

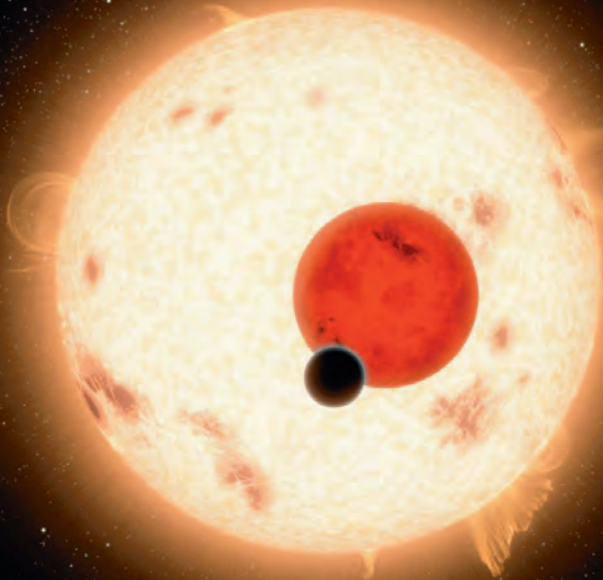
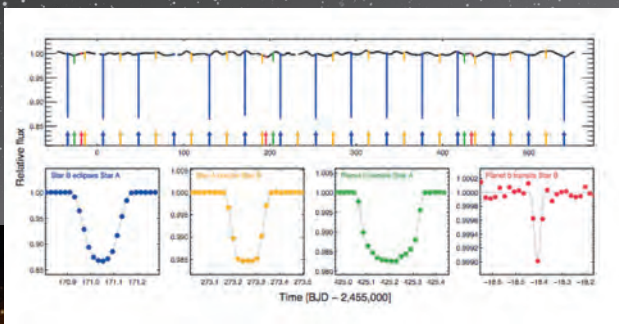
PERSEUS



Věstník Sekce proměnných hvězd a exoplanet ČAS

Ročník 21

3/2011



Vážení čtenáři,

v novém čísle Vám na úvod přinášíme dva články, které vznikly na základě cest do zahraničí a setkání se zajímavými lidmi z oblasti astronomie. Mirida T UMi, kterou pozoruji několik let, přináší samá překvapení. Právě tomuto tématu se věnuje další článek. Co se odehrávalo na letošním praktiku popisuje Luboš Brát a jedním z dozvuků je i článek Míli Moudré o využívání sekčního dalekohledu. Letos vzplanuvší supernova v galaxii M 101 byla jednou z nejjasnějších z posledního období. Co jsme se o ní dozvěděli, to nám napsal Ondřej Pejcha. Protože se blíží desáté výročí vzplanutí prapodivné hvězdy V838 Mon, budeme občas sledovat nové publikace a zda už víme, co se tenkrát stalo.

S přáním neinverzního počasí v Čechách

Ladislav Šmelcer

PERSEUS

Časopis pro pozorovatele proměnných hvězd

**Vydává Sekce proměnných hvězd a exoplanet
České astronomické společnosti**

Na titulní straně:

Světelná křivka soustavy Kepler-16 (AB)b. Jde o první systém, kde kolem dvojhvězdy s periodou oběhu 41 dní obíhá exoplaneta s periodou 228 dní.

Obrázky jsou převzaty ze stránek http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/news/kepler-16b.html

obsah

Přijdou proměnné hvězdy o svá jména? aneb budoucnost GCVS.....	4
<i>Luboš Brát</i>	
Litva.....	7
<i>Marek Skarka</i>	
Vývoj Myrid se změnou pulsační doby	11
<i>S. Uttenthaler a kol., překlad Ladislav Šmelzer</i>	
Ohlédnutí za 51. praktikem pro pozorovatele.....	19
<i>Luboš Brát</i>	
Jak si vede sekční set - pozorování a výsledky.....	25
<i>Míla Moudrá</i>	
Světelná křivka supernovy typu Ia 2011fe v galaxii M101.....	29
<i>Ondřej Pejcha</i>	
Molekulární oblak a světelné echo u V838 Mon.....	32
<i>T. Kaminski a kol., překlad Ladislav Šmelzer</i>	

Přijdou proměnné hvězdy o svá jména? aneb budoucnost GCVS

Luboš Brát

V červenci 2011 jsem měl tu čest reprezentovat Českou astronomickou společnost na výročním zasedání JENAM – Join European and National Meeting. Konference se konala v Ruském Petrohradě a to 4. až 8. 7. 2011. Byl jsem tam pozván Nikolajem N. Samusem, hlavním editorem GCVS (General Catalogue of Variable Stars), abych přednesl příspěvek ve Special session 9 – Amateur and Professional Astronomers in Europe. Svůj příspěvek jsem věnoval exoplanetám: Exoplanet Transits, Target for both Amateur and Professional Astronomers. Představil jsem tam tranzitující exoplanety a jejich pozorování jako samostatný, perspektivní a nový obor, který se může postavit hrdě po bok pozorování proměnných hvězd, meteorů, Slunce apod. Ale tento článek bych rád věnoval mému rozhovoru s mým hostitelem, hlavním editorem GCVS.

Nikolaj N. Samus vede již dlouhá desetiletí na Sternberském astronomickém institutu v Moskvě skupinu proměnných hvězd a mimo jiné vede i tým pro GCVS. Všeobecný katalog proměnných hvězd je jediným oficiálním zdrojem, který přiděluje objeveným proměnným hvězdám jejich klasické, Argenlanderovo označení (např. R Aql, BF Dra, V1906 Cyg). Své definitivní označení dostane proměnná hvězda po publikaci objevu v nějakém odborném žurnálu. Nejčastěji IBVS, Premeneye Zvezdy – Variable Stars či OEJV. Editoři GCVS tyto žurnály sledují a objevy z vydaných prací pojmenovávají a zařazují do katalogu GCVS.

Až posud by se mohlo zdát, že tento systém funguje dobře. V posledních letech se ale katalog GCVS dostává do krize. Příčinou je exponenciální nárůst počtu nových proměnných hvězd. Není ani tak problém v počtu hvězd, který objevují pozorovatelé pomocí CCD. Hlavní problém je ve fotometrických přehlídkách oblohy. Tyto přehlídky, jako je NSVS, ASAS, TASS, SuperWASP a další objevují ohromné množství nových proměnných hvězd. A to nemluvíme vůbec o družici Kepler, která jen ve svém zorném poli objevila desetitisíce proměnných hvězd. Dá se říci, že snad všechny hvězdy jsou proměnné, záleží jen na přesnosti měření. Při přesnosti, jaké dosahuje Kepler (desetitisícin magnitudy) je opravdu rarita najít hvězdu, která by se neměnila. A pokud se nemění samotná hvězda, pak kolem ní krouží planety, které střídají fáze (obdobně jako Venuše), což způsobuje změny jasnosti objektu na obloze. Nikdo nikdy nestanovil například limit v amplitudě, nad který se jedná o proměnnou hvězdu. A i kdybychom nějaký stanovili, tak v jakém filtru by byl? V různých filtrech či různých konfiguracích přístroje může být amplituda různá. Zkatalogizovat ručně každoročně tisíce nových proměnných hvězd je mimo lidské možnosti, byť v týmu pracovníků.

A i kdyby se podařilo systém zautomatizovat, aby nebylo třeba lidského zásahu, pak stejně pozbudou názvy hvězd smysl. Název V 5984621 Cyg totiž není zapamatovatelný.



Obrázek 1: Společné foto z konference JENAM. Zleva Anton Paschke, Nikolaj N. Samus a Luboš Brát /

Figure 1: A photo from JENAM. From left Anton Paschke, Nikolaj N. Samus, Lubos Brat

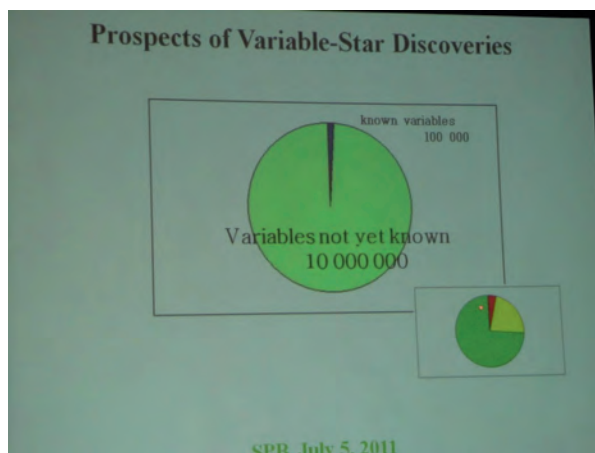
To již může zůstat označní např. VSX J145524.0+041443. Či nějaké USNO označení. Jména proměnných hvězd mají smysl tehdy, když nám jejich používání usnadní komunikaci a identifikaci objektu. Při přednášce na toto téma ukázal dr. Samus slide na obrázku 2. Je z něj vidět, že v naší Galaxii by mohlo být až 10 milionů proměnných hvězd. Úzký výsek nahoře označuje 100 tisíc proměnných hvězd, které dosud známe.

Vydávání GCVS jako takového pravděpodobně v brzké budoucnosti skončí. Dr. Samus vyjádřil svou velkou frustraci nad tímto stavem věcí. Podle svých slov právě zjišťuje, že to co celý život dělal postrádá smysl... Dle mého názoru tomu tak rozhodně není. Katalogizace proměnných hvězd nám v posledních sto letech umožnila lépe pochopit rozdíly mezi jednotlivými typy proměnnosti a výrazným způsobem zpřehlednila publikace a komunikaci o jednotlivých objektech napříč celou astronomickou komunitou. Je velká škoda, že o tento přehledný a jednotný systém s informacemi o známých proměnných hvězdách v budoucnu přijdeme. V souvislosti s tím nabývají dále na důležitosti různé dílčí katalogy proměnných hvězd. Ať už dle typů či dle lokalizace objevu (např. CzeV katalog). Nikolaj Samus doporučil pro ty týmy astronomů, kteří se zabýva-

ji katalogizací vybraných objektů, aby v tom intenzivně pokračovali nadále, neboť tyto dílčí katalogy zůstanou nadále jediné škatulky, které pomohou udržet v systému pořádek.

Otázka, jestli ještě pro nové proměnné hvězdy bude nějaké definitivní označení je již zodpovězena. Pravděpodobně nikoliv. Samus doporučuje udělat souhrnný katalog všech hvězd a k němu přidat informaci o proměnnosti (podobně, jako to je nyní v databázi Simbad).

V rozhovoru se dr. Samusem jsem navrhnul, aby se nadále nekatalogizovali individuální proměnné hvězdy, ale typy proměnnosti. Aby v celém tom zmatku, co vznikne po GCVS, zůstala alespoň jednoznačná informace o proměnnosti. S novými objevy se totiž objevují nové a nové typy proměnných hvězd...



