

PERSEVS



4/2001

ROČNÍK 11

Věstník B.R.N.O. - sekce pozorovatelů
proměnných hvězd ČAS

Zborník z konferencie o úspechoch stelárnej astronómie

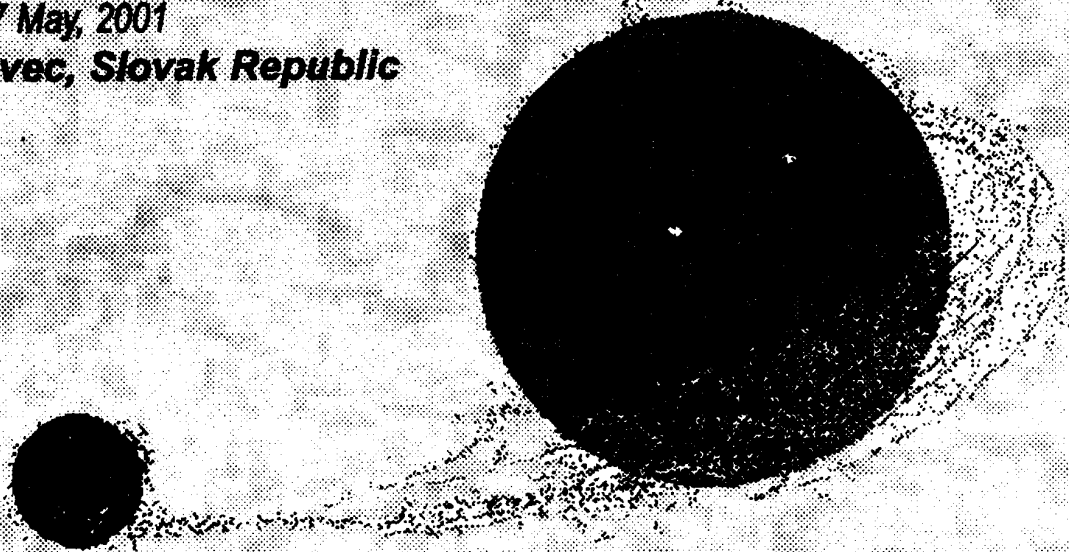
25. - 27. máj, 2001

Bezovec 2001

Proceedings of the Stellar Conference

25 - 27 May, 2001

Bezovec, Slovak Republic



BEZOVEC 2001

SBORNÍK - BEZOVEC 2001

ZMENŠOVÁNÍ AMPLITUDY V BOO

41. POZOROVACÍ PRAKTIKUM

Milí čtenáři,

toto číslo Persea se svým obsahem liší od své standardní podoby. Perseus 4/2001 je totiž sborníkem z konference o úspěších stelární astronomie, která se konala ve dnech 25. až 27. května 2001 na Bezovci na Slovensku. Konference s tematikou stelární astronomie se tam konají každoročně za účasti mnoha slovenských i českých odborníků či amatérských astronomů. Na základě podnětu hlavního organizátora těchto setkání L. Hrice jsme usoudili, že by bylo užitečné informovat o přednesených referátech i na stránkách Persea. Nejlepším způsobem je shromáždit příspěvky od jednotlivých autorů do společného sborníku. Ten se vám teď dostává do ruky.

Také pro účastníky konference bude jistě přínosem připomenout si vyslechnuté referáty na stránkách Persea. Toto číslo má za tímto účelem zvýšený náklad, aby bylo k dispozici kromě standardního okruhu čtenářů i účastníkům semináře.

Předseda vědeckého komitétu (SOC) konference a šéfredaktor Persea vybrali do sborníku celkem devět příspěvků přednesených na konferenci. Bohužel někteří autoři dodali své příspěvky až měsíc po uzávěrce a dva je nedodali vůbec. Došlo tak k určitému zpoždění. Místo uvolněné po nedodaných člancích bylo nahrazeno článkem o V Boo, který se nevešel do Persea 3/2001 a zprávou o průběhu praktik ve Vyškově a ve Ždánicích.

Myslím si, že myšlenka vydávání sborníku je dobrá a pravděpodobně v ní budeme pokračovat i příští rok, doufejme za větší disciplinovanosti autorů.

Petr Sobotka

Obsah

Contents

Bezovec 2001, <i>M. Navrátil</i>	3
Zborník	6
Z konferencie o úspechoch stelárnej astronómie BEZOVEC 2001	
Význam kampaní pre štúdium premenných hviezd, <i>L. Hric</i>	6
The Sense of Campaigns to Variable Stars Study	
Záludné najmenší čtverce, <i>Z. Mikulášek</i>	8
Tricky Least Squares	
Fotometrický výskum V471 Tau - tretie teleso v systéme, <i>K. Petřík, L. Hric</i>	17
Photometric Study of V471 Tauri - a Third Body in the System!	
Analysis of the Properties of the Modulation of HZ Her/Her X-1 Using Photographic Plates, <i>V. Šimon, P. Kroll, P. Neugebauer, R. Hudec</i>	21
Analýza vlastností modulácie HZ Her/Her X-1 pomocí fotografických mĚření	
Optical Activity, Color Changes and Orbital Modulation of the X-ray Binary V Sge, <i>V. Šimon, J. A. Mattei, S. Shugarov, V. I. Marsakova</i> ...	24
Optická aktivita, změna barevných indexů a orbitální modulace rentgenové dvojhvězdy V Sge	
Analýza (O-C) diagramu polodotykovej dvojhviezdy KW Per, <i>R. Gális, L. Hric</i>	27
Analysis of the O-C diagram of the semidetached binary KW Per	
Zmenšování amplitudy V Bootis, <i>O. Pejcha, J. Greaves</i>	32
The Amplitude Decrease of V Bootis	
41. pozorovací praktikum, <i>L. Brát, P. Sobotka,</i> <i>R. Kučerová, P. Novotná</i>	38
41 st Observing Camp	
Poznámky k článku P. Sobotky: Perné chvílky s TY UMa, <i>M. Wolf</i> ...	41
Remarks to The Article „Difficulties with TY UMa“ Published in Perseus 3/2001	
Došlá pozorování, <i>L. Brát, M. Zejda</i>	43
New Observations	
Dalekohled Vixen k zapůjčení	48

Uzávěrky příštích čísel: číslo 5/2001 - 15. 09. 2001
číslo 6/2001 - 15. 11. 2001

ZBORNÍK

Konferencia o úspechoch stelárnej astronómie
25. - 27. máj, 2001

B e z o v e c 2001

Zoznam referátov

Miroslav Brož - CCD pozorování v Hradci Králové

Elenka Ferencová - Vedecký prínos prírodovedcov a popularizátorov astronómie
- (Dr. J. A. Wágner, Prof. RNDr. L. Kresák, DrSc., J. Volko Starohorský)

**Rudolf Gális, Ladislav Hric - Analýza (O - C) diagramu polodotykovej
dvojhviezdy KW Per**

Dalibor Hanžl, Josef Kujal - Redukce CCD pozorování na mezinárodní fotometrický systém

Stanislav Hledík - Vnorovací diagramy kompaktních objektu

Ladislav Hric - Význam kampaní pre štúdium premenných hviezd

Zdeněk Mikulášek - Záludné najmenší čtverce

Martin Navrátil, Martin Lehký - CCD pozorování ES UMa

**Karol Petřík, Ladislav Hric - Fotometrický výskum V471 Tauri - tretie teleso
v systéme!**

Petr Sobotka - Perseus sborníkem

Zdeněk Stuchlík - Kosmologická konstanta, pátý element a inflace

Jan Šafář - Projekt ROTSE (publikováno v Perseovi 2/2001)

Vojtěch Šimon - Analýza vlastností modulace HZ Her/Her X-1 pomocí fotografických měření

Vojtěch Šimon - Optická aktivita, změna barevných indexů a orbitální modulace rentgenové dvojhviezdy V Sge

Ladislav Šmelcer - S Sex - nadějný název i hvězda (publikováno v Cirkuláři skupiny MEDÚZA číslo 20)

Zdeněk Urban - Podstata a evolúcia kompaktných rekurentných nov

Miroslav Vetešník - Podivuhodné proměny uhlíku ve vesmíru

Miloslav Zejda - Monitorování zákrytových dvojhvězd v Brně

Jozef Žižňovský - História výskumu CP hviezd



Bezovec 2001

Martin Navrátil

Během posledního květnového víkendu proběhla na slovenském Bezovci již tradiční konference o úspěších stelární astronomie. Bezovec (743 m n. m.) je jedním z vrcholů pohoří Považského Inovce, nedaleko Piešťan, obklopený krásnou přírodou listnatých lesů. Místem konání konference je chata stejného názvu - Bezovec, vzdálená jen jeden kilometr vzdušnou čarou od vrcholu. Zdejší prostředí přitahuje zájemce o stelární astronomii již téměř půl století.

Organizačně konferenci zajišťují zaměstnanci hvězdárny v Hlohovci (zas-toupené J. Krištofovičem) a Slovenská astronomická společnost při SAV. Odborným garantem konference je Stelární oddělení Astronomického ústavu SAV sídlící ve Staré Lesné (zas-toupená L. Hricem).

Program začal už v pátek večer. Po zahájení konference L. Hricem následovala první přednáška M. Vetešníka o podivuhodných proměnách uhlíku ve vesmíru, která byla věnovaná významu tohoto chemického prvku ve vesmíru a struktuře molekul v mezihvězdném prostředí.

V sobotu začal v 9 hodin dopolední odborný program přednáškou E. Ferencové věnovanou přírodovědcům a popularizátorům astronomie: J. A. Wagne-rovi, L. Kresákovi a J. Volkovi Staro-horskému. Příspěvek seznamoval se životem a prací těchto osobností sloven-ské astronomie.

Druhou přednášku měl L. Hric o výz-namu pozorovacích kampaní pro studi-um proměnných hvězd. Příspěvek byl pojat přehledově, hodnotil stav na přelo-mu tisíciletí a vize dalšího vývoje. První část přednášky byla věnovaná financo-vání a rozvoji přístrojové techniky. Zaujala mne zmínka o tom, že cena HST (2 miliardy dolarů) byla vyšší než cena všech pozemských dalekohledů dohromady. Zajímavou poznámkou byl i vývoj velikosti plochy optických astro-nomických dalekohledů, která byla v roce 1950 jen 50 m² a v roce 2000 již 1000 m². (Plocha všech lidských očí je nyní ale 300 000 m², takže mají as-tronomové ještě co dohánět.) Zásadní objevy lze přitom očekávat při zvýšení citlivosti přístrojů o jeden řád. Překva-pivé bylo srovnání množství archivo-vaných astronomických informací, plných 100 TB (terabytů), s množstvím informací obsažených v lidském geno-mu („jen“ 0,01 TB). Druhá část před-nášky podávala přehled druhů po-zorovacích kampaní: (1) zaměřených na třídu objektů; (2) na jeden objekt ve všech vlnových délkách; (3) na jev, který pozorujeme u daného objektu; (4) na současné pozorování z více observatoří pro odhalení jevů skrytých v přístro-jovém šumu; (5) na „jednoukazové“ jevy v určité oblasti oblohy (např. výbuchy supernov nebo gama záblesky). Poslední část přednášky byla o WET (Whole Earth Telescope) - nejvyšší for-



mě organizování kampaně. Jedná se o postupné „předávání“ pozorovaného objektu mezi observatořemi po celé Zeměkouli. Tak byly získány až tisíci-hodinové nepřetržité pozorovací řady.

Další rozsáhlou a pěknou přednášku měl Z. Mikulášek o problematice prokládání závislostí měřenými hodnotami (regresní analýze) - jmenovala se Záludné nejmenší čtverce. V úvodu bylo diskutováno, zdali je v některých případech vůbec nutné regresi provádět. V případě, že ano, měla by být dána přednost metodě nejmenších čtverců (LSM), neboť je jednoduše odvoditelná přímo z definice. Jako regresní funkci není rozumné volit složitější křivku než přímku, pokud to nevede k výraznému snížení chyby. Těžiště přednášky bylo především v určování chyby regrese, které bývá (podle zkušeností přednášejícího) v 90 % případů zcela zamlčována. Přednáška byla ukončena ukázkou aplikace LSM na analýzu O-C diagramu; důraz byl kladen na správné váhování vizuálních pozorování a fotoelektrických nebo CCD měření. (Váhy jednotlivých bodů mají být nepřímo úměrné druhé mocnině jejich standardních odchylek. Když např. mají vizuální pozorování 10krát větší chybu než fotoelektrická, mají mít 100krát menší váhu.) Závěr byl ten, že vizuální pozorování nemají podstatný smysl, jsou-li současně konána pozorování fotometrem nebo CCD kamerou. Časově odlehlá vizuální pozorování ale význam mají, mohou totiž chybu regrese O-C diagramu výrazně snížit.

Další příspěvek měl po krátké přestávce J. Žižňovský o historii výzkumu chemicky pekuliárních (CP) hvězd; byl orientován zejména na úlohu žen v tomto oboru astronomie v minulém století. Jako perličku připomněl vědeckou práci z roku 1897, ve které je méněcennost žen zdůvodňována menší hmotností mozku.

Poslední dopolední příspěvek měl V. Šimon o V Sge a příbuzných superměkkých rentgenových zdrojích. Existují dva neslučitelné modely pro V Sge: (1) dvojice nedegenerovaných hvězd, které jsou téměř v kontaktu; (2) bílý trpaslík obklopený tlustým akrečním diskem. V současnosti je přijímán spíše druhý z nich.

Po obědě vyšla většina účastníků na procházku po okolí. Podle nálady a sil se různily i délky výletů: od procházky do postele až po výpravu na zříceninu Tematinského hradu. Odtud je daleký výhled na údolí Váhu s městy, vesnicemi a jadernou elektrárnou Jaslovské Bohunice.

Odborný program pokračoval v 17 hodin kratšími referáty. R. Gális hovořil o bezmála dotykové dvojhvězdě KW Per. K. Petřík nás seznámil s prekataklizmatickou proměnnou V471 Tau. Na podzim bude vyhlášena kampaň na její pozorování. Jde o dvojhvězdu tvořenou červeným a bílým trpaslíkem (BT); zajímavá jsou pozorování extrémně krátkých zákrytů BT.

Pak následoval blok dalších příspěvků: Referát CCD pozorování v Hradci



Králové měl M. Brož. Představil pozorovací program a používaný software. M. Navrátil krátce pověděl o fotometrii zákrytové dvojhvězdy ES UMa a zprávnění její oběžné periody. Pak následoval příspěvek D. Hanžla o zkušenostech s převodem CCD pozorování na mezinárodní fotometrický systém. Použil program HEC22 (autora P. Harmance) sloužící k redukci fotoelektrických pozorování. Po určení koeficientů v transformačních rovnicích se ukázalo, že pro CCD pozorování je výhodnější použít pouze lineární model.

Další příspěvek měl V. Šimon o optické aktivitě objektu HZ Her/Her X-1, u něhož je „sinusová“ světelná křivka vysvětlovaná precesí akrečního disku. L. Šmelcer informoval o miridě S Sex, která vykazuje prudký pokles periody, způsobený zřejmě vzplanutím heliové obálky. Odpolední program byl zakončen příspěvkem M. Zejdy o brněnském monitorování zákrytových dvojhvězd a jejich výběru do pozorovacího programu. Zaměřují se na hvězdy od objevu nepozorované a na soustavy s velkými rozdíly O-C. Den uzavřel společenský večer; byl příležitostí k rozhovorům mezi lidmi, kteří nemají možnost setkávat se častěji. Pro mnohé účastníky se večírek protáhl až do ranních hodin.

Nedělní program zahájil J. Šafář příspěvkem o projektu ROTSE (robotizovaném dalekohledu pro detekci dosvitu gama záblesku jen 10 sekund po alertu). Následovala rozsáhlejší přednáška

Z. Urbana o podstatě a evoluci kompaktních rekurentních nov. Rekurentních nov bylo zatím pozorováno jen 10, kompaktní systémy tvořené červeným a bílým trpaslíkem známe dva: T Pix a U Sco. Bylo u nich zaznamenáno 5, resp. 6 vzplanutí za století.

Závěr byl tradičně věnován kosmologickým tématům. Nejprve měl Z. Stuchlík přednášku o kosmologické konstantě, pátém elementu a skryté inflaci. Poslední (devatenáctý) byl příspěvek S. Hledíka o vnořovacích diagramech kompaktních objektů. Poté konferenci uzavřel L. Hric.

Myslím si, že letošních více než padesát účastníků bylo s průběhem konference spokojeno a již nyní se těší na Bezovec 2002. Podrobnější informace o přednáškách můžete nalézt v tomto sborníku pod hlavičkou časopisu Perseus.



Význam kampaní pre štúdium premenných hviezd

The Sense of Campaigns to Variable Stars Study

Ladislav Hric

Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 059 60 Tatranská Lomnica, The Slovak Republic, e-mail: hric@ta3.sk

The aim of this paper is to show that the observational campaigns are not only the method but also an important process in the general context of the scientific approach to the study of variables. On the basis of our experience with the organization of an international campaign of photometry of symbiotic stars, we have shown some kinds of observational methods. The campaigns can enlarge the efficiency of the existing instrumentations.

Rozvoj prístrojovej techniky je vždy limitovaný financiami, pričom ale objavy sa nedajú naplánovať ani predpovedať. História ukazuje, že zlepšenie prístroja o rád vedie k novým objavom, pričom takéto zlepšenie trvá 5 - 30 rokov a táto doba sa neskracuje. Najdrahšie vedecké prístroje sú urýchlovače pre časticových fyzikov a prístroje pre astronomický a kozmický výskum. Napr. HST je drahší ako všetky pozemské optické a rádiové teleskopy od Galilea až po súčasnosť. Je to dané tým, že každý kozmický kg je 100 x drahší ako na Zemi. Pre stavbu astronomických prístrojov zatiaľ platilo, že pre pozemský prístroj nesmie cena prekročiť 350 mil \$ (napr. VLT), v kozme to však môže byť 1 - 5 miliárd \$.

