

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jaromír Široký

Úspěchy sovětské stelární astronomie v r. 1955

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 1 (1956), No. 4, 406--411

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137439>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

ÚSPĚCHY SOVĚTSKÉ STELÁRNÍ ASTRONOMIE V ROCE 1955

K podání úplného přehledu všech vědeckých prací z astronomie, které jsou uveřejněné za jeden rok v Sovětském svazu, by bylo potřeba zvláštní knihy. V tomto článku se pokusíme — alespoň stručně — uvést některé výsledky ze stelární astronomie, otištěné v časopise „Astronomičeskij žurnal“ a v publikacích některých hvězdáren. Navazujeme tak na článek v časopise „SOVĚTSKÁ VĚDA — matematika-fyzika-astronomie“, sv. V, 1955, který informoval o výzkumech v roce 1954.

1. Nové určení polohy galaktického pólu. Poloha galaktického rovníku byla stanovena dohodou, poněvadž rovina souměrnosti Mléčné dráhy není přímo patrná. V práci T. S. Kirillové [1] byly vypočítány opravy k „standardní“ poloze severního galaktického pólu, jehož souřadnice jsou: $A = 190^\circ$, $D = +28^\circ$. Přesnou polohu galaktického pólu můžeme určit podle polohy galaktického rovníku, jež je určena objekty, které jsou rozloženy v galaktické rovině nebo v její blízkosti, jako na př. dlouhoperiodické cefeidy. K výpočtu autorka použila 468 dlouhoperiodických cefeid, z nichž byly vypuštěny všechny hvězdy, které nepatří k ploché složce Galaxie. Výsledky jsou uvedené v tabulce, kde jsou pro srovnání uvedeny i souřadnice severního galaktického pólu, které v roce 1942 vypočítal van Tulder.

Autor	Rektascense	Deklinace
(Standardní poloha)	190°	$+28^\circ$
Van Tulder (1942)	$1910^\circ \pm 03^\circ$	$+275^\circ \pm 02^\circ$
T. S. Kirillova (1955)	$1912^\circ \pm 03^\circ$	$+275^\circ \pm 05^\circ$

2. Rozptýlené skupiny obřích hvězd v souhvězdích Cefeja, Kasiopeje, Štítu, Blíženců a j. studoval B. A. Voroncov-Veljaminov [2]. Tyto skupiny hvězd se liší od hvězdných asociací typu O, poněvadž obsahují jen asi deset obrů. Průměry těchto skupin, považujeme-li je za prostorové útvary, jsou blízko horní hranice obvyklých hvězdokup.

Podobnou skupinu hvězd studoval A. Blaauw [3] kolem hvězdy ζ Persei. V této skupině je 17 hvězd, z nichž jsou dvě spektrální třídy B5V a pět třídy B3V a všechny ostatní jsou raných spektrálních tříd. Pro průměr skupiny odvodil Blaauw 30 parseků, avšak ve skutečnosti je to elipsa 20×30 ps, se střední hodnotou 25 parseků. Další skupina je v souhvězdí Cefeja. Studovali ji W. W. Morgan, A. E. Whitford a A. D. Code [4], kteří ji označili jako agregát čís. 17. Vzdálenost této skupiny byla stanovena na 960 parseků a Voroncov-Veljaminov k ní počítá 17 hvězd. Všechny hvězdy jsou jasnější $M = -3,2$ a tvoří skupinu o rozměrech 8×30 parseků. Massa byla vypočtena na $500 M_\odot$ a střední hustota $0,1 M_\odot \text{ ps}^3$, což je třikrát méně než je hranice stability. Proto můžeme tuto skupinu obřích hvězd považovat za zbytek staré hvězdokupy, v níž zůstaly pouze nejhmotnější hvězdy.