Obrázek 2: Snímek slidu z přednášky N. N. Samuse „New discoveries of variable stars and implications for variability-type statistics“. Předpokládaný počet proměnných hvězd v Galaxii a počet již objevených.

Figure 2 A slide from talk of N. N. Samus „New discoveries of variable stars and implications for variability-type statistics“. Supposed number of variable star in our Galaxy and a number of known yet.

Litva

Marek Skarka

Abstrakt:

V červenci jsem strávil velmi povedených čtrnáct dní na letní škole NEON v Litvě. Na následujících řádcích se dozvíte více.

Abstract:

I spent very nice fourteen days attending NEON summer school in Lithuania. You will know more about it after reading next lines.

Letošní léto pro mě bylo ve znamení dlouhých zahraničních cest, nových zkušeností a také krásných zážitků. Jako doktorand na Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky Masarykovy univerzity v Brně jsem dostal možnost vycestovat do tří naprosto odlišných. Rád bych se touto cestou s vámi podělil o některé své postřehy.

Vše začalo 14. července v brzkých ranních hodinách cestou z Brna na vídeňské letiště. Jelikož se jednalo o mou první samostatnou cestu a teprve mou druhou cestu letadlem, byl jsem mírně řečeno nervózní. Odbavení proběhlo v pořádku, ovšem těsně před odletem všechny pasažéry nechali vystoupit z letištního autobusu a bylo nám oznámeno, že let Vídeň-Vilnius byl zrušen. Moje první cesta totiž vedla do Litvy na observatoř v Moletai (<http://mao.itpa.lt/>) vzdálenou přibližně 70 kilometrů severně od hlavního města Litvy, Vilniusu. Tam se konala čtrnáctidenní letní pozorovací škola pod záštitou The Optical Infrared Co-ordination Network for astronomy (<http://mao.tfai.vu.lt/neon2011>) určená pro studenty a čerstvé absolventy doktorského



Ethno – Etnokosmologické muzeum (Zdroj: <http://www.cosmos.lt>)



Moletai – Pohled na
areál observatoře
v Moletai

(Foto: Mindaugas
Macijauskas)

studia. Nakonec vše proběhlo relativně v pořádku a na observatoř jsem dorazil náhradní trasou vedoucí přes Varšavu a Rigu, ovšem s třináctihodinovým zpožděním. Aby toho nebylo málo, po cestě se mi někde zatoulal batoh, který přišel až po třech dnech. Takže moje první samostatná cesta letadlem by se dala bez nadsázky nazvat opravdovým křtem ohněm.

Areál observatoře se nachází v oblasti přírodního parku Labanoras (<http://www.labanoroparkas.lt/>) s velkým množstvím jezer ledovcového původu a nádhernou okolní přírodou. Proto se jedná o Litevci velmi vyhledávanou oblast pro rekreaci. Po okolí observatoře jsou tak roztroušeny malé chatky a také dětské tábory. Samotná observatoř se skládá z hlavní budovy a třech pozorovatelů s různými přístroji. Kromě 51cm Maksutovovy komory se zorným polem 1° je zde k dispozici 63cm teleskop a dále největší dalekohled v severských zemích, 1,65m dalekohled typu cassegrain. Pracovníci Ústavu teoretické fyziky a astronomie univerzity ve Viliusu (<http://www.tfai.vu.lt/>), pod kterou observatoř spadá, se z větší části zaměřují na fotometrická pozorování stelárních objektů, ale také k objevování malých těles Sluneční soustavy, jako jsou komety či planety.

Po prvním dni, kdy proběhly obecné přednášky o dalekohledech, fotometrii a spektroskopii a také prohlídka observatoře a jednotlivých přístrojů, jsme byli na základě svých pozorovacích zkušeností rozděleni do pěti skupin po čtyřech členech tak, abychom se v daném projektu naučili něco nového. Tak například já, jelikož jsem měl zkušenosti pouze s fotometrií, jsem byl společně s jednou Italkou, Španělem a Litevcem přiřazen do skupiny s názvem White dwarf – red dwarf binaries, který byl založen pou-

NOT – Nordic
optical telescope
nad mořem
mraků

(Foto: Thomas
Amby Ottosen)



ze na spektroskopii, konkrétně na měření radiálních rychlostí. Naším úkolem bylo ze zadaného vzorku potenciálních kandidátů na tyto objekty vybrat čtyři cíle a na základě jejich pozorování potvrdit nebo vyvrátit jejich příslušnost k danému typu dvojhvězd. Dvojhvězdy ve složení červený-bílý trpaslík jsou objekty v pokročilém stadiu vývoje, které prošly obdobím tzv. společné obálky (common envelope phase). Více o těchto objektech se můžete dozvědět např. v článku E. J. M. van den Besselaar et al., 2007, A&A 466, 1031–1041 a jiných.

Pro spektroskopická pozorování byl použit dálkově řízený dalekohled NOT na Kanárských ostrovech (<http://www.not.iac.es/>), jehož zástupce ředitele byl shodou okolností vedoucí naší skupiny Thomas Augusteijn. Tento muž působil naprosto nezničitelným dojmem, protože každou noc pozoroval s tímto dalekohledem s jinou skupinou, pak měl pár hodin na spánek a přes den se už zase věnoval nám. Po pozorování nutně následovalo zasvěcení do redukce a zpracování dat v programu MIDAS. Nikdo ze skupiny s tímto softwarem dříve nepracoval, takže to dalo opravdu hodně práce naučit se jej používat a získat s jeho pomocí nějaké smysluplné výsledky. Navíc kromě Javiera se ani se samotným zpracováním spekter nikdo z nás nesetkal, o to tedy byla práce s MIDASem složitější. Takovým neoficiálním 'pokřikem' naší skupiny se tak stala upravená věta ze seriálu Pinky and the Brain: Gee, tutor, what are we going to do tonight? The same thing we are doing every night - try to fit the lines in MIDAS.

Už po několika prvních dnech bylo jasné, že z původního harmonogramu, který v sobě samozřejmě zahrnoval i čas na odpočinek a osobní volno, moc nezbude. Jak se totiž ukázalo, práce na projektech byla velmi časově náročná. Ale i přesto jsme si něja-

ký ten čas na koupání našli a jeden celý den byl vyhrazen na výlet do Kaunasu, města s nádherným historickým centrem a několikakilometrovou pěší zónou.

Také jsme navštívili přílehlé moderní etnokosmologické muzeum (<http://www.cosmos.lt/naujienos/>) mapující vývoj názorů člověka na svět a vesmír, které se nachází téměř v areálu observatoře. Velkým překvapením pro mě bylo, že v tomto muzeu mají dle mého názoru naprosto nevyužitý 80cm dalekohled určený pro veřejnost, která čítá jednu skupinu po maximálně osmnáct lidech denně. Po zbytek noci se dalekohled nepoužívá! Navíc jako doplňkový přístroj mají ještě v menší kopuli další 40cm teleskop také určen pro veřejnost. Co bychom za takový osmdesáticentimetrový přístroj v Brně dali...

Ale zpět k letní škole. Vyvrcholením celé akce byla půlhodinová prezentace výsledků jednotlivých skupin. Nám se podařilo u jednoho objektu dvojhvězdnou podstatu jednoznačně potvrdit, jeden objekt byl prohlášen za osamocené červeného trpaslíka a u dvou pozorovaných objektů jsme nebyli na základě našich pozorování schopni rozhodnout o jejich původu. To, jak náročných těchto čtrnáct dní bylo, dokresluje skutečnost, že jedna skupina noc před finálním dnem nešla spát vůbec, protože nestíhali se zpracováním dat a přípravou prezentace.

Pro mě tento krátký studijní pobyt znamenal hlavně nabytí nových zkušeností a rozšíření obzorů a dovedností na poli astronomie. Také jsem poznal několik skvělých lidí, se kterými se doufám ještě někdy potkám. Pokud se chystáte do této nepříliš vzdálené severské země zavítat, nezbyvá mi než oblast přírodní rezervace Labadonas a také návštěvu observatoře a místního muzea vřele doporučit.

Vývoj mirid se změnou pulsační periody

S. Uttenthaler, K. V. Stiphout, K. Voet

Astronomy & Astrophysics, Volume 531, id.A88 - 07/2011

Překlad: Ladislav Šmelcer

Abstrakt:

Miridy jsou dlouhoperiodické proměnné hvězdy, které se ve svém vývoji nachází na asymptotické větvi obrů (AGB). Asi u jednoho procenta známých mirid je pozorována změna period. Jedním z vysvětlení je, že tyto změny jsou následkem nedávného tepelného pulsu v těchto hvězdách.

Cílem práce je objasnit vývojovou fázi, zda se tyto hvězdy nachází v období termálního pulsu TP-AGB.

Zdrojem informací, v jaké fázi vývoje se miridy nachází, je přítomnost radioaktivního technecia. Podařilo se získat spektra s vysokým rozlišením u mirid, kde je pozorována změna periody. V těchto spektrech byla hledána přítomnost tohoto indikátoru tepelného pulsu a procesu bagrování. Spektra byla také použita na určení zastoupení lithia (Li). Na základě současných hodnot period a svítivosti byly u těchto mirid určeny jejich vývojová stadia.

Výsledky: Ze vzorku dvanácti hvězd pozorovaných v tomto programu bylo u pěti z nich nalezeny ve spektru absorpčních čar technecia. Byly objeveny u uhlíkové hvězdy BH Cru, jejíž perioda v minulých dekádách rostla a v současnosti se tento růst zastavil. Je uvedena informace o možném spuštění pulsačního módu u T UMi z miridy na polopřavidelnou proměnnou hvězdu za poslední dva roky. Na druhé straně R Nor je pravděpodobně velmi hmotná AGB hvězda, což by mohlo odpovídat typu meandering miridy. RU Vul má malý obsah těžkých prvků s vlastnostmi velmi podobnými krátkoperiodickým miridám.

Závěr: Nebyla zjištěna jasná souvislost mezi změnami periody a přítomností Tc. BH Cru a R Hya jsou hvězdy, u kterých nedávno nejpravděpodobněji proběhl tepelný puls, ačkoliv jejich rychlosti změn periody jsou velmi rozdílné.

Abstract:

Miras are long-period variables thought to be in the asymptotic giant branch (AGB) phase of evolution. In about one percent of known Miras, the pulsation period is changing. It has been speculated that this changing period is the consequence of a recent thermal pulse in these stars.