Optické prístroje mali v r. 1950 plochu 50 m², no v roku 2000 to už bolo 1000 m², pre zaujímavosť vstupná optická plocha očí všetkých ľudí je asi 300 000 m². Prudké zväčšovanie optickej plochy je spojené s novými technológiami:

- tenké, rotačne odlievané zrkadlá - Newtonovo vedro
- sériová výroba segmentov - Keck
- kvapalné zrkadlá - ortuťový ďalekohľad
- iontové obrábanie - odstraňovanie monomolekulárnych vrstiev
- aktívna optika
- adaptívna optika
- apertúrna syntéza - zavedená v rádioastronómii.

Pre dobrú rozlišovaciu schopnosť treba 100 x väčšiu anténu ako je vlnová dĺžka žiarenia, preto bola navrhnutá apertúrna syntéza. V súčasnosti je najväčším systémom rádioteleskopov sveta GMRT - Giant Metre-wave Radio



Telescope, ktorý sa nachádza 80 km severne od mesta Pune v západnej Indii a plocha jeho antén dosahuje 50 000 m². Celý anténny systém má 3 x väčšiu zbernú plochu ako VLA v Novom Mexiku v USA. Na frekvencii 327 MHz je jeho citlivosť 8 x väčšia než VLA, má 1,6 x väčší výkon, 4 x väčší vlnový rozsah a ako celok môže pracovať aj na princípe apertúrnej syntézy.

V prvých dvoch dekádach tohto storočia by sa mali dosiahnuť priemery zrkadiel 25 - 100 m, čo je európsky projekt segmentového ďalekohľadu, ktorého výška by bola až 135 m. Plánuje sa ďalšia prehliadka oblohy, bola by to v IR oblasti v okolí 2000 nm. Prístroje budú na Boeingu letiaceho vo výške 14 km. Takýto jeden let by trval 8 hodín a celá prehliadka by sa realizovala počas 15 rokov. Veľmi efektívne sú aj prístroje na balónoch, ktoré môžu vyniesť 2000 kg do výšky až 30 - 40 km a zotrvať tam niekoľko desiatok dní.

Zvyšovanie kvality získavaných pozorovaní sa môže zabezpečiť aj zmenou ich organizácie, čo na rozdiel od predchádzajúcich projektov nemusí stáť takmer žiadne finančné prostriedky. Typickým príkladom sú medzinárodné kampane na pozorovanie vybraných objektov, pričom takéto kampane môžeme rozdeliť na základe ich charakteru a vytýčených cieľov do niekoľkých základných skupín:

- a) - medzinárodné kampane na dlhodobé monitorovanie vybranej triedy objektov. Takáto kampaň je vyvolaná nedostatkom určitého druhu pozorovaní pre daný typ objektov, pričom sa predpokladá, že sledované charakteristiky sa menia viac-menej pravidelne na dlhších časových škálach. Hlavným cieľom takejto kampane je čo najhustejšie pokryť fázové krivky sledovaných zmien z viacerých observatórií, aby sa čo najviac vylúčila sezónnosť a závislosť na klimatických podmienkach. Ako príklad je možné uviesť medzinárodnú fotometrickú kampaň na dlhodobé sledovanie symbiotických hviezd, ktorú sme vyhlásili v roku 1989 (Hric a Skopal, 1989).
- b) - kampane zamerané na ciele sledovanie vybraného astrofyzikálneho objektu v multispektrálnom obore elektromagnetického žiarenia. Úlohou takýchto kampaní je získanie čo najväčšieho množstva informácií o danom objekte v ohraničenom období. Snahou je využitie rôznych metód výskumu nedostupných na jedinom observatóriu.
- c) - kampane zamerané na sledovanie prejavov daného fyzikálneho mechanizmu vo vybranom objekte alebo vo vybranej triede objektov a/alebo prípadne aj vo vybranej oblasti fáz daného periodického javu. Príkladom môže byť pozorovanie minimálnych zákrytových dvojhviezd. Do tejto skupiny



kampaní patrí aj v súčasnosti bežajúca kampaň na sledovanie symbiotickej hviezdy YY Her, (Hric a kol. 2001) a (Sobotka a Hric, 2001)

- d) - kampane zamerané na simultánne sledovanie vybraného prejavu v danom objekte s cieľom potvrdenia fyzikálnej reálnosti pozorovaných javov. Takto bola dokázaná fyzikálna reálnosť flickeringu u kataklizmatických premenných hviezd.
- e) - kampane zamerané na sledovanie jednoúkazových javov vo vybraných oblastiach na oblohe. Príkladom môže byť detegovanie gama vzplanutí.

S uvedenou škálou kampaní súvisí aj spôsob ich vyhlasovania. Dôraz treba klásť na homogenizáciu získaných dát. Je nevyhnutné centrálné vydať pokyny a podklady, mapky na pozorovanie a v niektorých prípadoch sa kladie dôraz aj na centrálnu spracovanie originálnych dát. Je tiež samozrejmé, že môžu existovať aj kombinácie viacerých skupín uvedených kampaní, no už pri vyhlasovaní danej kampane musí byť úplne jasné aké vedecké ciele sledujeme a aké fyzikálne úlohy nám úspešný priebeh kampane umožní riešiť.

Z určitého hľadiska najvyššou formou organizácie získavania pozorovacieho materiálu je dnes hnutie WET - Whole Earth Telescope, ktoré je charakterizované tromi zásadami (Kleinman a O'Donoghue, 2000):

- a) - ide o spoluprácu záujemcov o astroseizmológiu a dlhé časové rady pozorovaní s cieľom hlbšieho pochopenia vnútorných detailov študovaných astrofyzikálnych objektov. Vo väčšine prípadov ide o bielych trpaslíkov, ale študujú sa aj interagujúce dvojhviezdy, CP hviezdy a výrazné pulzátory.
- b) - ide vlastne o celosvetové, viacstaničné, simultánne pozorovania vybraných objektov pomocou podobného prístrojového vybavenia. Používajú sa dvojkanálové fotoelektrické fotometre alebo v súčasnosti aj CCD detektory.
- c) - jednotlivé pozorovacie programy sú centrálnu koordinované od získavania dát, cez ich homogenizáciu, redukciu až po jednotnú analýzu.

Pomocou uvedeného prístupu boli študované niektoré objekty na základe neuveriteľných až vyše 1000 hodín čistého pozorovacieho času, pričom je možné takýmto prístupom sledovať vybrané objekty nepretržite aj 24 hodín denne (!).

Stručné zamyslenie sa nad významom pozorovacích kampaní nám malo ukázať, že aj bez veľkých finančných prostriedkov je možné zlepšiť kvalitu získavaného pozorovacieho materiálu. Voľba vhodných pozorovacích programov a ich lepšia koordinácia môže aj pomocou jednoduchého prístro-



jového vybavenia viesť k zaujímavým vedeckým výsledkom.

Poďakovanie: Patrí všetkým pozorovateľom premenných hviezd, ktorí svojím aktívnym prístupom zabezpečujú zaznamenanie neopakovateľných javov aj pre budúce generácie astronómov. Práca bola pripravená za pomoci grantu VEGA 1008/21.

Literatúra/ References:

Hric, L., Petrik, K., Velič, Z., Gális, R., 2001, Perseus 11, No.4, 4

Hric, L., Skopal, A., 1989, Inf. Bull. Variable Stars No. 4588

Kleinman, S. J., O'Donoghue, D., 2000, Baltic Astronomy 9, 3

Sobotka, P., Hric, L., 2001, MEDUZA Circular No. 21

Záludné najmenší čtverce

Tricky Least Squares

Zdeněk Mikulášek

N. Copernicus Observatory and Planetarium in Brno, Kraví hora 2, 616 00 Brno,

email: mikulasek@hvezdama.cz

The least squares method is reviewed and the cases where it can be correctly applied are discussed.

Summary: Reasons for fitting of observed data by model functions. The formulation of the least square method with weights. The linear regression - the calculation of parameters and the estimate of their uncertainties, the prediction and its uncertainty. Why to introduce weights? The crucial problem of choice of proper regression model. Roots and extremes of regression function and their uncertainty. Benefits of orthogonal regression models. How to orthogonalize a regression model? The most frequent task of LSM - fitting data by a straight line.

Než se pustíme do díla

Znáte to: zobrazené výsledky pozorování $\{x_i, y_i\}$ jeví jistou závislost a my cítíme neodolatelné nutkání ji zvýraznit elegantní křivkou, případně i analyticky vyjádřit.

Je to však činnost krajně pošetilá, pokud si neodpovíte kladně na dvě otázky:

- 1) Nutí nás něco pozorovanou závislost prokládat? Pokud chceme jen doložit, že taková závislost existuje, je poctivější do grafu žádné křivky nevkrešlovat, stačí zvolit vhodná měřítka na osách.



- 2) Pokud už potřebujeme znát vyjádření střední závislosti $\{x_i, y_i\}$: $y = f(x)$ (např. ke stanovení polohy kořenů, extrémů apod.) je nezbytné vědět, jakou nejistotou je toto proložení v každém bodě zatíženo. V opačném případě znalost regresní funkce nic nevypovídá – je jen hříčkou použité regresní metody a regresního modelu. 90% dostupných programů však chyby proložení ani nezmiňuje.

Proč mám rád LSM?

Na rozdíl od jiných minimalizačních metod je metoda nejmenších čtverců (least squares method, LSM) dostatečně průhledná, všechny vztahy lze přímo odvodit z definice metody.

Každé z n měření definuje trojice čísel $\{x_i, y_i, w_i\}$, z nichž x je *nezávisle* proměnná, y *závisle* proměnná. Nezávisle proměnná v praxi znamená, že chyba x je vůči chybě y zanedbatelná. Ne-li, nelze tuto LSM použít! w je váha, což je nezáporné číslo, důležité jsou zde nikoli absolutní hodnoty vah, ale jejich vzájemné poměry.

Proložení hledáme pomocí regresní funkce $F(x)$ s g volnými parametry (s g stupni volnosti). Na tuto uspořádanou g -tici parametrů $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_g$ lze formálně nahlížet jako na vektor β . Proložení lze zapsat:

$$y_i = F(x_i, \beta) + e_i,$$

kde e_i je odchylka proložení pro konkrétní i -tý bod měření. Regresní funkci pak hledáme za podmínky, že funkcionál $S(\beta)$, daný váhovaným součtem čtverců odchylek bude minimální.

$$S(\beta) = \sum_{i=1}^n e_i^2 w_i = \sum_{i=1}^n [y_i - F(x_i, \beta)]^2 w_i$$

Funkce $S(\beta)$ je na prostoru parametrů β spojitá a hladká. V absolutním minimu (minimech) $\beta = \mathbf{b}$ musí platit: všechny její parciální derivace podle parametrů β_j jsou rovny nule! Dostáváme g rovnic s g parametry.

Lineární regrese s váhami

Optimální regresní modely: lineární kombinace funkcí x :



$$F(x, \beta) = \sum_{j=1}^g \beta_j f_j(x)$$

Na g funkcí $f_j(x)$ nejsou žádná omezení (mohou být i nespojité). Parciální derivace vedou ke g rovnicím o g neznámých parametrech:

$$\sum_{j=1}^g b_j \sum_{i=1}^n w_i f_k(x_i) f_j(x_i) = \sum_{i=1}^n w_i y_i f_k(x_i) \quad k = 1, 2, \dots, g,$$

$$b_1 \overline{f_1^2} + b_2 \overline{f_2 f_1} + \dots + b_g \overline{f_g f_1} = \overline{y f_1}$$

$$b_1 \overline{f_1 f_2} + b_2 \overline{f_2^2} + \dots + b_g \overline{f_g f_2} = \overline{y f_2}$$

⋮

$$b_1 \overline{f_1 f_g} + b_2 \overline{f_2 f_g} + \dots + b_g \overline{f_g^2} = \overline{y f_g}$$

kde pruhem jsou označeny váhované střední hodnoty příslušných veličin. Soustava rovnic má jen jediné řešení – dané vektorem \mathbf{b} . Hledaný vektor snadno najdeme užitím maticového počtu:

$$V_{k,j} = \sum_{i=1}^n w_i f_k(x_i) f_j(x_i), \quad U_k = \sum_{i=1}^n w_i y_i f_k(x_i)$$

$$\mathbf{V} \mathbf{b} = \mathbf{U}, \quad \mathbf{H} = \mathbf{V}^{-1} \quad \mathbf{b} = \mathbf{H} \mathbf{U},$$

kde \mathbf{H} je tzv. kovarianční matice. Vhodné je ještě zavést gradient \mathbf{g} jako:

$$\mathbf{g}(x) = \text{grad} F(x, \beta) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)].$$

Předpověď funkční hodnoty:

$$y_P(x) = F(x, \mathbf{b}) = \sum_{j=1}^g b_j f_j(x) = \mathbf{g}(x) \mathbf{b}.$$



Součet čtverců odchylek pro nalezené minimum R :

$$R = S(\mathbf{b}) = \sum_{i=1}^n w_i [y_i - y_P(x_i)]^2 = \sum_{i=1}^n w_i [y_i^2 - (\mathbf{g}(x_i)\mathbf{b})^2].$$

Střední kvadratická odchylka jednoho měření σ , odhad nejistoty k -tého parametru:

$$\sigma = \sqrt{\frac{R}{(n-g)\bar{w}}}, \quad \text{kde } \bar{w} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i, \quad \delta(b_k) = \sigma \sqrt{\bar{w} H_{kk}}.$$

Odhad nejistoty předpovědi funkční hodnoty:

$$\delta(y_P(x)) = \sqrt{\frac{R}{n-g} [\mathbf{g}(x) \mathbf{H} \mathbf{g}'(x)]} = \sigma \sqrt{\bar{w} [\mathbf{g}(x) \mathbf{H} \mathbf{g}'(x)]}.$$

Proč zavádíme váhy?

Různou závažnost jednotlivých měření kvantifikujeme zavedením tzv. váhy měření – kladné číslo w_i . Váha je vyjádřením nestejné nejistoty i -tého měření $\sigma(y_i)$ a je nepřímo úměrná kvadrátu této nejistoty: $w_i = K \sigma^{-2}(y_i)$. Pokud jsou v tomto smyslu všechna měření rovnocenná, lze položit $w_i = 1$, což potom některé vztahy zjednoduší.

Některé z důvodů pro zavedení vah:

- jednotlivé body jsou výsledkem různého počtu nezávislých měření n_i : $w_i \sim n_i (\sigma \sim n_i^{-1/2})$
- soubor obsahuje měření získaná kvalitativně rozdílnými metodami s výrazně rozdílnou přesností či spolehlivostí – poměr jejich vah by měl být nepřímo úměrný kvadrátu standardní odchylky jednoho měření. !!
Prosím nezaměňovat s vnitřní chybou měření – k stanovení je vhodný iterativní přístup – nejprve proložení se stejnými vahami, pak pro jednotlivé skupiny stanovit standardní odchylku, zavést odpovídající váhy a znovu počítat.



- c) povinně je nutno zavést váhu tam, kde je přesnost měření závislá na velikosti závislé veličiny y . Je-li např. relativní přesnost měření stejná, pak se příslušnému měření přisuzuje váha $w \sim y^{-2}$.
- d) povinně je nutno zavést váhu u tzv. linearizovatelných regresních modelů, kde místo závislé proměnné použijeme její funkci. Např.: regresní model přímky procházející počátkem: $y \sim \beta x$ lze přepsat pomocí nové proměnné: $y/x = z \sim \beta$ a parametr β hledat jako aritmetický průměr – jenže absolutní přesnost nové závislé proměnné z se mění, $w \sim x^2$!

Volba regresního modelu

Vlastní regrese je přímočarý postup se striktně danými pravidly, tvůrčí moment je v něm jediný: volba adekvátního regresního modelu.

Pokud předem víme, jak má prokládaná závislost vypadat, pak je regresní model deklarovaný. Jinak je nutno se do vzhledu závislosti co nejlépe „strefit“, tak aby volných parametrů bylo co nejméně. Pro posouzení úspěšnosti je nejvhodnější sledovat graf $(y_i - y_p(x_i))$; x_i . Nevidíme-li v něm nic než rozptyl kolem nulové hodnoty bez náznaku jakýchkoli trendů, pak jsme u cíle.

Častý nešvarem je snaha o co „nejpřesnější křivku“, což prokladavatele vede k zavádění enormního počtu volných parametrů. Tím se ovšem zvyšuje nejistota proložení, a tudíž jeho hodnověrnost.

Střední kvadratická nejistota celé regrese vztažená k souboru zadaných bodů Δ :

$$\Delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta^2(y_p(x_i))} = \sigma \sqrt{\frac{g}{n}} = \sqrt{\frac{Rg}{n(n-g)}}$$

Čili zvyšováním stupňů volnosti sice klesá standardní odchylka σ , ale nejistota proložení Δ po dosažení minima opět roste.

Řešení – na míru šitý regresní model, přičemž některé z parametrů mohou být fixovány.



Kořeny, extrémny regresní funkce

Kořeny: hledáme taková x , pro něž platí: $F(x, \mathbf{b}) = 0$. Nejistota určení hodnoty kořene $\delta(x_0)$:

$$\delta(x_0) = \frac{\delta(y_p(x_0))}{\left(\frac{\partial F(x_0, \mathbf{b})}{\partial x}\right)} = \frac{\sigma \sqrt{w g(x_0) H g'(x_0)}}{\left(\frac{\partial F(x_0, \mathbf{b})}{\partial x}\right)}$$

Extrémy, maxima či minima regresní funkce a nejistoty určení. Hledáme $F'(x, \mathbf{b}) = 0$.

$$\frac{dg(x)}{dx} = \left[\frac{df_1(x)}{dx}, \frac{df_2(x)}{dx}, \dots, \frac{df_g(x)}{dx} \right] \Rightarrow$$

$$F'(x, \mathbf{b}) = \mathbf{b} \frac{dg(x)}{dx}, \quad \delta(F'(x, \mathbf{b})) = \sigma \sqrt{w \frac{dg(x)}{dx} H \frac{dg'(x)}{dx}}$$

Nejistota určení polohy extrému:

$$\delta(x_0) = \frac{\delta(y'_p(x_0))}{\left(\frac{\partial^2 F(x_0, \mathbf{b})}{\partial x^2}\right)} = \frac{\sigma \sqrt{w \frac{dg(x_0)}{dx} H \frac{dg'(x_0)}{dx}}}{\left(\frac{\partial^2 F(x_0, \mathbf{b})}{\partial x^2}\right)}$$

Jak vidno, bez kovarianční matice se ani zde neobejdeme. Vše bude snazší, přejde-li se k ortogonálním regresním modelům.

