

Rozdział 4 – O gwiazdach zmiennych

Nazewnictwo gwiazd zmiennych

Nazwa gwiazdy zmiennej składa się zwykle z jednej lub dwóch wielkich liter, bądź greckiej litery oraz ze składającego się z trzech liter skrótu nazwy gwiazdozbioru. Są też gwiazdy zmienne z nazwami takimi jak V746 Oph i V1688 Cyg. To gwiazdy w gwiazdozbiorach, w których wyczerpał się zasób kombinacji liter (np. V746 Oph jest 746. zmienną odkrytą w Wężowniku). Ramka po prawej stronie zawiera dokładniejsze wyjaśnienie na temat nazw gwiazd zmiennych.

Przykłady: SS Cyg,
Z Cam,
Alf Ori,
V2134 Sgr.

Tabela 4.1 (str. 22) przedstawia wszystkie skróty oficjalnych nazw gwiazdozbiorów.

Są też pewne specjalne nazwy dla gwiazd. Zdarza się na przykład, że gwiazda dostaje tymczasową nazwę, zanim edytorzy Generalnego Katalogu Gwiazd Zmiennych (General Catalogue of Variable Stars – GCVS) nadadzą takiej gwiazdzie stałe oznaczenie. Przykładem takiej gwiazdy może być N Cyg 1998 – nowa w gwiazdozbiorze Łabędzia, odkryta w 1998 roku. Innym przykładem mogą być gwiazdy, które są podejrzewane o bycie zmiennymi, jednak ich zmienność nie została jeszcze potwierdzona. Te gwiazdy dostają nazwy takie jak NSV 251 czy CSV 3335. Pierwsza część tej nazwy wskazuje na katalog, w którym tę gwiazdę opublikowano, podczas gdy druga część to numer katalogowy tej gwiazdy.

Wiele nowych gwiazd zmiennych zostało odkrytych w ostatnich latach poprzez wielkoskalowe fotometryczne przeglądy nieba, analizę danych oraz innymi sposobami. Takie gwiazdy mogą dostać nazwę z katalogu GCVS, ale można się też do nich odnosić poprzez nazwę, którą posiadają w katalogu utworzonym w ramach danego przeglądu nieba. Lista wielu z tych katalogów oraz składni, której używają, podana jest w załączniku 4. tego poradnika.

AUID

Unikatowy identyfikator AAVSO (AUID) jest alfanumeryczną „tablicą rejestracyjną”: 000-XXX-000 gdzie „0” to cyfry od 0–9, a „X” to litery A-Z.

Konwencje nazewnictwa gwiazd zmiennych

Nazwy gwiazd zmiennych publikowane w katalogu GCVS (General Catalog of Variable Stars) są ustalane przez zespół w Astrofizycznym Instytucie Stenberga w Moskwie. Przydział nazw odbywa się w takiej kolejności, w jakiej odkrywano były gwiazdy zmienne w danym gwiazdozbiorze. Jeśli jedna z gwiazd, która jest oznaczona grecką literą, okaże się być zmienną, to nadal zostaje ona nazywana tym oznaczeniem. W przeciwnym razie pierwsza gwiazda zmienna w danym gwiazdozbiorze zostaje oznaczona literą R, kolejna S i tak dalej, aż do litery Z. Kolejna gwiazda dostaje nazwę RR, następne RS do RZ; SS do SZ i tak dalej, aż do ZZ. Dalsze oznaczenia przechodzą do początku alfabetu: AA, AB i dalej do QZ. Taki system (litera J zostaje pominięta) pozwala na nadanie 334 nazw. W niektórych gwiazdozbiorach w Drodze Mlecznej jest jednak tak wiele gwiazd zmiennych, że potrzeba dodatkowych oznaczeń. Po QZ, gwiazdy zmienne są nazywane V335, V336 i tak dalej. Litery reprezentujące nazwy gwiazd są łączone z dopełniaczem łacińskiej nazwy gwiazdozbioru, jak podano w tabeli 4.1.

Powinieneś zawsze używać trzyliterowego skrótu nazwy gwiazdozbioru w raportach, które wysyłasz do AAVSO.

