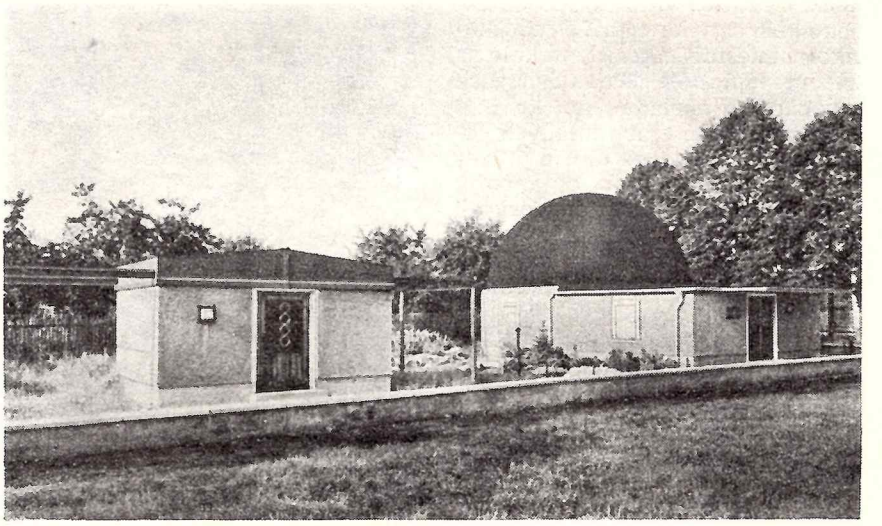
Povinné pozorovacie večery vedú žiakov predovšetkým k tomu, aby vedeli svoje teoretické znalosti využiť v praxi. Majú sa naučiť orientovať na hviezdnej oblohe, presvedčiť sa o zdanlivom pohybe nebeských telies a vykonať jednoduché merania.

Dostávajú takéto zadania: Nájsť Polárku; určiť polohu meridiánu a svetového rovníka. Vyhľadať a zakresliť výrazné súhvezdia, ktoré sú nad obzorom v septembri a októbri (napr. Orol, Veľký voz) aj s určením polohy vzhľadom k pevnému bodu na obzore na začiatku a konci pozorovania. Odhadnúť azimut a výšku hviezd Altair, Denés a Vega. Pozorovať Mesiac voľným okom a ďalekohľadom, zmerať jeho zdanlivý priemer, pozorovať kosáčik Venuše alebo Saturnove prstence či sploštenie Jupitera a jeho jasné mesiace, zoradiť hviezdy v Orióne podľa zdanlivých jasností, určiť ich farby a pozorovanie zakresliť, ďalekohľadom pozorovať dvojhviezdny systém Mizar, otvorené hviezdokopy (Plejády) pozorovať voľným okom i ďalekohľadom.

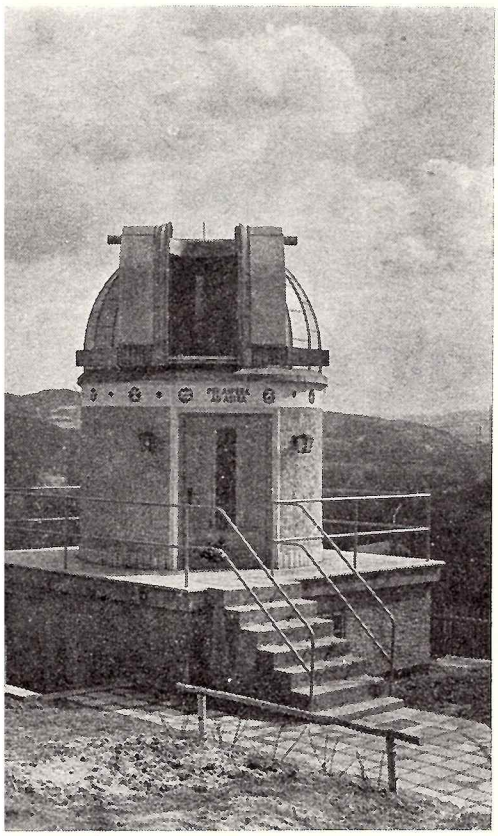
Po prekonaní počiatočných ťažkostí pri zavádzaní nového predmetu sa predpoklady neustále zlepšujú. Popri povinnej výučbe astronómie boli v roku 1970 založené záujmové krúžky: kozmonautický a astronomický. Tak dostali žiaci 9. a 10. triedy ďalšiu možnosť rozšíriť svoje



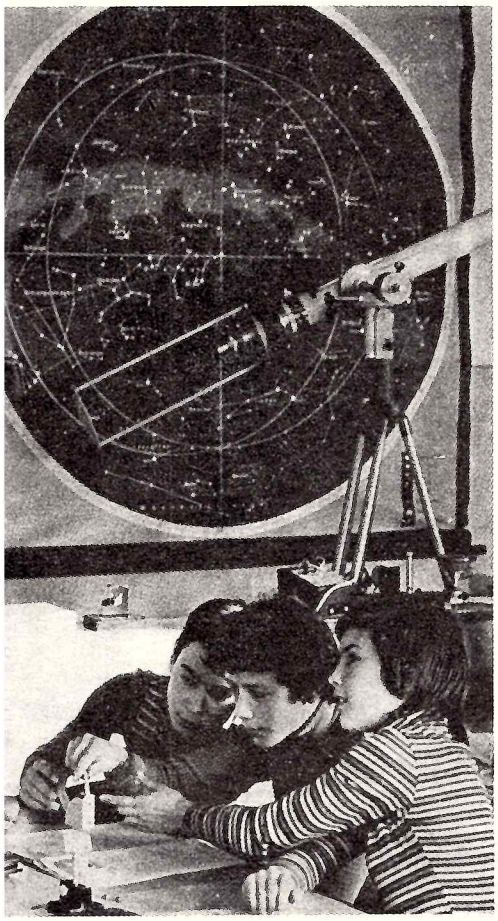
Potsdam — žiacka pozorovateľňa v Astronomickom centre B. H. Bürgela



Dessau — pozorovateľňa a planetárium



Rudolstadt — školská hvezdáreň J. Keplera



Moderne vybavený astronomický kabinet na základnej škole v malej obci Lippersdorf neďaleko Gery

vedomosti podľa individuálneho záujmu.

V roku 1978 sa zaviedlo aj nepovinné vyučovanie podľa nového programu „Astronómia a kozmické lety". Jeho náplňou sú tri kurzy, poskytujúce mládeži širšie možnosti vzdelania. Záujemci o astronómiu môžu pracovať aj v krúžkoch na hvezdárňach a školách.

Materiálne podmienky vyučovania astronómie sa v posledných rokoch podstatne zlepšili. Počet školských hvezdární (sem patria aj ľudové hvezdárne) vzrástol zhruba na 100 a k októbru 1982 bolo v NDR 32 planetárií. V Halle a Cottbuse sú planetáriá kozmických letov (Space Master) a v ďalších siedmich mestách majú planetáriá nového typu ZKP 2. Od roku 1973 dostali školy k dispozícii 5300 školských ďalekohľadov typu „Telementor" (refraktor 63/840) aj s prídavným zariadením v celkovej hodnote vyše 10 miliónov mariek.

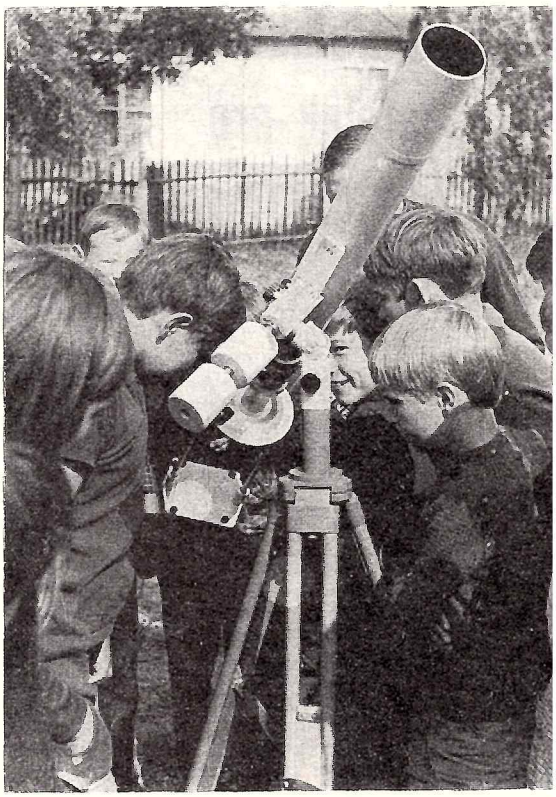
V roku 1971 vyšla po prvýkrát učebnica astronómie a odvtedy už v 9 vydaniach, čo je dokopy poldruha milióna výtlačkov. Príručka pre učiteľov vyšla v náklade 14 000 exemplárov v troch vydaniach. A ešte spomeňme početné populárno-vedecké publikácie, ktoré takisto pomáhajú učiteľom pri ich odbornej práci. S novými poznatkami oboznamuje učiteľov aj časopis „Astronómia v škole", ktorý vychádza už v 20. ročníku.

KVALIFIKÁCIA PEDAGÓGOV

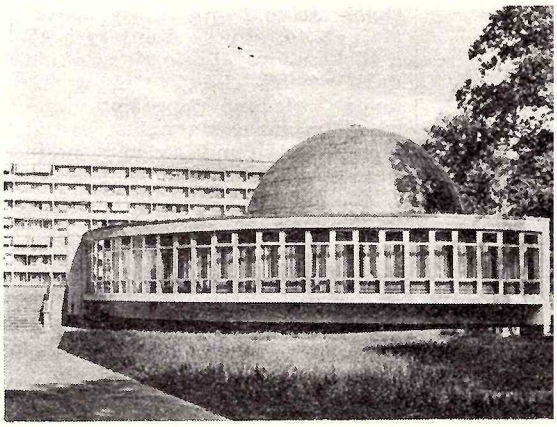
Kvalita výučby závisí aj od odborného, pedagogického vzdelania učiteľov. Od roku 1963 zložilo 1300 pedagógov doplnkovú skúšku z astronómie (postgraduálne štúdium) na univerzite v Jene, prípadne na vysokej škole pedagogickej v Drážďanoch, Postupime, alebo Güstrowe. Ďalších 250 vyučujúcich sa v súčasnosti na túto skúšku pripravuje. Nový stupeň vysokoškolského štúdia, teda možnosť získať vyššiu kvalifikáciu, bol zavedený v roku 1978 na univerzite v Jene. Odtiaľ odchádzajú po skončení štúdia kombinácie fyzika-astronómia diplomovaní učitelia.

Vyučujúci si zvyšujú svoju kvalifikáciu v špeciálnych kurzoch, v ktorých prednášajú vedúci hvezdární a skúsení učitelia astronómie. Akadémia pedagogických vied NDR zriadila ústredie pre výskum metodiky vyučovania astronómie. Ústredie sa tiež podieľalo na vydaní knihy „Metodika vyučovania astronómie", ktorá prvýkrát vyšla v roku 1977. Uznávanými a vyhľadávanými partnermi učiteľov astronómie sú odborní poradcovia; v každom okrese pracuje jeden.