3. Statistický výzkum některých morfologických zvláštností nov. Rozdělení nov podle amplitudy a podle jejich svítivosti v maximu a v minimu zkoumal J. M. Kopylov [5]. Nejdříve stanovil závislost svítivosti novy v maximu na rychlosti poklesu jasnosti pro 79 typických nov. U každé novy byla stanovena vzdálenost od Slunce s ohledem na mezihvězdnou absorpci světla. Funkce svítivosti má maximum

kolem $-7,5^m$, krajní hodnoty svítivosti jsou $-2,0^m$ a $-11,0^m$ (rozptyl $\pm 2,5^m$). V dalším se autor zabýval podmínkami viditelnosti nov o různé svítivosti. Správné vyřešení této otázky umožní určit, jakým způsobem a nakolik ovlivňuje naše poloha v Galaxii skutečnou funkci svítivosti nov. Autor rozdělil novy do tří skupin podle rychlosti poklesu jasnosti na: rychlé, pomalé a na velmi pomalé (typu RT Serpentis). Pro příslušnost k jednotlivým typům byla zvolena tato kritéria:

	M_{\max}	\overline{M}_{\max}
1. Rychlé novy	$-11,0^m$ až $7,5^m$	$-9,2^m$
2. Pomalé novy	$-7,5$ až $4,5$	$-6,5$
3. Velmi pomalé novy	slabší $-4,5$	$-3,5$

Zkoumejme nyní podmínky viditelnosti těchto tří skupin nov. Střední zdánlivá visuální velikost v maximu je u rychlých a pomalých nov přibližně stejná ($6,7^m$). Pozorujeme-li tedy rychlé a pomalé novy do jedné a téže visuální velikosti, pak rychlé novy vidíme do větší vzdálenosti než novy pomalé. Proto počet pomalých nov bude zmenšený. Můžeme odhadnout i poměr objemu, v němž pozorujeme rychlé a pomalé novy. Vyjdeme z modulu vzdálenosti rychlých nov ($m_1 - \overline{M}_1 = 19,5^m$) a pomalých nov ($m_2 - \overline{M}_2 = 13,2^m$) a střední galaktické šířky, která je u rychlých nov $b_1 = 5,7^\circ$ a u pomalých nov $b_2 = 9,8^\circ$. S ohledem na mezihvězdnou absorpci světla dostáváme střední vzdálenost $\overline{R}_1 = 3300$ ps a $\overline{R}_2 = 2000$ ps, čili $\overline{R}_1/\overline{R}_2 = 1,6$. Můžeme však také předpokládat, že prostorové rozložení obou typů je stejné, čili z poměru b_1/b_2 dostáváme $\overline{R}_1/\overline{R}_2 = 1,7$. Novy tvoří v Galaxii střední podsystém a jsou rozloženy v poměrně tenké vrstvě v blízkosti galaktické roviny. Proto můžeme stanovit, že pro selektivnost pozorování, která je způsobena rozdíly v absolutních velikostech rychlých a pomalých nov, je počet pomalých nov vzhledem k počtu rychlých nov zmenšen $(\overline{R}_1/\overline{R}_2)^2$ krát. Tento poměr je 2,7, čili počet pomalých nov je třeba zvětšit 2,7krát. Z počtu nov se známými absolutními velikostmi je 31 pomalých a 41 rychlých. Abychom tyto údaje přepočítali na jeden objem, znásobíme počet pomalých nov číslem 2,7, takže poměr n_2/n_1 (t. j. počet pomalých a rychlých nov v jednotce prostoru) bude roven 2,0. Docházíme takto k zajímavému výsledku, že v Galaxii musí být dvakrát více pomalých než rychlých nov.

Z analýzy svítivosti nov v maximu formuluje Kopylov tyto závěry:

a) Neúplnost a nepřesnost pozorování nov nemůže rozšířit interval, v němž jsou absolutní velikosti nov v maximu; proto hranice absolutních velikostí nov od $-2,0^m$ do $-11,0^m$ můžeme považovat za reálné.

b) Rozdělení typických nov podle svítivosti v maximu má ostré patrné maximum, třebaže má značný rozptyl, který dosahuje $\pm 2,5^m$.

c) V jednotce prostoru vybuchuje dvakrát víc pomalých nov než rychlých.

d) Velmi pomalé novy o svítivosti od $-2,0^m$ do $-4,5^m$ jsou podle všeho poměrně vzácné objekty, ve srovnání s rychlými a pomalými novami. Jejich počet může být pouze 5–10% z celkového počtu nov. V kruhu o poloměru tisíc parseků není ani jedna hvězda typu RT Serpentis.