Taka nomenklatura została zainicjalizowana w połowie XIX wieku przez Friedricha Argelandera. Wystartował on od dużej litery R z dwóch powodów: małe litery oraz pierwsza część alfabetu były już zarezerwowane dla innych obiektów, a duże litery pod koniec alfabetu były w większości nieużywane. Argelander wierzył także, że zmienność gwiazd jest rzadkim zjawiskiem i że w żadnym gwiazdozbiorze nie odkryjemy więcej niż 9 gwiazd (co oczywiście się nie spełniło).

Katalog GCVS jest dostępny online:
<http://www.sai.msu.su/gcvs/index.htm>.

Tabela 4.1 – Poniższa lista zawiera nazwy gwiazdozbiorów według IAU. Dla każdego gwiazdozbioru podana jest nazwa łacińska w mianowniku i w dopełniaczu, jak również zatwierdzony trzyliterowy skrót.

Mianownik	Dopełniacz	Skrót	Mianownik	Dopełniacz	Skrót
Andromeda	Andromedae	And	Lacerta	Lacertae	Lac
Antlia	Antliae	Ant	Leo	Leonis	Leo
Apus	Apodis	Aps	Leo Minor	Leonis Minoris	LMi
Aquarius	Aquarii	Aqr	Lepus	Leporis	Lep
Aquila	Aquilae	Aql	Libra	Librae	Lib
Ara	Arae	Ara	Lupus	Lupi	Lup
Aries	Arietis	Ari	Lynx	Lyncis	Lyn
Auriga	Aurigae	Aur	Lyra	Lyrae	Lyr
Bootes	Bootis	Boo	Mensa	Mensae	Men
Caelum	Caeli	Cae	Microscopium	Microscopii	Mic
Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Monoceros	Monocerotis	Mon
Cancer	Cancri	Cnc	Musca	Muscae	Mus
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Norma	Normae	Nor
Canis Major	Canis Majoris	CMA	Octans	Octantis	Oct
Canis Minor	Canis Minoris	CMi	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph
Capricornus	Capricorni	Cap	Orion	Orionis	Ori
Carina	Carinae	Car	Pavo	Pavonis	Pav
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	Pegasus	Pegasi	Peg
Centaurus	Centauri	Cen	Perseus	Persei	Per
Cepheus	Cephei	Cep	Phoenix	Phoenicis	Phe
Cetus	Ceti	Cet	Pictor	Pictoris	Pic
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	Pisces	Piscium	Psc
Circinus	Circini	Cir	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA
Columba	Columbae	Col	Puppis	Puppis	Pup
Coma Berenices	Comae Berenices	Com	Pyxis	Pyxidis	Pyx
Corona Austrina	Coronae Austrinae	CrA	Reticulum	Reticuli	Ret
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Sagitta	Sagittae	Sge
Corvus	Corvi	Crv	Sagittarius	Sagittarii	Sgr
Crater	Crateris	Crt	Scorpius	Scorpii	Sco
Crux	Crucis	Cru	Sculptor	Sculptoris	Scl
Cygnus	Cygni	Cyg	Scutum	Scuti	Sct
Delphinus	Delphini	Del	Serpens	Serpentis	Ser
Dorado	Doradus	Dor	Sextans	Sextantis	Sex
Draco	Draconis	Dra	Taurus	Tauri	Tau
Equuleus	Equulei	Equ	Telescopium	Telescopii	Tel
Eridanus	Eridani	Eri	Triangulum	Trianguli	Tri
Fornax	Fornacis	For	Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA
Gemini	Geminorum	Gem	Tucana	Tucanae	Tuc
Grus	Gruis	Gru	Ursa Major	Ursae Majoris	UMa
Hercules	Herculis	Her	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi
Horologium	Horologii	Hor	Vela	Velorum	Vel
Hydra	Hydrae	Hya	Virgo	Virginis	Vir
Hydrus	Hydri	Hyi	Volans	Volantis	Vol
Indus	Indi	Ind	Vulpecula	Vulpeculae	Vul

Wszystkich możliwych kombinacji jest w tym przypadku 17 576 000 000. Każdej gwiazdzie w międzynarodowej bazie AAVSO przydzielony został identyfikator AUID. Kiedy do bazy dodawane są nowe gwiazdy, przydzielane są nowe identyfikatory AUID.