Úvod:

Miridy jsou hvězdy typu červených obrů s dlouhými periodami změn jasnosti s amplitudou větší než 2,5 magnitudy. Periody jsou u těchto hvězd většinou stálé (v rozmezí desetiletí a staletí), ale najdou se i výjimky. Zijlstra a Bedding (2002) definovali tři skupiny změn period u mirid:

Souvislá změna:

Soustavné zmenšování či prodlužování doby změn jasnosti v intervalu delším než jedno století bez možnosti určení základní epochy. Změna period je ve všech případech velká, více jak o 15% za 100 let. Je označována zkratkou CCh.

Náhlé změny:

Po dlouhé fázi neměnnosti dochází k náhlé změně, tedy ke snížení nebo prodloužení periody velkou rychlostí. Celková změna periody je podobná jako u CCh, ale je desetkrát rychlejší, tedy během desetiletí (označení jako Sch)

Fluktuující změny:

Značný počet mirid s dlouhými periodami vykazuje proměnnost těchto změn. Periody se mění v rozmezí 10% po několik desetiletí, posléze se vrací k původním hodnotám. Rychlost změn je srovnatelná s CCh miridami, ale celková změna je menší než u předchozích dvou skupin. Periody u těchto mirid je větší než 400 dní (označení jako MCh).

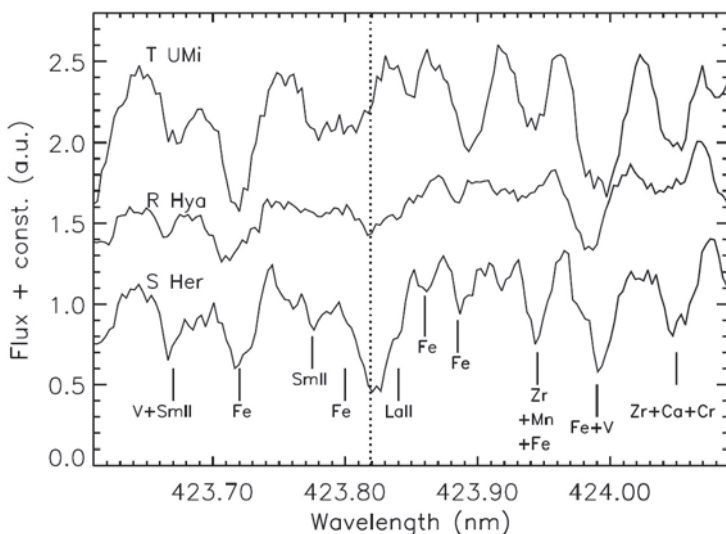
Templeton (2005) studoval vývoj period u 547 mirid, kde našel 57 případů se změnou periody na úrovni 2σ a 8 případů s se změnami na úrovni 6σ . Jejich katalog slouží jako referenční pro pozorování vývoje mirid v okolí Slunce.

Z hlediska hvězdného vývoje jsou miridy hvězdy nacházející se na asymptotické větvi obrů (AGB), jejichž hlavním zdrojem energie během této fáze je fúze vodíku v obálce, která je kvaziperiodicky přerušována vzplanutím heliové obálky (Schwarzschild a Harm 1965). Toto vzplanutí se nazývá také jako tepelný puls (TPs), z tohoto důvodu se tato fáze označuje jako TP-AGB. Tepelný puls má dopad na celou strukturu hvězdy – svítivost, teplotu, poloměr a pulsační periodu vnější obálky. Podle předpovědi se tyto dramatické změny odehrávají během jednoho století. Pro hvězdy s hmotností $2M_{\odot}$ TP (kdy vzniká konvekční zóna mezi obálkami) trvá 300 – 400 let. O několik set let později po TP se projeví změny v zastoupení prvků ve vrchních vrstvách. Tento proces bývá nazýván jako období třetího bagrování (3DUP). Tento proces nastává v době, kdy konvekční obálka zasahuje do hlubších vrstev, kde probíhaly další nukleární procesy (Busso 1999). Počátek 3DUP se podle předpovědi shoduje s dočasným maximem svítivosti. Když konvekční vrstva dosáhne vrstvy se zpracovaným materiálem, ten by se měl dostat rychle až do vrchních pozorovatelných vrstev, jelikož konvekční obálka funguje jen několik let.

První návrh, že pozorovaná změna periody u mirid může mít souvislost s nedávným TP, přichází v práci Wooda (1975). Wood a Zarro (1981) vytvořili vývojové modely TP-AGB a pokusili odvodit hranice hmotnosti jádra a svítivosti tří mirid (R Hya, R Aql a W Dra), u kterých se pozorují dlouhodobé změny periody.

Existují však také alternativní vysvětlení změn period, které nepotřebuje TP. Yaari a Tuchman (1996) a Lebzelter a Wood (2005) zjistili mechanismus zpětné vazby mezi pulsací a entropií struktury hvězdy, které mohou vést k přepínání módů. Na druhou stranu Zijlstra a kol. (2004) navrhuje chaotickou zpětnou vazbu mezi opacitou molekul, amplitudou pulsací a periodou, což vede k nestabilitám. Tento proces by měl být výrazný u hvězd s poměrem C/O kolem jedné (tedy u hvězd spektrálních tříd SC a CS), kdy malé změny teploty v atmosféře mohou způsobit velké změny v zastoupení molekul, tedy opacity. Toto alternativní vysvětlení by mohlo být použitelné pro změny ve skupině hvězd MCH, jejichž změny jsou mnohem kratší, než jak vysvětluje teorie TP.

Tc je produktem procesu pomalého zachytávání neutronů (s-proces), který se odehrává v hlubokých vrstvách AGB hvězd. Tyto produkty s-procesu se postupně promíchávají s povrchovými vrstvami během 3DUP. Nejstabilnějším izotopem Tc vzniklým s-procesem je ^{99}Tc s poločasem rozpadu 210 000 let, což je krátké období ve srovnání



Obrázek 1

Spektra tří hvězd v okolí čáry Tc 423,819 nm – T UMi, R Hya a S Her. Poloha čáry Tc je označena čárkovanou čarou.

Figure 1

Spectra of three sample stars around the Tc line at 423.819 nm. From top to bottom: T UMi, R Hya, and S Her. The spectra of T UMi and R Hya have been shifted upwards by 1.2 and 0.6 to make the plot clearer. The wavelength of the Tc line is marked with a dotted vertical line.

s vývojem hvězd před AGB fází. Pokud pozorujeme technecium na povrchu hvězdy, je to důkaz pokračujícího s-procesu a 3DUP v této hvězdě a tedy probíhající fáze TP-AGB. Navíc procesem 3DUP se dostává do vrchních vrstev uhlík, produkt procesu hoření helia, které mohou změnit hvězdu z kyslíkové typu M na bohaté uhlíkové hvězdy (typ C).

Předchozí průzkum Tc červených obřích hvězd (např. Little a kol. 1987) byl prováděn jenom u málo mirid se změnou periody a přítomnost Tc byla v některých případech nejistá. Přítomnost Tc měla podporovat hypotézu nedávného TP, což má být příčina pozorovaných změn. Je také potřeba upozornit, že neprokázání Tc nevylučuje probíhající TP v dané hvězdě.

K analýze bylo vybráno několik objektů, u kterých probíhají změny period a byla pro ně pořízena spektra s vysokým rozlišením. Z těchto dat je možné určit podle zastoupení Tc vývoj ve fázi TP-AGB. Hlavním cílem je také zjistit souvislost mezi detekcí Tc a změnami period. Ze spekter je také možné změřit množství lithia v atmosférách těchto hvězd.

Současné hodnoty period

Kromě historických světelných křivek byla analyzována data z poslední dekády (31.3.2001 – 31.10. 2010) z databáze vizuálních pozorování AAVSO. Výsledky jsou uvedeny ve sloupci 11 tabulky 1. Fourierovou analýzou byly určeny i chyby periody s hodnotou menší než 1 den. Pouze v případě RU Vul je analýza nejasná, jeden výraznější vrchol vychází na hodnotu periody 108,8 dne.

Z nových dat je možné udělat následující závěry.

U miridy BH Cru, která patří do skupiny Sch, se změny periody zastavily, nebo dokonce se začíná prodlužovat. O této změně se zmiňují již v práci Templeton a kol. (2005). U RU Vul pokračovalo zkracování periody (taktéž Templeton 2008), pulsace jsou však nyní velmi slabé a téměř nezjistitelné vizuálním pozorováním. Největšími změnami prošla hvězda T UMi. V daném časovém intervalu byla dominantní perioda 229 dní a byla dlouhodobě stabilní. V posledním období zřejmě došlo k přechodu na jiný pulsační mód či se dokonce změnila na polopravidelnou od května 2008, kde dominantní perioda činí 113,6 dne. V případě poměru period kolem 2 je možné očekávat přechod ze základního módu (miridy) na pulsace v prvním módu (jako SRV – viz Wood a kol. 1991). Ve stejném období se amplituda změn jasnosti snížila na 1,5 mag. Podle klasické definice, když amplituda je menší než 2,5 mag, není možné kvalifikovat T UMi jako miridu, ale jako polopravidelnou hvězdu.

Mezi CCh miridy patří například R Hya, u které se perioda snižuje, zatímco u W Dra perioda narůstá a u R Aql v posledním desetiletí perioda je stejná. To je poněkud v rozporu s vývojem svítivosti pro tyto hvězdy předpokládané podle práce Wood a Zarro

(1981), kdy se očekávalo zastavení růstu periody u W Dra a zkracování u R Aql. U mirid R Nor a W Hya, které jsou řazeny do skupiny MCh, se pozorují nejvýraznější změny. V minulých letech docházelo ke zkracování periody, zatímco v poslední době k jejich rychlému prodlužování.

Diskuse

V následujících odstavcích jsou probírány jednotlivé zajímavé případy.