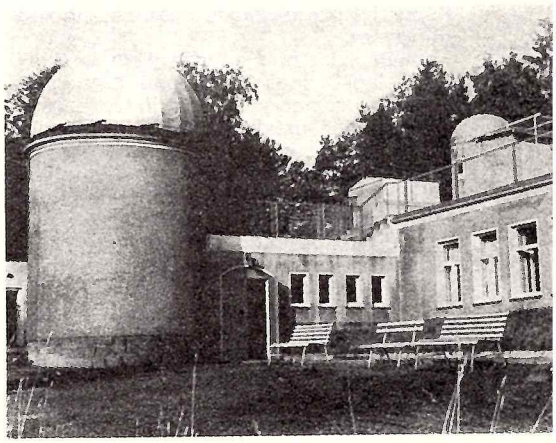
Výučba astronómie na školách v NDR má dôležité vzdelávacie a výchovné poslanie. V porovnaní s ostatnými vyučovacími predmetmi sa astronómia významne podieľa na vytváraní materialistického vedeckého svetonázoru žiakov. Prostredníctvom vedeckých astronomických poznatkov prispieva k lepšiemu pochopeniu sveta a pomáha žiakom nájsť pevné miesto na strane spoločenského pokroku.



Pozorovanie Slnka na hodine astronómie



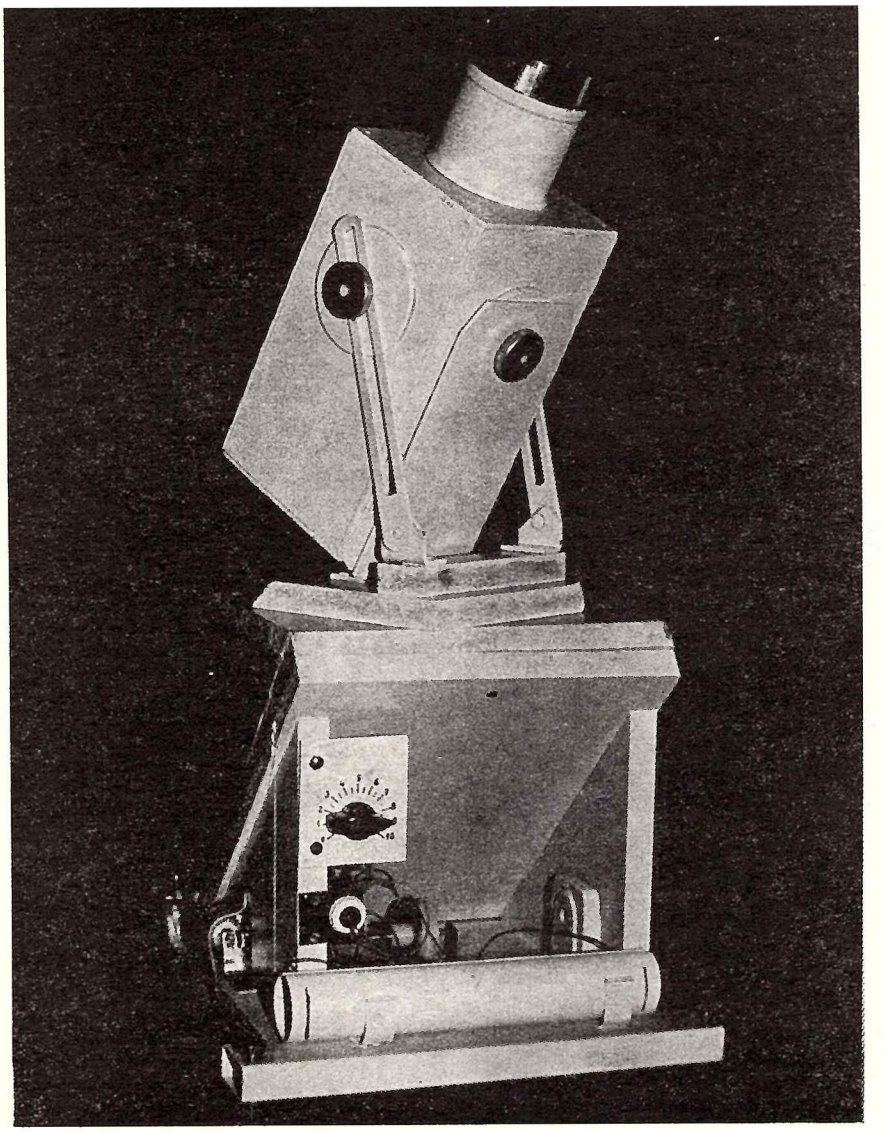
Cottbus — moderné planetárium J. Gagarina



Hartha (pri Döbelne) — hvezdáreň B. H. Bürgela

Paralaktický stolek pro astrofotografii

Kto chce fotografovať oblohu, nemusí mať ďalekohľad. Veď na to, aby fotoaparát či astrokomora plynule sledovala pohyb hviezd, stačí oveľa jednoduchšie a lacnejšie zariadenie — samostatná paralaktická montáž. S týmto riešením sme sa už v našej rubrike stretli (pozri Kozmos 6/1982), avšak paralaktický stolík, ktorý vám predstavujeme teraz, je oveľa dokonalejší. Pohon je vyriešený trojako: ručne, elektromotorčekom a — čo je osobitne vtipné — zdrojom sekundových impulzov na pohon môže byť aj baterkový budík, riadený kryštálom. Využiť možno bežne dostupný budík Quartz našej výroby, ktorý sa predáva za 310,— Kčs. Tento vynikajúci nápad veľmi dobre „dotiahnutý" je elegantným návodom ako vyriešiť veľmi presnú pointáciu pri minimálnych nákladoch a pestovať astrofotografiu pri podmienkach naozaj amatérskych. Je to nápad, ktorý naozaj stojí za to, aby sa ďalej rozvíjal a zdokonaľoval. Preto ak sa nájde ďalší amatér, ktorý tiež využil hodiny riadené kryštálom ako zdroj impulzov na pohon svojej montáže, uvítame, ak nám pošle popis svojho riešenia.



Stolík s astrokomorou ešte v čase, keď bol pohon vyriešený tak, ako ukazuje schéma na obr. 2: motorček je z magnetofónu a zdrojom sú tri monočlánky. Astrokomora má objektív z diaprojektora cl. 4,3, f = 250 mm.

Napíšte o svojom ďalekohľade!

V brožurce Borise Valníčka „Malá astronomická praxe" jsem našel popis jednoduchého paralaktického stolu, který vycházel ze zařízení autorů Novikova a Ržanicyna. Princip mne zaujal pro možnost amatérského zhotovení.

Při vlastním návrhu jsem se snažil o lepší způsob pohonu a nepříliš velké rozměry umožňující přenášení a snadné ustavení do pracovní polohy. Zařízení má umožňovat upevnění různých přístrojů na pohyblivé části stolku (dalekohled, astrograf, fotoaparát) a jejich vedení za sledovanými objekty s dostatečnou přesností. Zařízení není příliš náročné na strojové obrábění a dá se zhotovit i v domácí dílně. Princip je znázorněn na obr. 1.

V návrhu je přihlíženo k následujícím předpokladům:

1. Stanovení vhodného poloměru ozubení na pohyblivé části a tím možnost kontroly otáčení i bez pointačního dalekohledu.
2. Stanovení maximální pracovní doby. Po uplynutí této doby se musí pohyblivá část stolku vrátit do výchozí polohy, poněvadž konstrukce nedovoluje otočení o 360°.
3. Stanovení úhlů polární osy a trojúhelníkovitých částí stolku podle zeměpisného stanoviště pozorovatele. Přesné ustavení umožní stavěcí šrouby.
4. Pohon a) ruční
   b) elektromotorkem s možností regulace
5. Jednoduché mechanické provedení
6. Dostupnost fotografického příslušenství.

POLOMĚR OZUBENÍ

Pohyblivá část stolku je poháněna ozubeným hřebenem v podobě kruhové výseče. Do ozubení zasahuje hřídel s dobře řezaným závitem M 8 se stoupáním 1,25 mm (řady A). Abychom nebyli závislí na pointačním dalekohledu a mohli jsme kontrolovat otáčení podle sekundové ručičky hodin, stanovíme otáčky šroubu na 1 ot/min. Z toho vypočítáme převod pro otáčivou část stolku. Pro jednu otáčku pohyblivé části stolku za den bychom potřebovali obvod šroubového kola, tedy tolik mm, kolik má den minut krát stoupání závitu (1,25). K výpočtu ovšem nemůžeme použít trvání slunečního dne, ale dne hvězdného, který trvá 23 h 56 min. 4 s.

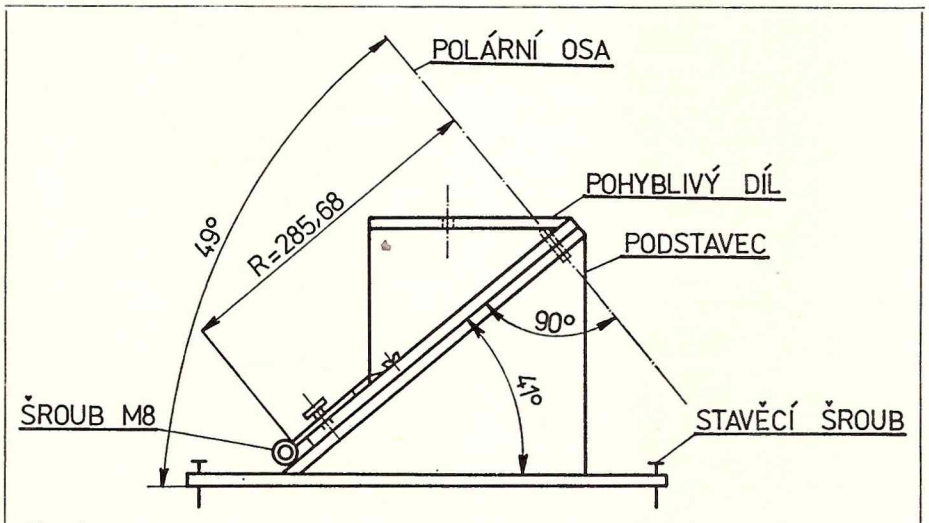
Z toho plyne, že obvod šroubového kola by byl:
počet minut hvězdného dne krát 1,25
= 1436 . 1,25 = 1795
a jeho poloměr

$$R = \frac{\text{Obvod}}{2 \cdot 3{,}14116} = \frac{1795}{6{,}2832} = 285{,}68$$

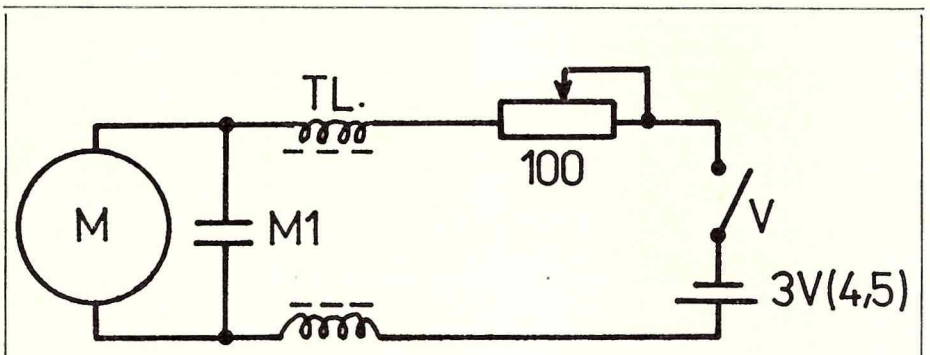
Tento vypočtený poloměr se budeme snažit dodržet v rámci našich výrobních možností.