Lista na poprzedniej stronie przedstawia nazwy gwiazdozbiorów wg Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU – International Astronomical Union). Dla każdego gwiazdozbioru podana jest jego nazwa łacińska, mianownik oraz dopełniacz, a także zaaprobowany trzyliterowy skrót.

Wewnątrz baz utrzymywanych przez AAVSO, każdy oddzielny obiekt ma swój własny numer AUID. Jeśli chodzi o samą bazę danych, to AUID jest nazwą obiektu. Ta nazwa, czy też klucz, jest używana do jednoznacznej identyfikacji obiektów pomiędzy różnymi bazami danych.

Jako obserwator możesz nigdy nie zetknąć się z AUID, albo nigdy nie będziesz potrzebował wiedzieć, jaki na przykład jest AUID gwiazdy SS Del (000-BCM-129). Jednak ze względu na fakt, że astronomia coraz bardziej podąża w kierunku analizy danych, wiedza o tym co „spaja” nasze różne bazy danych może mieć coraz większe znaczenie, szczególnie dla tych, którzy tworzą narzędzia służące do dostępu lub odniesień do różnych baz danych.

Międzynarodowy Spis Gwiazd Zmiennych (VSX)

Międzynarodowy Spis Gwiazd Zmiennych (The International Variable Star Index – VSX) jest narzędziem, które może być używane do zdobywania informacji na temat konkretnej gwiazdy zmiennej. Aby użyć VSX, po prostu wpisz nazwę gwiazdy w polu tekstowym podpisanym „Star Finder”, położonym w prawym górnym rogu strony domowej AAVSO, a następnie kliknij „Search VSX”. Klikając nazwę gwiazdy na liście wynikowej

możesz otrzymać dokładną pozycję gwiazdy, jej alternatywne nazwy, informacje na temat okresu oraz typu widmowego, listę odniesień i inne przydatne informacje na jej temat.

Typy gwiazd zmiennych

Wyróżniamy dwie podstawowe grupy gwiazd zmiennych – gwiazdy zmienne fizycznie, których zmienność wynika ze zmian fizycznych zachodzących w gwieździe lub w układzie gwiazd oraz gwiazdy zmienne geometrycznie, których zmienność jest wynikiem wzajemnych zakryć gwiazd w układzie lub obrotu gwiazdy wokół własnej osi. Gwiazdy zmienne często dzielone są na 5 różnych klas: gwiazdy zmienne fizycznie dzielą się na pulsujące, wybuchowe i kataklizmiczne, gwiazdy zmienne geometrycznie dzielimy natomiast na gwiazdy zaćmieniowe i rotujące.

W tym rozdziale znajdują się krótkie opisy głównych typów gwiazd zmiennych należących do każdej z wyżej wymienionych klas. Kompletna lista typów jest dostępna na stronie Generalnego Katalogu Gwiazd Zmiennych (GCVS): <http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt>.

Każdy opis zawiera typ widmowy gwiazdy. Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej na temat widm gwiazd oraz ich ewolucji, możesz znaleźć informacje na ten temat w podstawowych źródłach na temat astronomii oraz w niektórych książkach wspomnianych w załączniku 3.

Początkującym obserwatorom poleca się głównie obserwacje długookresowych lub półregularnych zmiennych pulsujących. Jasność tych gwiazd zmienia się w dużym zakresie. Dodatkowo jest ich na tyle dużo, że wiele z nich można znaleźć blisko jasnych gwiazd, co jest bardzo pomocne w ich odnajdywaniu.