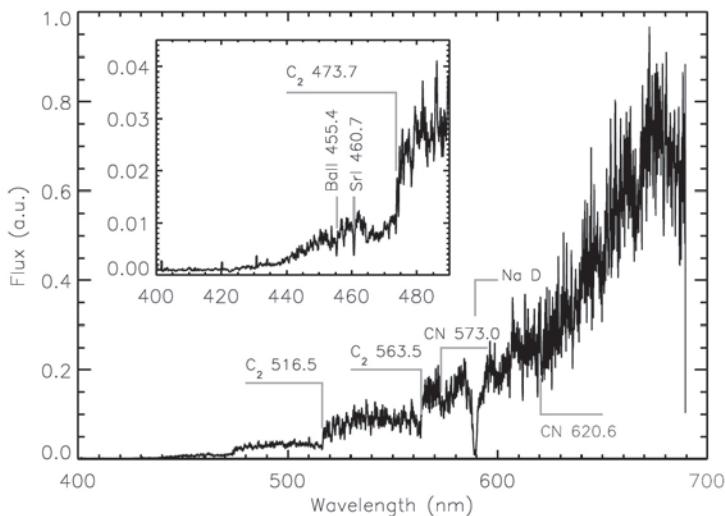
U BH Cru bylo zjištěno ve spektru technecium jako jasný důkaz probíhajícího TP-AGB. Zvýšení intenzity s-procesu byl již oznámen v práci Abia a Wallersteina v roce 1998. Periode pulsací BH Cru se prodlužovaly od roku 1970, posledních 15 let se perioda nemění, nebo se dokonce mírně zkracuje. Byly podány důkazy, že se jedná o uhlíkovou hvězdu. Dříve byl uváděn spektrální typ SC (tj. poměr C/O roven skoro jedné, Catchpole a Feast 1971, Keenan a Boeshaar 1980), ale sp. typ se změnil na CS v době prodlužování pulsací (Lloyd, Evans 1985). Zijlstra a kol. (2004) interpretují tuto změnu jako důsledek snížení povrchové efektivní teploty o 200 K, než jako změnu v poměru C/O (důsledek procesu třetího bagrování uhlíku do vyšších vrstev). Titíž autoři získali spektra s nižším rozlišením BH Cru v rozsahu 600-700 nm a zjistili, že molekulární pásy C₂ nejsou příliš patrné. Dále však uvedli, že Loidl a kol. (2001) našli tyto pásy v oblasti kolem 700 nm. V této práci byla srovnávána spektra BH Cru ze spektrografu Hermes se známou uhlíkovou hvězdou. Bylo zjištěno, že RS Cyg, uhlíková hvězda spektrální třídy C8,2 mají téměř identické spektrum. Změřený poměr C/O u uhlíkatých hvězd je podstatně větší než 1 (viz. Lambert a kol. 1986, Lederer a kol. 2009). Autoři této práce se více přiklání k možnosti změny spektrálního typu způsobené procesem 3DUP, než poklesem teploty. Pro získání větší jistoty tvrzení změny spektrálního typu je potřeba zlepšit model atmosféry a spekter obřích mirid s poměrem C/O kolem jedné. Je zajímavé si povšimnout, že nárůst poměru O/C nad hodnotu 1 při stálé svítivosti přirozeně vede k růstu pulsačních period jako důsledek v chemickém složení a opacitě. Tento model lineárních pulsací je také navržen v práci Lebzelter a Wood (2007), kde se bere do úvahy efekt poměru C/O na opacitu a strukturu pulsování atmosféry AGB hvězd. Je docela možné, že pozorovaná změna periody BH Cru může být způsobena zvýšením obsahu uhlíku třetím bagrováním a tedy změnou opacity, než samotným TP.

U proměnné hvězdy RU Vul již delší dobu není pozorována pravidelná pulsace, zároveň v jejím spektru není zjištěno Tc ani Li. Hvězda se také vyznačuje velmi nízkou metalicitou ($M/H = -1,5$). To také souhlasí se závěry práce Mennessiera a kol. (2001), kteří řadí tuto hvězdu do oblasti vnějšího galaktického disku, kde se nachází staré hvězdy s nízkým obsahem kovů. Titíž autoři určují na základě měření družice IRAS 12 magnitudu RU Vul (a na základě vlastností populace hvězd v disku) vzdálenost o hodnotě 2070 pc. Jestliže budeme předpokládat pulsace v základním módu s periodou 155 dní (Templeton a kol. 2008) a použijeme vztah 1 z práce Riebel a kol. (2010) na odvození absolutní K magnitudy a spojíme tyto hodnoty s pozorovanou K magnitudou

z měření 2MASS, získáme naprosto stejnou hodnotu vzdálenosti. Tento závěr podporuje názor, že RU Vul pulsuje v základním módu.

Kerschbaum a Hron (1992) zjistili, že třída SRa je pouze kombinací pravých mirid a SRb hvězd. Před poklesem periody a amplitudy měla RU Vul pravidelné změny jasnosti a amplitudu kolem 2 magnitud, tedy při dolní hranici pro miridy. Za předpokladu vysokého věku hvězdy, že RU Vul má poměrně malou hmotnost (kolem 1 Msl).

T UMi je kyslíková mirida typu M bez jakýkoliv náznaků probíhajícího s-procesu, tedy, že neproběhlo třetí bagrování. Došlo k dramatickým změnám ve vývoji pulsací u této hvězdy. Do roku 1980 byly stabilní s hodnotou kolem 315 dní, od té doby byl pozorován soustavný pokles až na hodnotu 230 dní v roce 2008. Od tohoto roku se zřejmě změnil mód pulsace a hvězda je pravděpodobně polopravidelnou pulsující hvězdou. Současná hodnota periody je kolem 113 dní s amplitudou na dolní hranici definující miridy. V roce 1999 Whitelock spekuloval, že by k této situaci může dojít. Mattei a Foster



Obrázek 2

Spektrum BH Cru přístrojem Coralie s rozlišením 0,3 nm. Detail obrázku zobrazuje oblast spektra v modré oblasti kolem 490 nm.

Figure 2

Coralie spectrum of BH Cru, smoothed to a resolution of 0.3 nm per wavelength point. The main features of the spectrum are identified. The inset shows a zoom on the spectrum blue-ward of 490 nm, where the flux is very low.

Name	Change type	Sp. type	v_{helio} (km s ⁻¹)	Tc	Tc lit.	T_{eff} (K)	log $\epsilon(\text{Li})$	$d \ln P/dt$ (10 ⁻³ yr ⁻¹)	P (d, T05)	P (d)	$J - K$	M_K	M_{bol}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
BH Cru	SCh	C	-3.7	yes	...	3000	-0.7	+3.70	530	524.4	1.644	-8 ^m 69	-5 ^m 59
RU Vul	SCh	M2-4	-67.9	no	...	3700	≤-1.5	-7.11	112	108.8	1.223	-6 ^m 88	-3 ^m 89
T UMi	SCh	M4-6	+8.7	no	...	3300	≤0.0	-8.47	240	229.1	1.553	-7 ^m 44	-4 ^m 36
R Aql	CCh	M5-9	+59.3	no	prob ¹ dbf ²	3000	≤0.0	-1.56	270	270.6	1.361	-7 ^m 68	-4 ^m 81
R Hya	CCh	M6-9	-15.9	yes	yes ⁴ prob ² no ⁵	3100	≤0.0	-0.71	385	376.6	1.261	-8 ^m 16	-5 ^m 17
W Dra	CCh	M3-4	-3.6	?	...	2950	≤0.0	+1.03	282	289.6	1.340	-7 ^m 78	-4 ^m 74
R Nor	MCh	M3-7	-28.5	no	...	3200	+4.6	+0.29	510	496.2	1.310	-8 ^m 55	-5 ^m 50
S Her	MCh	M4-7.5S	-17.5	yes	yes ²	3300	≤0.0	+0.06	307.5	304.1	1.166	-7 ^m 85	-4 ^m 89
S Ori	MCh	M5-10	+34.5	yes	dbf ²	2950	+0.8	+0.35	430	433.4	1.352	-8 ^m 39	-5 ^m 49
T Cep	MCh	M5-9	-15.7	yes	prob ¹ yes ²	3000	+0.5	+0.12	390.9	386.6	1.328	-8 ^m 19	-5 ^m 16
W Hya	MCh	M7-9	+40.5	no	prob ¹ no ⁶	3300	+0.5	...	361	388.6	1.459	-8 ^m 20	-5 ^m 25
T Her	const.	M2-8	-91.9	no	dbf ²	3400	+2.0	+0.04	164.9	163.9	1.222	-6 ^m 96	-4 ^m 20

Table 1
The meaning of the columns is as follows: (1) Name listed in Simbad; (2) Period change type; (3) Range of spectral type; (4) Heliocentric radial velocity; (5) Presence of Tc, this paper; (6) Presence of Tc, previous studies; (7) Effective temperature; (8) Abundance of Li; (9) Rate of period change; (10) Period as given in Templeton et al. (2005); (11) Period found in this study; (12) Mean J - K colour; (13) Absolute K magnitude; (14) Bolometric magnitude.

(1995) navrhl, že během počáteční fáze héliového záblesku je možné očekávat změny periody a zároveň rychlý pokles svítivosti. Nebyla však zjištěna přítomnost technecia a také lithia u T UMi, což může znamenat, že není tak vyvinutá jako ostatní zkoumané hvězdy, nebo nemá dostatečnou hmotnost, aby proběhl proces třetího bagrování. Jestliže proběhl v nedávné době tepelný puls, který způsobil změnu periody, jedná se možná prvotní (slabý) tepelný puls.

R Hya je nejdéle známou miridou s neustále klesající periodou pulsací. V době objevu kolem roku 1700 byla hodnota pulsací kolem 500 dní. Do současné doby klesla na hodnotu 376 dní a může pokračovat tento proces i do budoucnosti. U této hvězdy bylo nalezeno technecium v menším množství, které potvrzuje stav vývoje na TP-AGB. V tomto případě je změna periody pravděpodobně způsobena tepelným pulsem.

Vysoké zastoupení lithia u hvězdy R Nor může být výsledkem procesu HBB (hot bottom burning). Tento proces může probíhat u hvězd s hmotností větší než 4 Msl. Lebzelter a kol. (2005) zjistili pro R Nor velkou hmotnost (3-5 Msl) na základě sekun-

dárních maxim na světelné křivce, které byly nalezeny u světelných mirid v LMC (viz. McSaveney a kol. 2007). To je ve shodě s pozorováním z této práce. V LMC byly nalezeny AGB hvězdy bohaté na lithium se svítivostí v rozsahu $M_{\text{bol}} = -6 \text{ mag}$ až -7 mag (Smith a kol. 1995). Svítivost R Nor je při spodním limitu ($M_{\text{bol}} = -5,5 \text{ mag}$). Dalším ukazatelem velké hmotnosti může být poměrně malá vzdálenost od galaktické roviny. R Nor má galaktickou šířku 5° a paralaxu $\pi = 2,76 \pm 1,71 \text{ mas}$ (Pourbaix a kol. 2003). I přes velkou nejistotu určené paralaxy vychází lineární vzdálenost od galaktické roviny $20 - 70 \text{ pc}$. García-Hernández a kol. (2007) zjistili, že ve skupině zkoumaných hmotných galaktických AGB hvězd nebyly nalezeny produkty s-procesu. To může být vysvětleno existencí hmotné konvektivní obálky, která silně rozředí jakýkoliv vybagrovaný materiál. Z toho vyplývá, že proces třetího bagrování je pro velmi hmotné hvězdy je neúčinný. Dalším důkazem velké hmotnosti je zastoupení rubidia (Rb), který vzniká neutronovou reakcí $^{22}\text{Ne}(\alpha, n)^{25}\text{Mg}$. Bohužel pořízené spektrum nepokrývá oblast v okolí vlnové délky 780 nm , tedy nebylo možné zjistit zastoupení Rb u této hvězdy.