Ortogonální regresní modely

Jsou-li funkce v modelu ortogonální, tj. platí-li:

$$\sum_{i=1}^n w_i f_j(x_i) f_k(x_i) = 0 \quad \text{pro } k \neq j,$$



$$V_{kj} = 0 \quad k \neq j, \quad V_{kk} = \sum_{i=1}^n w_i f_k^2(x_i) = n \bar{w} \bar{f}_k^2 \rightarrow$$

$$H_{kj} = 0 \quad k \neq j, \quad H_{kk} = V_{kk}^{-1} = \left(n \bar{w} \bar{f}_k^2 \right)^{-1}.$$

$$b_k = \frac{\bar{y} f_k}{\bar{f}_k^2}, \quad \delta b_k = \sigma \sqrt{\bar{w} H_{kk}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n \bar{f}_k^2}}.$$

$$\delta(y_p(x)) = \sqrt{\sum_{k=1}^g [\delta(b_k) f_k(x)]^2},$$

takže odhad neurčitosti určitého k -tého parametru má očekávaný význam.

Ortogonalizace regresního modelu

K žádoucímu ortogonálnímu tvaru regresního modelu třeba přejít:

$$F(x, \beta) = \sum_{j=1}^m \beta_j f_j(x) = F(x, \gamma) = \sum_{j=1}^m \gamma_j \varphi_j(x),$$

kde $\varphi_j(x)$ jsou vzájemně ortogonální funkce - lineární kombinace z funkcí $f_j(x)$ původního modelu. Způsobů, jak vytvořit ze souboru m funkcí $f_j(x)$ soubor vzájemně nezávislých ortogonálních funkcí, je nekonečně mnoho.

Pro klasický případ polynomu lze první tři ortogonalizované funkce vyjádřit ve tvaru:

$$\varphi_1(x) = 1, \quad \varphi_2(x) = x - \bar{x}, \quad \varphi_3(x) = (x^2 - \bar{x}^2) + \frac{\bar{x} \bar{x}^2 - \bar{x}^3}{x^2 - \bar{x}} (x - \bar{x}).$$

Proložení obecnou přímkou

Nejobvyklejší situace - naměřenou závislost prokládáme obecnou přímkou popsanou absolutním členem α a její směrnici β . Regresní model pak je: $y_i = \alpha + \beta x_i + e_i$.

$$S(\alpha, \beta) = n \bar{w} (\bar{y}^2 + \alpha^2 + \beta^2 \bar{x}^2 - 2\beta \bar{x} \bar{y} + 2\alpha \bar{\beta} \bar{x} - 2\alpha \bar{y}).$$



$$\frac{\partial S}{\partial \alpha, \beta} \Big|_{\substack{\alpha=a, \\ \beta=b}} = 0, \rightarrow a + b\bar{x} = \bar{y}, \quad a\bar{x} + b\bar{x}^2 = \overline{yx}$$

$$u_{xx} = \overline{x^2} - \bar{x}^2, \quad u_{yy} = \overline{y^2} - \bar{y}^2, \quad u_{xy} = \overline{xy} - \bar{x}\bar{y}$$

$$b = \frac{u_{xy}}{u_{xx}}, \quad a = \bar{y} - b\bar{x}, \quad H = \frac{1}{n\bar{w}u_{xx}} \begin{pmatrix} \overline{x^2} & -\bar{x} \\ -\bar{x} & 1 \end{pmatrix}$$

Koeficient korelace: $r = \frac{u_{xy}}{\sqrt{u_{xx} u_{yy}}}$, $r \leq 1$.

$$R = n\bar{w}(\overline{y^2} - a\bar{y} - b\overline{xy}), \quad \sigma = \sqrt{\frac{n}{n-2}(\overline{y^2} - a\bar{y} - b\overline{xy})}$$

$$\delta a = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\overline{x^2}}{u_{xx}}}, \quad \delta b = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \frac{1}{\sqrt{u_{xx}}}$$

Nejistota směrnice přímky je nezávislá na volbě počátku souřadnic, nejistota absolutního členu však ano.

$$\delta y_p(x) = \sigma \sqrt{\bar{w} g(x) H g'(x)} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \frac{(x - \bar{x})^2}{u_{xx}}}$$

Položíme-li počátek osy x do těžiště: $t = x - \bar{x}$ stane se regresní model ortogonálním a matice H maticí diagonální, takže:

$$\delta y_p(t) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \frac{t^2}{t^2}} = \sqrt{(\delta a)^2 + (\delta b t)^2}$$

Při rovnoměrném rozložení uprostřed: $\delta y_p = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, na okrajích: $\delta y_p = \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$.



Fotometrický výskum V471 Tauri - tretie teleso v systéme!

Photometric study of V471 Tauri - a third body in the system!

K. Petrik¹ a L. Hric²

1...Department of Mathematics, Informatics and Physics, Pedagogical Faculty, University of Trnava, 918-43 Trnava, The Slovak Republic or Hlohovec Observatory, 920 01 Hlohovec, The Slovak Republic, e-mail: astropet@ta3.sk.

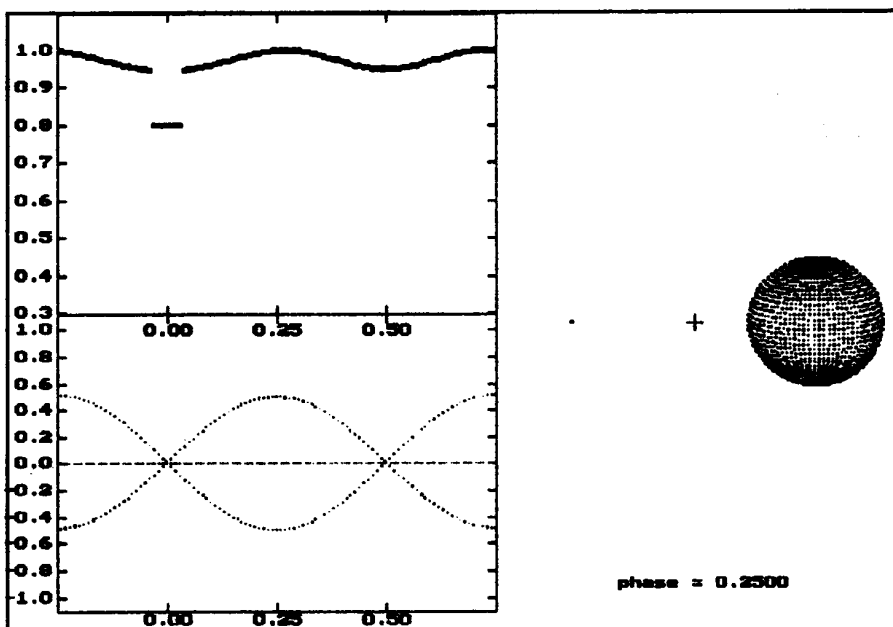
2...Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 059 60 Tatranská Lomnica, The Slovak Republic, e-mail: hric@ta3.sk

The precataclysmic variable V 471 Tau was monitored photoelectrically in U, B, V and R colours since 1994 at the Skalnaté Pleso, Stara Lesna and Kryonerion Observatories. 21 nights have been covered so far. The new times of minima had been derived and confirmed the existence of the third body in the system.

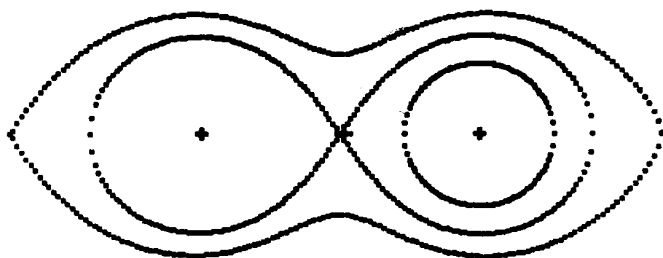
1. Úvod

V471 Tau je prekataklyzmatická premenná hviezda pozostávajúca z chladného červeného trpaslíka sp. typu K2 V a z horúceho bieleho trpaslíka typu dA. Fotoelektrická fotometria objektu je k dispozícii od roku 1970, kedy bol objekt zaradený medzi dvojhviezdne zákrytové systémy na základe spektroskopických pozorovaní (Nelson a Young 1970). Warner a kol. (1971) zistili, že svetelné krivky nevykazujú flickeringovú aktivitu, bežnú u väčšiny kataklyzmatických premenných hviezd. Zvláštnosťou tohto systému z pozorovacieho hľadiska je veľmi rýchly pokles a vzrast jasnosti do a z primárneho minima, ktorý trvá iba 58 sekúnd. Dĺžka samotného minima je pritom približne 48 minút. Syntetickú svetelnú krivku, krivku radiálnych rýchlostí ako aj model sústavy je možné vidieť na obr. 1.

Ibanoglu (1978), na základe získaných fotometrických dát, detegoval na svetelných krivkách vlnu s periódou 191 dní, ktorú interpretoval posunom rozsiahlych oblastí škvrn na povrchu chladnej zložky. Ďalšie zistené vlastnosti chladnej zložky odpovedajú hviezde typu RS CVn. Young a kol. (1983) študovali náhle zjasnenia objektu (flares), pričom zistili, že pozorované javy sú spojené s chromosférickou aktivitou K2 trpaslíka, ktorý stráca hmotu rýchlosťou $10^{-7} M_{\odot}$ v dôsledku hviezdneho vetra ale hlavne silných protuberancií, ako bolo zistené neskôr na základe rádiových pozorovaní Lim a kol. (1996). Štúdiom hviezdneho vetra sa zaoberali aj Mullan a kol. (1989). Na základe 18 ročného monitorovania okamihov minim Bois a kol. (1988) prvýkrát upozornili na možnosť existencie tretieho telesa v sústave s periódou



Obr. 1/ Figure 1 - Syntetická svetelná krivka, krivka radiálnych rýchlostí a základný model V471 Tau získaný programom Binary Maker. * *Synthesized light curve, curve of radial velocities and basic model of V471 Tau showed as a result of modeling by Binary Maker.*



Obr. 2/ Figure 2 - Rocheovská geometria pre V471 Tau. * *Roche geometry of V471 Tau.*

Tabuľka 1/ Table1 - Základné parametre pre V471 Tau. * *Basic parameters of V471 Tau.*

K2 V + WD DA

MK2 = $0.79 \pm 0.04 M_{\odot}$

TK2eff = 4900 K

R K2 = $0.75 R_{\odot}$

MWD = $0.82 \pm 0.04 M_{\odot}$

TWDeff = $35\,000 \pm 3\,000$ K

R WD = $0.0095 R_{\odot}$

a = $3.12 R_{\odot}$

Porb = 0.52118398 d

D = 46.8 ± 3.8 pc



okolo 90 rokov. Okrem toho uvádzajú, že chladná zložka je hlboko pod hranicou Rocheovej medze a nie sú vytvorené predpoklady pre konzervatívny prenos hmoty na bieleho trpaslíka a pravdepodobne nedochádza k tvorbe akrečného disku. Toto bolo potvrdené aj pomocou fotoelektrických pozorovaní získaných celosvetovou sieťou malých ďalekohľadov WET (Whole Earth Telescope). Na základe takto získaných dát Clemens a kol. (1992) objavili 555 sekundové variácie, ktoré prisúdili osciláciám bieleho trpaslíka v g-móde. Barstow a kol. (1992) pomocou röntgenových pozorovaní satelitom ROSAT takéto vysvetlenie vyvrátili a uvedené variácie interpretovali v zmysle rotačnej periódy bieleho trpaslíka so silným magnetickým poľom. Súčasne detegovali zákryty magnetických pólov bieleho trpaslíka akreujúcou sa hmotou. Priamu detegciu intenzity magnetického poľa uskutočnili Ramseyer a kol. (1995) pomocou rozštepú spektrálnych čiar. Na detailnejšie modelovanie škvŕn na povrchu červeného trpaslíka použili metódu Dopplerovského zobrazovania, pričom zistili existenciu rozsiahlych a časovo stabilných škvŕn v oblasti rotačných pólov. Sion a kol (1998) detegovali spektroskopicky existenciu akrečnej látky do oblasti magnetických pólov bieleho trpaslíka. Toto je v astrofyzike prvý prípad priamej detekcie akrečnej látky na magnetické póly druhej zložky v dvojhviezdnej sústave.

Presnú vzdialenosť systému V471 Tau určil Perryman (1997) na základe dát získaných satelitom Hipparcos s hodnotou do 50 pc. Ďalšie údaje o študovanom systéme sú presnejšie uvedené v tabuľke spolu s modelom. Prítomnosť tretieho telesa v sústave študovali pomocou (O - C) diagramov Guinan a Ribas (2001), pričom stanovili, že obežná doba tretieho telesa je asi 30 rokov a jeho hmotnosť, za predpokladu sklonu dráhy väčšieho ako 35° , je menej ako $0,07 M_\odot$, čo nasvedčuje na hnedého trpaslíka.

2. Pozorovací materiál

Fotoelektrický pozorovací materiál diskutovaný v tejto práci bol získaný v rámci medzinárodnej kampane na dlhodobé monitorovanie kataklizmatických premenných hviezd a príbuzných objektov vyhlásenej Hricom a kol. (1995). Dáta boli získavané od roku 1994 na observatóriách Kryonerion, Grécko, (1,2 m ďalekohľad typu Cassegrain), Skalnaté pleso a Stará Lesná (0,6 m ďalekohľady typu Cassegrain). Na všetkých observatóriách boli ako detektory použité jednokanálové fotoelektrické fotometre vybavené štandardnými širokopásmovými filtrami UBV, UBV_R a UBV. Dáta boli redukované bežným postupom so započítaním extinkčných a transformačných koeficientov.



Pozorovacie chyby nepresahujú 0,05 mag v U, 0,03 mag v B a 0,02 vo V a R filtroch. Ako porovnávacia hviezda bola použitá BD +16 515, s jasnosťou $U=11,814$ mag, $B=10,701$ mag a $V=9,535$ mag. Celkovo bolo získaných 21 pozorovacích nocí.

3. (O - C) diagram: výsledky a diskusia

Z existujúceho pozorovacieho materiálu bolo vybraných 9 primárnych miním za účelom určenia ich presných okamihov. Ukázalo sa, že iba 5 z nich je možné použiť s dostatočne vysokou presnosťou. Vzhľadom na tvar minima (pokles a výstup je veľmi krátky a rýchly), nebolo možné aplikovať bežné metódy preloženia minima funkciou s cieľom nájdania jej globálneho extrému. Z toho dôvodu sme vyhľadali len tie minimá, ktoré obsahovali na zostupnej alebo vzostupnej vetve aspoň jeden pozorovací bod a interpoláciou tohto bodu v časovej aj intenzitnej škále bolo možné určiť presný okamih minima za podmienky, že poznáme presnú dĺžku jeho trvania (Guinan a Ribas 2001). Uvedení autori publikovali aj efemeridu zákrytov, ktorú sme použili pre výpočet okamihov miním.

Získané okamihy miním dobre zodpovedajú (O-C) diagramu so sínusoidálnym priebehom, ktorý je možné vysvetliť prítomnosťou tretieho telesa v sústave tejto prekataklyzmickej premennej hviezdy, ako to zistili Guinan a Ribas (2001). Aj keď naše (O-C) hodnoty naznačujú možnú zmenu alebo nepresnosť v dráhových elementoch tretieho telesa, definitívne riešenie bude možné získať až ďalším dlhodobým fotometrickým monitorovaním tohto objektu.

Ďakovanie: Táto práca bola podporená grantom VEGA 1008/21 a fakultným grantom PdF TU 1/98.