Zmienne pulsujące

Zmienne pulsujące są gwiazdami, które wykazują okresowe rozszerzanie i kurczenie swoich zewnętrznych warstw. Pulsacje te mogą być radialnie lub nieradialne. Kształt gwiazdy pulsującej radialnie pozostaje cały czas sferyczny, podczas gdy kształt gwiazd pulsujących nieradialnie może okresowo odbiegać od sfery. Poniżej opisane są typy gwiazd pulsujących, które można wyróżnić na podstawie okresu pulsowania, masy, stanu ewolucji gwiazdy, a także charakterystyki ich pulsacji.

“Odwagi! Każdy krok wprzód przybliży nas do celu, a jeśli nie możemy do niego dotrzeć, możemy przynajmniej pracować tak, aby nasi potomkowie nie mogli zarzucić nam beczynności lub powiedzieć, że nawet nie próbowaliśmy utorować im drogi do tego celu.”

– Friedrich Argelander (1844)
„ojciec astronomii gwiazd zmiennych”

Greckie litery i nazwy gwiazd w AAVSO

Elizabeth O. Waagen i Sara Beck, zespół AAVSO

Szukając gwiazdy w VSX lub raportując obserwacje do bazy danych AAVSO przez *WebObs*, nie można wpisać greckiej litery jeśli gwiazda ma ją w swojej nazwie – nie da się szukać „μ Cep” czy „ν Pav”. Dyskusyjne jest to, jak należy wpisywać niektóre z greckich liter używanych w nazwach gwiazd, w szczególności, jak należy wpisywać μ i ν.

Dlaczego jest ważne, jak są one wpisywane?

Są gwiazdy, dla których oznaczenia Argelander'a wyglądają tak samo, jak nazwy greckie, zwłaszcza w przypadku programów, które nie rozróżniają wielkich i małych liter. Z tego powodu dla VSX czy *WebObs* „mu Cep” (μ Cep) wygląda tak samo jak „MU Cep” (M-U Cep) i „nu Pav” (ν Pav) wygląda tak samo jak „NU Pav” (N-U Pav).

Więc jak mam je rozróżnić?

AAVSO zdecydowało się używać trzyliterowych wersji rosyjskiej pisowni greckich liter, jak jest to pokazane w tabeli obok, w kolumnie podpisanej „AID”. W takim układzie μ staje się „miu”, ν staje się „niu”, a „chi Cyg” staje się „khi Cyg”. Prosimy, aby używać tych rosyjskich skrótów dla greckich liter, a „MU” i „NU” dla nazw Argelander'a. W przeciwnym razie twoje dane mogą zostać przypisane do złej gwiazdy lub mapka o którą prosisz nie będzie tą, którą dostaniesz.

Dodajemy jeszcze trochę zamieszania

Kiedy używasz VSX możesz zauważyć, że „nazwą główną” dla gwiazdy takiej jak μ Cep jest „mu. Cep” (zauważ kropkę po „u”). Są też inne sposoby na oznaczenie tej gwiazdy, takie jak „*mu Cep”, „HR 8316”, czy „SAO 33693”. To są tak zwane „aliasy” i od strony technicznej można ich używać przy wysyłaniu danych, rysowaniu krzywej zmian blasku gwiazdy, czy tworzeniu mapki.

Jednakże przy wysyłaniu danych preferujemy, abyś używał skróconej pisowni rosyjskiej „miu Cep”, bo tak jest prosto, jednoznacznie i mniej wygląda na typograficzny błąd, niż niektóre inne aliasy.

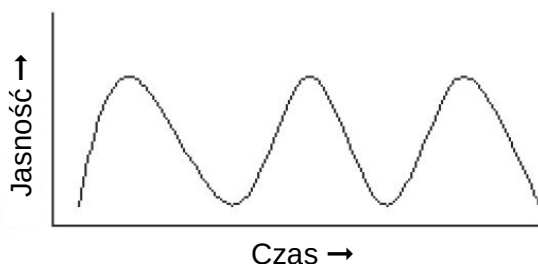
I jeszcze jedno...

Równoległym problemem jest kwestia „u Her” i „U Her”. Ze względu na to, że nasza baza danych nie rozróżnia wielkich i małych liter, prosimy abyście raportowali „u Her” jako „u. Her” lub „68 Her”.