Není jasné, zda W Hya je polopravidelná nebo mirida. Tato otázka byla diskutována podrobně v práci Nowotny a kol. (2010). Podle světelných změn a poloze v P-L diagramu je W Hya klasifikována jako mirida. Z rychlosti změn atmosféry je však možné hvězdu klasifikovat jako SRVs. Lebzelter a kol. (2005) usuzují, že tyto jevy mohou být způsobeny velkou hmotností. V atmosféře W Hya byla zjištěna přítomnost lithia, nicméně hmotnost této hvězdy je příliš nízká pro proces HBB.

Ohlédnutí za 51. praktikem pro pozorovatele

Luboš Brát

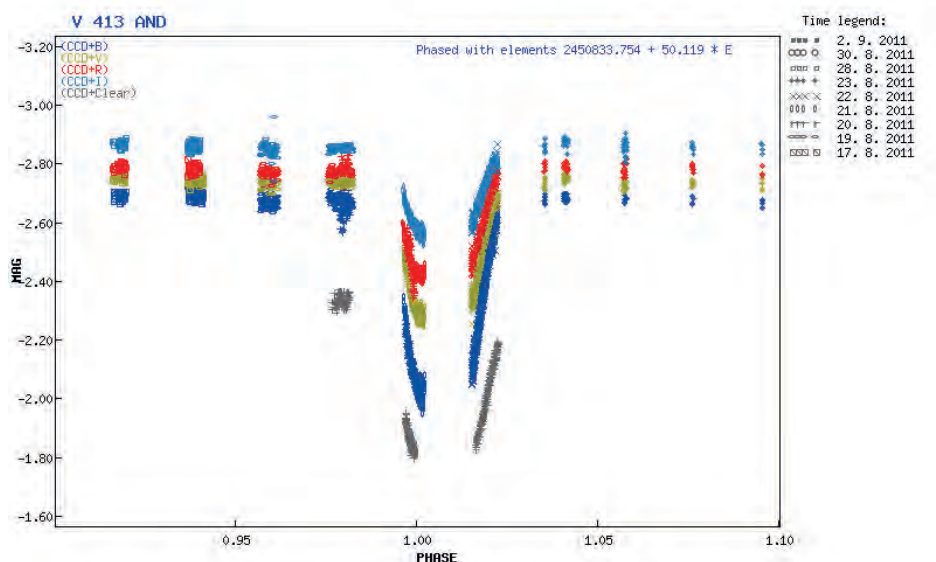
Letní praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd a exoplanet již 5. rokem pořádá Sekce PHE ČAS v Krkonoších, v Peci pod Sněžkou. A nejinak tomu bylo i v letošním roce. Praktikum jsme naplánovali až na konec srpna, neboť první prázdninový nov nastával příliš brzy a byly by na pozorování krátké noci a druhý nov spadal až na 30. srpna. Akce se tedy uskutečnila až v termínu 20. až 28. 8. 2011 a ukázalo se, že to byla více než dobrá volba. Téměř celé prázdniny bylo totiž špatné počasí – od začátku července až do 18. srpna bylo deštivo, zima a jen výjimečně bylo možné pozorovat část noci. Ale jako zázrakem od 18. srpna přišlo předčasné „babí léto“ a obří tlaková výše nad Evropou nám přinesla téměř 100% jasných nocí a příjemné letní teploty ve dne i v noci.

Jako v minulých ročnících, mohli se i letos účastníci praktika ubytovat ve dvou sousedních horských chatách – chatě ELIŠKA a ALENA. V první jmenované byli ubytováni účastníci, kteří přijeli s rodinou a v druhé všichni ostatní. Na ALENĚ probíhal i celý program.



Obrázek 1: Noční pozorování (za svitu Měsíce v poslední čtvrti). V popředí sekční přístrojový set. Foto M. Mašek

Figure 1: An observing time (illuminated by Moon). In front, there is an instrument set of our variable star section. Photo by M. Mašek.



Obrázek 2: Minimum dlouhoperiodické zákrytové dvojhvězdy V413 And

Figure 2: A primary eclipse of long period algol type eclipsing binary V413 And by observing camp participants

Po ložském praktiku, které bylo plné technických potíží s kabely, kamerami, montážemi, autoguidingem apod. jsem instruoval praktikanty, aby si své pozorovací nádobičko ještě před akcí doma rozbalili, sestavili a všichni dostali domácí úkol napozorovat se svou technikou nějakou proměnnou hvězdu. Taková před-praktiková příprava přinesla své ovoce a pozorovatelé si vyladili své dalekohledy již doma a v Krkonoších jsme řešili již jen marginální potíže s technikou. Po špatném počasí během prázdnin přijeli všichni natěšení a připravení pozorovat až do úplného vyčerpání (k čemuž téměř došlo).

Akce se zúčastnili L. Brát, P. Sobotka, Z. Sobotková, J. Trnka (s rodinou), F. Walter, P. Marek, R. F. Auer, M. Zíbar (s rodinou), M. Moudrá, M. Spurný, R. Dřevěný, J. Jurýšek, K. Hoňková, P. Kliment, J. Klimentová, B. Kuchťák, B. Hladík, M. Mašek, O. Pejcha (s doprovodem), S. Poddaný (s rodinou). Tedy 20 pozorovatelů, kteří s sebou přivezli 12 pozorovacích sestav. Tolik dalekohledů, CCD kamer či digitálních zrcadlovek, montáží a hlavně kabelů ještě nikdy na praktiku nebylo.

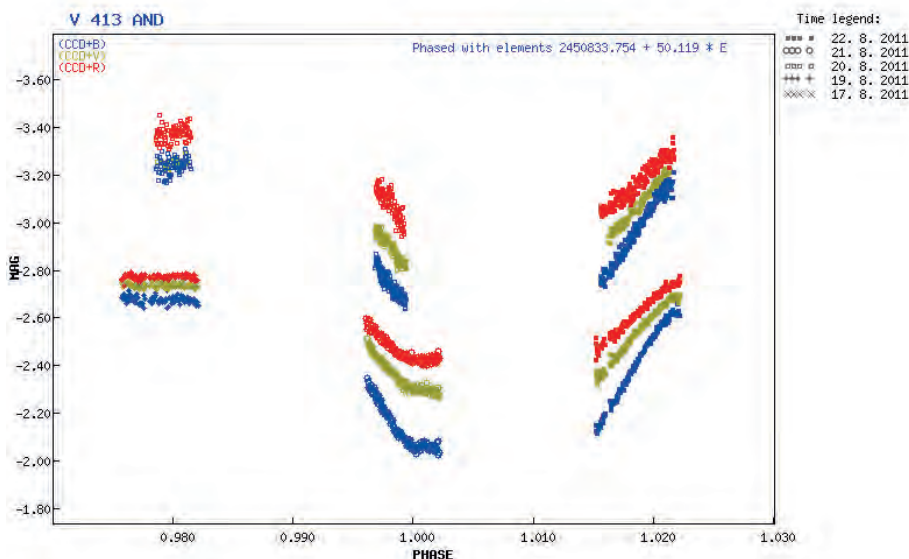
V průběhu praktika jsme rozšířili náš sekční přístrojový set (momentálně v užívání Milady Moudré) o druhý – pointační dalekohled RF 70/500mm a autoguidingovou

CCD kameru G1-0300. Toto příslušenství k němu dokoupila Sekce PHE ČAS. Díky patří firmě SUPRA Praha (a Janu Zahajskému) i firmě Moravské přístroje (a Pavlu Cagašovi) za poskytnuté slevy a pomoc s nákupem. Dále nám do dlouhodobé zápůjčky poskytl nový notebook (s LPT portem) Miroslav Spurný z hvězdárny v Karlových Varech. Díky němu máme jistotu, že naši postarší CCD kameru SBIG ST-7 budeme moci ovládat i v případě poruchy prvního notebooku (dar od našeho člena Martina Vrašťáka) z minulého roku.

Pozorovací program se odvíjel od možností použité techniky a tak se pozorovaly zákrytové dvojhvězdy pomocí DSLR (digitální zrcadlovky) a CCD. Dále tranzitující exoplanety pomocí CCD. Přestože pozorovací program samotný nebyl až tak důležitý a důraz byl kladen hlavně na výuku a cvičení samotného CCD / DSLR pozorování a zpracování, nabídla nám příroda jeden exkluzivní objekt k pozorování.

V týdnu před praktikem mne upozornil Anton Paschke ze Švýcarska, dlouholetý pozorovatel zákrytových dvojhvězd a správce databáze O-C brána, na minimum dlouhoperiodické zákrytové dvojhvězdy V413 And. Oběžná perioda 50,119 dní. Předpověď minima spadla na noc z neděle na pondělí 21. / 22. 8. 2011. Dlouhá oběžná doba nedává mnoho příležitostí napozorovat minimum a tak nyní, když vrcholí pozorovací sezóna Andromedy a předpověď byla příznivá, nemohli jsme si nechat tento objekt ujít. Nejistotu do celé záležitosti vnesly údaje z literatury týkající se délky minima. V jedné publikaci (Henry et al., 1995) bylo zapsáno, že délka minima D je přibližně 2 hodiny a je možné, že existuje zastávka v minimu o délce 0,5 hodiny. Tento údaj je v rozporu s délkou periody 50 dní. Při takové délce periody by muselo jít o dvě trpasličí hvězdy na široké orbite. Oproti tomu GCVS udává délku minima $D = 50$ hodin, tedy přibližně dva dny. Jak je vidět z obrázku 2, měli jsme štěstí a podařilo se napozorovat minimum a to dokonce ve 4 fotometrických filtrech. Zároveň jsme určili délku zákrytu na přibližně 2 dny se zastávkou v minimu přibližně 0,5 dne. Zdá se tedy, že Henry a kol. se v práci upsalí a oba údaje o délce minima nemají být v hodinách, ale ve dnech!