Literatúra/ References:

- Barstow, M.A., Schmitt, J.H.M.M., Clemens, J.C., Pye, J.P., Denby, M., Harris, A.W., Pankiewicz, G.S.: 1992, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 255, 369
- Bois, B., Lanning, H.H., Mochnacki, S.W.: 1988, *Astron. J.* 96, 157
- Clemens, J.C., Nather, R.E., Winget, D.E., Robinson, E.L., Wood, M.A., Claver, C.F., Provencal, S.J., Kleinman, S.J., Bradley, P.A., Frueh, M.L., Grauer, A.D., Hine, B.P., Fontaine, G., Achilleos, N., Wickramshinge, D.T., Marar, T.M.K, Seetha, S., Ashoka, B.N., O'Donoghue, D., Warner, B., Kurtz, D.W., Martinez, P., Vauclair, G., Chevreton, M., Barstow, M.A., Kanaan, A., Kepler, S.O., Augusteijn, T., van Paradijs, J., Hansen, C.J.: 1992, *Astrophys. J.* 391, 773
- Guinan, E.F., Ribas, I.: 2001, *Astrophys. J.* 546, L43
- Hric, L., Urban, Z., Petrik, K.: 1996, In: *The Proceedings of the I.A.P.P.P. Symposium 1995, Baja, Hungary*, L.G. Balasz et al. (eds.), Baja Astronomical Observatory, Baja, 107



- Ibanoglu, C.: 1978, *Astrophys. Space Sci.* 57, 219
 Lim, J., White, S.M., Cully, S.: 1996, *Astron. J.* 461, 1009
 Mullan, D., Sion, E.M., Bruhweiler, F.C., Carpenter, K.: 1989, *Astrophys. J.* 339, L33
 Nelson, B., Young, A.: 1970, *Publ. Astron. Soc. Pacific* 82, 699
 Perryman, M.A.C., Brown, A.G.A., Lebreton, Y, Gómez, A., Turon, C., Cayrel de Strobel, G., Mermilliod, J.C., Robichon, N., Kovalevsky, J., Crifo, F.: 1998, *Astron. Astrophys.* 331, 81
 Ramseyer, T.F., Hatzes, A.P., Jablonski, F.: 1995, *Astron. J.* 110}, 1364
 Sion, E.M., Schaefer, K.G., Bond, H.E., Saffer, R.A., Cheng, F.H.: 1998, *Astrophys. J.* 496, L29
 Warner, B., Robinson, E.L., Nather, R.E.: 1971, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 154, 455
 Wilson, R.E.: 1953, In.: *General Catalogue of Stellar Radial Velocities*, 44
 Young, A., Klimke, A., Africano, J.L., Quigley, R., Radick, R.R., van Buren, D.: 1983, 267, 655

Analysis of the Properties of the Modulation of HZ Her/Her X-1 Using Photographic Plates

Analýza vlastností modulace HZ Her/Her X-1 pomocí fotografických měření

V. Šimon¹, P. Krolř, P. Neugebauer², R. Hudec¹

- 1... Astronomical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic, 251 65 Ondřejov, Czech Republic, e-mail: simon@asu.cas.cz, rhudec@asu.cas.cz
- 2... Sonneberg Observatory, Sternwartestr. 32, D-96515 Sonneberg, Germany
- 3... Institut für Astronomie und Astrophysik, Auf der Morgenstelle 10, D-72076 Tübingen, Germany

HZ Her/Her X-1 je známá rentgenová dvojhvězda ($P_{orb} = 1,7$ dne), která se skládá z neutronové hvězdy a hvězdy na Rocheově mezi. Rentgenové záření neutronové hvězdy, vznikající díky akreci hmoty, silně nahřívá přivrácenou stranu průvodce. Optická aktivita HZ Her se proto projevuje zejména mohutnou orbitální modulací s amplitudou asi 1,5 mag, občas přerušovanou neaktivním stavem. Překládá se i perioda 35 dní, způsobená precesí disku. Časově zprůměrované vlastnosti modulace HZ Her během současného aktivního stavu (1959 - 1993) byly studovány pomocí statistických metod na digitalizovaných fotografických deskách observatoře Sonneberg. Primární minimum je symetrické a nastává ve fázi $\phi_0 = 0,0$, ale maximum jasnosti je opožděno o 0,05 fáze za fázi 0,5. Míra rozptylu světelné křivky v dané fázi σ_{mag} se silně mění



s orbitální fází ϕ_0 ; dosahuje minima kolem $\phi_0 = 0,6$ a maxima mezi $\phi_0 = 0,85$ až $1,2$. Ukázali jsme, že pro změny tvaru světelné křivky a jejího rozptylu Δm_{mag} v závislosti na fázi 35denního cyklu nestačí pouze geometrický model precesujícího disku. Navrhli jsme proto vysvětlení pomocí vzájemné interakce zvrásněného precesujícího disku a dopadajícího proudu hmoty, vycházející z modelu Schandlové (1996).

HZ Her/Her X-1 is an X-ray binary ($P_{\text{orb}} = 1.7$ days) which consists of a neutron star (NS), and a lobe-filling star (e.g. Forman et al. 1972). Another period of 35 days manifests itself mainly by ON and OFF states in the X-ray light curve and is thought to arise from precession of the disk around the NS (e.g. Giacconi et al. 1973, Gerend and Boynton 1976). According to the latest model (Schandl and Meyer 1994, Schandl 1996), the coronal wind drives the precession. The optical variability is mainly due to the changing aspect of the secondary's hemisphere, facing the NS and strongly heated by the X-rays - this modulation (about 1.5 mag) is slightly modified by the 35 day cycle. This kind of variations (active state) is occasionally interrupted by intervals of inactive states. In that time the heating disappears and the system remains near the minimum brightness of the orbital modulation (e.g. Hudec and Wenzel 1976). All episodes of the inactive state were discovered just on archival plates and were shown to recur on a time scale of about 10 years in the first half of the 20th century (Jones et al. 1973), prior to the onset of the X-ray satellite era. In addition to the transitions between active and inactive states, HZ Her has been observed to undergo also less dramatic but maybe more frequent long-term variations during the current active state (e.g. Thomas et al. 1983).

The properties of the photometric orbital modulation of HZ Her/Her X-1 and its variations over a long time interval (several decades) were studied by statistical methods using photographic plates of Sonneberg Observatory, digitized by the method of Kroll and Neugebauer (1993). The orbital and precession ephemerides by Deeter et al. (1981) and Botchkarev et al. (1988) were used, respectively. The moving averages of the light curve in the long-lasting active state (the years 1959 - 1993) show that the primary minimum is symmetric within the orbital phases ± 0.25 . The secondary minimum is absent, in variance with previous analyses (e. g. Voloshina et al. 1990). Both the orbital light curve and the scatter of its residuals Δm_{mag} display clear variations through the 35 day precession cycle but they show striking asymmetries with respect to the orbital phase $\phi_0 = 0.0$ (or $\phi_0 = 0.5$), both in the whole data set and



in the segments of the 35 day cycle, in contradiction with what is expected if these variations were caused purely by the geometric effects of the precessing disk. The light curve around the maximum brightness is asymmetric (the maximum brightness occurs at $\phi_0=0.55$ instead of 0.50) and a bump can be resolved near $\phi_0=0.83$. The course of smag is largely asymmetric with respect to the primary minimum (usually a smooth decrease of smag within $\phi_0=0.2 - 0.6$ and steep rise toward $\phi_0=0.85$). The role of the interaction of the mass stream with the precessing warped disk is suggested as an explanation, using the model by Schandl (1996). Our data for the extended active state within the years 1959 - 1993 revealed that the mean brightness at all orbital phases remains stable and displays at most marginal secular trends, with a small brightening within $\phi_0=0.2 - 0.8$. The brightness during the previous short active states (the years 1934 - 1937 and 1941 - 1949) is shown to be lower than in the active state within 1959 - 1993 and is attributed to a lower degree of heating of the secondary star.

Acknowledgements: This research has made use of NASA's Astrophysics Data System Abstract Service. The support by the project ESA PRODEX INTEGRAL 14527 and the project KONTAKT ME 137 by the Ministry of Education and Youth of the Czech Republic is acknowledged. The research of V.S. is supported by the post-doctoral grant 205/00/P013 of the Grant Agency of the Czech Republic.

Literatura/ References:

- Botchkarev, N.G., Lyutyi, V.M., Sheffer, E.K., Voloshina, I.B., 1988, Pisma v AZh, 14, 992
Deeter, J.E., Boynton, P.E., Pravdo, S.H., 1981, ApJ, 247, 1003
Forman, W., Jones, C.A., Liller, W., 1972, ApJ, 177, L103
Gerend, D., Boynton, P.E., 1976, ApJ, 209, 562
Giacconi, R., et al., 1973, ApJ, 184, 227
Hudec, R., Wenzel, W., 1976, Bull. Astron. Inst. Czech., 27, 325
Jones, C.A., Forman, W., Liller, W., 1973, ApJ, 182, 1109
Kroll, P., Neugebauer, P., 1993, A&A, 273, 341
Schandl, S., Meyer, F., 1994, A&A, 289, 149
Schandl, S., 1996, A&A, 307, 95
Thomas, H.-C., Africano, J., Delgado, A.J., Schmidt, H.U., 1983, A&A, 126, 45
Voloshina, I.B., Lyutyi, V.M., Sheffer, E.K., 1990, Pisma v AZh, 16, 625



Optical Activity, Color Changes and Orbital Modulation of the X-ray Binary V Sge

Optická aktivita, změna barevných indexů a orbitální modulace rentgenové dvojhvězdy V Sge.

V. Simon¹, J. A. Mattei², S. Shugarov³, V.I. Marsakova⁴

- 1 ... Astronomical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic, 251 65 Ondřejov, Czech Republic, e-mail: simon@asu.cas.cz,
- 2 ... AAVSO, 25 Birch Street, Cambridge, Massachusetts 02138-1205, USA
- 3 ... Sternberg Astronomical Institute, Moscow State University, Universitetsky Prospect 13, 119899 Moscow, Russia
- 4 ... Department of Astronomy, Odessa State University, T.G. Shevchenko park, Odessa, 65014, Ukraine

V Sge je pekuliární dvojhvězda s orbitální periodou $P_{\text{orb}}=0,514$ d. Vykazuje jak dlouhodobé změny s amplitudou asi 2 mag, tak i silně proměnnou orbitální modulaci (Herbig a kol. 1965). V Sge patří zřejmě do stejné kategorie jako tzv. superměkké (supersoft) rentgenové zdroje v Magellanových mracích (Steiner a Diaz 1998). Naše analýzy (Šimon a Mattei (1999), Šimon a kol. (2001), Šimon a Mattei (2000)) ukázaly, že optická aktivita V Sge vykazuje intervaly, kdy se střídá vysoká aktivita (amplituda asi 1,5 mag) a poměrně stabilní jasnost (fluktuace asi o 0,5 mag). Délka každého intervalu je několik let. Během posledních několika desetiletí se charakter aktivity změnil od izolovaných vzplanutí k přechodům mezi vysokými a nízkými stavy. Index B-V klesá, když se V Sge zjasňuje z nízkého do vysokého stavu, zatímco U-B se prakticky nemění. Tyto dlouhodobé změny B-V jsou výrazně větší než změny na orbitální škále. Orbitální modulace během jednotlivých intervalů stabilní jasnosti se od sebe znatelně liší. Sekundární minimum je výrazné v jednom intervalu, ale téměř chybí ve druhém. Rozptýl fázové světelné křivky je nejmenší kolem fáze 0,6.

VSge is a peculiar eclipsing binary ($P_{\text{orb}}=0.514$ d) (Herbig et al. 1965 - HPSP). The orbital modulation in V Sge displays primary and secondary minima. The depth of the primary minimum decreases from 1.2 mag when the system is faint (low state) to less than 0.3 mag when the system is bright (high state) (HPSP). Although V Sge was discovered as a variable star in 1902 more attention to this very interesting object has been paid just recently. There have been accumulated several lines of evidence (the high-excitation emission lines (Patterson et al. 1998); X-ray variations (Greiner and van Teeseling 1998); the long-term activity (Simon and Mattei 1999)) which strongly support the model of the mass accreting white dwarf (WD) primary from a massive companion, originally suggested by Williams et



al. (1986). V Sge can be a Galactic counterpart of the supersoft X-ray sources (SSXS), found mostly in the Magellanic Clouds (Steiner and Diaz 1998, van den Heuvel et al. 1992).

This contribution brings a summary of the results of the study of V Sge, published by Simon and Mattei (1999), Simon et al. (2001) and Simon and Mattei (2000).

Analysis of the AAVSO and AFOEV visual data (more than 6000 one-day means) revealed that V Sge displayed intervals of the suppressed brightness variations (called flat segments; just small fluctuations of brightness by about 0.5 mag), interchanging with intervals of pronounced changes (called active segments; variations by about 1.5 - 2 mag). The borderlines of the segments are sharp and are just several days long while the length of the segment is several years. The character of the brightness variations in the active segments evolves and depends on the mean level of brightness in the given segment. The low level gives rise to the separated relatively narrow outbursts while the high state/low state transitions occur in segments with higher mean brightness. We discussed the long-term activity in terms of the divergent models for V Sge and concluded that the mass accreting white-dwarf primary and variable mass transfer offer a viable explanation for the photometric activity of V Sge. Our analysis therefore brings an additional support to the model by Williams et al. (1986) and Patterson et al. (1998).

Our analysis of the color variations of V Sge during high, medium and low state of its activity over the years 1995 - 1997, using UBV data, enabled us to resolve the track of V Sge in the color diagrams (B-V and U-B versus mag(V)) during transitions between the states and show that the color variations on the orbital time scale are significantly smaller than the changes caused by the long-term activity. The mean B-V decreases by 0.15 mag during the upper part of the transition (brightness higher than 11.5 mag(V)) from the low to the high state but stays almost constant below this level. On the contrary, U-B does not change significantly during the whole transition. Comparison of our data with those of Herbig et al. (1965) shows that although the character of the long-term activity in V Sge changed significantly during the last decades (from the separated relatively narrow outbursts to the high state/low state transitions) the colors and their variations with the brightness level remained similar.



We also analyzed the orbital modulation of V Sge in two intervals, each several years long, when the long-term light curve was relatively flat, in extended high state of brightness, and displayed just minor fluctuations (the so called flat segments). We used extensive sets of the visual AAVSO data. The two-sided moving averages with various values of the filter half-width Q were applied to the data folded with the orbital photometric phase - it allowed us to pick out the general properties of the orbital component of the variations. We found that the modulation is always present during the flat segments, albeit of a low mean full amplitude (lower than about 0.2 mag). However, the shape of the modulation near the secondary minimum (phase 0.5) remarkably varies for the two respective flat segments. The secondary minimum is very prominent in one interval, but is almost absent in other interval. The standard deviation of brightness, computed for each bin of the folded light curve, displays variations through the orbital phase and has its minimum near phase 0.6. All these findings are confirmed for various values of Q . We argue that the source of the scatter of the orbital modulation is located in the lobe of the primary between its center and the L1 point and shifted slightly from the line of centers of the stars.

Acknowledgements: This research has made use of NASA's Astrophysics Data System Abstract Service. The support by the project ESA PRODEX INTEGRAL 14527 is acknowledged. The research of V.S. is supported by the post-doctoral grant 205/00/P013 of the Grant Agency of the Czech Republic.

Literatura/ References:

- Greiner, J., van Teeseling, A., 1998, *A&A*, 339, L21
Herbig, G.H., Preston, G.W., Smak, J., Paczynski, B., 1965, *ApJ*, 141, 617 (HPSP)
Patterson, J., Kemp, J., Shambrook, A., Thorstensen, J.R., Skillman, D.R., Gunn, J., Jensen, L. Vanmunster, T., Shugarov, S., Mattei, J.A., Shahbaz, T., Novak, R., 1998, *PASP*, 110, 380
Steiner, J.E., Diaz, M.P., 1998, *PASP*, 110, 276
Simon, V., Mattei, J.A., 1999, *A&AS*, 139, 75
Simon, V., Shugarov, S., Marsakova, V.I., 2001, *A&A*, 366, 100
Simon, V., Mattei, J.A., 2000, *Astrophys. Space Sci.*, 272, 333
van den Heuvel, E.P.J., Bhattacharya, D., Nomoto, K., Rappaport, S.A., 1992, *A&A*, 262, 97
Williams, G.A., King, A.R., Uomoto, A.K., Hiltner, W.A., 1986, *MNRAS*, 219, 809



Analýza (O - C) diagramu polodotykovej dvojhviezdy KW Per

Analysis of the O-C diagram of the semidetached binary KW Per

Rudolf Gális a Ladislav Hric

Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 059 60 Tatranská Lomnica, The Slovak Republic, e-mail: hric@ta3.sk, galis@ta3.sk.

The analysis of the O-C diagram of the semidetached system KW Per is presented. The O-C diagram was constructed on the basis of the original photoelectrical observations as well as on the basis of all available photoelectric, photographic and visual times of the primary minima, adopted from the literature. New linear and parabolic ephemerides are presented. A possibility of the change of the orbital period due to the mass transfer between the components is discussed.

1. Úvod

Prvú efemeridu zákrytovej dvojhviezdy KW Per určil Böhme v roku 1976 (Böhme 1976). Najpodrobnejším zdrojom informácií o tomto systéme je katalóg parametrov zákrytových dvojhviezd (Brancewicz a Dworak 1980), v ktorom sú uvedené základné fyzikálne a geometrické parametre tejto dvojhviezdy. V štatistickom katalógu dvojhviezd (Giuricin a kol. 1983) je KW Per zaradená do kategórie vyvinutých systémov, ktorých povaha nie je úplne jasná. Základné parametre tejto sústavy sú uvedené aj v GCVS (Kholopov a kol. 1985). KW Per je zákrytová dvojhviezda typu β Lyr spektrálneho typu A2, ktorej jasnosť sa mení vo V filtri v intervale (10,5 - 11,5). V katalógu je uvedená aj nasledujúca efemerida $JD_{HeI(\min)} = 2\,442\,404,332 + 0,93125884 \times E$. V dostupnej literatúre je uvedených niekoľko fotoelektrických určení okamihu minima: Faulkner (1986) - 2 okamihy minima, Hanžl (1990) - 1 okamih minima vo filtroch U, B a V. Vizuálne určenia okamihov minim možno nájsť v práci Braune a kol. (1981), v Astronomickej ročenke krakowského observatória (SAC 69, SAC 70) a v databáze B.R.N.O. (Zeida 2000). Shaw (1994) zaradil sústavu KW Per do skupiny bezmála dotykových dvojhviezd. Na základe analýzy nového fotoelektrického pozorovacieho materiálu Gális a kol. (2001) určili nové geometrické a fyzikálne parametre tejto dvojhviezdy. KW Per je polodotkový systém, v ktorom sekundárna zložka vyplňa alebo bezmála vyplňa svoj Rocheov lalok. V takejto konfigurácii je možné očakávať prenos hmoty zo sekundárnej zložky na primárnu, čo sa môže prejaviť napr. zmenou orbitálnej periódy. V tejto práci je podaná detailná analýza (O - C) diagramu s-tudovanej dvojhviezdy.

2. Fotoelektrický pozorovací materiál

Vlastný pozorovací materiál, analyzovaný v tejto práci, bol získaný na observatóriu Astronomického ústavu Slovenskej akadémie vied, Stará Lesná (SL) a po-



zorovacej stanici Kryonerion (Kr), Národného observatória v Aténach, v Grécku. Na observatóriu Stará Lesná bol použitý zrkadlový ďalekohľad typu Cassegrain s priemerom primárneho zrkadla 60 cm. Na pozorovacej stanici Kryonerion bol použitý ďalekohľad rovnakého typu s priemerom zrkadla 120 cm. Pre všetky pozorovania bol použitý ako detektor jedno-kanálový fotoelektrický fotometer s digitálnym prevodníkom a sada štandardných Johnsonových UBV filtrov.