	AID	Rosyjski	Angielski
α	alf	alfa	alpha
β	bet	beta	beta
γ	gam	gamma	gamma
δ	del	delta	delta
ε	eps	eps	epsilon
ζ	zet	zeta	zeta
η	eta	eta	eta
θ	tet	teta	theta
ι	iot	iota	iota
κ	kap	kappa	kappa
λ	lam	lambda	lambda
μ	miu	mu	mu
ν	niu	nu	nu
ξ	ksi	ksi	xi
ο	omi	omicron	omicron
π	pi	pi	pi
ρ	rho	rho	rho
σ	sig	sigma	sigma
τ	tau	tau	tau
υ	ups	upsilon	upsilon
φ	phi	phi	phi
χ	khi	khi	chi
ψ	psi	psi	psi
ω	ome	omega	omega

Czym jest krzywa jasności?

Obserwacje gwiazd zmiennych są powszechnie przedstawiane na wykresach nazywanych krzywymi jasności (lub krzywymi zmian blasku), jako jasność obserwowana w zależności od czasu, zwykle wyrażonego w dniach juliańskich (JD). Skala jasności rysowana jest w ten sposób, że jasność rośnie z dołu do góry na osi Y, a dni juliańskie rosną z lewej do prawej na osi X.

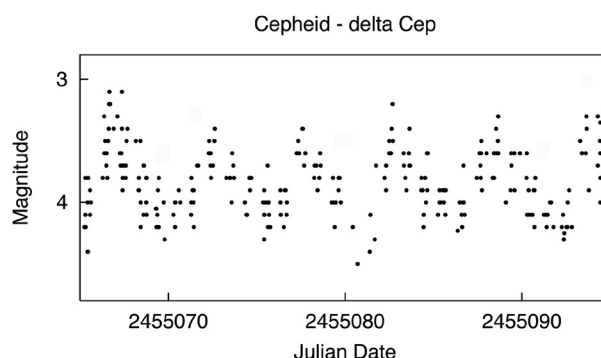


Informacje o okresowym zachowaniu gwiazdy, okresie obiegu zakrywających się gwiazd w układzie podwójnym lub stopniu regularności (lub nieregularności) wybuchów gwiazdowych mogą być wyznaczone bezpośrednio z krzywej jasności. Bardziej szczegółowa analiza krzywej jasności pozwala astronomom na obliczenie takich informacji jak masy, czy rozmiary gwiazd. Kilka lub kilkadziesiąt lat danych obserwacyjnych pozwala na ujawnienie zmian okresu gwiazdy, które mogą być sygnałem zmian w jej strukturze.

Wykresy fazowe

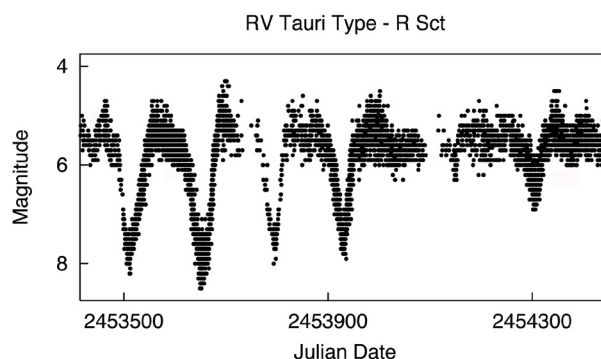
Wykresy fazowe (nazywane czasem „składanymi krzywymi jasności”) są użytecznym narzędziem do analizy zachowania gwiazd okresowych, takich jak cefeidy, czy układy zaćmieniowe. Na wykresie fazowym nakłada się na siebie wiele cykli zmian jasności. Zamiast rysować jasności w funkcji dni juliańskich jak w zwykłej krzywej jasności, każda obserwacja rysowana jest w funkcji fazy, czyli „jak daleko w cyklu znajduje się gwiazda”. Dla większości gwiazd zmiennych cykl startuje w maksimum (faza = 0), przechodzi przez minimum i wraca z powrotem do maksimum (faza = 1). W przypadku gwiazd zaćmieniowych faza zerowa przypada na środek zaćmienia (minimum). Przykład wykresu fazowego pokazany jest na stronie 28. tego podręcznika. Pokazuje on charakterystyczną krzywą jasności gwiazdy beta Persei.