POZOROVACÍ ČAS

Maximální pozorovací čas jsem stanovil na 90 minut. Po této době je třeba uvolnit výseč šroubového kola ze záběru s poháněcím šroubem a vrátit pohyblivou část stolku do výchozí polohy. Délka oblouku kruhové výseče šroubového kola bude tedy 90 krát 1,25 = 112,5 mm. Přesnost vedení pro astrofotografii dovo-



Obr. 1



Obr. 2

luje využít více jak hodinový interval expozice. Pro takové jednoduché zařízení je to doba dostatečná.

NASTAVENÍ

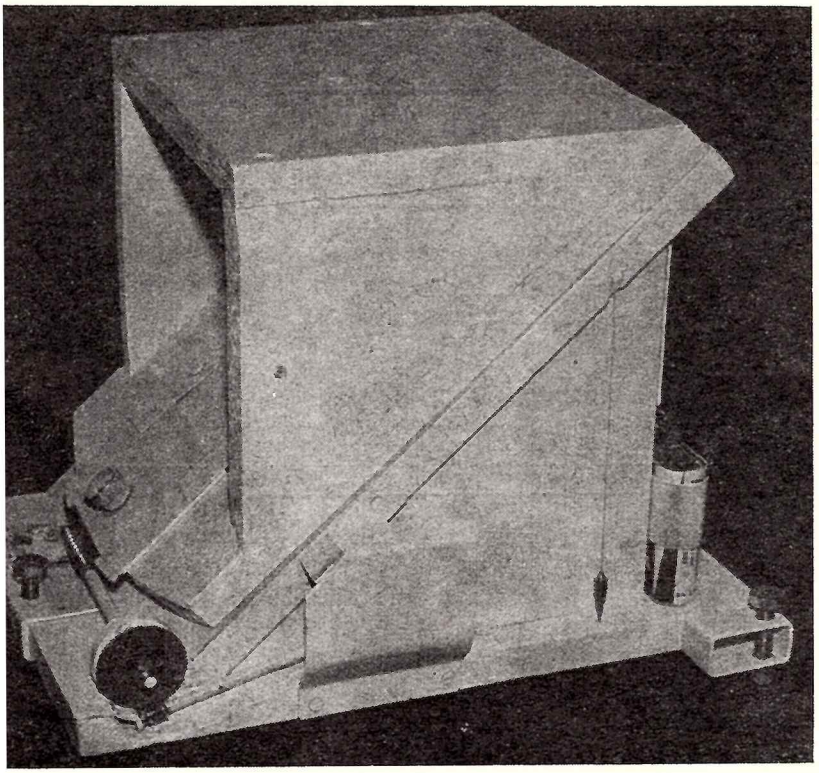
Osa otáčení pohyblivé části musí být rovnoběžná s osou otáčení Země (polární osou). K tomu potřebujeme zjistit zeměpisnou šířku našeho stanoviště. Nejjižnější části ČSSR mají zeměpisnou šířku něco méně než 48°, nejsevernější asi 51°. Bližší údaje můžeme najít v podrobnější mapě, nebo v literatuře. Menší nepřesnosti vyrovnáme na pozorovacím stanovišti stavěcími šrouby pomocí pointačního dalekohledu. Chceme-li dělat dlouhé expozice (přes 10 min.) musíme tomuto ustavení věnovat patřičnou péči.

Po zjištění správného ustavení přístroje uděláme značku pod olovnicí, zavěšenou na boku podstavce. Při přechodném stanovišti pak ustavíme zařízení podle olovnice a boční hranou nasměrujeme na Polárku. Takové přibližné ustavení dovoluje expozice do 10 minut a prakticky hodinové pozorování dalekohledem.

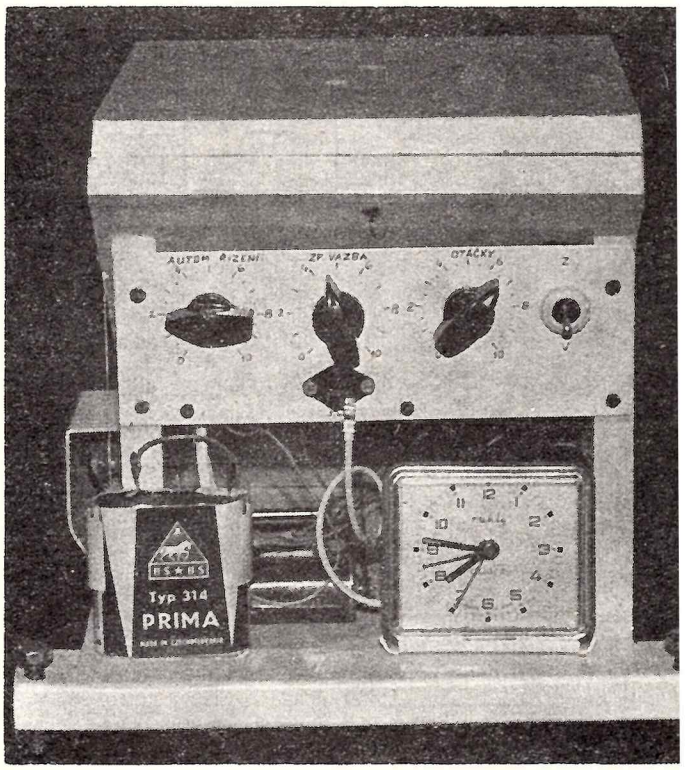
Známe-li zeměpisnou šířku, vypočteme úhel alfa trojúhelníkovitých podpěr podstavce i pohyblivé části, odečtením hodnoty tohoto úhlu od 90°. V mém případě je zeměpisná šířka 49°; úhel alfa je tedy 90° — — 49°. = 41° (obr. 1).

POHON

Ruční pohon je možný nasazením kličky na hřídel šroubového hřídele a jeho plynulé otáčení jako se pohybuje sekundová ručička hodin t.j. 1 ot/min. Nesoulad těchto pohybů by



Paralaktický stolík zboku. Jeho konštrukcia je rozkreslená na obr. 1. Vidíme, že zariadenie sa dá vyrobiť aj v domácej dielni.



Stolík už so zdokonaleným pohonom (pozri schému na obr. 3 a 4).

neměl přestoupit 4 až 5 sekund za celou dobu expozice, aby fotografie při optice s ohniskem do 250 mm byly ještě dostatečně ostré. Nároky na přesnost stoupají se zvětšující se ohniskovou vzdáleností použité optiky. Ruční pohon můžeme samozřejmě kontrolovat i pointačním dalekohledem, ten však musí mít dostatečně velké zvětšení (alespoň 50x i více). Ruční pohon používáme pokud si nezhotovíme lepší pohon motorický. Dá se však využít i nouzově za velmi nízkých teplot, kdy motorický pohon přestane fungovat.

Pro motorický pohon jsem volil motorek z bateriového magnetofonu na napětí 2,4 V a s otáčkami 2000/min. Jeho proudové nároky jsou jen 20—25 mA a i plochá baterie stačí na pohon po dobu několika desítek hodin. Nejsou vhodné motorky do hraček; mají nepřesné uložení hřídele a při provozu se chvějí. Jejich proudová spotřeba je nepoměrně větší a otáčky se těžko regulují.

Nejjednodušší je použití podle obr. 2. Otáčky se nastavují pomocí drátového potenciometru 100 ohmů. Na motorku je zapojen odrušovací člen z keramického kondenzátoru M 1 a dvou tlumivek, každá asi 50 závitů drátu ∅ 0,3 na kousku feritové tyčinky.

Otáčky možno regulovat v širokých mezích, musí však být sledovány otáčky pohonného šroubu podle hodinek, jako u pohonu ručního. (t.j. 1 ot./min.).

Motorek pohání šroub přes příslušnou soustavu převodů a to tak, aby motorek pracoval asi ve 3/4 svých maximálních otáček. V mém případě asi 1800 ot/min. Při menších otáčkách má motorek malou tažnou sílu (malý kroutící moment).

BUDÍK — ZDROJ IMPULSŮ

Složitější, ale nepoměrně přesnější, je regulace řízená impulsy z hodin. (Hodiny „QUARTZ" řízené krystalem.) Obr. 3 a 4.

Zařízení má tři podstatné části.

1. Jako zdroj řídících impulsů slouží budík, z jehož svorek krokového motorku jsou, přes oddělovací odpor 47 kiloohmů, vyvedeny sekundu trvající impulsy s mezerou trvající taky 1 sekundu. V zesilovači se impulsy zesílí a napájí svítivou diodu LQ 100.
2. Z jednoho hřídele poháněcí soustavy je odvozen pohyb ozubeného kola, jehož otáčky jsou 30 ot/min. V tomto ozubeném kole je půlkruhový otvor v rozsahu asi 150°. Tímto otvorem může procházet světlo svítivé diody na fototransistor, umístěný z druhé strany kola.
3. Světlo, snímané fototransistorem, způsobuje přes transistorový zesilovač nabíjení kondenzátoru C, jehož napětí potom zrychluje (přes regulátor) chod motorku.

Otáčky motorku se nastaví potenciometrem P2 tak, aby byly poněkud nižší než požadované. Zpožďování otáček způsobí, že světlo diody proniká při impulsech otvorem ozubeného kola (30 ot/min.) a to tím delší dobu, čím více by se otáčky opožďovaly. To způsobí zvětšení řídícího napětí regulátoru a motorek se zrychlí. Toto „dorovnávání" otáček se děje každou druhou sekundu. Potenciometrem P1 nastavujeme velikost vlivu regulačních impulsů.

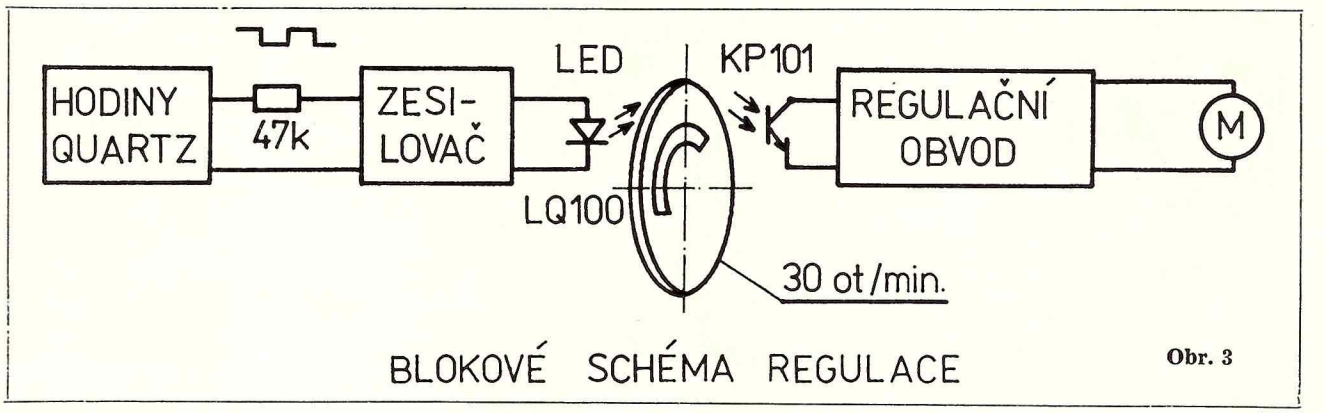
Potenciometr P3 slouží k nastavení kladné zpětné vazby, která vyrovnává nestejné zatížení motorku během provozu.