Ve druhé části své práce studuje Kopylov málo početnou skupinu nov, které připomínají Novu Herculis 1934. Zákonitost ve světelných křivkách hovoří o tom, že po maximu klesá jasnost novy podle zákona $M = -13,7^m + 3,6^m \lg t_3$. Z této závislosti můžeme určit svítivost novy z libovolné části její světelné křivky, není-li pokles jasnosti menší než 3^m . Další zákonitost spočívá v tom, že délka poklesu jasnosti novy do minima je určena svítivostí novy v maximu, t. j. rychlostí jejího vývoje (z části amplitudou). Doba celkového poklesu je u typických nov v mezích od 5 do 50 roků. Ukazuje se, že

novy s menší svítivostí v minimu mají i menší amplitudu a menší svítivost v maximu jasnosti.

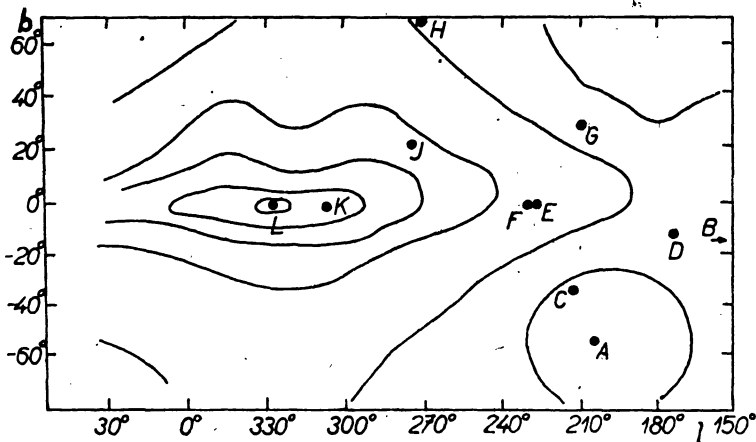
4. Otázkou souvislosti nov a planetárních mlhovin se zabýval J. M. Kopylov [6]. Celkový počet planetárních mlhovin v naší Galaxii se odhaduje na $9\,500$ a jejich stáří na $2 \cdot 10^4$ roků. Proti vzniku planetárních mlhovin z hvězd Wolfových-Rayetových svědčí tato skutečnost: jádra planetárních mlhovin mají absolutní velikosti od -2^m do $+7^m$ (střední hodnota $+2,5^m$), zatím co velikosti Wolfových-Rayetových hvězd nejsou menší než -4^m . Také prostorové rozložení obou typů se od sebe liší: hvězdy W.-R. jsou v blízkosti galaktické roviny a tvoří plochý podsystém, zatím co planetární mlhoviny tvoří střední podsystém.

Určení mass planetárních mlhovin vedou k hodnotám 10^{-2} až $10^{-1} M_{\odot}$ (Voroncov-Veljaminov, 1948), zatím co massy obálek, odvržených novami, jsou 10^{-4} až $10^{-3} M_{\odot}$, t. j. v průměru o dva řády méně než jsou massy planetárních mlhovin. Rychlosti rozšiřování obálek nov jsou řádově 1000 km/s, zatím co rychlosti rozšiřování planetárních mlhovin pouze 10 km/s, čili opět o dva řády méně. Otázka zůstává stále otevřená, avšak autor se kloní k názoru, že planetární mlhoviny asi souvisí s novami, poněvadž pro to svědčí stejné prostorové rozložení obou typů, jež se koncentrují k rovině a k centru Galaxie.