Pozorovania KW Per ukázali, že efemerida publikovaná v GCVS (Kholopov a kol. 1985) neodpovedá úplne presne okamihom primárnych miním. Tento fakt podnietil analýzu chovania okamihov miním tohto systému. Zo získaných fotometrických pozorovaní boli vhodné na určenie okamihu primárneho minima 3 pozorovania a na určenie okamihu sekundárneho minima 3 pozorovania. Treba poznamenať, že pozorovania neboli zamerané na určovanie okamihov miním, ale na rovnomerné pokrytie celej svetelnej krivky, ktorá nebola dovtedy fotoelektricky odpozorovaná. Na výpočet a odhad chýb bol použitý program MIN77, ktorý nám poskytol Dr. Komžík (1995). Program samotný umožňuje použitie viacerých metód určenia okamihu minima. Vzhľadom na tvar minima boli použité nasledujúce metódy: metóda preloženia parabolou, metóda ťažiska (Komžík 1998), metóda sliding integrations (Ghedini 1982), metóda priesvitky a metóda lomenej čiary (Guamieri a kol. 1975). Podrobnejší popis týchto metód ako aj samotného programu je možné nájsť tiež v práci Komžík (1998). Pred samotnou analýzou bol najskôr vybraný vhodný úsek svetelnej krivky a odstránené tie pozorovacie body, ktoré nezodpovedali všeobecnému trendu. Okamihy miním boli určené pre každý filter samostatne ako priemerná hodnota hodnôt daných jednotlivými použitými metódami.

V tabuľke 1 sú pre danú epochu (počítanú od $JD_{hel.(min)}=2\ 442\ 404,332$) a typ minima uvedené heliocentrické okamihy miním v jednotlivých filtroch spolu so štandardnými odchýlkami týchto hodnôt a hodnotami (O-C) vypočítanými vzhľadom na efemeridu publikovanú v GCVS (Kholopov a kol. 1985). V posledných troch stĺpcoch je uvedený váhovaný priemer hodnôt v jednotlivých filtroch, jeho smerodajná odchýlka a hodnota (O-C) opäť vypočítaná vzhľadom na efemeridu z GCVS (Kholopov a kol. 1985). Ako váhy vstupujúce do váhovaného priemeru boli použité prevrátené hodnoty druhých mocnín štandardných odchýlok okamihov miním v U, B a V filtri.

Vzhľadom na malý počet vlastných určení okamihov miním nebolo možné vykonať ďalšiu adekvátnu analýzu. Ani doplnenie týchto hodnôt o fotoelektrické príp. fotografické určenia okamihov miním získané z literatúry (Faulkner 1986 a Hanžl 1990) nerozšírilo významne štatistický súbor. Preto bol tento súbor doplnený o vizuálne pozorovania okamihov miním získaných z literatúry (Braune



Epoch	Type	U			B			V			Average		
		JD _{min}	σ [d]	(O-C) [d]	JD _{min}	σ [d]	(O-C) [d]	JD _{min}	σ [d]	(O-C) [d]	JD _{min}	σ [d]	(O-C) [d]
		2451000+			2451000+			2451000+			2451000+		
9343.5	sec.	105.55081	0.00155	0.00184	105.55198	0.00038	0.00301	105.55406	0.00037	0.00508	105.55299	0.00109	0.00402
9344.5	sec.	106.48666	0.00069	0.00643	106.48626	0.00038	0.00603	106.48716	0.00032	0.00693	106.48677	0.00042	0.00654
9345.5	sec.	107.41811	0.00028	0.00662	107.42350	0.00085	0.01201	107.42049	0.00043	0.00900	107.41912	0.00159	0.00763
9383	prim.	142.34109	0.00032	0.00740	142.34038	0.00012	0.00668	142.34061	0.00009	0.00691	142.34055	0.00016	0.00685
9384	prim.	143.27280	0.00013	0.00784	143.27311	0.00006	0.00815	143.27323	0.00007	0.00827	143.27313	0.00012	0.00817
10079	prim.	790.49682	0.00004	0.00697	790.49697	0.00020	0.00712	790.49725	0.00012	0.00740	790.49693	0.00021	0.00708

Tab. 1/ Table 1 - Okamihy minim v U, B, V filtri a váhované priemery týchto hodnôt. *
Times of minima in U, B and V pass band respectively and its weighted averages.

a kol. 1981, SAC 69 a SAC 70) ako aj z databázy pozorovateľov premenných hviezd B.R.N.O. (Zejda 2000). Zoznam všetkých určení okamihov minim možno nájsť v práci Gális (2000).

Je potrebné poznamenať, že väčšina vizuálnych určení okamihov minim nebola opravená o heliocentrickú korekciu, čo sa dalo jednoducho identifikovať na základe vypočítaných hodnôt (O-C). Preto bola táto korekcia aplikovaná na neopravené dáta ešte pred samotnou analýzou.

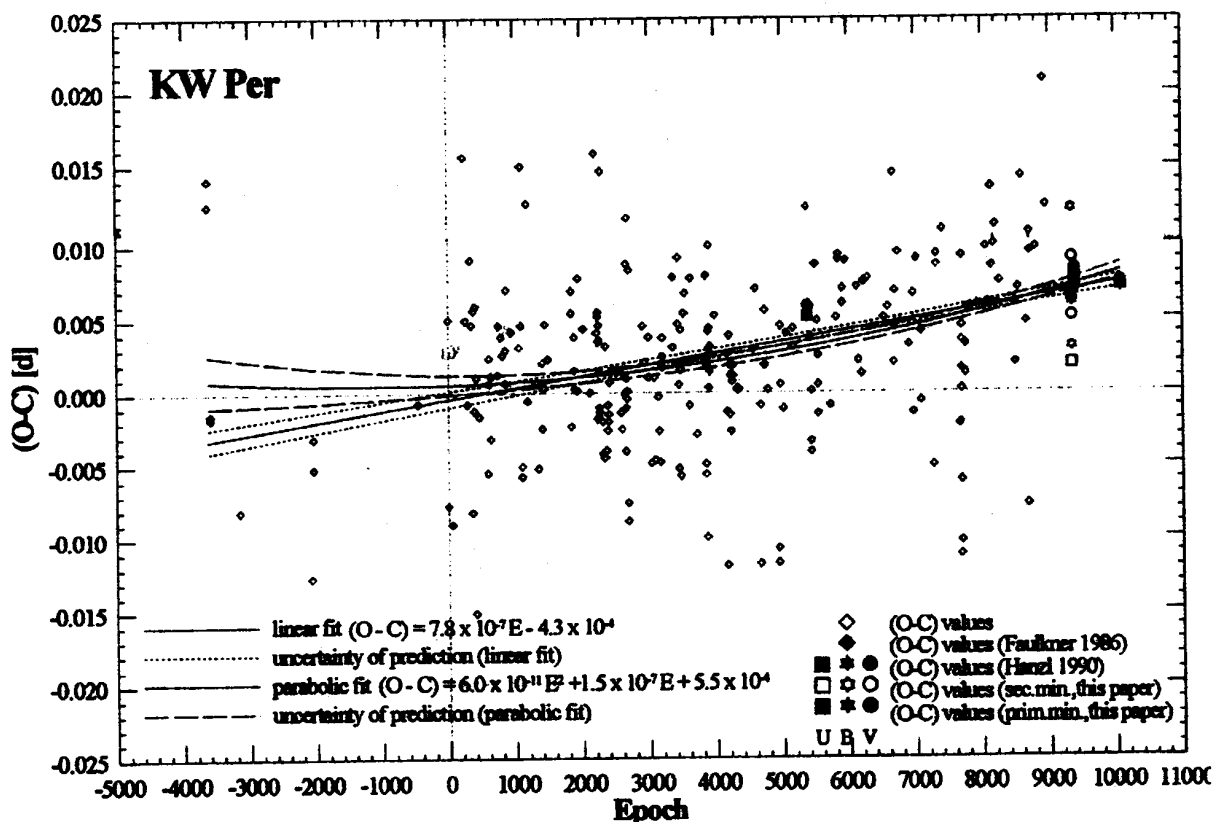
V prvom kroku analýzy všetkých získaných okamihov minim boli z dát odstránené tie určenia, ktoré sa nachádzali mimo okolia lineárneho preloženia. Takto upravené dáta (spolu 269) sú zobrazené na obrázku 1. Zvlášť sú vyznačené fotoelektrické určenia okamihov minim.

Vzhľadom na fakt, že súbor obsahuje merania okamihov minim získaných kvalitatívne odlišnými metódami s rozličnou presnosťou (fotoelektricky a vizuálne), závažnosť jednotlivých meraní sme kvantifikovali zavedením váh. V prvom kroku sme všetkými údajmi preložili lineárny polynóm a určili štandardné odchýlky jedného merania pre jednotlivé metódy, pričom sme rozlíšili aj merania okamihu primárneho a sekundárneho zákrytu. Váhy boli určené ako prevrátené hodnoty druhých mocnín týchto štandardných odchýlok. Takýmto spôsobom sme zistili, že váha fotoelektrických meraní okamihu primárneho minima ($w_{pe,p} = 40$) je skoro 4 krát vyššia ako váha fotoelektrických meraní okamihu sekundárneho minima ($w_{pe,s} = 11$) a viac ako 10 krát vyššia ako váha vizuálnych meraní okamihu primárneho minima ($w_v = 3$).

V ďalšom kroku boli pre dané rozloženie váhovaných dát určené ortogonálne polynómy a tieto boli použité na určenie lineárneho ako aj kvadratického preloženia týchto dát metódou váhovanej lineárnej regresie. Takto určené preloženia sú dané vzťahmi:

$$(O-C) = (0,0042 \pm 0,0003) + (7,8 \pm 0,8) \cdot 10^{-7} (E - 5892,6)$$

$$(O-C) = 0,0042 \pm 0,0003 + (7,8 \pm 0,8) \cdot 10^{-9} (E - 5892,6) \cdot 10^{-11} (E^2 - 10508,2E + 16323402,0)$$



Obr. 1/ Figure 1 - (O-C) diagram všetkých dostupných okamihov miním KW Per. * (O-C) diagram of all available times of minima of KW Per.

Tieto preloženia spolu s príslušnými intervalmi neurčitosti predpovedi sú vykreslené na obrázku 1. Ako je vidieť, jednotlivé parametre sú zaťažené značnými chybami, čo je spôsobené silným rozptylom dát. Zodpovedajúce sumy štvorcov rezíduí a stredné kvadratické odchýlky jedného merania sú nasledovné: pre lineárne preloženie $R_{lin}=0,027$, $\sigma_{lin}=0,0044$, a pre kvadratické preloženie $R_{par}=0,025$, $\sigma_{par}=0,0043$. Keďže sú tieto hodnoty porovnateľné a s prihliadnutím na rozptyl dát, nemožno jednoznačne rozhodnúť, akú závislosť spĺňajú (O-C) rezíduá pre KW Per, a tým ani rozhodnúť, či boli určené nepresne hodnoty $JD_{hel(min)}$ a P alebo navyše dochádza k zmene orbitálnej periódy systému. Ak by sme prijali záver, že posun pozorovaných miním je možné najpravdepodobnejšie vysvetliť nepresnosťou v určení hodnoty periódy, potom presnejšie určenou hodnotou periódy KW Per je $P = 0,93125962$ dňa. Hodnotu $JD_{hel(min)}$, určenú na základe našich pozorovaní a novú hodnotu periódy sme použili na zostavenie nasledujúcej efemeridy:

$$JD_{hel(min)} = 2\ 451\ 790,49693 + 0,93125962E$$

± 1

± 8



Táto analýza však možnosť, že dochádza k zmene periódy úplne nevylučuje. Navyše jej vierohodnosť sa zvýši, ak pripustíme možnosť prenosu hmoty medzi zložkami v systéme KW Per. Práve na takéto správanie totiž nasvedčujú získané výsledky analýzy aktivity sústavy KW Per (Gális a kol. 2001). Kvadratická efemerida je potom nasledujúca:

$$JD_{hel}(min) = 2\ 442\ 404,33255 + 0,93126E + 6,0 \cdot 10^{-11} E^2$$

$$\pm 67 \qquad \pm 38 \pm 2,3$$

Príslušná zmena hodnoty orbitálnej periódy za 1000 rokov potom predstavuje $= (2,0 \pm 0,8)$ s/1000 r. Ak budeme predpokladať, že zmena periódy je spôsobená iba prenosom hmoty zo sekundárnej na primárnu zložku, pri ktorom sa zachováva moment hybnosti a súčet hmotností sústavy, tak potom pre rýchlosť prenosu hmoty dostávame hodnotu $= -1,7 \times 10^{-8}$ M_{\odot}/r .

Tieto výsledky bude potrebné overiť ďalšími pozorovaniami.

Ďakovanie: Naše poďakovanie patrí Doc. Z. Mikulášskovi za cenné rady týkajúce sa správneho aplikovania lineárnej regresie a mnohé konštruktívne pripomienky, ktoré zlepšili úroveň práce. Práca bola podporená grantom VEGA 1008/21.

Literatúra/ References:

- Böhme, D.: 1976, *Mitt. Veränderliche Sterne*, 7, 198
 Brancewicz, H. K., Dworak, T. Z.: 1980, *Acta Astron.*, 30, 501
 Braune, W., Hübscher, J., Mundry, E.: 1981, *Astron. Nachr.*, 302, 53
 Faulkner, D. R.: 1986, *Publ. Astron. Soc. Pac.*, 98, 690
 Gális, R.: 2000, *Fyzikálne parametre vybraných interagujúcich dvojhviezd*, dizertačná práca
 Gális, R., Hric, L., Niarchos, P.: 2001, *Astron. Astrophys.*, in press
 Ghedini, S.: 1982, *Software for Photometric Astronomy*, Willman-Bell, Inc., Richmond, Virginia
 Giuricin, G., Mardirossian F., Mezzetti, M.: 1983, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 54, 211
 Guarnieri, A., Bonifazi, A., Battistini, P.: 1975, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 20, 199
 Hanžl, D.: 1990, *Inf. Bull. Var. Stars*, 3423
 Kholopov, P. N., Samus', N.N., Frolov, M. S., Goranskij, V. P., Gorynya, N. A., Kireeva, N. N., Kukarkina, N. P., Kurochkin, N. E., Medvedeva, G. I., Perova, N. B., Shugarov, S.Yu.: 1985, *General Catalogue of Variable Stars (GCVS)*, Nauka, Moskva
 Komžík, R.: 1995, *osobné oznámenie*
 Komžík, R.: 1998, *Fotometrický a spektroskopický výskum zákrytovej sústavy TX UMa*, dizertačná práca
 Shaw, J. S.: 1994, *Mem. Soc. Astron. Ital.*, 65, 95
 Zejda, M.: 2000, *osobné oznámenie*



Zmenšování amplitudy V Bootis

Ondřej Pejcha, John Greaves

The Amplitude Decrease of V Bootis

V naší práci navrhujeme alternativní vysvětlení zmenšování amplitudy V Boo pomocí interference dvou period o podobné hodnotě. Diskutovány jsou také teorie vysvětlující zmenšování amplitudy a další hvězdy, které zmenšují amplitudu světelných změn. Článek byl publikován ve 29. ročníku Journal of AAVSO.

We explain the amplitude decrease in V Bootis by interference between two close periods. We also discuss V Bootis in comparison with theoretical predictions and with other stars that have undergone amplitude decrease. The paper has been accepted for publication in Volume 29 of the Journal of AAVSO. The full English version is available through www.meduza.info/public/vboo.pdf or later probably via ADS.

1. Úvod

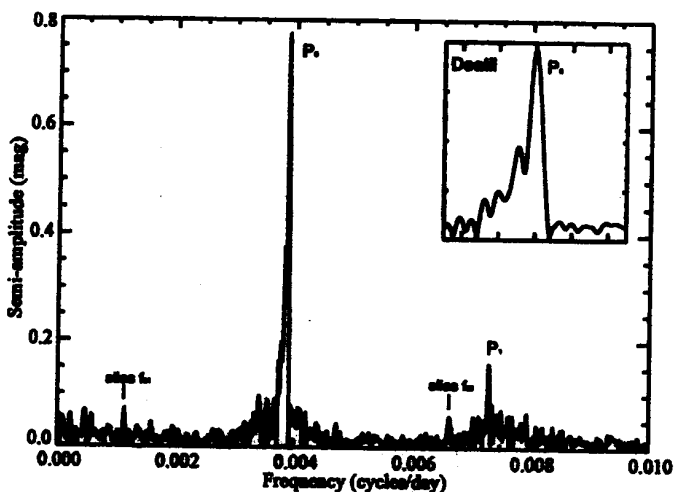
V Bootis je pulzující polopravidelná proměnná hvězda s katalogovými extrémní jasnosti 7 a 12 mag (V). Je obecně známo, že u V Boo dochází k dlouhodobému snižování amplitudy světelných změn. Nedávno Kiss a kol. (1999) vysvětlili tyto změny vývojem proměnné ze stádia miridy do stádia polopravidelné proměnné hvězdy.

2. Analýza

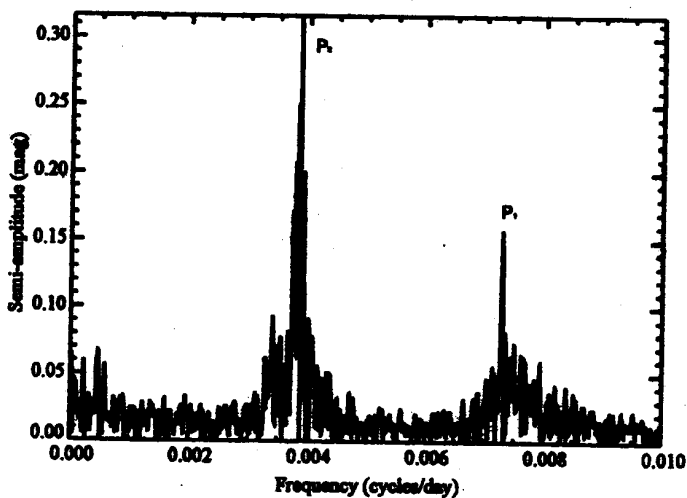
Pro analýzu světelných změn jsme shromáždili vizuální odhady V Boo z databází AFOEV, BAAVSS, VSOLJ, VSNET a HAAVSS. Data byla zprůměrována do standardních desetidenních průměrů. Spolehlivost takto zpracovaných odhadů byla nedávno zkoumána Kissesem a kol. (1999), kteří je považují za velmi spolehlivé.