Celkové seřízení musí být takové, aby nedocházelo k „trhavému" doregulování otáček. Když dodržíme správné rozměry poloměru šroubového segmentu a věnujeme péči zabroušení šroubu do šroubového kola i ostatnímu technickému provedení, můžeme očekávat dobré výsledky na našich fotografiích. Přesnost řízení krystalovými hodinami je velmi dobrá; navíc máme k dispozici poměrně přesný časový údaj.

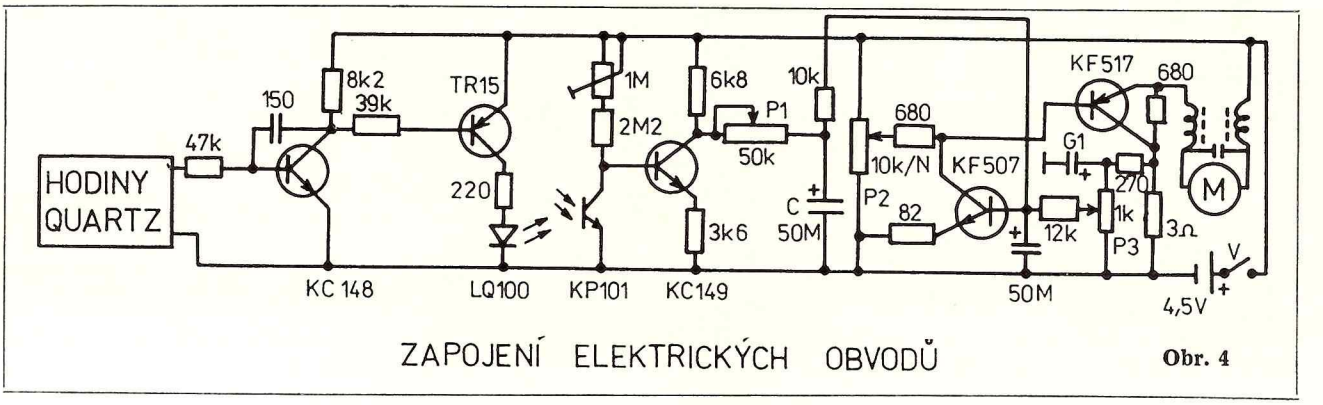
ZHOTOVENÍ STOLKU

Pro zhotovení paralaktického stolku použijeme rovné a hladké dýhované dřevotřískové desky, nebo „leteckou" překližku tloušťky 15—20 mm. Normální překližka není vhodná, vlhkem se kroutí. Povrch třecích ploch jemně opracujeme smirkem. Hřídel, spojující pohyblivý díl s podstavcem, má průměr 6 mm. Otvory pro hřídel musíme vrtat na sloupové vrtačce, abychom dodrželi kolmost na třecí plochy desek. Teprve potom slepíme a sešroubujeme podstavec a pohyblivý díl s ostatními jejich částmi. Ve vodorovné desce pohyblivého dílu vyvrtáme 2—3 otvory ∅ 9 mm pro šrouby, jimiž budeme připevňovat fotografický přístroj (nebo dalekohled). Na pohyblivý díl našroubujeme pomocí plochých pružin segment se šroubovým ozubením, tak, aby ozubení bylo po celé délce v dobrém záběru s poháněcím šroubem. Po sestavení musíme šroub do ozubení pečlivě zabrousit pomocí brusné pasty. Teprve potom hřídel šroubu definitivně uložíme. Potom vše dokonale očistíme a mažeme často, hustějším olejem. I další převod je vhodný jako šroubový (z hodin, hraček, stavebnic a pod.)

Celý podstavec stojí na 3 stavě-



BLOKOVÉ SCHÉMA REGULACE **Obr. 3**



ZAPOJENÍ ELEKTRICKÝCH OBVODŮ **Obr. 4**

cích šroubech M8, které slouží ke správnému nastavení. Další podrobnosti jsou patrné na fotografiích.

Jistě se najdou zájemci, kteří mohou svými znalostmi z mechaniky nebo elektroniky zařízení dále vylepšit. K tomu by přispěla i možnost výroby některých dílců na obráběcích strojích.

ASTROKOMORA

K astronomickému fotografování lze použít téměř každý fotografický přístroj, přihlédneme-li k jeho možnostem. Důležité je dostatečně stabilní upevnění přístroje na paralaktický stolek a taky odzkoušení, zda při zaostření objektivu na „nekonečno" je skutečně ostrost kresby nejlepší. Zjistil jsem, že v mnoha případech tomu tak není.

Zájemci, kteří fotoaparát nevlastní, mohou si sami zhotovit astrokomoru. Většinou pracujeme s plným otvorem objektivu, clonu pak nepotřebujeme. Také bez závěrky se obejdeme, exponujeme krytem objektivu. Postačí nám tedy dobrý objektiv bez clony a závěrky. Můžeme jej levně získat v obchodě s použitým zbožím.

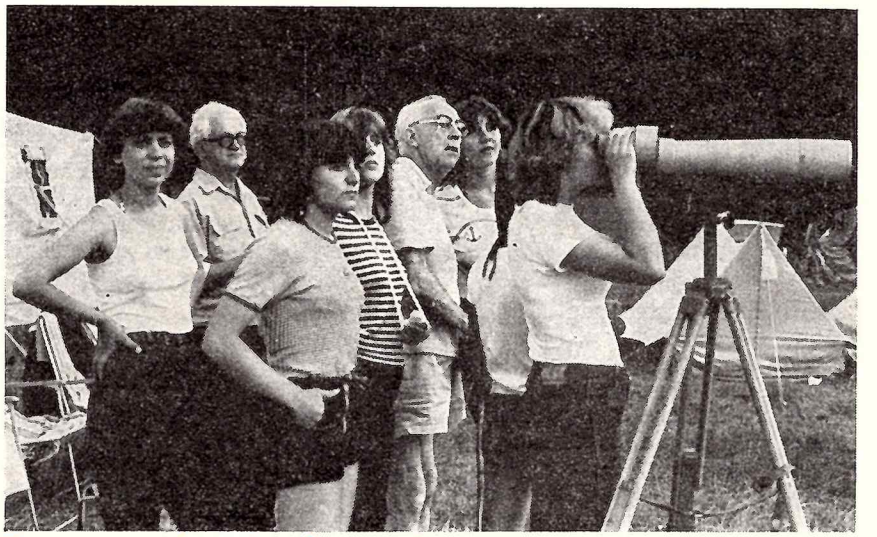
Sestrojil jsem takový přístroj z objektivu diaprojektoru cl. 4,3, f = 250 mm. Skříňka přístroje je zhotovena ze sololitu. V přední části je vlepen tubus objektivu, v zadní části jsou plechové drážky pro vsunování kazet, na ploché filmy 6×9. Kazety se prodávají jako příslušenství ke zvětšovacímu přístroji Magnifax.

Skříňka je upevněna závěsem na podstavec. Drážkovými vzpěrami můžeme přístroj zajistit v požadované poloze. Na těleso přístroje připevníme vhodný hledáček. Vnitřek tělesa natřeme černou barvou na školní tabule. Povrch zarovnáme brusným papírem a nastříkáme světlou barvou (autospray).

Předběžně nastavíme objektiv „na nekonečno" pomocí matnice. Potom vložíme do kazety plochý film. (Kazeta musí být opatřena vložkou pro plochý film, kterou zakoupíme zvlášť.) Na objektivu máme krycí víčko. Přístroj nasměrujeme na pevné podložce na hvězdnou oblohu. Na zaostřovací obrubě si uděláme značku. Povytáhneme víčko kazety a krycím víčkem objektivu exponujeme asi 2 min. Potom víčko objektivu nasadíme na objektiv a posuneme zaostření asi o jeden mm dopředu. Opět víčkem exponujeme 3 min. Totéž opakujeme přeostředím dozadu od původní značky. Exponujeme 4 minuty. Po vyvolání uvidíme na filmu, které zaostření zanechalo na filmu nejostřejší stopu, což poznáme podle délky stopy. Po tomto seřízení může následovat další seřízení s jemnějším odstupem. Nakonec si na obrubě objektivu uděláme značku pro správné zaostření, případně objektiv v této poloze pevně zajistíme.

Všem, kteří využijí některých uvedených poznatků, přeji hodně pěkných astronomických fotografií.

Josef Gabrhelík
Nábřeží Ř. r. 1348
763 61 Napajedla



Pozorovanie planét vo dne

Planéty, najmä vnútorné (Merkúr, Venuša), ako i jasnejšie hviezdy, môžeme pozorovať ďalekohľadom aj vo dne — ak dokážeme nastaviť ďalekohľad tak, aby sme mali objekt v zornom poli. Nie je to problémom, ak máme ďalekohľad s paralaktickou montážou a presne delenými kruhmi: na základe efemeríd vypočítame hodinový uhol a nastavíme ho na delených kruhoch spolu s deklináciou.

Lenže nie každý má ďalekohľad spĺňajúci uvedené podmienky. Vtedy prichádza na rad metóda, ktorá nám dané pozorovanie umožní, a ktorú popíšeme.

Základom tejto metódy je skutočnosť, že ak nastavíme ďalekohľad na určité miesto oblohy, potom všetky hviezdy, prechádzajúce jeho zorným poľom, majú rovnakú deklináciu.

Nech F je zemepisná šírka pozorovateľa, R1 rektascenzia, D1 deklinácia, t_1 hodinový uhol, T1 čas prechodu zorným poľom ďalekohľadu a h_1 výška hviezdy, ktorú pozorujeme večer alebo v noci. Potom veličiny R2, D2, t_2, T2 a h_2 pre planétu majú rovnaký význam ako pre hviezdu. Pre výšku hviezdy (planéty) platia nasledovné sférické transformačné rovnice:

$$\sin h_1 = \sin F \sin D1 + \cos F \cos D1 \cos t_1$$

$$\sin h_2 = \sin F \sin D2 + \cos F \cos D2 \cos t_2.$$

Pretože sa v priebehu pozorovania výška ďalekohľadu nemení, platí $h_1 = h_2$. Rovnako sa nemení zemepisná šírka pozorovateľa F. Ďalej predpokladáme, že D1 = D2, pretože absolútna hodnota ich rozdielu je menšia ako polomer zorného poľa ďalekohľadu. Z toho vyplýva, že $\cos t_1 = \cos t_2$, a teda $t_1 = t_2$. Platí teda, že všetky hviezdy (planéty), prechádzajúce zorným poľom ďalekohľadu, majú rovnaký azimut, hodinový uhol, deklináciu a výšku nad obzorom.