Cefeidy – cefeidy pulsują z okresem od 1 do 70 dni, a ich zakres zmienności zawiera się w przedziale od 0.1 do 2 wielkości gwiazdowych. Te masywne gwiazdy mają dużą jasność absolutną i są gwiazdami o typie widmowym F w maksimum i G do K w minimum. Im późniejszy typ widmowy cefeidy, tym dłuższy jest jej okres zmian blasku. Zmiany jasności cefeid podporządkowane są zależności okres-jasność. Cefeidy mogą być dobrymi kandydatkami na cele projektów studenckich, gdyż są jasne i mają krótkie okresy.



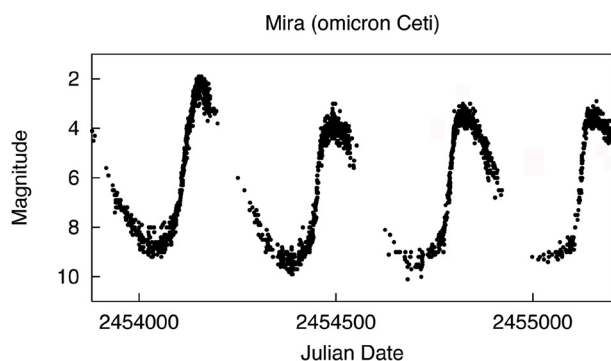
Gwiazdy typu RR Lyrae – te gwiazdy są zmiennymi krótkookresowymi (0.05 do 1.2 dnia), pulsującymi białymi olbrzymami, zwykle o typie widmowym A. Są starsze i mniej masywne niż cefeidy. Amplituda zmian blasku gwiazdy typu RR Lyrae zawiera się zwykle w przedziale od 0.3 do 2 wielkości gwiazdowych.

Gwiazdy typu RV Tauri – te gwiazdy są żółtymi nadolbrzymami, które wykazują charakterystyczne zmiany jasności z naprzemiennymi głębokimi i płytkimi minimami. Ich okresy, definiowane jako przedział czasu pomiędzy dwoma głębokimi minimami, zawierają się w przedziale od 30 do 150 dni. Amplituda zmian jasności może sięgać nawet 3. wielkości gwiazdowych. Niektóre z tych gwiazd wykazują długookresowe, cykliczne zmiany jasności w skali czasu rzędu setek do tysięcy dni. Zwykle ich typ widmowy zawiera się pomiędzy G a K.

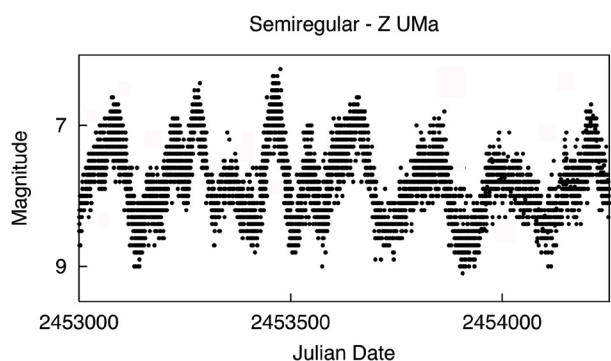


Zmienne długookresowe – zmienne długookresowe są pulsującymi olbrzymami lub nadolbrzymami o okresach zawierających się w przedziale od 30 do 1000 dni. Są one zwykle gwiazdami o typie widmowym M, R, C lub N. Dzieli się na dwa podtypy: mirydy i zmienne półreguluarne.

Mirydy (miry) – te zmienne czerwone olbrzymy zmieniają jasność z okresami z przedziału od 80 do 1000 dni, a ich wizualne zmiany jasności przekraczają 2.5 wielkości gwiazdowej.