5. Difusní mlhoviny a mezihvězdné magnetické pole. Protáhlý tvar některých emisních mlhovin, který může být výsledkem rozšiřování mlhoviny a působením magnetického pole, byl studován G. A. Šajnem [7]. Již v úvodu autor poznamenává, že theoretické práce o vlivu magnetického pole na stabilitu a konfiguraci těchto útvarů mohou vést k mnoha řešením, závislým na počátečních podmínkách. Vychází proto z převládajícího faktoru v emisních mlhovinách — jejich rozšiřování. Při rozšiřování mlhovin klesá jejich jasnost; rozšiřuje-li se však mlhovina pouze v jednom směru a působí-li na ni magnetické pole, může zůstat po dlouhou dobu viditelná. K zachování viditelnosti napomáhá i jejich vláknitá struktura, která souvisí s fluktuacemi v hustotě magnetických siločar ve vnějším magnetickém poli. Jisté odchylky ve tvaru mlhovin mohou být způsobeny existencí lokálních magnetických polí, které se odchylují od spirálních větví a od galaktické roviny. Orientace mlhovin však závisí i na vnitřním magnetickém poli. Velmi protáhlé mlhoviny se však vyskytují jen zřídka. Můžeme to vysvětlit tím, že je třeba intenzivního magnetického pole (nejméně 10^{-5} gaussů), aby mohlo kontrolovat pohyb mlhovin. Při stáří mlhovin $\sim 10^6$ roků, mohou být zachovány pouze ty mlhoviny, jejichž hustota je velká a pohybuje-li se látka pouze ve směru siločar. Velkou protáhlost mlhovin nemůžeme vysvětlit ani působením diferenciální galaktické rotace. Je-li horní hranice stáří emisní mlhoviny 10^7 roků, pak galaktická rotace nemůže způsobit větší protáhlost než 1,3. Navíc mají velmi protáhlé mlhoviny vláknitou strukturu, kterou nemůžeme vysvětlit působením galaktické rotace. Dále byly studovány temné mlhoviny v souhvězdí Býka, Hačonoše a j., podle snímků v Barnardově atlasu, jakož i na Bečvářových mapách, kde jsou zakreslené hranice temných mlhovin. Nepravdělná a chaotická struktura temných mlhovin svědčí o turbulentních pohybech. Pro makroskopický pohyb rychlostí 2 km/s svědčí šířka mezihvězdných čar Ca II. Z toho plyne závěr, že již během $5 \cdot 10^6$ roků vznikají protáhlé temné mlhoviny o délce asi 20 parseků. U blízkých temných mlhovin ve vzdálenosti kolem 250 ps to odpovídá délce asi 5° , což je délka mnoha temných mlhovin na obloze.

G. A. Šajn dochází k závěru, že magnetické pole do značného stupně kontroluje pohyb a rozložení difusní látky v Galaxii. Podle mnoha projevů můžeme soudit, že magnetické pole napomáhá zachovávat spirální strukturu Galaxie, nehledě na to, že emisní mlhoviny se rozptylují (a znovu tvoří), avšak délka jejich života je velmi krátká (přibližně 10^6 až 10^7 roků).

Pokračováním těchto prací [8] je studium orientace temných mlhovin v souhvězdích Perseus—Býk, vláken emisní mlhoviny NGC 1499 a j. Magnetická pole, která jsou lokalizována v těchto mlhovinách, jsou významným faktorem, který částečně kontroluje rozložení a pohyb látky. Zatím co se vnější části mlhovin obvykle rozšiřují a rozptylují, zachovává silné magnetické pole husté střední části těchto mlhovin. Na okrajích Krabi