Hodinový uhol nebeského telesa je funkciou miestneho hviezdneho času, zemepisnej dĺžky a rektascenzie. Porovnaním rovníc pre hodinový uhol hviezdy t_1 a planéty t_2 po vhodných úpravách dostaneme nasledovný jednoduchý vzťah pre čas T2 prechodu planéty zorným poľom ďalekohľadu:

$$T2 = T1 + k. (R2 - R1 - 3^m56{,}6^s),$$

kde k je konštanta prevodu hviezdneho času na čas stredný.

Má hodnotu k = 0,977 265 57. Časy T1 a T2 sú v SEČ.

Pre ilustráciu uvedieme dva príklady.

1.) Vo dne 12. mája 1983 chceme pozorovať Venušu ďalekohľadom TELEMENTOR 63/840 s Huygensovým okulárom f = 25 mm. Ďalekohľad má v tomto prípade polomer zorného poľa r = 34′. Venuša má na poludnie toho istého dňa nasledovné rovníkové súradnice: R2 = 6^h15^m, D2 = +25°52′36,2″, jasnosť $-3{,}7^m$ a zdanlivý polomer 8,52″. Najvhodnejšou pomocnou hviezdou je 10 Delta Coronae Borealis (GC 21 276), ktorá má rovníkové súradnice R1 = $15^h48^m53^s{,}8$; D1 = +26°07′01″ a jasnosť $+4{,}73^m$.

Ďalekohľad bol na hviezdu namierený dňa 11. mája v čase T1 = 21^h00^m SEČ. Dosadením známych hodnôt do nášho vzťahu dostaneme čas prechodu Venuše zorným poľom ďalekohľadu T2 = $11^h23^m{,}7$. Absolútna hodnota rozdielu deklinácií je 14′25″, čo je menej ako polomer zorného poľa ďalekohľadu. Pozorovanie začíname o 5 minút skôr, pretože Venuša má vstúpiť do zorného poľa ďalekohľadu asi $2{,}2^m$ pred T2.

2.) V ten istý deň (t.j. 12. mája 1983) chceme pozorovať Venušu v čase T2 = 14^h20^m. Potrebujeme zistiť, kedy máme namieriť ďalekohľad na hviezdu 10 Delta CrB. Opäť použijeme náš vzťah, ale v upravenom tvare

$$T1 = T2 + k. (R1 - R2 + 3^m56^s{,}6).$$

Dosadením známych hodnôt dostaneme čas T1 = $23^h56{,}3^m$ SEČ, keď máme nastaviť našu pomocnú hviezdu do zorného poľa ďalekohľadu.

Popísanú metódu odporúčame vyskúšať a používať všetkým nadšencom pre astronómiu, pretože im rozšíri pozorovacie možnosti a poskytne nové zážitky.

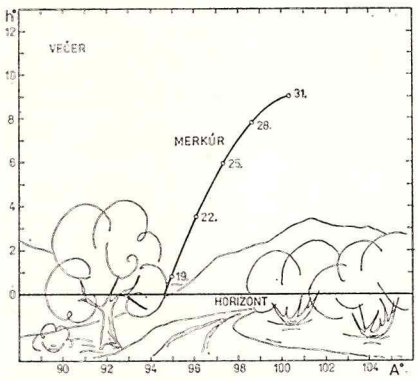
Ivan Molnár, prom. fyz.

DUŠAN KALMANČOK

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM

MERKÚR. Po prechode najväčšou západnou elongáciou, ktorá bola v januári ráno a nebola veľmi vhodná na pozorovanie, neuvidíme Merkúr ani počas februára a temer celý marec. Zato však v poslednej marcovej dekáde planéta vystúpi rýchlo nad juhozápadný obzor a koncom mesiaca bude vo veľmi výhodnej polohe na pozorovanie (pozri obrázok). Západná rovanie (pozri obrázok). Zapadá vyše poldruha hodiny po západe Slnka a jasnosť má okolo —1^m.



VENUŠA je stále na rannej oblohe, ale pomaly sa približuje k Slnku a podmienky na jej pozorovanie sa stále zhoršujú. Koncom marca bude jej elongácia menej ako 20°, takže Venuša bude prakticky nepozorovateľná. Počas februára a začiatkom marca ju ešte môžeme na svitaní uvidieť nízko nad juhovýchodným obzorom ako Zornička, ktorá má jasnosť — 3,4^m.

MARS je tiež na rannej oblohe, vychádza po polnoci a koncom marca už pred 23. hodinou. Jeho jasnosť pomaly stúpa z + 0,9^m až na — 0,3^m. Prechádza zo súhvezdia Panny cez Váhy až do Hadonosa. Neďaleko Marsa je Saturn. Mars je zo začiatku od Saturna západne, v polovici februára budú v konjunkcii a neskôr Mars Saturna predbehne a bude od neho východne.

JUPITER vychádza vo februári nad ránom. Koncom marca už dve hodiny po polnoci. Je na rozhraní Strelca a Hadonosa a má — 1,6^m.

SATURN sa vo februári pohybuje v blízkosti Marsa, vychádza okolo polnoci. Koncom marca už planéta vychádza pred 22. hodinou. Je vo Váhach a má jasnosť + 0,6^m.

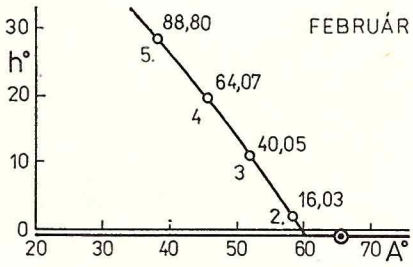
URÁN sa nachádza v polohe medzi Jupiterom a Saturnom. Je na rannej oblohe na rozhraní Škorpióna a Hadonosa a má + 5,8^m.

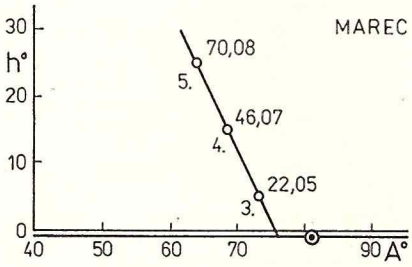
NEPTÚN je necelých 10° západne od Jupitera. Je v Strelcovi a žiari ako hviezda + 7,8^m.

PLUTO je v Panne, má + 14,2^m. Dá sa pozorovať len fotograficky.

MESIAC KRÁTKO PO NOVE

Vo februári i v marci nastávajú vhodné podmienky na pozorovanie nového Mesiaca. Februárová lunácia je horšia, zato však v marcovej lunácii môžeme starý Mesiac pomerne ľahko nájsť krátko po západe Slnka. Obe lunácie sú znázornené na priložených obrázkoch.



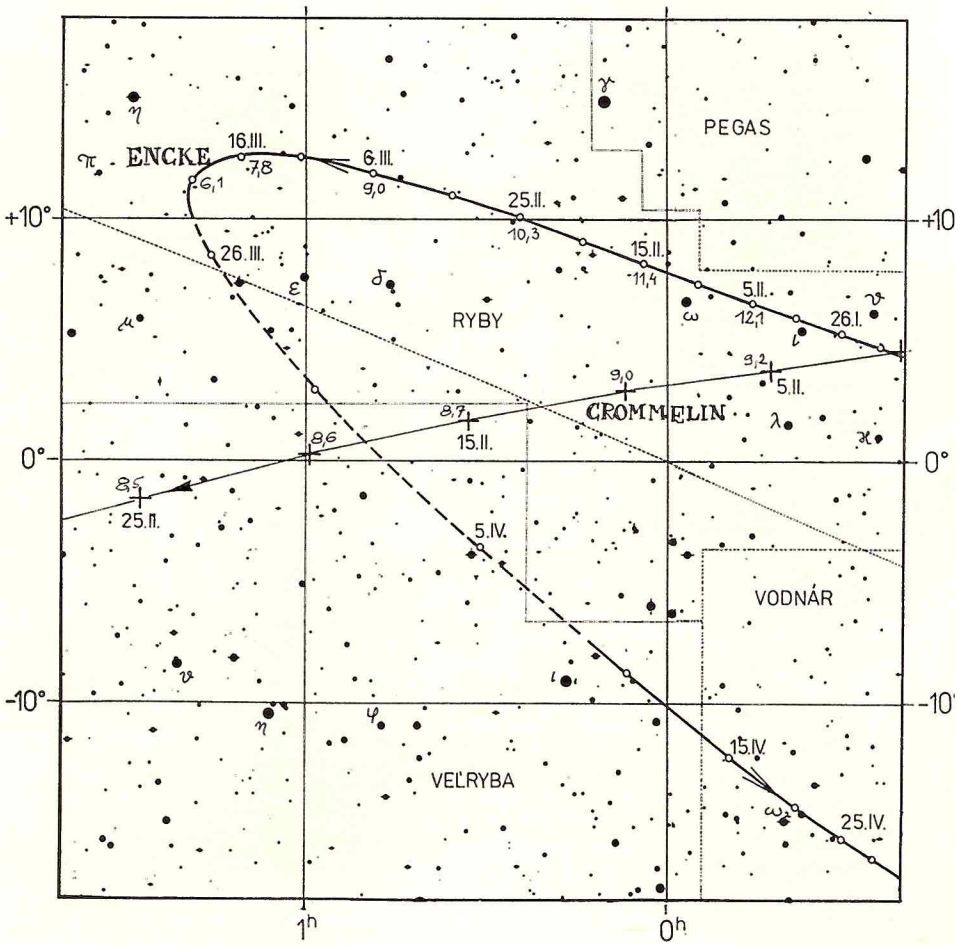


KOMÉTY

V tomto roku prejde perihéliom jedna z najznámejších periodických komét, kométa P/Encke. Má zo všetkých pozorovaných komét najkratšiu obežnú dobu — 3,3 roka a od svojho prvého pozorovania vykonala už 60 obehov. V súčasnej dobe je sledovaná po celej dráhe (aj v aféliu), okrem krátkeho úseku, keď prechádza perihéliom, ktoré má najbližšie k Slnku zo všetkých známych periodických komét.

Amatérskym ďalekohľadom začne byť dostupná začiatkom marca, keď jej jasnosť stúpne nad + 10^m. Perihéliom prejde 27. 3., ale od 20. 3. až do 10. 4. nebude pozorovateľná. Jej perihéliová jasnosť je síce + 5,1^m, ale neuvidíme ju pravdepodobne jasnejšiu ako +7^m. Aj to je však dostatočne vysoká jasnosť pre amatérske pozorovania.

Mapku dráhy, po ktorej sa bude kométa pohybovať po oblohe vidíme na pripojenom obrázku.



Okrem jednotlivých dátumov sú vyznačené i magnitúdy. Čiara spájajúca krížiky je dráha kométy P/Crommelin, ktorá je náhodou práve v tej istej časti oblohy.