V413 And a její minimum se nám hodilo do programu praktika i z dalšího důvodu. Jeden z bodů praktika, který jsme si letos vytýčili, bylo porovnání barevné CCD fotometrie (s BVRc filtry) s barevnými daty získanými separací RGB kanálů z DSLR fotometrie. Za tím účelem jsem vybral několik oddělených zákrytových systémů typu Algol s co největším rozdílem spektrálních typů obou složek. V tomto případě dochází při poklesu do minima i k výrazné změně barevnosti systému. Porovnání hloubky minima ve filtrech zaznamenané pomocí CCD a fotometrickými filtry a DSLR s fotografickými filtry RGB mělo přinést informaci, zda barevná fotometrie za pomoci separace jednotlivých barevných kanálů z DSLR snímků dává informaci porovnatelnou s CCD. V 413 And sestává z červeného obra G0III a teplejší hvězdy hlavní posloupnosti spektrální třídy A až F. Z toho důvodu by primární minimum mělo být výrazně hlubší v modré barvě než v červené a infračervené. To skutečně naše pozorování potvrdilo. Na obrázku 3 je vidět porovnání světelných křivek pořízených CCD kamerou s BVR filtry (L. Brát)



Obrázek 3: Porovnání CCD+BVRc (dolní křivka) a DSLR (RGB) barevné fotometrie minima V413 And. CCD měření od L. Bráta, DSLR od M. Maška (Canon EOS 1000D).

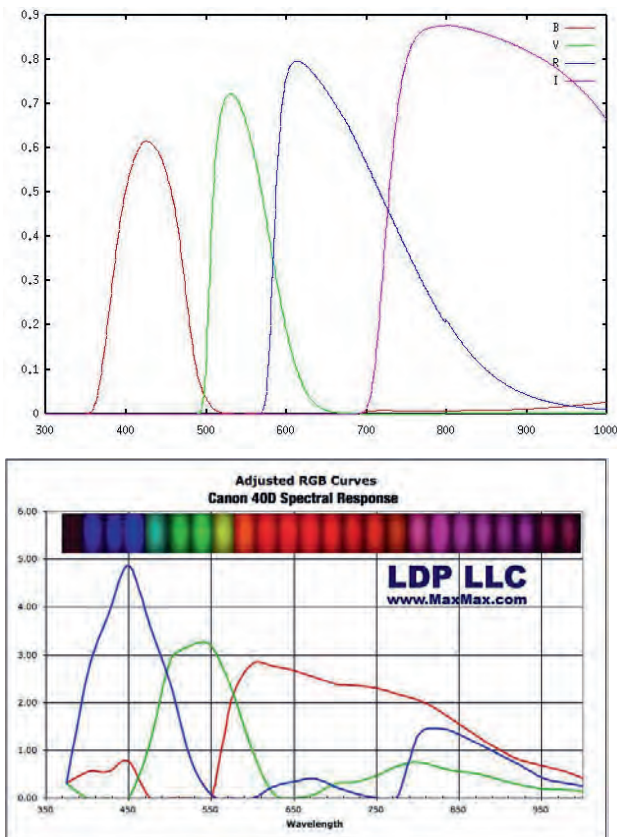
Figure 3: Comparison of CCD+BVRc light curve (bottom) and DSLR (RGB separated channels) of minimum of V413 And. CCD measurements by L. Brát, DSLR data by M. Mašek

a DSLR za pomoci separace barevných kanálů RGB (M. Mašek). Výsledky jsou velmi dobře srovnatelné a je vidět, že barevná fotometrie pomocí DSLR dává reálné výsledky porovnatelné se CCD. Přesto není barevná fotometrie s DSLR zcela bez úskalí.

Fotografické RGB filtry mají totiž odlišnou spektrální propustnost než fotometrické BVR filtry. RGB filtry jsou více širokopásmové a bohužel mají filtry G a B zvýšenou propustnost v červené barvě. Jedině použitím IR filtru, který by ořízl vše nad 750nm bychom přiblížili RGB k fotometrickým BVR filtrům. Poté by bylo reálné aplikovat transformační koeficienty z RGB na BVR. Ovšem pro unikátní objekty s množstvím intenzivních spektrálních čar ve spektru bude i tato transformace nevyhnutelně selhávat. Porovnání filtrů je vidět např. na obrázku 4. Na horním obrázku je spektrální propustnost RGB filtrů ve fotoaparátu Canon, vpravo standardních fotometrických filtrů BVRI z výroby VOD Turnov.

Obrázek 4: Propustnosti RGB filtrů u digitální zrcadlovky (nahore) a fotometrických BVRI filtrů z dílny VOD Turnov.

Figure 4: Spectral response of RGB channels of DSLR and response of BVRI photometric filters used in CCD cameras.



Na praktiku zaznělo několik přednášek. Jaroslav Trnka seznámil přítomné s drifto-
tovou metodou ustavování montáže. Martin Mašek naučil pozorovatele s DSLR jak fo-
tit a zpracovávat, aby dosahovali přesnosti srovnatelné s CCD. Byla představena i práce
s novou verzí programu Muniwin (1.2.20) od Ing. Davida Motla. Od této verze umí
Muniwin přímo načítat a fotometrovat .RAW snímky z DSLR. Je to velmi výrazné
usnadnění práce při zpracování snímků z digitálních zrcadlovek. Ondřej Pejcha měl
poutavou přednášku o tom co se děje v těch důležitých několika sekundách v nitru
masivních hvězd před vzplanutím supernovy II. typu. Luboš Brát seznámil přítomné
s mnoha funkcemi serveru var.astro.cz, které byly vyvinuty speciálně pro pozorovatele.

Protože nám počasí přálo (z 8 nocí se pozorovalo 7x), byl tomu přizpůsoben i denní režim. Dopoledne bylo volné, aby se mohli pozorovatelé dostat po dlouhé probdělé noci. Po obědě, který probíhal většinou návštěvou některé z blízkých restaurací byl prostor do 16 hodin na zpracování dat z předešlé noci, případně na individuální program účastníků s rodinami. Od 16 hodin byl společný program – přednáška, hodnocení výsledků atp. V 18 hodin přestávka na večeři a mezi 19. a 20. hodinou byla příprava na nadcházející noc – volba pozorovacího programu. A ve 20 hodin se pozorovatelé přesunuli „ke strojům“, tedy k dalekohledům. A takto to bylo každý den až na čtvrtek.

Ve čtvrtek jsme se vydali na Sněžku. V minulých letech se stalo tradicí vystoupat vždy na vrchol naší nejvyšší hory. Letos jsme výstup vzali „oklikou“ po vrcholcích. Nejprve jsme vyjeli lanovkou na Hnědý vrch, zde vylezli na nově postavenou rozhlednu. Pak byla asi 15km trasa přes známé Krkonošské vrcholky. Liščí hora, chata Na Rozcestí, chata Výrovka, Luční hora, Luční bouda, Studniční hora, Slezské sedlo a Sněžka. Tam zmožení dlouhou túrou jsme si udělali společné foto a vydali jsme se lanovkou zpět dolů do Pece. Večer bylo ještě opékání špekáčků a pak zase pozorování...

Celkem bylo na praktiku pořízeno 58 minim zákrytových dvojhvězd, 16 tranzitů exoplanet a řada dalších měření zákrytových dvojhvězd, ve kterých minimum nebylo zastiženo. Všichni pozorovatelé získali během akce praxi v pozorování, osvěžili si metody zpracování a zveřejňování dat a získali motivaci pro další činnost. Bylo rovněž zaškoleno několik nových pozorovatelů v CCD či DSLR fotometrii a tak se podařilo naplnit cíle a smysl letního pozorovacího praktika. Pevně věřím, že všichni účastníci odjížděli s dobrým pocitem z uskutečněných pozorování a odhodláním v činnosti pokračovat po zbytek roku i doma.

Na závěr bych rád poděkoval všem za aktivní účast na pozorování, konstruktivní diskuse během dne a sportovní přístup k výstupu na Sněžku. Velké díky patří i Janě Brátové, která se postarala o mnoho půlnočních občerstvení pro pozorovatele. Tak za rok opět navíděnou v Pecí pod Sněžkou!

Jak si vede sekční set – pozorování a výsledky

Míla Moudrá

Abstrakt: SPHE zapůjčuje vybraným zájemcům pozorovací sestavu dalekohledu s CCD kamerou vhodnou pro pozorování proměnných hvězd a tranzitů exoplanet, tzv. sekční set. V článku stručně představím sebe, jako současnou zapůjčitelku setu, následují informace o aktuální podobě sekčního setu a dosavadní výsledky pozorování. Závěrem uvádím zkušenosti nabyté při pozorování a záměry do dalších měsíců záůjčky.

Abstract: Variable Star And Exoplanet Section each year provides the selected applicant its „Sectional set“ suitable for observing variable stars and transiting exoplanets - the 150/750 Newtonian telescope with HEQ-5 GOTO mount and SBIG ST-7 CCD camera. Autoguiding is provided by the 70/500 refractor and G1-0300 CCD camera from Moravian Instruments. In the article I briefly introduce myself as the current user of the Set, continue with information about the current form of the Sectional set and the observations made up to now. Finally, I present the experience gained from the observations and intentions to the remaining months before the end of the lend time.

Jsem čerstvou studentkou vysoké školy a co do činění s astronomií mám přibližně pět let. Aktivně se věnuji vizuálnímu pozorování DSO a problematice světelného znečištění, příležitostně provádím návštěvníky na Štefánikově hvězdárně v Praze a jsem zapojena do činnosti více složek ČASu. K proměnným hvězdám jsem se poprvé dostala v létě 2009 na expedici Variable na AO Kolonica. Během expedice jsem se věnovala vizuálnímu pozorování, a to převážně kataklyzmických proměnných, se svým 10“ dob-



sonem. V srpnu 2010 jsem se, už se záměrem zažádat o zapůjčení sekčního setu, zúčastnila Praktika pro pozorovatele proměnných hvězd v Peci pod Sněžkou a navzdory nepřejícimu počasí jsem se vracela naprosto nadšená. Žádanku jsem měla sepsanou do dvou dní od zveřejnění výzvy a po dalším měsíci mi Luboš Brát oznámil, že jsem nejlépe ze všech zúčastněných splnila podmínky výběrového řízení.

Sekční set mám tedy zapůjčený od října 2010, ale bohužel, další půlrok nebyl funkční hlavně kvůli problémům při propojení autoguidingu kamery a montáže – propojení mělo za následek zkratování montáže... Tato situace se opakovala 2x, než jsme usoudili, že zkoušet to na třetí montáži by skutečně nebylo vhodné. Sestava tedy nyní, v září 2011, sestává z CCD kamery SBIG ST-7, reflektoru 150/750, montáže HEQ-5 (upgradováno z předchozí CG-5 díky panu Zahajskému z firmy Supra) s GoTo a pointací, doplněnou v srpnu na 51. Praktiku, obstarává refraktor 70/500 s kamerou G1-0300. Ovládání celé sestavy je zajištěno notebookem Toshiba, který Sekci daroval M. Vrašťák. CCD fotometrie je prováděna bez filtrů (uschovány u L. Bráta), jejichž používání by nezkušeným pozorovatelům až příliš komplikovalo provozování sestavy.