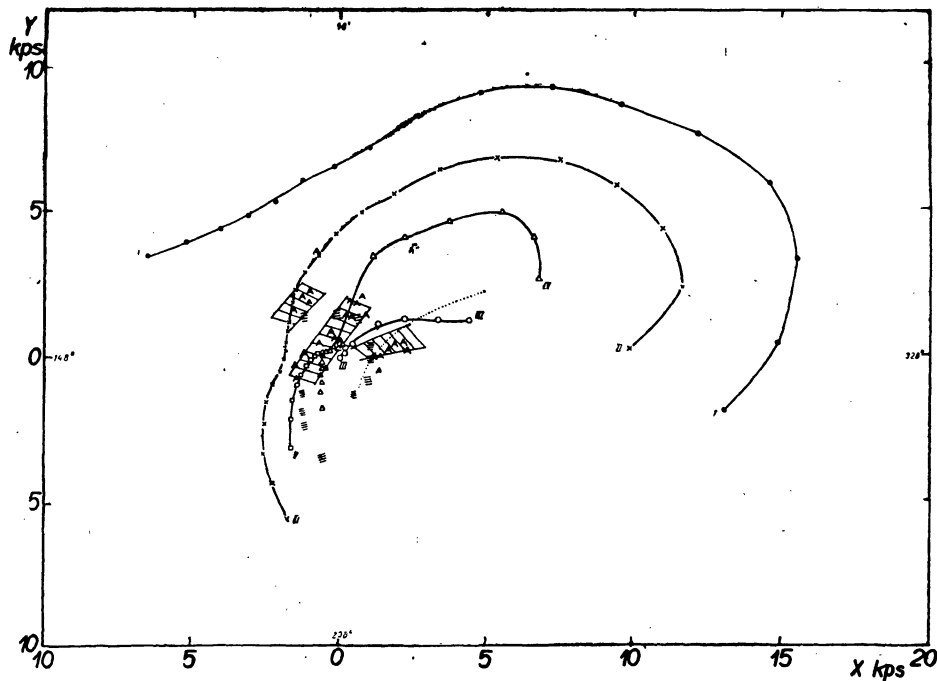
Obr. 1. Zdroje radiového záření (A—L), pozorované na vlně $\lambda = 3$ metry. Na obrázku jsou zakresleny isofoty radiového záření ($\lambda = 16,3$ m) v okolí středu Galaxie. Zdroj A, známý jako Fornax A má úhlové rozměry $0,5-1^\circ$; zdroj B (galaktická délka $l = 145^\circ$) $10^\circ \times 5^\circ$; C $1^\circ-2^\circ$, D $10^\circ \times 5^\circ$; E $1^\circ-2^\circ$ identifikovaný jako Puppis A. Poloha zdrojů G a H může být chybná až o několik stupňů. Zdroj J obsahuje dříve již známý zdroj Centaurus A. Poslední zdroje K a L jsou protáhlé podél galaktické délky.

mlhoviny v souhvězdí Býka pozorujeme vláknitou strukturu. Při velké rychlosti rozšiřování (~ 1100 km/s) můžeme očekávat přechod laminárních pohybů v turbulentní a jako následek i silné magnetické pole.

6. Ztotožnění některých zdrojů radiového záření s optickými objekty. V minulých letech byla uveřejněna řada prací, v nichž jsou pozorované zdroje radiového záření ztotožňovány s některými objekty, viditelnými opticky. Tak na př. mlhovinu IC 443 v Blížencích, která je zdrojem radiového vlnění, ztotožnil I. S. Šklovskij s novou z roku 837. V nové práci I. S. Šklovského a G. A. Šajna [9] jsou studovány zdroje radiového záření, objevené australskými pozorovateli na vlně $\lambda = 3$ m. Na schematickém obr. 1 jsou vyznačeny polohy jednotlivých zdrojů. Zdroj A byl již dříve ztotožněn s galaxií NGC 1316. Zdroj B, který je v oblasti temných mlhovin v souhvězdí Býka, zůstává dosud nevysvětlen, poněvadž v tomto směru nebyly dosud objeveny ani emisní mlhoviny, ani hvězdy spektrálních tříd O, B0 a B1; můžeme se však domnívat, že jej působí mračna ionisovaného vodíku, která leží za mezihvězdnou hmotou. Zdroj D patří k asociaci typu O v souhvězdí Orionu (skupiny emisních mlhovin a temné hmoty). Mohutný zdroj L, jehož úhlové rozměry dosahují $12^\circ \times 2^\circ$ podél galaktického rovníku, připadá na velmi tmavou oblast s šesti emisními mlhovinami v blízkosti galaktického centra. Radiové záření z tohoto zdroje připadá částečně intenzivnímu diskretnímu zdroji Střelec X, částečně však i k massám ionisovaného vodíku ve vnitřních částech Galaxie. O zdrojích C, G, H autoři uvádí, že jsou mimogalaktického původu. Zejména zdroj H, jehož délka dosahuje 4° (poloha je: $l = 270^\circ$, $b = 69^\circ$), je způsoben zářením centrální skupiny galaxií v souhvězdí Panny.