Počas februára je P/Crommelin jasnejšia ako P/Encke. V čase okolo 5. 2. budú obe kométy na oblohe od seba vzdialené nie viac ako 5° (pozri mapka). Môžeme ich nájsť na večernej oblohe od 19.00 hod. až do ich západu.

Ak by sme chceli kométu P/Encke pozorovať fotograficky, poprípade okolo 5. 2. fotografovať aj s kométou P/Crommelin, nutnou podmienkou je pevná paralaktická montáž s vedúcim ďalekohľadom a možnosťou pointovania. Ak použijeme film citlivosti okolo 24° ČSN stačí pri svetelnosti 1:10 expozícia 15 minút, ak má kométa $+8^m$. Ak je kométa o 1^m slabšia, expozíciu predĺžime na 25 minút.

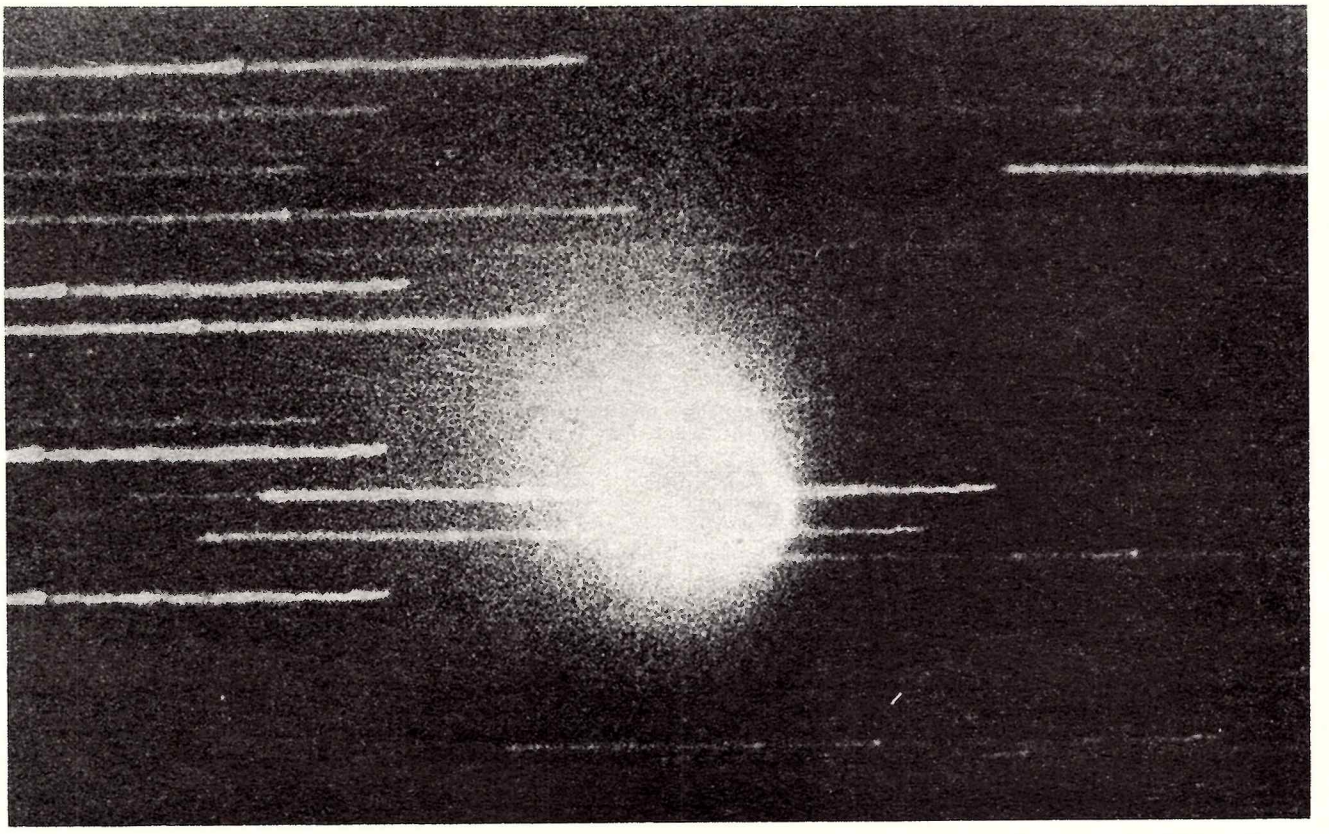
Najvhodnejším prístrojom na fotografovanie oboch komét v čase okolo 5. 2. je teleobjektív so zorným poľom okolo 10° (300 mm ORESTEGOR pre P-six, poprípade 180 mm SONAR pre P-six). Je možné tiež použiť staré letecké komory Zeiss TESAR, XENAR alebo podobné, ktoré majú ohniskovú vzdialenosť okolo 300 mm a používajú sa v nich sklené platne 18×24 cm alebo menšie. V tom prípade je možno použiť platne citlivosti 27° ČSN. Expozičnú dobu volíme okolo 1 hod.

EFEMERIDA KOMÉTY P/ENCKE

Dátum 0 h UT	Rektascenzia h m 1950,0	Deklinácia ° ′	Elongácia °	Zdanlivá jasnosť m
5. feb.	23 46,2	+06 48	45,2	+12,1
10. feb.	23 54,7	+07 34	42,4	+11,8
15. feb.	00 04,0	+08 23	39,8	+11,4
20. feb.	00 13,9	+09 15	37,4	+10,9
25. feb.	00 24,6	+10 08	35,1	+10,3
1. mar.	00 36,0	+11 00	33,1	+9,7
6. mar.	00 48,0	+11 48	31,0	+9,0
11. mar.	01 00,1	+12 23	29,0	+8,1
16. mar.	01 11,3	+12 30	26,4	+7,1
21. mar.	01 18,6	+11 30	22,6	+6,1
26. mar.	01 15,9	+08 34	15,7	+5,2
31. mar.	00 58,2	+02 59	5,4	+5,1

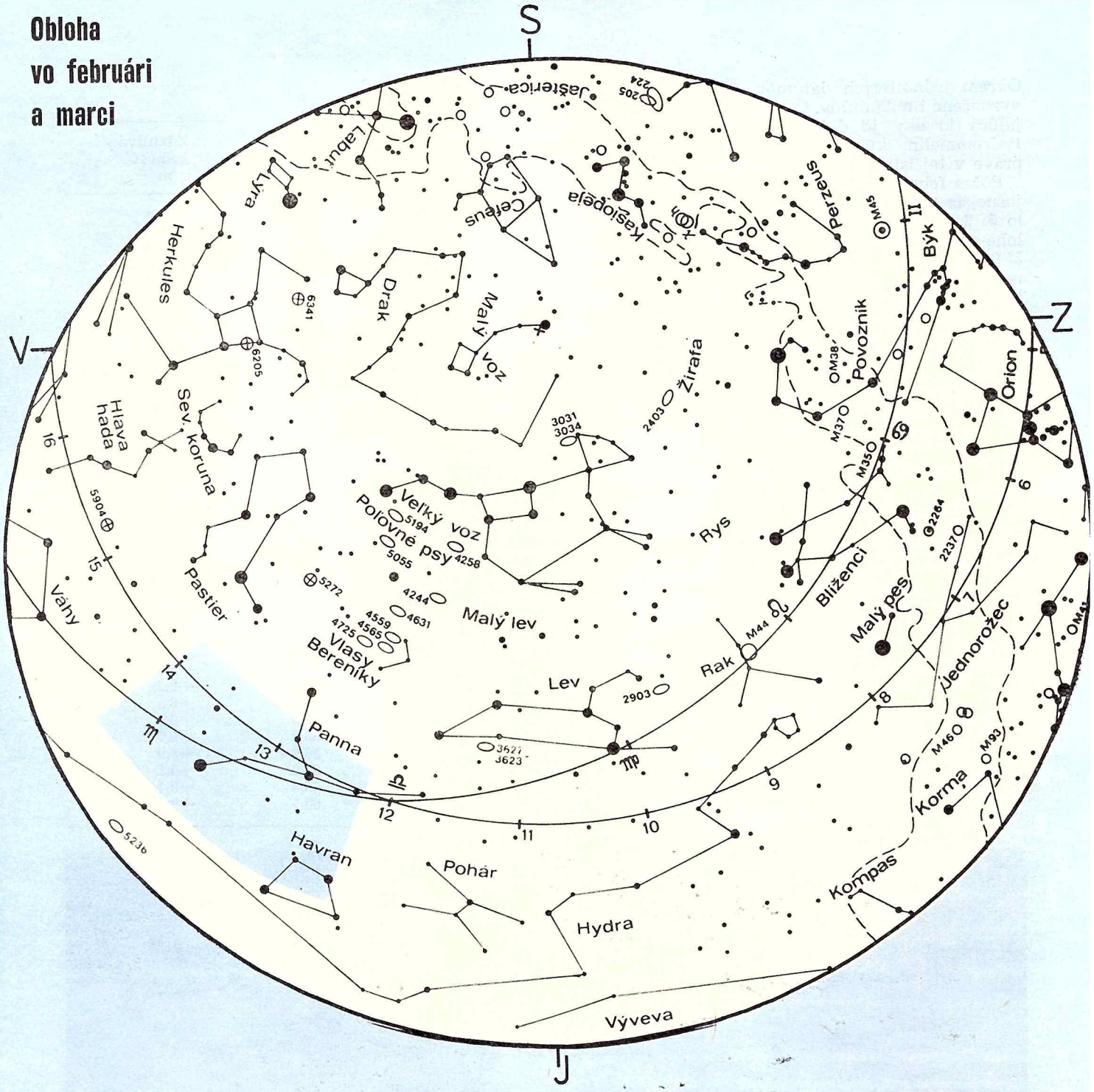
EFEMERIDA KOMÉTY P/CROMMELIN

Dátum 0 h UT	Rektascenzia h m 1950,0	Deklinácia ° ′	Elongácia °	Zdanlivá jasnosť m
5. feb.	23 43,3	+03 52	43,1	+9,2
10. feb.	00 07,5	+02 58	43,0	+9,0
15. feb.	00 32,9	+01 46	43,3	+8,7
20. feb.	00 59,7	+00 17	44,1	+8,6
25. feb.	01 27,5	—01 32	45,4	+8,5
1. mar.	01 56,5	—03 36	47,4	+8,5
6. mar.	02 26,4	—05 51	50,0	+8,6
11. mar.	02 57,2	—08 11	53,2	+8,7
16. mar.	03 28,9	—10 30	56,9	+8,9
21. mar.	04 01,3	—12 41	61,0	+9,1
26. mar.	04 34,0	—14 37	65,3	+9,4
31. mar.	05 06,7	—16 15	69,7	+9,7



Snímka kométy P/Encke zo 14. 10. 1947. 56-minútovou expozíciou fotografovali dr. Pajdušáková a dr. Mrkos 60-cm reflektorom na Skalnatom Plese.
Archív Astronomického ústavu SAV