Jako algoritmus pro hledání period jsme použili Diskrétní Fourierovu Transformaci (DFT) implementovanou v programu Period 98 (Sperl 1998). K detailnímu studiu amplitud a fází jsme použili techniku „moving window fourier decomposition“, která se dnes obvykle nazývá AMPSCAN (Howarth 1991).

Na obrázku 1 je DFT spektrum (amplituda vs. perioda). Obrázek potvrzuje dřívější výsledky (např. Cholopov a kol. 1985, Mattei a kol. 1997, Szatmáry a kol. 1996) v tom, že V Boo pulzuje ve dvou periodách $P_0 = 257,8$ dnů a $P_1 = 137,1$ dnů. Na obrázku zkušené oko rovněž rozpozná roční aliasy periody P_0 o hodnotách $f_{0,01} = 1/257,8 \pm 1/365,25$, tedy $f_{01} = 0,0011$ dne a $f_{01} = 0,0066$ dne. Pro podporu tohoto tvrzení jsme proložili a odečetli od dat hodnotu P_0 a znovu udělali DFT (spektrum je na obrázku 2). Všechny náznaky aliasů P_0 zmizely, ale kupodivu se neztratil vrchol poblíž P_0 . Po podrobné analýze jsme dospěli k závěru, že tento vrchol není totožný s P_0 , protože má poněkud menší frekvenci. Hodnota periody tohoto druhého vrcholu (označme ho jako P_2) je 259,2 dnů; Rozdíl mezi P_0 a P_2 je velmi malý a činí 1,4 dne. Tento vrchol



Obr. 1/ Figure 1 - Fourierovo spektrum V Boo. Dobře je vidět hlavní perioda P_0 (l její roční aliasy f_{01} a f_{02}) a sekundární perioda P_1 . Malý vložený obrázek detailně zobrazuje okolí hlavního vrcholu P_0 ($f = 0,00388$). * *The Fourier spectrum of V Boo. The inset plot shows close vicinity of the another peak to the main peak ($f = 0.00388$).*

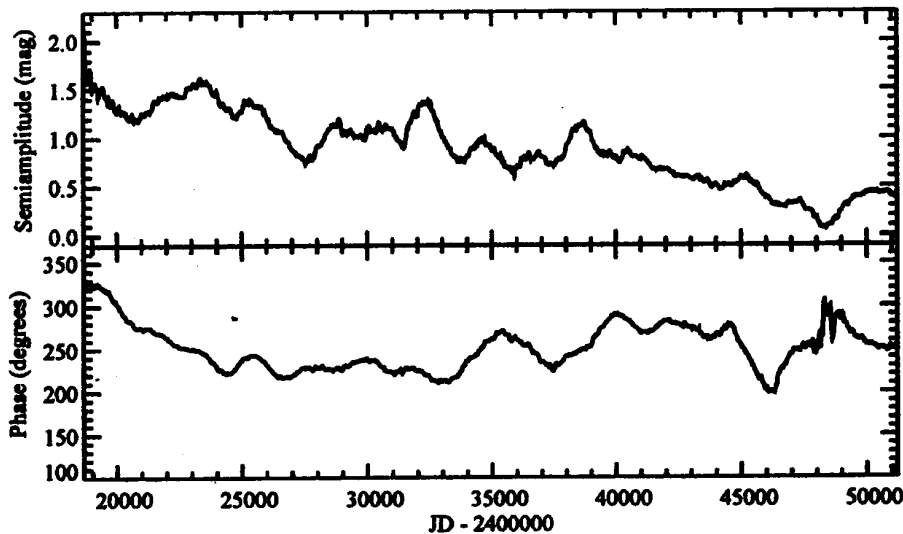


Obr. 2/ Figure 2 - Fourierovo spektrum V Boo po odstranění hlavní periody 257,8 dnů (P_0). Prokazuje existenci periody P_2 (259,2 dne) * *The Fourier spectrum of V Bootis after subtraction of the main period of 257.8 days (P_0). It shows presence of period P_2 (259,2 days).*

nemůže být aliasem P_0 , protože by se v datech s odečtenou P_0 vůbec nemohl objevit.

Perioda P_2 už byla zmíněna Greavesem a Howarthem (2000), kteří ji vysvětlili malou nestabilitou P_0 . Jak je vidět z obrázku 1, nachází se malé vrcholky v DFT spektru pouze na levé straně od P_0 , která odpovídá delším periodám. To by naznačovalo, že perioda je po většinu času stabilní, pouze někdy na chvíli „přeskočí“ k poněkud delší hodnotě. To ale není patrné z obrázku 3 (hlavně z té jeho části, která vyjadřuje fázi periody - tedy rozdíl mezi skutečnou a průměrnou periodou); fáze periody P_0 vykazuje pouze malé nepravidelné změny, které jsou běžné u polo-pravidelných proměnných.

Na obrázku 3 (jak už bylo naznačeno výše) je zobrazeno jak se během let mění amplituda a fáze P_0 . Změnu fáze ve spodním panelu obrázku má podobný význam jako známý diagram O-C. Šířka pásu, ve kterém provádí AMPSCAN měření hod-



Obr. 3/ Figure 3: Poloamplituda (horní panel) a fáze (dolní panel) oblasti kolem period P_0 a P_2 . * *The semi-amplitude (upper panel) and phase (lower panel) plots of the region around periods P_0 and P_2 .*

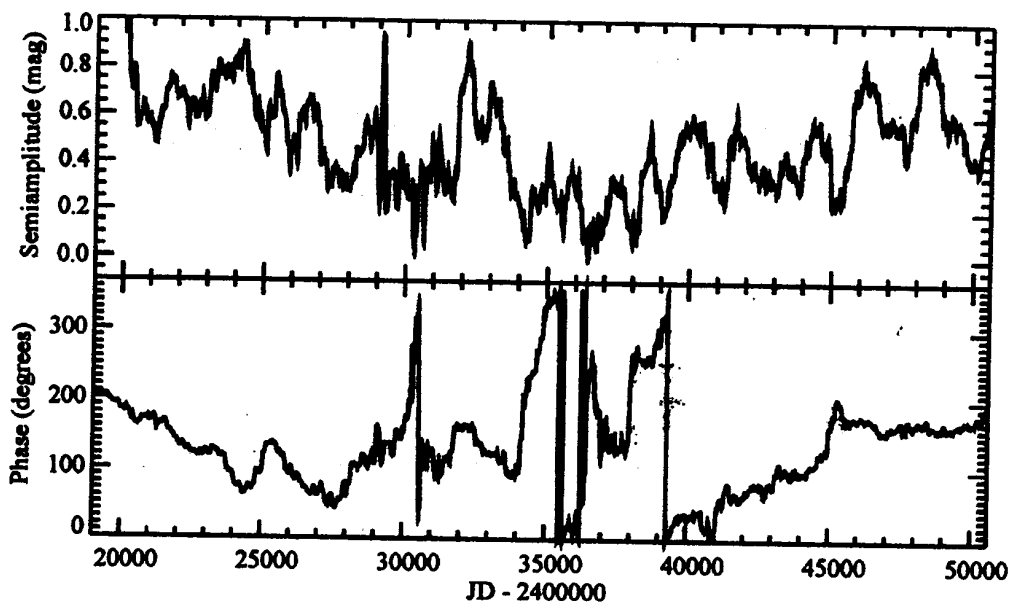
not těchto parametrů, je poněkud širší, tyto grafy tedy mohou být reprezentativní pro celou oblast period kolem P_0 (včetně P_2). Naprosto evidentní je dlouhodobý pokles amplitudy V Boo, zatímco hodnota periody a střední jasnost proměnné zůstává téměř konstantní. Docela zajímavé je drobné zpomalení poklesu amplitudy v prostřední třetině dat (potvrzeno i lineárním proložením závislosti amplitudy na čase rozdělené do tří stejných segmentů) - rychlost poklesu amplitudy se zde zmenšila asi na třetinu běžné hodnoty.

Abychom si mohli lépe prohlédnout chování periody P_2 , proložili jsme původními body sinusoidu s periodou rovnou P_0 a pak ji odečetli. Na takto upravená data jsme pak použili AMPSCAN. Výsledné závislosti amplitudy a fáze na čase jsou na obrázku 4. Je evidentní, že průběh amplitudy P_2 byl přibližně parabolický s minimální hodnotou ve středu sledovaného období. Nejvyšší amplituda periody P_2 je asi 0,6 mag, zatímco průměrná hodnota je asi 0,3 mag (ta je také viditelná v DFT spektru na obrázku 1). Závislost fáze na čase je ale poněkud komplikovanější. Kvůli nízké amplitudě je křivka zašuměnější, místo s největším šumem evidentně souhlasí s obdobím nejnižší amplitudy. Pro AMPSCAN je samozřejmě velmi těžké přesně sledovat fázi testovací periody v zašuměných datech o nízké amplitudě.

Podobné grafy jako na obrázku 4 jsme připravili také pro $P_1 = 137,1$ dnů, ale není na nich nic zajímavého - jsou téměř stejné jako v Greaves a Howarth (2000).

3. Diskuse

To, že se amplituda V Boo snižuje, je známo už poměrně dlouhou dobu a několik vysvětlení toho, proč se tak děje, už spatřilo světlo světa. Všechny teorie se musí vy-

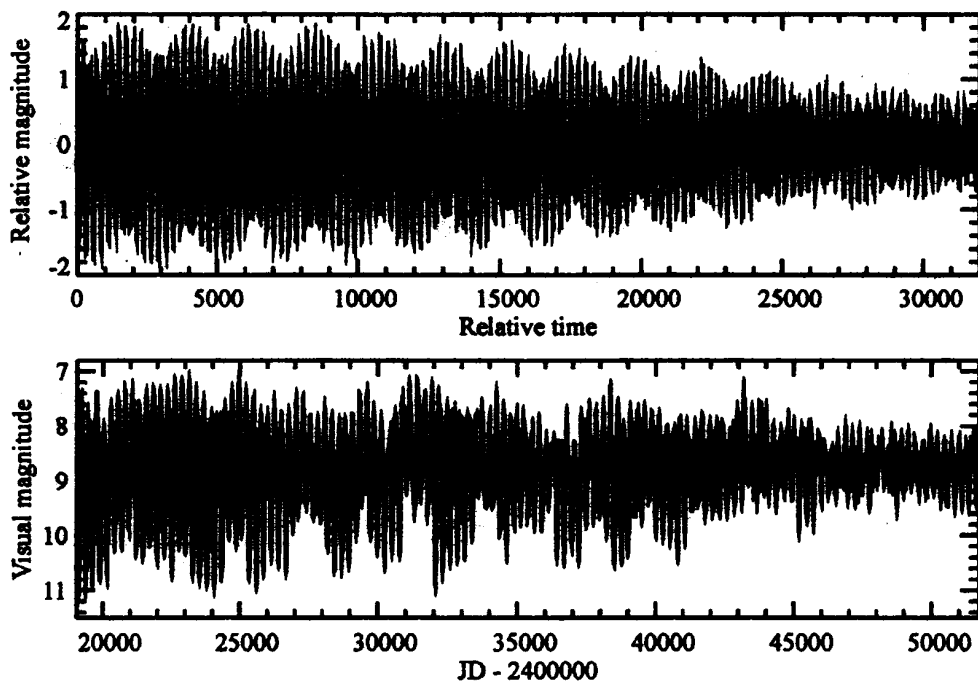


Obr. 4/ Figure 4 - Poloamplituda (horní panel) a fáze (dolní panel) periody P2. * *The semi-amplitude (upper panel) and phase (lower panel) plots of the period P2.*

pořádat s tím, že pokles amplitudy je pozorován pouze u P₀, zatímco hodnota této periody je konstantní. Navíc je amplituda a velikost P₁ více méně stabilní. Kromě toho zůstává střední jasnost hvězdy stále stejná, v úvahu tedy nepřipadá efekt rotace hvězdy nebo její zastínění oblakem prachu. Nedávno Kiss a kol. (1999) přisoudili pokles amplitudy vývoji V Boo z miridy k polopravidelné proměnné. Nicméně V Boo nikdy mirida nebyla (má a měla totiž dvě periody).

V sekci 2 jsme dokázali existenci periody P₂ (složky blízké P₀). Je obecně známo, že dvě blízké frekvence vedou ke zdánlivé modulaci amplitudy, jejíž perioda je závislá na hodnotě rozdílu těchto period (v tomto případě P₀ a P₂). Připravili jsme simulaci chování V Boo, která pokrývá 32 000 dnů a je složena ze tří sinusoid o periodách 258, 259 a 137 dnů, jejichž poloamplitudy byly 0,7, 0,6 a 0,3 mag. Pro ilustrační účely byly fáze všech period nastaveny na nulu v čase nula. Výslednou světelnou křivku ukazuje obrázek 5, v jehož spodní části je rovněž pro porovnání skutečná světelná křivka V Boo. Obrázky jsou si do jisté míry podobné.

Podle naší teorie se má situace následovně. V Boo pulzuje ve dvou periodách: P₀= 257,8 dní a P₂= 259,2 dnů, jejichž poloamplitudy jsou kolem 0,6 mag. Kromě toho existuje i kratší perioda s délkou P₁= 137,1 dnů a poloamplitudou asi 0,3 mag. Periody P₀ a P₁ jsou docela stabilní (amplituda i fáze), zatímco P₂ je velice nestabilní. Periody P₀ a P₂ spolu interferují a způsobují systematický pokles amplitudy, který je evidentně pomalejší v prostřední třetině našich dat (viz obrázek 3). To je způsobeno stavem nižší amplitudy u periody P₂ (obrázek 4), tj. během období, kdy



Obr. 5/ Figure 5 - Srovnání simulované (horní panel) a pozorované (dolní panel) světelné křivky V Boo (viz text). * Comparison of simulated (upper panel) and observed (lower panel) light curves of V Bootis (see text).

tato perioda není příliš zřetelná. Amplituda 259,2 denní periody (obrázek 4) může být interpretována také jako rychlost zmenšování amplitudy celé hvězdy, která je nyní ve svém minimu. Cyklický průběh interference mezi dvěma periodami se v budoucnu projeví nárůstem amplitudy V Boo v horizontu několika desítek let.

Nedávno zkoumali Kiss a kol. (2000) hvězdy RX UMa, RY Leo a V CVn, u nichž, jak se zdá, dochází také k periodické změně amplitudy díky interferenci blízkých period. Bohužel rozdíl mezi jejich „blízkými periodami“ je asi o řád větší než u V Boo: zjištěný rozdíl byl 8 až 15 dnů. Kromě těchto tří případů je znám podobný jev i u Z Sge (Mantegazza 1988). Malý počet takových hvězd můžeme přiřadit nedostatku dlouhodobých světelných křivek s dobrým pokrytím.

Kromě V Boo známe několik dalších polopravidelných proměnných hvězd, u nichž dochází k dlouhodobému poklesu amplitudy: R Dor, RU Cyg a Y Per (poslední dvě z nich jsou v programu skupiny MEDÚZA). Proměnná Y Per změnila svoje chování skokem - z původně monoperiodické hvězdy se náhle stala biperiodickou (dvě periody) proměnnou a zmenšila se její amplituda. U hvězdy Y Per se zřejmě jedná o jiný typ jevu než u V Boo. Pokles amplitudy u R Dor se zdá poněkud chaotický a rovněž může docházet k přepínání period (Bedding a kol. 1998). Také



RU Cyg se nechová příliš pravidelně a i přes to, že se u ní vyskytují dvě blízké periody (obrázek 14 Kisse a kol. 1999), nemyslíme si, že je možné vysvětlit pokles amplitudy u RU Cyg interferencí dvou blízkých period. Amplituda oné blízké složky k hlavní periodě RU Cyg je totiž příliš nízká. Bohužel nemůžeme podrobněji rozbrat případ Z Sge, protože Mantegazza (1988) publikoval pouze Fourierova spektra bez jakékoliv světelné křivky. Kromě toho patří Z Sge do pekuliární kulové hvězdokupy M71, což dále komplikuje zobecnění získaných poznatků.

Teoretické vysvětlení hodnot dvou blízkých period (P_0 a P_2) V Boo není dosud jasné. Poměr $P_0/P_1 = 257,8/137,1 = 1,88$ leží v rozmezí poměrně běžném u polopravidelných proměnných a naznačuje pulzace v prvním a třetím nadtónu (např. Bedding a kol. 1998 nebo Kiss a kol. 1999). U dvou velmi blízkých period se předpokládá, že vznikají díky velmi vysokým nadtónům (třetí až pátý, Xiong a kol. 1998 a Kiss a kol. 2000), ale teorie předpovídá silné tlumení pulzací (že by ona nestabilita 259,2 denní periody?). Bohužel čistě radiální oscilace (tzn. že hvězda udržuje svůj tvar) nemohou vysvětlit tak blízké periody, jak jsou pozorovány u V Boo. Dobré vysvětlení poskytuje kombinace radiálních a neradiálních módů, jak je prozkoumali Van Hoolst a Waelkens (1995) u cefeidy V473 Lyr. Typy proměnnosti a periody jsou však naprosto odlišné.

4. Závěr

Podářilo se nám dokázat, že dlouhodobý pokles amplitudy V Boo může být vysvětlen přítomností periody o hodnotě 259,2 dnů, která interferuje s periodou 257,8 dne. To vyúsťuje v pokles amplitudy, který ovšem neovlivní periodu 137,1 dne. Teoretické vysvětlení je stále nepříliš jasné, i když už bylo poskytnuto pro jiný typ proměnnosti.