7. Studium spirální struktury Galaxie podle radiových pozorování na vlně 21 cm bylo předmětem práce P. P. Parenaga [10]. Kromě stanovení pěti spirálních větví byly odvozeny některé údaje, jako na př. směr ke středu Galaxie ($l_0 = 327,8^\circ$), vzdálenost Slunce od středu Galaxie ($R_0 = 7,2 \pm 0,5$ kps), jež souhlasí s dříve vypočtenými. Na připojeném obr. 2 jsou zakreslené větve č. 1—5. Třetí větev odpovídá koncentraci raných hvězd v souhvězdí Střelce; jejich vzdálenost je podle fotometrických údajů 1—1,5 kps (nikoliv 0,1—0,3 kps podle výpočtů). Čtvrtá větev obsahuje mračno hvězd spektrální třídy B v souhvězdí Labutě, které jsou asi ve vzdálenosti 1,5 kps. V galaktických délkách 130° — 170° splývají větve 3, 4 a 5. Na obr. 2 (Slunce je v počátku souřadnic) jsou hustým čárkovaním vyznačeny oblasti zhuštění hvězd spektrální třídy B (hvězdná oblaka podle B. A. Voroncova-Veljaminova [11]), písmenem A jsou označeny hvězdné asociace podle W. W. Morgana, A. E. Whitforda a A. D. Codeho [4] a emisní mlhoviny, určující polohu tří spirálních větví, studované V. F. Gazeovou [12]. Spirální větve, určené podle emisních mlhovin velmi dobře souhlasí s 2. a 4. větví, hůře však s 3. větví. Pro výzkum této oblasti ($l < 320^\circ$), která je mezi Sluncem a galaktickým jádrem, je třeba dalších radiových pozorování. Přibližně tři čtvrtiny asociací (podle [4]) leží na spirálních větvích. Zbývající čtvrtina se však nevyskytuje ve „vodíkových“ větvích. Parenago se však domnívá, že i tyto asociace leží ve skutečnosti na spirálních větvích, avšak naše pozorování jsou ovlivňována dosud neprobádanými zdroji radiového záření. V závěru autor poznamenává, že se u spirálních větví projevuje zřetelné zatažení a nezdá se, že jsou ve stejné vzdálenosti od Slunce.

8. Fotografická fotometrie a kolorimetrie mimogalaktických mlhovin. Základní metodou studia mimogalaktických mlhovin je fotometrie. Většina dosud



Obr. 2. Mapa spirálních větví Galaxie podle radiových pozorování neutrálního vodíku na vlně 21 cm. Slunce je v počátku souřadnic.