Obloha vo februári a marci



VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA

deň	východ h	východ m	západ h	západ m
3. 2.	7	13	16	42
7. 2.	7	07	16	48
11. 2.	7	01	16	55
15. 2.	6	53	17	02
19. 2.	6	46	17	08
23. 2.	6	39	17	15
27. 2.	6	31	17	21
2. 3.	6	24	17	28
6. 3.	6	16	17	34
10. 3.	6	07	17	40
14. 3.	5	59	17	47
18. 3.	5	51	17	53
22. 3.	5	43	17	59
26. 3.	5	34	18	04
30. 3.	5	26	18	10

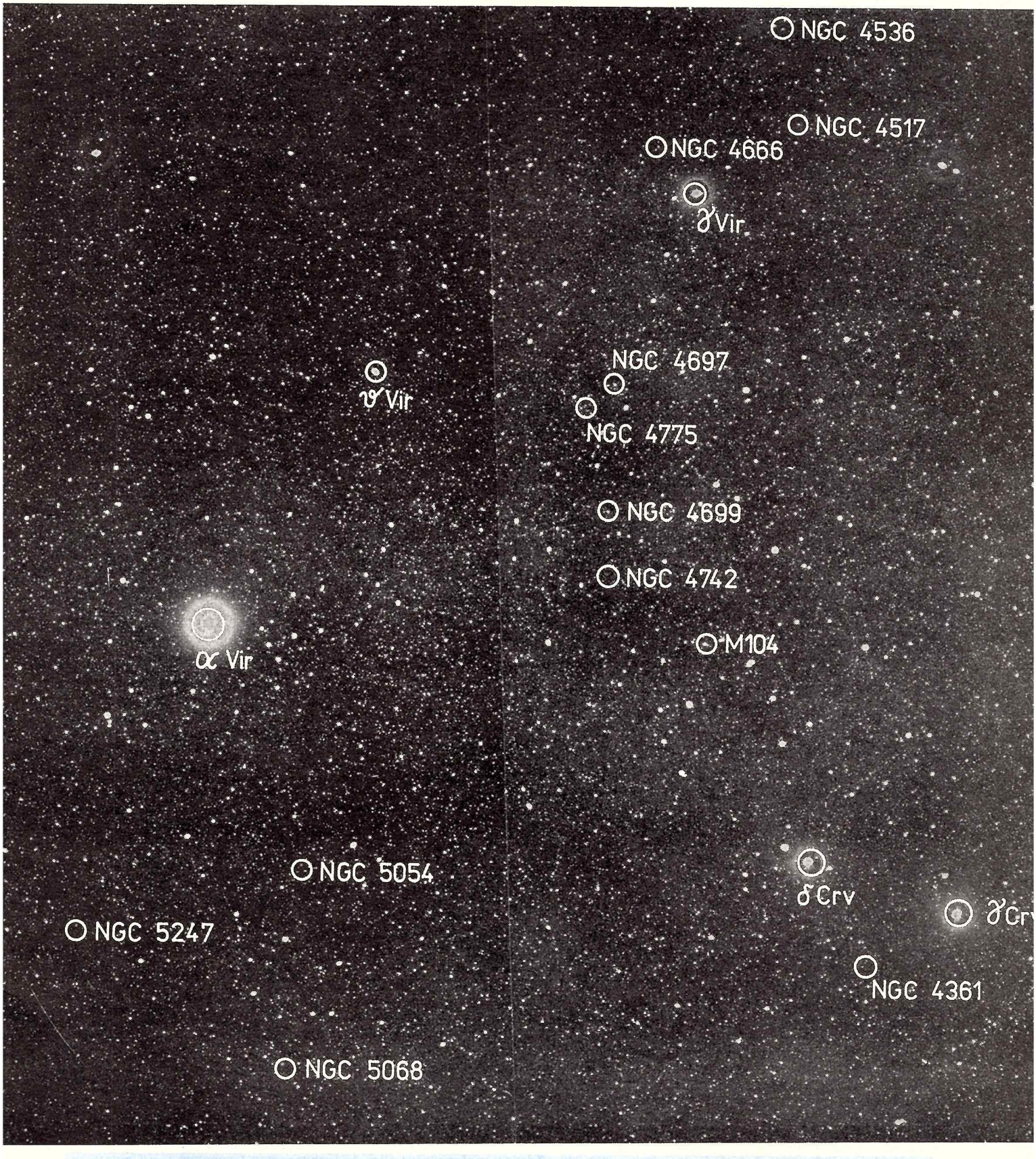
Údaje sú v SEČ a platia pre stredné Slovensko (—1h17m, 48°40′)

MESAČNÉ FÁZY

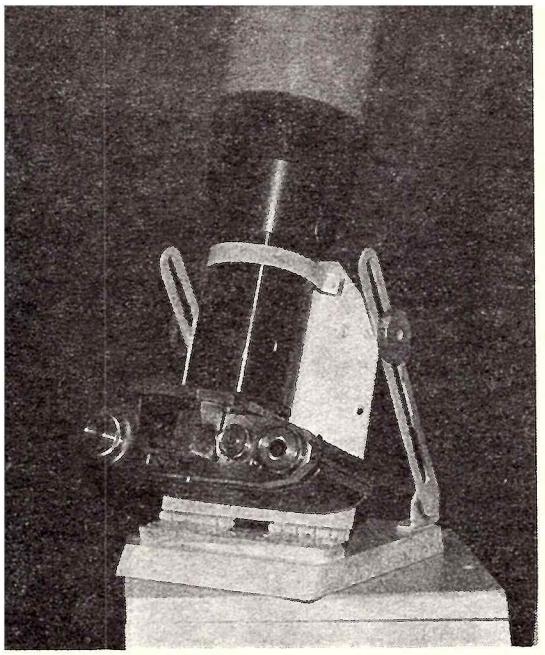
deň	h	m	fáza
2. 2.	0	47	nov
10. 2.	5	00	I
17. 2.	1	42	spln
23. 2.	18	13	III
2. 3.	19	32	nov
10. 3.	19	28	I
17. 3.	11	11	spln
24. 3.	8	59	III

VÝCHODY A ZÁPADY MESIACA

deň	východ h	východ m	západ h	západ m
3. 2.	8	20	18	05
7. 2.	9	31	22	27
11. 2.	10	59	1	56
15. 2.	14	46	6	16
19. 2.	20	30	8	20
23. 2.	0	29	9	53
27. 2.	4	46	12	43
2. 3.	6	47	17	02
6. 3.	7	55	21	25
10. 3.	9	31	0	55
14. 3.	13	37	4	50
18. 3.	19	22	6	42
22. 3.	—	—	8	20
26. 3.	3	28	11	35
30. 3.	5	12	15	58



Hranica súhvezdí Panny (Virgo, hore) a Havrana (Corvus, vpravo dole). Svojím južným koncom sem zasahuje kopa galaxií v Panne, ktorá zaberá na oblohe plochu s uhlovým priemerom 15°. Vyznačené galaxie sú väčšinou jej členmi. Vzdialenosť kopy presahuje 20 Mpc, počet galaxií v nej sa odhaduje na 2500. Radiálnej rýchlosti vzďaľovania (priemerne 1200 km/s) zodpovedá červený posun čiar v spektre z = 0,004. Je to teda naša najbližšia kopa galaxií a naša Galaxia sa pohybuje smerom k nej rýchlosťou niekoľko sto kilometrov za sekundu. Najznámejšou galaxiou na snímke je M 104 (NGC 4594) Sombrero. vizuálnu jasnosť má asi 8_m. Blízko hviezd γ Crv a δ Crv, v súhvezdí Havrana je planetárna hmlovina NGC 4361. Priemer má väčší ako 1 oblúková minúta, vizuálnu magnitúdu medzi 9 a 10 a radiálnu rýchlosť + 10 km/s. Objavil ju John Herschel v r. 1868.



Snímky na nasledujúcej strane sú urobené pomocou tohto zariadenia: objektív 1,8/140 je upravený pre jednookú zrkadlovku a upevnený na paralaktickom stolíku, ktorého popis je na str. 31.

□ **KÚPIM** kvalitný objektív alebo zrkadlo priemer 80—100 mm ohnisková vzdialenosť od 500—1000 mm a literatúru o kométach. F. Zubaj, Detva nám. SNP č. 18 sm. č. 962 11.

□ **KOUPÍM** „Hvězdářskou ročenku" ročníky 1950 až 1963, 1966, 1974 a všechny nižší i jednotlivě. Dále sháním jakékoli výpočty a programy z oboru „ASTRONOMIE SFÉRICKÁ". Programy na Ti 58/59. Možnost výměny, dopisování. Vladimír Langmajer, Brněnská 13, 586 01 Jihlava.

□ **KÚPIM** zenitový hranol a hrebeňový okulárový výťah. Ing. Ján Kačmárik, nám. Ľudových milícií 10, 821 09 Bratislava.

□ **KÚPIM** binokulár Somet 25×100. Ján Lipták, Lomnická 44, 040 01 Košice.

□ **KÚPIM** kvalitný achromatický objektív průměru minimum 100 mm a okuláry f 4 až 10 mm. Za dobrý stav optiky dobře zaplatím. Vlastimil Hrabal, Za zahradami 5, 785 01 Šternberk.

□ **KÚPIM** objektív na astronomický ďalekohľad s priemerom okolo 100—150 mm a ohniskovou vzdialenosťou 750—1500 mm. Cena podľa dohody. Na listy odpoviem. Viktor Varga, ul. J. Kráľa 736, 905 01 Senica.

PREDNÁ STRANA OBÁLKY

Rádioteleskop v Kaciveli (južný Krym) s priemerom antény 22 metrov nie je síce obrom medzi súčasnými rádioteleskopmi, ale vďaka presnosti, s akou je zhotovený povrch antény, patrí k šampiónom v príjme centimetrových vĺn. Tie isté rádiové zdroje, ktoré sa pozorujú pomocou tohto prístroja, sledujú sa súčasne aj pomocou 14-metrového rádioteleskopu vo Fínsku, čo umožňuje porovnávať získané výsledky. Okrem toho je tento rádioteleskop Krymského astrofyzikálneho observatória súčasťou medzinárodnej interferometrickej siete.

Snímka: D. Chochol

ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Na snímke APN pekne vidno prístroje, ktoré má prvá sovietska družica, špecializovaná na astronomický výskum — Astron. Hore vidíme jej ultrafialový ďalekohľad Spika s priemerom hlavného zrkadla 80 cm, skonštruovaný v rámci sovietsko-francúzskej spolupráce, na ktorej sa pri tomto projekte podieľa Krymské astrofyzikálne observatórium AV ZSSR a Laboratórium družicovej astronómie v Marseille. Ďalekohľad je vybavený spektroskopom. Valcovité zariadenia miestnené poniže ďalekohľadu, sú detektory gama žiarenia, ktoré skonštruovali na krymskom observatóriu. Prístroje sú umiestnené na modifikovanej sonde typu Venera.