Literatura /References:

- Bedding T. R., Zijlstra A. A., Jones A., Foster G., 1998, MNRAS 301, 1073
 Greaves J., Howarth J. J., 2000, J. Brit. Astron. Assoc., 110, 84
 Howarth J. J., 1991, J. Brit. Astron. Assoc., 101, 101
 Cholepov, P. N. a kol., 1985-88, General Catalogue of Variable Stars, 4th edition, Volumes I-III, (Moscow, Nauka Publishing House)
 Kiss L. L., Szatmáry K., Cadmus Jr. R. R., Mattei J. A., 1999, A&A 346, 542
 Kiss L. L., Szatmáry K., Szabó G., Mattei J. A., 2000, A&AS, 145, 283
 Mantegazza L., 1988, A&A, 196, 109
 Pejcha, O., Greaves, J.,: 2001, JAAVSO, vol. 29, no. 2
 Sperl M., 1998, Comm. Astr. Seis. 111
 Szatmáry K., Gal J., Kiss L. L., 1996, A&A, 308, 791
 Van Hoolst T., Waelkens C., 1995, A&A, 295, 361
 Xiong D. R., Deng L., Cheng Q. L., 1998, ApJ, 499, 355



41. pozorovací praktikum

41st Observing Camp

Letošní praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd bylo ve znamení zvláště fronty a frontální oblačnosti.. Konalo se od 14. do 26. července 2001. Jasně byly jen první dvě noci a po zbytek praktika se buď nepozorovalo vůbec nebo se přištipkovalo po několika odhadech za noc.

41st summer camp for variable star observers took place at Vyškov and Ždánice from July 14 to July 26. Only 180 estimates of LPV stars and 43 times of minima of eclipsing binaries were made because of very bad weather conditions. Only first two nights were clear skies!

1. Stanice Vyškov

Luboš Brát a Petr Sobotka

1. Vyškov Observatory

Celého praktika se zúčastnili v abecedním pořadí: Luboš Brát, Petr Hájek, Petra Fědorová, Michal Haltuf, Petr Hejduk, Pavel Hulej, Juraj Kubica, Petr Luřcha, Veronika Němcová, Daniela Odvářková, Ondřej Pejcha, Petr Sobotka, Miroslav Šulc, Janis Tzoumas a Juraj Vyskočil. Na část Lukáš Král, Karel Mokřý a Martin Nedvěd.

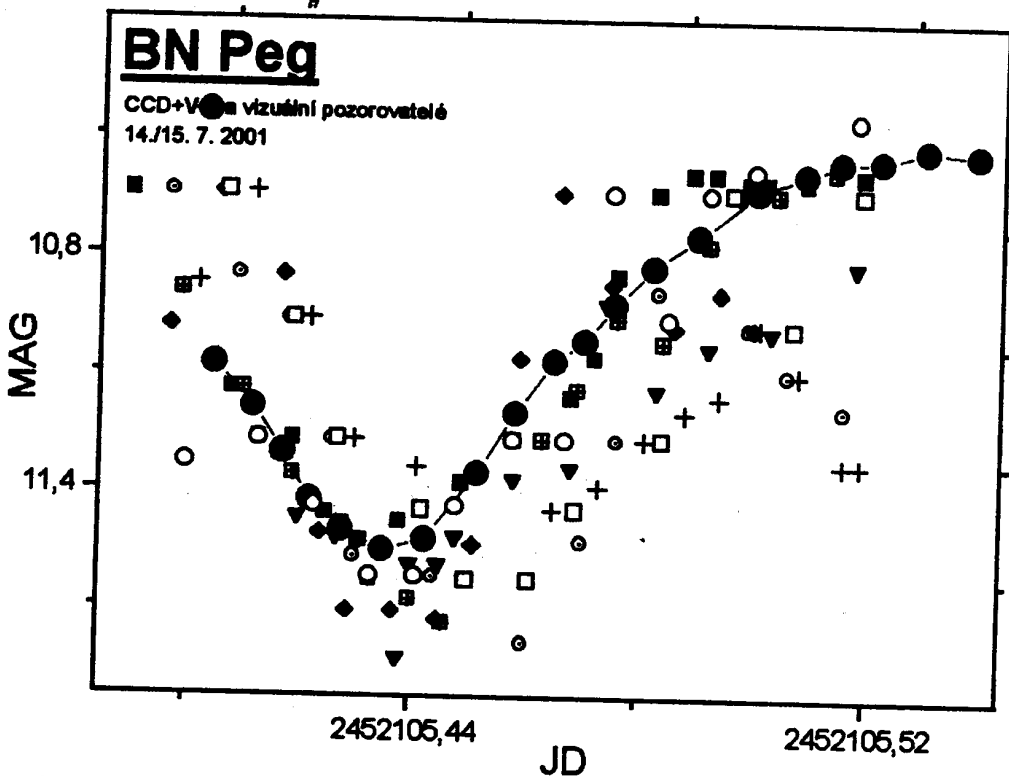
V těch několika málo nocích, kdy bylo možné pozorovat pořídili pozorovatelé 180 odhadů fyzických proměnných hvězd a 19 minim zákrytových dvojhvězd. Z toho dvě zákrytové dvojhvězdy byly pozorovány zároveň s CCD kamerou a bylo provedeno srovnání. Zpracovávalo se vesměs pomocí WinGorgony verze 1.2.3. a MedDatu verze 1.0.

První hvězdou, která byla sledována zároveň vizuálně a CCD kamerou byla BN Peg. Výsledek je ukázán na obr. 1.

Druhou hvězdou, která byla simultánně sledovaná vizuálně i CCD byla RS Sct. Výslednou křivku ukazuje obrázek 2. V obou případech byly hodnoty srovnávacích hvězd určeny zpracováním získaných CCD snímků. Na tomto zpracování se podíleli hlavně M. Haltuf a L. Brát. Je vidět, že vizuální pozorování poměrně věrně zachycují základní trendy ve změně jasnosti hvězdy, trpí však standardním rozptylem 0,3 mag.

Zajímavým výsledkem jsou okamžiky minim. Zatímco u BN Peg se okamžik CCD minima a průměr všech vizuálních minim liší o 13 minut, v případě RS Sct se shodují na minutu přesně.

Ve druhé polovině praktika probíhal již jen lov v mracích, jehož cílem byla většinou „čerstvá“ Nova Cyg 2001. Petr Hájek prováděl BVRI CCD fotometrii a spolu s vizuálními daty byly výsledky hned za tepla zasílány k publikaci v IAUC a na VSNET.

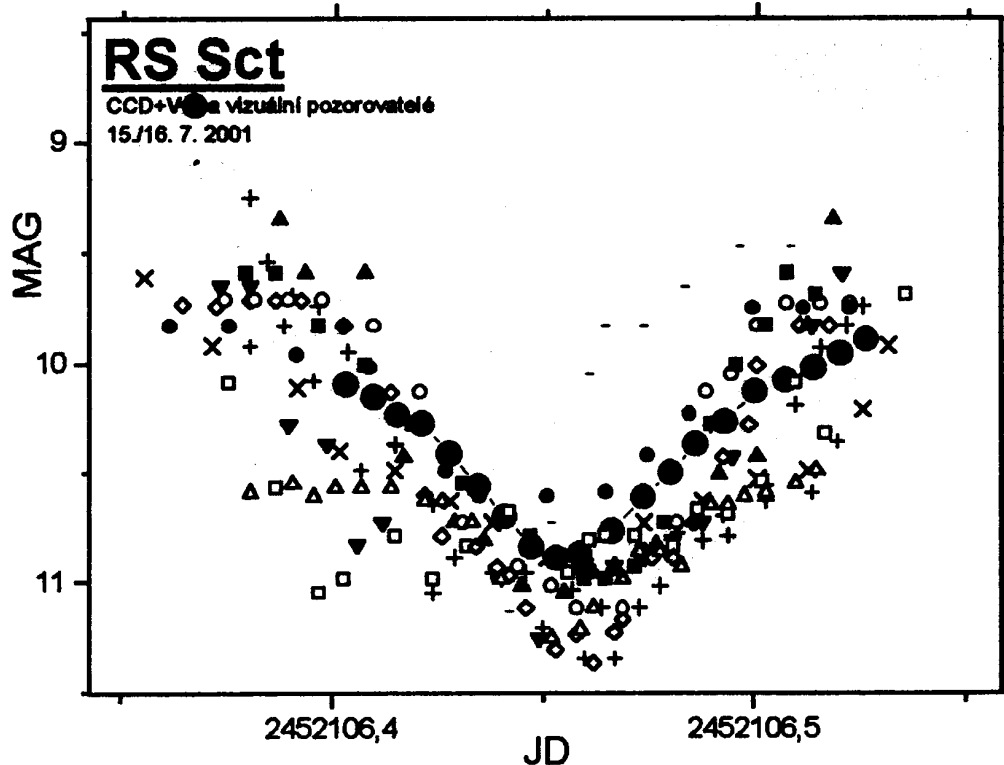


Obr. 1/ Figure 1 - Výsledek simultánního pozorování BN Peg CCD kamerou a vizuálně
* Comparison CCD and visual observations of minimum of BN Peg.

Výpočetní zázemí bylo letos velmi kvalitní, protože svá PC přivezli P. Sobotka, O. Pejcha a L. Brát a několik dalších účastníků dovezlo své pevné disky...

Přestože hlavní náplň praktika, tedy „praktické pozorování“ nebylo možné dostatečně dodržet, věnovali se účastníci mnoha astronomickým i jiným činnostem. Shrňme si je nyní telegraficky. Michal Haltuf přepsal pozorování došlá do databáze skupiny MEDÚZA na papíře do elektronické formy. Ondřej Pejcha vytvořil mapku na Novu Cygni 2001, která vybuchla během praktika. Mirek Šulc pracoval na svém programu pro práci s databází MEDŮZY. Petr Sobotka vytvořil verzi 0.3 proměňáského CD. Lukáš Král předvedl svůj program pod Windows na tvorbu fázových křivek. Juraj Vyskočil pracoval na svém software pro manipulaci s CCD snímkem.

Kromě astronomických aktivit docházelo k velmi čilé výměně všeho možného software a hlavně zvukových souborů mp3. Vypalovací mechanika Petra Sobotky jela naplno ve dne i v noci. Hráli se různé společenské hry a Taroky, sportovalo se a plavalo v místním akvaparku i v okolních rybnících. Kytary a jiné hudební nástroje rovněž nezahálely.



Obr. 2/ Figure 2 - Výsledek simultánního pozorování RS Sct CCD kamerou a vizuálně.
* Comparison CCD and visual observations of minimum of RS Sct.

Pozorovací praktikum tedy i přes nepřízeň počasí bylo poměrně plodné a všichni účastníci si tak užívali prázdnin či dovolené. Do budoucna by jistě takové akci přidalo na úspěšnosti, kdyby se uskutečnila za srpnového novu, kdy bývá většinou stabilnější počasí.

2. Stanice Ždánice

Radka Kučerová a Petra Novotná

2. Ždánice Observatory

Jako každoročně se konalo Praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd i ve Ždánicích. Jen termín se změnil. Ti lepší z nás se na hvězdárnu dostavili v průběhu soboty 14. července, abychom se po střídavém příjíždění-odjíždění některých z nás o dva týdny později - v sobotu 28. 7. - rozprchli pro tento rok nadobro.

Individuálně jsme se přivítali každý s každým, protože jsme se všichni od loňska znali. Žádní noví lidé, ach jo! Na pozorování jsme byli natolik natěšení, že jsme se, utmácení po cestě z blízkých i dalekých krajů Čech a Moravy, dobrovolně vrhli k lámání krkú u Herkulid. Pozorovalo se.



V předtuše špatného počasí jsme dali Herkulidu i druhou noc. Nerušila nás ani „putovní Mléčná dráha“ („Delfín se utopil!“... „Delfín už to mlíko vypil!“...), suché blesky (v maximu 2 za odhad), ani zpěv některých veteránů. Tuto noc s námi pozoroval i osmý dorazivší, který přivezl menší dalekohled. Ten už nebylo možno vyzkoušet, neboť přes noc zůstal na několik částí. Za denního světla je na seřizování přece vidět lépe. Vlastně - dalo by se s ním pozorovat, ale leda dešťové kapky. Jenže to by se nám majitel příliš nepoděkoval.

Pět z nás se pod mírným psychickým nátlakem rozhodlo udělat přednášky. To abychom nezapomněli, že jsme na astronomické akci. S vysokou nadšátkou je možno k dalším „astronomickým“ činnostem přičíst lovení rybiček, badminton, golf a Malý Messierův maraton. Schwálně si zkuste někdy najít 45 objektů za drobného deště (ne na mapě!). Nám se to sice nepovedlo, ale vítězství si vysloužil pozorovatel se 37 objekty za 3 hodiny.

Tradičně jsme navštívili místní muzeum.

Poté co většina z nás 27. 7. odjela a zůstali jen dva účastníci, se rozjasnilo. Mají další minima. Celkem jsme jich odvedli 24. Za rok to bude lepší. Bude se pozorovat (optimisté ještě nevyměřeli)...

Náš dík patří jako obvykle obchodu s potravinami LeRi a celému městu Ždánice, které nás ochotně nechává na svém pozemku a neobvykle jedné hodné babičce, která nám po celý čas letošního Praktika vyvařovala nej-různější dobroty.

Poznámky k článku Petra Sobotky: Perné chvílky s TY UMa

Remarks to the Article "Difficulties with TY UMa" Published in Perseus 3/2001

Pozorně jsem si přečetl takřka detektivní příběh kol. Sobotky o měření jednoho minima zákrytové dvojhvězdy TY UMa (Perseus 3/2001, str. 19). Podle mého názoru jde o příběh názorný a velmi poučný. Takové momenty a náhody jsou oním příslovečným kořením práce každého pozorovatele. Článek ale ukazuje ještě na jeden aspekt, o kterém se autor článku nezmiňuje, ačkoliv by ho měl každý dobrý pozorovatel zvládnout.

Nestačí jen bravurně znát hvězdnou oblohu, ovládat teleskop a CCD kameru a s přehledem zvládnout redukci dat. Zkušený pozorovatel musí také předvídat, co od kterého měření může očekávat a jakou „taktiku“ pozorování pro daný objekt zvolit.

V případě TY UMa, tedy poměrně známé zákrytové dvojhvězdy typu W UMa s periodou asi 8,5 hodiny, je zřejmé, že k dobrému pokrytí minima musí stačit



maximálně dvě hodiny měření. Při správných elementech a přesné předpovědi pak stačí jen hodina. Budu-li ale měřit už skoro tři hodiny a ani na jedné větvi světelné křivky nezachytím inflexi, pak zcela jistě měřím něco jiného. Tuto úvahu lze provést prakticky ihned při okamžité redukci snímků (např. v připojeném počítači). Při automatickém snímkování typu AUTOGRAB, které pozorovatelé často využívají, tak mohu průběžně sledovat, jak se daný objekt chová a po krátké době vyhodnotit jeho světelné změny. Pak mohu rozhodnout, zda danou hvězdu sledovat dále. Příkladně, tak ušetřím vzácný pozorovací čas, který mohu věnovat jinému objektu.

A ještě něco: přesná světelná křivka TY UMa byla v loňském roce publikována v časopise MNRAS (317/1), seznam jejích fotoelektrických minim čítá přes 30 poloh. Byly odvozeny fotometrické parametry soustavy. Nepodceňujme proto ani studium literatury!

Marek Wolf

S připomínkami M. Wolfa se nedá než souhlasit. Studium literatury by mělo předcházet výběru hvězd do pozorovacího programu a sledování světelných změn objektu přímo při pozorování je nejrychlejší způsob jak zjistit, co se s objektem děje v době, kdy se na to dá ještě reagovat.

Bohužel k tomuto ideálnímu stavu má většina CCD observatoří (alespoň ty co znám u nás) daleko. Simultánnímu kreslení aktuální světelné křivky často brání technické podmínky (např. pomalý počítač s malým prostorem na harddisku) a přístup k literatuře je kapitolou sám pro sebe. Ke zmiňovanému článku v MNRAS se mohou dostat jen pracovníci Astronomického ústavu v Ondřejově a v Praze, protože se jedná o placenou službu. Články renomovaných časopisů se zdarma uvolňují až po několika letech. Takže běžný CCD pozorovatel může maximálně zjistit název článku a v lepším případě abstrakt.

Nicméně o TY UMa nedávno vyšel ještě jeden článek a to v IBVS 5169. To je naštěstí volně dostupné na internetu. Jen telegraficky... je tam psáno např.: podle staršího modelu se zdálo, že zákrytová soustava má neobvykle velký fill-out faktor (27,5 %). Kvadratické elementy svědčí o tom, že dochází k přenosu hmoty ze sekundární na primární složku. V soustavě by se také teoreticky mohlo nacházet třetí těleso; muselo by se ale jednat o neutronovou hvězdu. Ovšem při použití Wilsonovy metody na nová data (přes 650 měření v každém s filtrů UBV) se ukazuje, že žádné třetí těleso v soustavě není. Výsledkem nových měření také je, že TY UMa se skládá z hvězd G0 a G2V, jejichž poměr hmotností je 2,6. Fill-out faktor vyšel malý (9 %). Na závěr autoři upozorňují, že TY UMa je astrofyzikálně důležitý objekt.