A nyní k samotné pozorovací činnosti se sekčním setem a dosavadním výsledkům:

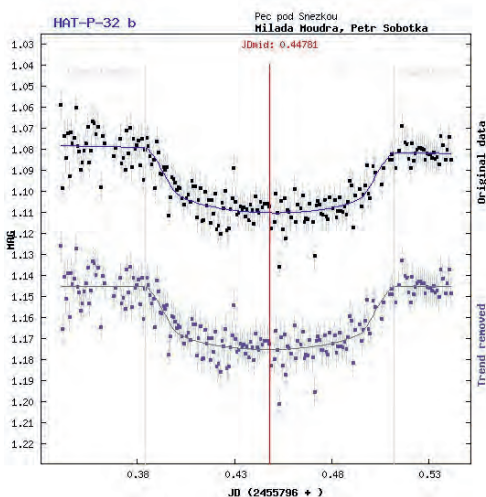
Pro své „první světlo“ jsem si v dubnu 2011 neprozřetelně vybrala SS Cam, která byla naposledy pozorována v roce 2004. Neprozřetelně proto, že jen samotná zastávka v minimu trvá 8 hodin, jenže tato informace byla zahrabána v mě tehdy neznámých archívech. A samotné pozvolné změny v O-C jsou u této hvězdy v řádu dnů, čili i kdyby d bylo kratší, šance na zaznamenání okamžiku minima byla velmi pochybná. Výsledkem pozorovací noci je tedy „krásně“ placatá křivka. Ale aby to nebylo všechno, pozorování SS Cam mi přineslo aspoň jeden milý a nečekaný bonus v podobě nově objevené proměnné hvězdy (tak jsem se stala objevitelkou dřív, než jsem doufala). Ne-daleko od mého původního cíle se nachází GSC 4372-0436, nyní známá jako CzeV244. Jde o proměnnou typu RRab, ovšem s neobvykle krátkou periodou a malou amplitudou změn. U tohoto typu je průměrná perioda změn 0.5 dne a amplitudy jsou v rozmezí 0.5 - 2 mag (dle O. Pejchy [1]), ovšem CzeV244 má amplitudu necelých 0.5 magnitudy a periodu přibližně 0.09 dne... Pokud tedy jde o typ RRab, čemuž napovídá tvar světelné křivky, je CzeV244 rozhodně neobvyklým zástupcem této kategorie. Při jednom z dalších pozorování CzeV244 se mi povedlo u SS Cam zachytit část výstupu z minima, která časově přibližně odpovídala předpovědi primárního minima. Během dlouhých zimních nocí tedy snad budu mít příležitost ještě se na minimum SS Cam podívat.

Při dalších pozorováních předpovězených minim už jsem byla o něco úspěšnější a tak k polovině září má sekční set na kontě 36 záznamů v pozorovacím deníku, z toho 16 minim v databázi BRNO a dva zaznamenané tranzity exoplanet (HAT-P-32 b And a HAT-P-8 b Peg).

Velkou zásluhu na tomto seznamu má jasné počasí na 51. Praktiku v Peci pod Sněžkou, kde jsme ve dvojici s Petrem Sobotkou pozorovali „kombajnovou“ metodou. Ze šesti pozorovacích nocí máme 9 okamžiků minim, dva úplné tranzity a čtyři částečná pozorování a také jsme úspěšně otestovali nový autoguiding.

Kromě Praktika se mnou byl sekční set ještě na jedné výjezdni akci, a to na Astronomické expedici na hvězdárně v Úpici, kde ovšem počasí pozorování příliš nepřálo (ze 14 dní 2 využití noci). Během roku mám sekční set na terase rodinného domu na Praze 4, montáž je na pozorovacím místě umístěna trvale – ovšem ani to kvůli rodinným příslušníkům nezaručuje trvalou dokonalost ustavení... Obzor směrem od severozápadu na východ je téměř neomezený (tudíž s výhledem na působivé panorama Hradčan, Vyšehradu a Pankráce, naštěstí nijak zásadně neomezující pozorování). Jihovýchod až západ je omezen zhruba do 40°. Průměrný jas oblohy je na stanovišti ~18.4 MSA, Bortle 8-9 (z 9) a MHV okolo čtvrté magnitudy za lepších nocí a pokud se člověk opravdu hodně snaží.

Ačkoliv jsem poměrně zběhlá ve vizuálním pozorování, práce se sekčním setem mě naučila mnoho věcí pro mě do té doby nepříliš známých - kromě teorie proměnných hvězd (na kterou budu potřebovat ještě několik dalších životů) především praxi při přípravě a pozorování s CCD. Od jednoduchého ustavení paralaktické montáže k driftové metodě, výběru pozorovacího cíle a s tím související znalost potřebných databází a archivů, po zpracování dat různými způsoby, či využívání některých ze široké palety funkcí portálu var.astro.cz. Nechybělo samozřejmě ani mnoho věcí, které jsem se do-



zvěděla poučením z vlastních chyb. Dále uvádím značně neúplný seznam činností, které jsou pro zkušeného pozorovatele samozřejmé, ale na které by měl pozorovatel-začátek (třeba příští uživatel sekčního setu) brát zřetel.

Je nutné utáhnout aretační páčky montáže skutečně důkladně, aby již ustavená montáž neujela o několik stupňů stranou třeba při manipulaci s kamerou.

Před kolimací dalekohledu nemá smysl označovat si na okulárovém výťahu ideální zaostření kamery, po kolimaci je nutné znovu zosít hledáček s dalekohledem.

V počítači je dobré zkontrolovat kromě času i datum a jestli je skutečně zapojený do zásuvky, aby mu během noci nedošla baterie.

Při výběru proměnné hvězdy zkontroluj její typ proměnnosti, D, d a v jakém spektrálním pásmu má uvedenou jasnost.

Před najetím na hvězdu porovnej souřadnice cíle z O-C brány s jiným zdrojem, lépe dvěma, vyhně se tak zoufalému hledání nenalezitelného pole.

Jakmile všechno funguje, tak jak má, platí: čím méně „zlepšováků“ a jiných činností okolo dalekohledu (včetně chození), tím lépe.

Lepší je k dalekohledu vstávat častěji, než aby hvězda ujela ze zorného pole.

Napsat a uložit si do adresáře s daty ke každé pozorovací noci, o kolik je třeba posunout čas v souborech, pokud se liší.

Když je v Muniwinu zapnuto průběžné zpracování snímků, CCDSOft padá velmi často (aspoň na současném notebooku).

Důležité je nezaměnit proměnnou a srovnávací hvězdu při zpracovávání, hlavně při kontrole pozorování během noci.

Atd...

Při zpětném pohledu na záměry uvedené v žádance o sekční set musím uznat, že mi ještě některé slibované cíle chybí, například věnovat tranzitům exoplanet více pozorovacího času, naopak zanedbané proměnné nejsou zanedbávány. Později bych se také ráda pokusila o sepsání práce o některé hvězdy z CzeV katalogu a její následnou publikaci v OEJV, k čemuž mě inspirovalo sepsování práce o CzeV173 Cyg na 50. Praktiku. Každopádně se těším na další noci strávené se sekčním setem, vím, že nadále mám co zlepšovat po praktické i teoretické stránce pozorování proměnných hvězd.

Závěrem proto velice děkuji Sekci proměnných hvězd a exoplanet za tuto výjimečnou příležitost, jak se naučit a dozvědět něco nového, a také všem zkušenějším pozorovatelům Sekce za jejich cenné rady.

[1] <http://var.astro.cz/pejcha/typescz.htm>

Světelná křivka supernovy typu Ia 2011fe v galaxii M101

Ondřej Pejcha

Abstrakt:

Supernovy typu Ia jsou důsledkem explozivního termonukleárního hoření uhlíku v bílém trpaslíku, které vyprodukuje mnoho radioaktivních prvků. Látka vyvržená explozí je zpočátku neprůhledná a energie z radioaktivních rozpadů pohání expanzi. Jak se látka stává průhlednou, uvolňuje se stále více energie. Množství rozpadů ale klesá a supernova proto dosáhne maximální jasnosti. Až se uvolní všechna nahromaděná energie, je svítivost supernovy úměrná množství radioaktivních rozpadů a jasnost klesá exponenciálně.

Sekundární maximum pozorované v infračervené oblasti je důsledkem efektů opacit.

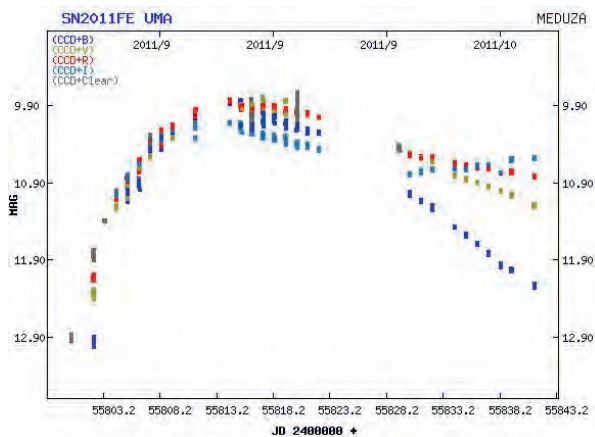
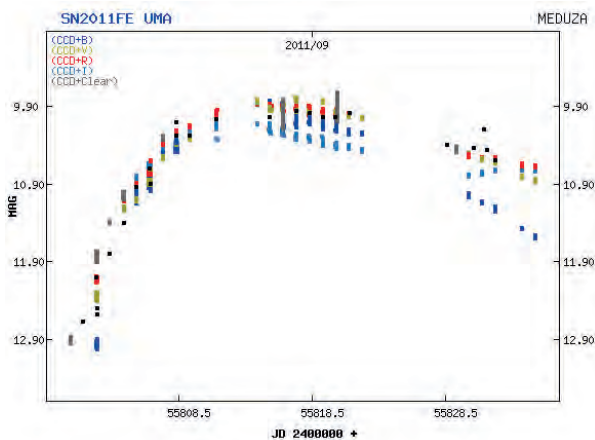
Abstract:

Type Ia supernovae are a result of explosive carbon burning in a white dwarf, which produces radioactive isotopes. Matter launched in the explosion is initially opaque and energy from radioactive

decays powers expansion. As the ejected matter becomes transparent, more stored energy is released. Radioactive decays decrease in time and supernova reaches its maximum light. When all accumulated energy is released, luminosity of the supernova is proportional to the rate of radioactive decays and thus declines exponentially. Secondary maximum observed in infrared wavelengths is a result of opacity changes in the expanding envelope.