uverejňených prací se týkala jasných galaxií (na př. NGC 224, 5194), zatím co další nebyly zkoumány. D. E. Ščegolev [13] se zabýval fotografickým studiem 15 mlhovin pomocí 50 cm meniskového astrografu na hvězdárně v blízkosti Alma-Aty. Expozční doba byla od 30 do 140 min. Fotografovalo se na desky Agra-Astro bez barevného filtru a na desky Agfa-Panchron v kombinaci se žlutým filtrem. Celkem bylo získáno 28 snímků mlhovin a téměř 100 pomocných negativů. Při fotografování bylo použito dvouetážové desky; jedna polovina byla exponována v ohnisku, zatím co druhá extrafokálně. Tím se projeví vliv atmosférické extince a další chyby; tato metoda však vyžaduje znalost hvězdných velikostí hvězd v bezprostřední blízkosti mlhoviny. Proto byly určeny velikosti a barvy 124 hvězd navázáním na severní polární sekvenci; pravděpodobná chyba konečné hodnoty hvězdné velikosti byla $\pm 0,05^m$. Měřením hustoty negativů za použití charakteristické křivky, zkonstruované podle srovnávacích hvězd, určíme absolutní jasnosti jednotlivých částí mlhoviny. Barevné indexy získáme jako rozdíl jasnosti v modrém a žlutém světle. Fotografie mimogalaktických mlhovin byly proměřovány na mikrofotometru. Byly stanoveny hodnoty M/ps^2 , t. j. střední svítivost části mlhoviny, vyjádřená v absolutních hvězdných velikostech na čtvereční parsek. Podle autorových měření vychází, že centrální část NGC 224 a průměru $5'$ má střední svítivost $2,9 m/ps^2$, čili $1700 \odot/ps^2$ (spektrum jádra je dG3, takže největší část jeho záření přísluší hvězdám podobným našemu Slunci). Celé ploše mlhoviny odpovídá $1,2 \cdot 10^8 \odot$, což je blízko hodnotě massy této oblasti ($1,7 \cdot 10^8 \odot$), kterou určil z rotace mlhoviny P. P. Parenago.

Zajímavé je vzájemné srovnání různých oblastí jedné a téže mlhoviny. Ukazuje se, že ve všech mlhovinách je spojité pozadí, které se barvou podobá barvě jádra a jeho jasnost klesá s rostoucí vzdáleností. Barevné indexy pozadí jsou v průměru $+1,0^m$, což odpovídá barvě hvězd II. typu (podle výpočtů Vandekerckhoveho), čili základem záření galaxií — nevyjímaje ani rozvinuté spirální typu Sc — jsou hvězdy kulových a středních podsystémů. Spirální větve, které se promítají na pozadí, mají značně nižší barevný index (v průměru asi $-0,1^m$), což odpovídá barvě hvězd plochých podsystémů. Ve spirálních větvích galaxií typu Sc je velké množství zhuštění, z nichž mnohá jsou podobná asociacím typu O. Ve spirálních větvích galaxií typu Sb je již méně modrých hvězd s vysokou svítivostí a jejich zhuštění jsou již zácnejší. Studium mimogalaktických mlhovin bude třeba věnovat i nadále pozornost, poněvadž bude možno získat mnoho údajů o struktuře galaxií.

Literatura

- | | |
|---|--|
| [1] T. S. Kirillova, Astr. žurn., sv. 32, 1955, 192. | [9] I. S. Šikovskij, G. A. Šajn, Astr. žurn. sv. 32, 1955, 118. |
| [2] B. A. Voroncov-Veljaminov, Voprosy kosmogonii, sv. 4, 1955, 108. | [10] P. P. Parenago, Astr. žurn. sv., 32, 1955, 226. |
| [3] A. Blaauw, Bull. Astr. Inst. of Netherland, sv. 11, 1952, č. 433. | [11] B. A. Voroncov-Veljaminov, Astr. žurn., sv. 30, 1953, č. 1. |
| [4] W. W. Morgan, A. E. Whitford, A. D. Code, Ap. J., sv. 118, 1953, 318. | [12] V. F. Gazeová, Izv. Krymsk. Obs., sv. 12, 1954, 88. (Viz na př. SOVĚTSKÁ VĚDA—mat.-fys.-astr., sv. 5, 1955, č. 4, 545.) |
| [5] J. M. Kopylov, Astr. žurn. sv. 32, 1955, 48. | [13] D. E. Ščegolev, Astr. žurn., sv. 32, 1955, 16. |
| [6] J. M. Kopylov, Izv. Krymsk. Obs., sv. 13, 1955, 60. | |
| [7] G. A. Šajn, Astr. žurn. sv. 32, 1955, 110. | |
| [8] G. A. Šajn, Astr. žurn., sv. 32, 1955, 381. | |