Závěrem ještě toto. Ve svém článku jsem asi nezdůraznil, že mé měření TY UMa nebylo hlavním bodem pozorovací noci, ale spíš jen takový bonus navíc. V tu noc, kdy v první polovině navíc chodily nepříjemné mraky jsem do dlouhodobých světelných křivek měřil RU Per, ST Cas, AN Cep a T Per; dále vícebarevnou fotometrii symbiotických V335 Vul, V627 Cas a YY Her; absolutní kalibraci pole u EF Cnc, u které jsem zjistil, že není zákrytovou dvojhvězdou, ale hvězdou typu RR Lyra; NSV 2544, která se ukázala být zákrytovou dvojhvězdou a ještě V355 Aur z programu Prospektor. Práce bylo skutečně až nad hlavu. Když jsem zjistil, že mám chvíli volno než mi vyjdou nad obzor letní souhvězdí, podíval jsem se na on-line předpovědi minim, zjistil jsem, že žádná z hvězd programu právě M. Wolfa není pozorovatelná nebo nemá v následující 1,5 hodině minimum, tak jsem si vybral první klasickou zákrytovku, která byla dobře pozorovatelná. Byly dvě možnosti - dát si na 2 hodiny pauzu, jít si třeba uvařit čaj a nepozorovat nic nebo si vybrat cokoli co se mění a mít alespoň něco. Vybral jsem tu druhou (na hledání článků nebyl čas), no a nakonec je z toho článek do Persea. Za posledního tři čtvrtě roku jsem vůbec zjistil, že při CCD pozorování je náhoda významným faktorem. Škoda, že se s ním nedá dopředu počítat... natož ho předpovídat!

Petr Sobotka

Došlá pozorování

Luboš Brát, Miloslav Zejda

New Observations

MEDÚZA

Za období května a června 2001 dorazilo do databáze MEDÚZY celkem 5726 vizuálních odhadů a 1589 CCD měření od 42 vizuálních pozorovatelů, respektive od 3 CCD pozorovatelů. K 30. červnu 2001 obsahovala naše databáze 54147 vizuálních odhadů + 7612 CCD měření. Celkem 61759 pozorování. Z toho 682 vizuálních odhadů se netýká proměnných hvězd ale aktivních galaktických jader (AGN).

Nejaktivnější mezi vizuálními pozorovateli byl Luboš Brát se 1440 odhady. Nová pozorování rovněž posílal Pavol A. Dubovský, který se umístil na druhém místě. Třetí místo obsadil Martin Lehký, který nám poslal všechna svá pozorování nov, supernov a aktivních galaktických jader. Mnoho pozorovatelů se v žebříčku objevilo zásluhou Martina Lehkého, který nám poskytl svou databázi pozorování AGN's.

Z CCD pozorovatelů vede Petr Sobotka, který aktivně pozoruje na brněn-



ské hvězdárně. Druhý je Ladislav Šmelcer z Valašského Meziříčí a třetí je pan Arne Henden z U.S. Naval Observatory z Arizony. Poskytl nám svou přesnou CCD fotometrii AY Dra.

Nováčkem v žebříčku je Tomáš Kubec z Hradce Králové. Přítomnost pozorovatelů AGN v žebříčku je jednorázová záležitost a mezi nováčky pozorovacího programu je tedy nepočítáme.

Děkujeme všem aktivním pozorovatelům a rovněž Radku Dřevěnému, který přepsal data z papíru do elektronické formy.

Žebříček vizuálních pozorovatelů:

1	Luboš Brát (L)	Pec pod Sněžkou	1440
2	Pavol A. Dubovský (DPV)	Podbiel (SR)	1078
3	Martin Lehký (LEH)	Hradec Králové	1033
4	Jerzy Speil (SP)	Walbrzych (PL)	373
5	Peter Fidler (FI)	Lefantovice (SR)	360
6	Petr Sobotka (P)	Kolín	180
7	Ondřej Pejcha (OP)	Brno	160
8	Jan Skalický (JS)	Lanškroun	131
9	Marian Brhel (BR)	Svatobořice	105
10	Jan Zahajský (JZ)	Praha	102
11	Miroslav Blaho (MB)	Detva (SR)	91
12	Michal Haltuf (MH)	Kolín	84
13	Radek Dřevěný (RD)	Znojmo	67
14	Tomáš Kubec (KBC)	Hradec Králové	59
15	Josef Masničák (JM)	Olomouc	56
16	Mario Checcucci (CC)	Barberino val d'elsa (IT)	53
17	Josef Kujal (JJ)	Hradec Králové	52
18	Lucie Adamová (LA)	Drnovice	44
19	Jiří Krtička (JK)	Brno	34
19	Pavel Kubíček (KU)	Teplice	34
21	Petr Hejduk (HU)	Praha	27
22	Petra Fědorová (PF)	Brno	23
23	Martin Vilášek (VI)	Ostrava	19
24	Kamil Hornoch (KH)	Lelekovice	17
25	Petr Sretr (SRE)		13
25	Miroslav Spurný (SPU)	Karlovy Vary	13



27	Jiří Hude (JH)	Brno	11
28	Jan Veselý (VES)	Vsetín	10
29	Jan Kyselý (KYS)		8
29	Michal Kyncl (KYN)	Hradec Králové	8
29	Martina Junková (JUN)	Hradec Králové	8
29	Juraj Kubica (JU)	Bratislava (SR)	8
33	Miroslav Janata (JAN)		6
34	Jiří Dušek (DUS)	Brno	5
35	Denisa Dvořáková (DVO)		2
35	Luděk Dlabola (DLA)		2
35	Martin Nekola (NEK)		2
38	Martin Cholasta (CHO)	Hradec Králové	1
38	Pavel Marek (PM)	Hradec Králové	1
38	Martin Navrátil (NAV)	Hradec Králové	1
38	Dalibor Hanžl (HAN)	Brno	1

Žebříček CCD pozorovatelů:

1	Petr Sobotka (P)	Kolín	812
2	Ladislav Šmelcer (SM)	Valašské Meziříčí	771
3	Arne Henden (AAH)	Washington (USA)	6

Zákrytové dvojhvězdy

V následujícím přehledu jsou uvedena všechna pozorování doručená k publikaci na brněnskou hvězdárnu a předběžně zařazená k publikaci v období od 31. 7. 2001 do 15. 10. 2001.

Čechal J., os. číslo 915	PP Lac	25	8	2001	14427				
AR Dra	26	7	2001	14366	CE Leo	25	5	2001	14428
V 456 Cyg	26	7	2001	14367	CV Boo	25	5	2001	14429
Dvořáček J., os. číslo 1100	beta Per	sup	2000	14430					
AB And	14	8	2001	14389	V 500 Cyg	21	7	1998	14431
RT And	15	8	2001	14394	V 469 Cyg	5	8	1997	14432
Dvořáková E., os. číslo 1101	Hájek P., os. číslo 173								
RT And	15	8	2001	14382	OP Aql	24	5	2001	14318
AB And	14	8	2001	14388	V1075 Aql	24	5	2001	14319
Gožďál J., os. číslo 987	V 500 Cyg	23	5	2001	14320				
X Tri	20	9	2001	14426	TT Her	4	5	2001	14321



TX Her	4	5	2001	14322
V 445 Cyg	11	5	2001	14323
VV Cyg	24	5	2001	14324
V1168 Aql	25	5	2001	14325
V 981 Aql	25	5	2001	14326
RS Sct	15	7	2001	14327
KO Aql	15	7	2001	14328
DU Lyr	15	6	2001	14329
Hájek P., Koss K., os. číslo 3003				
V1047 Cyg	25	5	2001	14337
BN Peg	14	7	2001	14338
Hájek P., Motl D., os. číslo 3009				
V 360 Cas	13	10	2001	14437
AU Lac	13	10	2001	14438
V 344 Lac	13	10	2001	14439
PP Lac	13	10	2001	14440
Hejduk P., os. číslo 1087				
UZ Dra	20	5	2001	14369
Janasová E., os. číslo 1102				
RT And	15	8	2001	14398
Koss K., os. číslo 334				
V 454 Cyg	30	7	2001	14348
V1823 Cyg	30	7	2001	14349
V 484 Cyg	1	8	2001	14350
V 526 Cyg	1	8	2001	14351
V 706 Cyg	31	7	2001	14352
V 884 Cyg	5	8	2001	14353
V 970 Cyg	6	8	2001	14354
V 726 Cyg	5	8	2001	14355
QX Cyg	5	8	2001	14356
V 824 Cyg	5	8	2001	14357
GT Cyg	6	8	2001	14358
V 869 Cyg	5	8	2001	14359
V 693 Cyg	6	8	2001	14360
V 940 Cyg	7	8	2001	14361
V 488 Cyg	7	8	2001	14362

Koss K., Hájek P., os. číslo 3003				
V1823 Cyg	11	5	2001	14336
Koss, Kudrnáčová, os. číslo 3010				
V 865 Cyg	3	8	2001	14335
AG Lac	28	7	2001	14340
CG Lac	28	7	2001	14341
EL Lac	29	7	2001	14342
PP Lac	29	7	2001	14343
ZZ Lac	28	7	2001	14344
V 910 Cyg	3	8	2001	14345
V 947 Cyg	3	8	2001	14346
PV Cyg	3	8	2001	14347
Koss K., Motl D., os. číslo 3008				
V 502 Cyg	2	8	2001	14330
V 906 Cyg	1	8	2001	14331
V1416 Cyg	1	8	2001	14332
V1188 Cyg	1	8	2001	14333
V 902 Cyg	1	8	2001	14334
V1870 Cyg	27	7	2001	14339
Král L., os. číslo 953				
RZ Dra	12	8	2001	14377
AB And	14	8	2001	14385
RT And	15	8	2001	14391
U Peg	16	8	2001	14405
EG Cep	23	8	2001	14406
Kučáková H., os. číslo 1099				
AB And	14	8	2001	14384
U Peg	16	8	2001	14402
OO Aql	19	8	2001	14403
RT And	15	8	2001	14407
EG Cep	23	8	2001	14412
Kučerová R., os. číslo 1013				
RZ Dra	2	8	2001	14363
FZ Del	12	10	2001	14444
Luřcha P., os. číslo 425				
RS Sct	15	7	2001	14314



TT Her	15	7	2001	14315	RT And	15	8	2001	14435
Mokrý K., os. číslo 486					RZ Dra	12	8	2001	14436
RZ Dra	12	8	2001	14374	Sobotka P., os. číslo 671				
Motl D., os. číslo 1029					RZ Dra	12	8	2001	14378
BV Dra	28	7	2001	14316	AB And	14	8	2001	14386
CG Cyg	31	7	2001	14317	RT And	15	8	2001	14392
Novák L., os. číslo 1007					EG Cep	23	8	2001	14413
RZ Dra	12	8	2001	14373	V 523 Cas	8	8	2001	14423
OO Aql	19	8	2001	14401	RZ Dra	2	8	2001	14424
RT And	15	8	2001	14409	V 477 Lyr	12	6	2001	14425
EG Cep	23	8	2001	14410	Svatoň R., os. číslo 1104				
U Peg	16	8	2001	14414	RZ Dra	12	8	2001	14375
Novotná Pa., os. číslo 1073					AB And	14	8	2001	14381
Z Dra	12	10	2001	14446	OO Aql	19	8	2001	14404
Novotná Pe., os. číslo 1074					EG Cep	23	8	2001	14411
IO Cep	11	8	2001	14368	Šnircová I., os. číslo 1105				
V 456 Cyg	13	8	2001	14370	AB And	14	8	2001	14387
AU Dra	18	8	2001	14371	RT And	15	8	2001	14393
TZ Dra	18	8	2001	14372	EG Cep	23	8	2001	14408
FZ Del	12	10	2001	14443	Zahajský J., os. číslo 883				
Z Dra	12	10	2001	14445	V1168 Aql	17	8	2001	14415
Pišala J., os. číslo 1103					WY Cep	14	8	2001	14416
RZ Dra	12	8	2001	14380	WZ And	16	8	2001	14417
RT And	15	8	2001	14390	RV Psc	15	8	2001	14418
U Peg	16	8	2001	14397	DK Per	14	8	2001	14419
Procházková B., os. číslo 1075					GP Vul	14	8	2001	14420
AR Dra	27	7	2001	14364	DK Cep	15	8	2001	14421
V 566 Oph	27	7	2001	14365	VX Lac	15	8	2001	14422
Z Dra	12	10	2001	14441	Zajíc T., os. číslo 1107				
FZ Del	12	10	2001	14442	RT And	15	8	2001	14396
Schunová E., os. číslo 1108					UX Her	19	8	2001	14400
RT And	15	8	2001	14399	Zárubová M., os. číslo 1106				
Skalický J., os. číslo 1091					RZ Dra	12	8	2001	14379
RZ Dra	12	8	2001	14376	AB And	14	8	2001	14383
RZ Cas	30	8	2001	14433	RT And	15	8	2001	14395
RZ Dra	30	8	2001	14434					

sestavil M. Zejda



Dalekohled Vixen k zapůjčení

Zájemci o zapůjčení tohoto dalekohledu se mohou přihlásit do 15. prosince 2001 na adrese:

*RNDr. Miloslav Zejda, Hvězdárna a planetárium M. Koperníka,
Kraví hora 2, 616 00 Brno*

Nebo e-mailem: zejda@hvezdarna.cz

Pro informaci čtenářů a případných zájemců uvádíme parametry přístroje a zápujční podmínky:

Průměr čočkového objektivu je 80 mm, ohnisková vzdálenost 910 mm. Příslušenství tvoří okuláry 20 mm, 15 mm a 7,5 mm, zenitový hranol, hledáček, návod k obsluze a příručka pro pozorovatele (v němčině), Tirionův hvězdný atlas a několik dalších drobností. Dalekohled je snadno přenosný, se stativem (vysokou trojnožkou) a montáží váží něco přes 10 Kg. Transportní bedna, v níž je přístroj uložen, má rozměry 142/53/42 cm a k jejímu transportu jsou nutné dvě osoby.

Uživatel musí být starší 18 let, aby s ním o zapůjčení dalekohledu mohla být sepsána smlouva, a musí být členem ČAS. Za každý rok zapůjčení uhradí uživatel Kč 500.- do fondu modernizace a obnovy přístroje. Na vlastní náklady zajistí dopravu na místo, kde jej bude používat a při vrácení přepravu zpět do Brna. Uživatel sjedná pojištění dalekohledu, pojistné hradí sekce. V případě poškození nebo ztráty uhradí uživatel vzniklou škodu. Při výběru mezi více kandidáty budou zvýhodněni pozorovatelé proměnných hvězd, zástupci astronomických kroužků a členové sekce B.R.N.O., nic z toho však není podmínkou. Po několika měsících bude nutno splnit čestnou povinnost a podat zprávu nebo napsat pro věstník Perseus článek o tom, jak je dalekohled využit. Článek by měl být doplněn průkazným výsledkem - křivkou proměnné hvězdy, kresbou planety, tabulkou pozorovaných zákrytů...

Literatura/References:

- Brát, L., 1997: Rok užívání dalekohledu Vixen GP 80M. *Perseus* 7, č. 3, str. 6-7
Šilhán, J., 1998: Zapůjčení dalekohledu Vixen. *Perseus* 8, č. 4, str. 32-33
Šilhán, J., 1999: Další možnost zapůjčení dalekohledu Vixen. *Perseus* 9, č. 2, str. 34

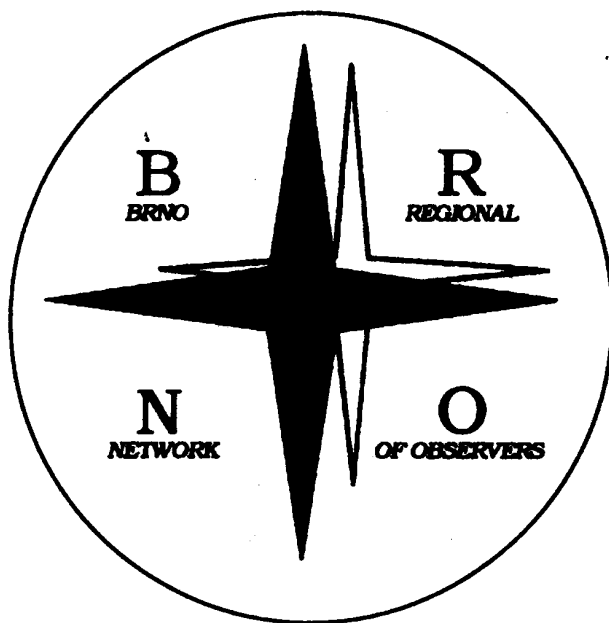
Založen účet sekce

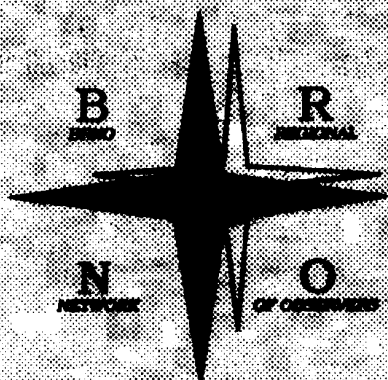
Upozorňujeme všechny členy sekce B.R.N.O. a její příznivce, že veškeré platby členských příspěvků je možné provádět bezhotovostně na účet číslo:

173 157 604/0300

Jako variabilní symbol je nutné použít rodné číslo (alespoň jeho první část) plátce, aby se platba dala identifikovat. Skladbu částky pak prosím zašlete emailem na adresu:

safarovabrno@email.cz





<http://var.astro.cz/brno/>



<http://var.astro.cz/meduza>

PERSEUS, věstník pro pozorovatele proměnných hvězd. Ročník 17.

Vydává B.R.N.O. - sekce pozorovatelů proměnných hvězd České astronomické společnosti a Hvězdárna a planetárium Město Koperník v Brně.

Adresa redakce: Redakce Perseus, Hvězdárna a planetárium Město Koperník, Kraví hora 2, 616 00 Brno. Tel. a fax: 0544 32 12 87, e-mail: sobotka@seznet.cz

Šéfredaktor: Bc. Petr Sobotka

Redakční rada: Bc. Luboš Brůt, RNDr. Petr Hájek, Ing. Jan Šafář, RNDr. Miroslav Zejda

Recenzent: RNDr. Vojtěch Šimon, Ph.D.

Číslo 4/2001 dáno do tisku 21. 10. 2001, náklad 230 kusů.

Sazba: Ing. Jan Šafář, tisk: MKS Vyškov