KOZMOS — populárno-vedecký astronomický dvojmesačník. Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve OBZOR, n. p. Bratislava. Redakcia: Tatiana Fabini (poverená vedením redakcie), RNDr. Zuzana Juríková, grafická úprava Milan Lackovič. Redakčná rada: Ivan Molnár, prom. fyz., RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička CSc., Dušan Kalmančok, Ing. Štefan Knoška, CSc., PhDr. Štefan Kopčan, JUDr. Štefan Kupča, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Juraj Zverko, CSc. Príspevky posielajte na adresu: Redakcia Kozmos, Hanulova 11, 841 01 Bratislava. Telefón do redakcie: 362-343. Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel.: 24-84. Neobjednané rukopisy sa nevracajú. Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., Martin. Vychádza 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje, objednávky a predplatné prijíma PNS — ÚEDT, Bratislava, každá pošta a doručovateľ. Objednávky do zahraničia vybavuje PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. č. 6, 813 81 Bratislava. Číslo bolo zadané do tlače 12. 10. 1983. Index. číslo 46257

Reg. SÚTI 9/8

OBSAH

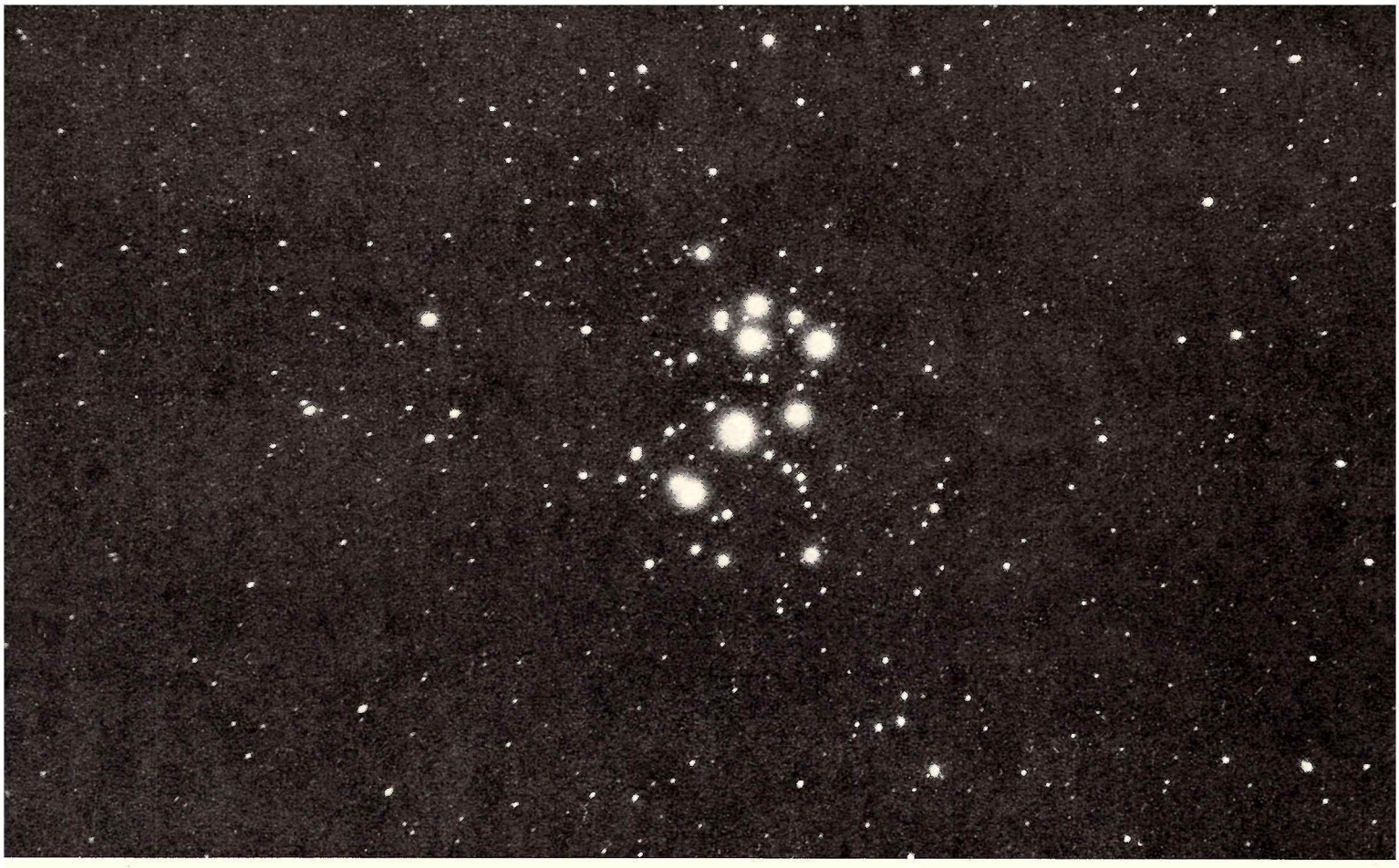
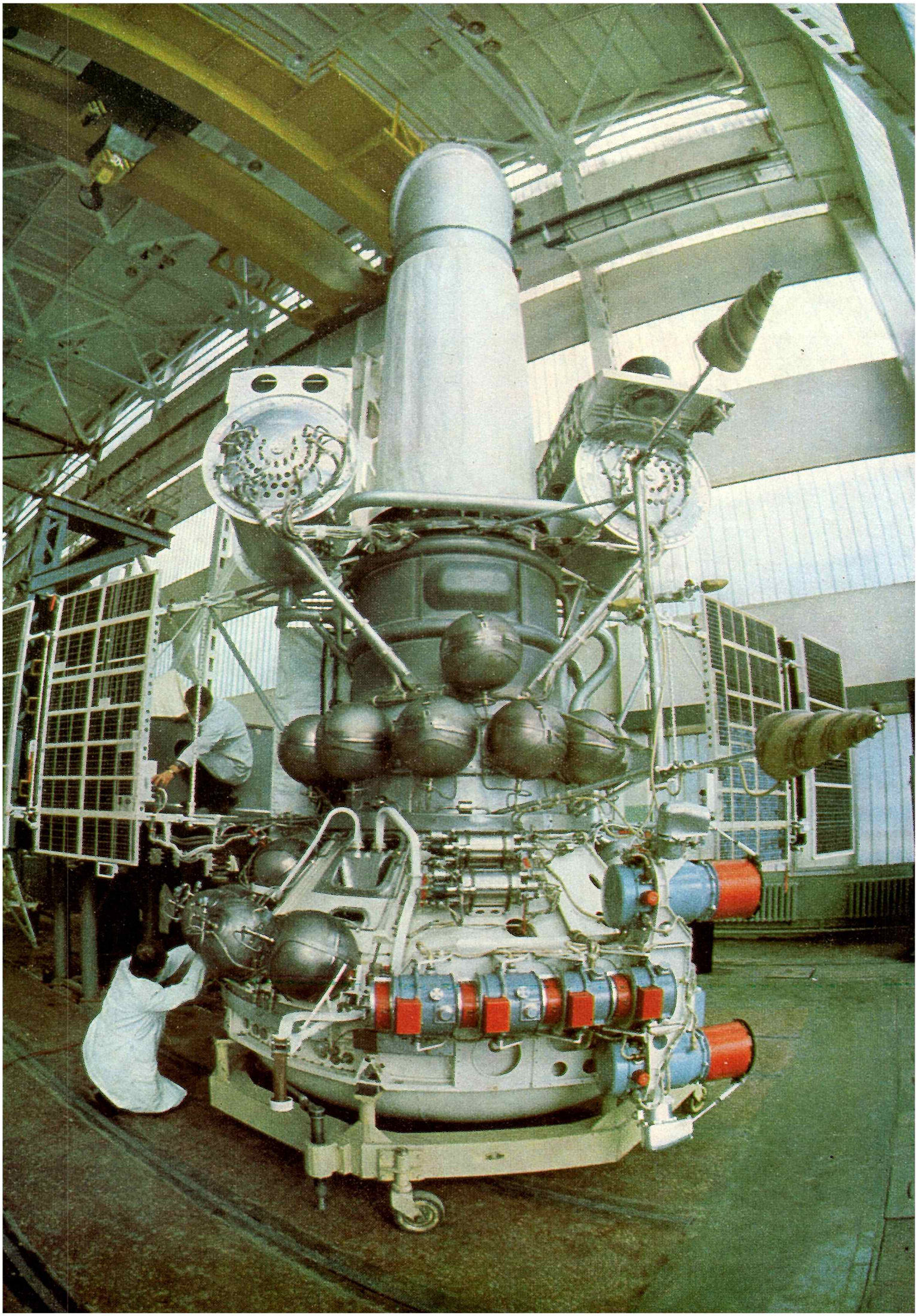
Projekty spolupráce na ďalšie desaťročie — M. Šolc . . . 1
Interkozmos a stelární astronomie — R. Hudec 4
Zaujímavé objekty oblohy — Sombrero 8
Krymské astrofyzikálne observatórium — A. Kučera . . . 11
Metóda rúcania hypotéz — o svojej práci rozprávа A. A. Bojarčuk, člen kor. AV ZSSR . . 14
Slnko na Kryme 21
Helioseizmológia po desiatich rokoch 22
Hvezdárne Slovenska — Hlásia sa Michalovce 24
Vyučovanie astronómie v NDR — A. Zenkert 26
Napíšte o svojom ďalekohľade — Paralaktický stolek pro astrofotografii — J. Gabrhelík . . 28
Pozorovanie planét vo dne — I. Molnár 31

CONTENTS

Co-operative Projects for the Next Decade — M. Šolc . . . 1
Intercosmos and Stellar Astronomy — R. Hudec 4
Conspicuous Sky Objects: the Sombrero 8
The Crimean Astrophysical Observatory — A. Kučera . . . 11
The Method of Destroying Hypotheses — an interview with Dr. A. A. Boyarchuk 14
The Sun at Crimea 21
Ten Years of Helioseismology . 22
The Observatories of Slovakia: Michalovce 24
Teaching of Astronomy in the GDR — A. Zenkert 26
Tell Us About Your Telescope: A Parallactic Table for Astrophotography — J. Gabrhelík . . 28
Daytime Observations of Planets — I. Molnár 31

СОДЕРЖАНИЕ

Проекты сотрудничества в предстоящем десятилетии — М. Шолц 1
ИНТЕРКОСМОС и звездная астрономия — Р. Гудец . . . 4
Интересны объекты на небосводе — Сомбреро 8
Крымская астрофизическая обсерватория — А. Кучера . . . 11
Метод падения гипотез — о своей работе рассказывает А. А. Боярчук,, член-корр. АН СССР . . 14
Солнце в Крыму 21
Гелиосейсмология после минувших 10 лет 22
Планетарии Словакии — Слово предоставляется Михаловцам . 24
Преподавание астрономии в ГДР — А. Зенкерт 26
Напишите о своем телескопе — паралаксное приспособление для астрофотографирования — И. Габргелик 28
Наблюдение планет днем — И. Молнар 31



Takéto výborné snímky oblohy možno urobiť pomocou jednoduchého, dômyselne skonštruovaného paralaktického stolíka, ktorý predstavujeme v rubrike Napíšte o svojom ďalekohľade. Obe snímky — Plejády i hmlovina v Androméde — sú exponované 10 minút objektívom 1,8/140 mm na 27 DIN film. Foto: Josef Gabrhelík