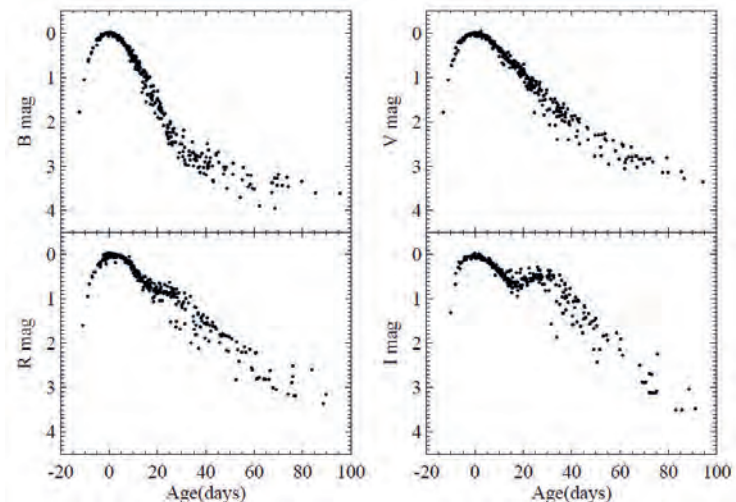
Podle současných představ vybuchují supernovy typu Ia v okamžiku, kdy hmotnost bílého trpaslíka složeného z uhlíku a kyslíku dosáhne mezní hmotnosti nutné k termonukleárnímu hoření uhlíku na těžší prvky. Tato hmotnost je pouze o málo nižší než maximální hmotnost bílého trpaslíka (Chandrasekharova mez – přibližně 1.4 hmotnosti Slunce v závislosti na chemickém složení a dalších parametrech). Bílý trpaslík může dosáhnout této mezní hmotnosti buď vhodným dlouhodobým přenosem hmoty z hvězdy, která s ním tvoří dvojhvězdu (tzv. single-degenerate model), anebo velmi rychlým splynutím dvou bílých trpaslíků, jejich součet hmotností je nadkritický (double-degenerate model). Oba tyto modely trpí různými problémy a ani jeden z nich není všeobecně přijímán.

Zapálení uhlíku v bílém trpaslíku je natolik prudké, že způsobí jeho rozmetání do okolí pozorovatelné jako supernova, kterou vzhledem k nepřítomnosti vodíku a hélia ve spektru klasifikujeme jako typ Ia. Světelnou křivku supernovy typu Ia můžeme vysvětlit, pokud si představíme, že supernova je expandující neprůhledná koule, do jejíhož nitra je dodávána energie z rozpadu radioaktivních prvků, které byly vytvořeny explozivním termonukleárním hořením uhlíku. Protože je tato koule zpočátku neprůhledná, tak se



Obrázek 1: Světelná křivka supernovy SN2011fe v galaxii M101. Data z projektu MEDÚZA

Figure 1: Light curve of SN2011fe in M101 galaxy according to MEDUZA projekt observers.



Obrázek 2: Světelné křivky supernov typu Ia ve filtrech BVRI: Riess et al. (1999)

Light curves of supernovae of Ia type in BVRI filters. Riess et al. (1999)

energie z radioaktivních rozpadů proměňuje přímo na kinetickou energii látky – dochází k silné expanzi. Jasnost je zároveň velmi nízká, protože expandující koule má malou plochu a uvolňuje se z ní velmi málo záření. Postupně se ale látka stává průhlednou a dosud uvězněné záření difunduje ven – supernova zjasňuje. Radioaktivních prvků dodávajících energii však s časem exponenciálně ubývá, a proto nakonec jasnost supernovy dosáhne svého maxima. Pak se jasnost supernovy snižuje, až výdej energie zářením dosáhne rovnováhy s přísunem energie z rozpadu radioaktivních prvků. Od tohoto okamžiku už klesá jasnost supernovy exponenciálně (v grafu magnituda-čas lineárně), kde rychlost poklesu je úměrná poločas rozpadu nejdůležitějšího radioaktivního prvku.

Na světelných křivkách supernov typu Ia (a SN2011fe není žádnou výjimkou) pozorovaných ve filtru I a částečně filtru R je viditelné sekundární maximum přibližně 40 dnů od okamžiku výbuchu. Světelné křivky ve filtrech B a V jsou v tomto období hladce klesající. Co může způsobit druhé zjasnění, když fyziku problému plně určuje souboj mezi expanzí a neustále slábnoucím radioaktivním rozpadem? Celá věc je ještě komplikovanější, protože se ukazuje, že toto sekundární maximum je natolik silné, že způsobí mírný hrb i v bolometrické světelné křivce. To znamená, že se zvýšil celkový výdej energie supernovy. Kde se ale tenhle nadbytečný zdroj energie vzal a proč se

„zapnul“ až tak pozdě? Detailní výpočty založené na realistických fyzikálních předpokladech ukazují (Pinto & Eastman, 2000), že přibližně 40 dnů od počátku výbuchu se efektivní teplota ve fotosféře supernovy sníží na přibližně 8000 K a dojde k přeměně dvakrát ionizovaného železa (Fe III) na jednou ionizované železo (Fe II). To se může zdát jako celkem nevýznamná změna, ale železo je hlavním zdrojem opacity (schopnosti pohlcovat záření) v supernově a celková opacita Fe II je výrazně menší než u Fe III a to především v infračervené oblasti spektra. Když se náhle sníží opacita, látka supernovy se najednou stane mnohem průhlednější a rychlost uvolňování nashromážděné energie se výrazně zvýší – pozorujeme sekundární maximum. To se ovšem týká pouze infračervených fotonů – ve viditelné a modré oblasti spektra jasnost supernovy nadále klesá. Sekundární maximum je ovšem pouze dočasný jev – po nějaké době se nadobro ustaví exponenciální pokles.

Světelné křivky supernov typu Ia ve filtrech BVRI: Riess et al. (1999),
<http://adsabs.harvard.edu/abs/1999AJ....117..707R>

Teoretické výpočty tvaru světelných křivek supernov Ia: Pinto & Eastman (2000),
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2000ApJ...530..744P>,
<http://adsabs.harvard.edu/abs/2000ApJ...530..757P>

Molekulární oblak a světelné echo u V838 Mon

T. Kaminski, R. Tylanda, S. Deguchi

Astronomy and Astrophysic 2011...529A..48K

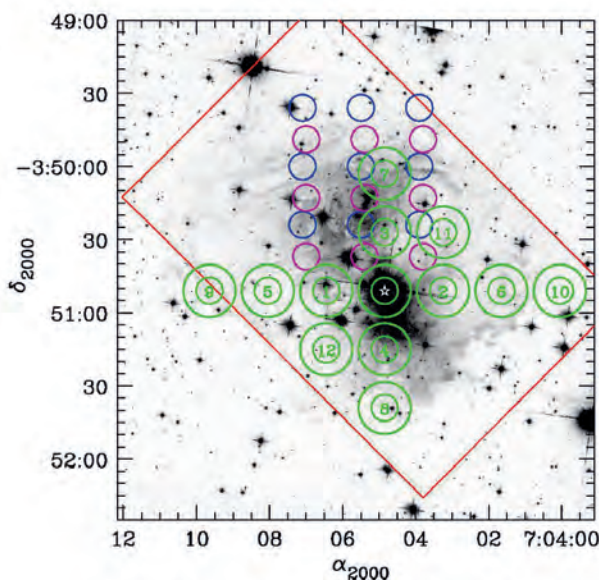
Překlad Ladislav Šmelcer

V838 Mon v roce 2002 po svém vzplanutí předvedla zatím nejhezčí světelnou ozvěnu, neboli echo, které kdy bylo pozorováno. Nicméně stále přetrvává určitá rozpačitost pro vysvětlení mechanismu tohoto vzplanutí hvězdy.

V práci jsou uvedeny výsledky pozorování rotačních spekter molekul CO. Taktéž je uvedena analýza mapy oblasti molekulového oblaku ve spektrálních pásích $12\text{CO}(1-0)$, $(2-1)$, $(3-2)$ a $13\text{CO}(1-0)$, $(2-1)$. V práci jsou uvedeny výsledky pozorování rotačních spekter molekul CO. Taktéž je uvedena analýza mapy oblasti molekulového oblaku ve spektrálních pásích

Model zářivého přenosu pro intenzitu čar pro vybrané pozice umožnil určit kinetickou teplotu oblaku a jeho hustotu. Z toho bylo možné určit celkové parametry (hmotnost, vzdálenost, celkovou hustotu).

Bylo zjištěno, že kompaktní molekulový oblak se nachází uvnitř oblasti světelného echa. Záření molekul je fyzikálně spojeno s prachem pozorovatelným v optickém echu. Mezhvězdná povaha oblaku potvrzuje jeho velkou hmotnost kolem 90 - 150 M $\odot$. Předpokládá se, že oblak se sestává ze zbylého materiálu po vzniku hvězd, ke kterému patří i V838 Mon. To by mohlo naznačovat, že se jedná o mladou hvězdu (3-10 milionů let).



Obr. 1

Na obrázku jsou zobrazeny zkoumané oblasti molekulového oblaku. Obdelník představuje oblast zkoumanou v pásmu CO (3-2), získanou přístrojem HARP/JCMT v lednu 2008. Dvojitě kroužky představují oblasti zkoumané radioteleskopem IRAM o průměru 30 metrů. Velikosti kroužků odpovídají pozorované frekvenci, větší reprezentuje frekvence CO (1-0) a menší CO (2-1). Data byla pořízena v roce 2008. Jednoduché kroužky představují pozorování přístrojem HERA stejným radioteleskopem na frekvencích CO (2-1) získané v lednu 2009. Poloha V838 Mon je označena hvězdičkou. Podkladový vizuální snímek byl pořízen dalekohledem HST/ACS ve filtru F814W 10. září 2006. Obrázek převzatý z práce T. Kaminski, R. Tylenda, S. Deguchi - Molekulární oblak a světelné echo u V838 Mon (Astronomy & Astrophysics, volume 529, id.A48)

Fig.1

Selected regions observed in CO lines are shown on top of the optical image of the light echo.



Džajpurský hvězdár Pandit Kankajalal Džotiši u přístroje Kranti witta,

PERSEUS

Časopis pro pozorovatele proměnných hvězd
Vydává Sekce proměnných hvězd a exoplanet České astronomické společnosti

Adresa redakce:

Redakce Persea, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p.o.
Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí
Tel.: (+420) 571 611 928; e-mail: lsmelcer@astrovm.cz

Výkonný redaktor:

Ladislav Šmelcer

Redakční rada:

Petr Hejduk, Ondřej Pejcha, Dr. Vojtěch Šimon, PhD.

Sazba:

Petr Kliment (p_kliment@seznam.cz)

Vychází 4x ročně. Ročník 21. ISSN 1213-9300. MK ČR E14652.

Číslo 3/2011 dáno do tisku 30. 10. 2011, náklad 120 kusů.



Společná fotografie účastníků praktika. Foto: M. Mašek