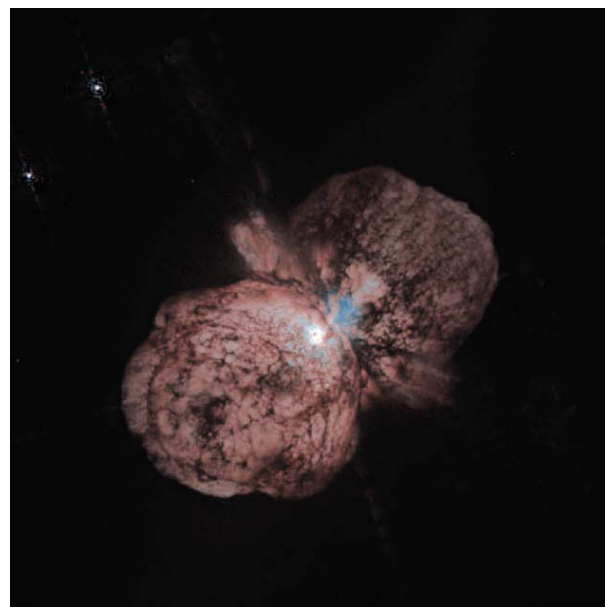
Zmienne półreguluarne – zmienne te są olbrzymami i nadolbrzymami, które wykazują się znaczną regularnością, przerywaną okresami nieregularnych zmian jasności. Ich okresy zawierają się w przedziale od 30 do 1000 dni, a amplitudy zmian jasności zwykle nie przekraczają 2.5 wielkości gwiazdowej.



Zmienne nieregularne – te gwiazdy, do których należy większość czerwonych olbrzymów, są zmiennymi pulsującymi. Jak sama nazwa wskazuje, ich zmiany jasności nie wykazują żadnej okresowości lub okresowość ta jest bardzo słabo zdefiniowana.

Zmienne kataklizmiczne

Zmienne kataklizmiczne, jak wskazuje nazwa, są gwiazdami, którym zdarzają się gwałtowne wybuchy spowodowane przez procesy termojądrowe zachodzące w ich warstwach powierzchniowych, albo głęboko wewnątrz. Większość z tych gwiazd to bliskie układy podwójne. Ich wzajemne

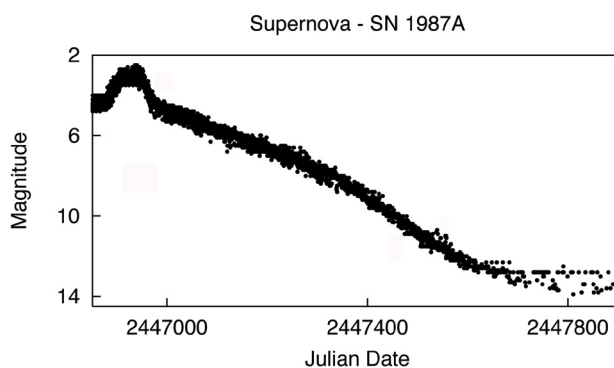


eta Car

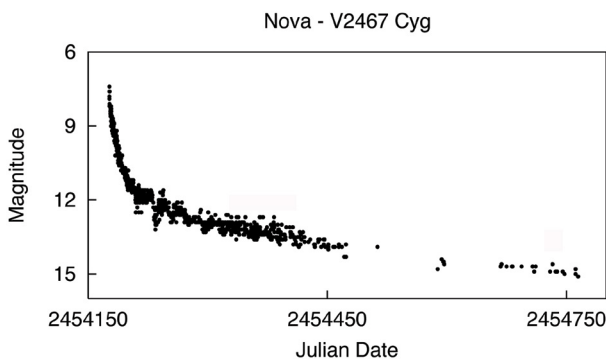
Na tym niesamowitym zdjęciu z Teleskopu Hubble'a przedstawiającym supermasywną gwiazdę eta Carinae widoczne są olbrzymie, falujące chmury gazu i pyłu. Ta gwiazda była miejscem potężnego wybuchu około 150 lat temu, kiedy stała się jedną z jaśniejszych gwiazd południowego nieba. Choć wyemitowała tyle światła, ile wydzielane jest podczas wybuchu supernowej, to swój wybuch przeżyła.

oddziaływania silnie wpływają na ewolucję każdego ze składników pary. Często obserwuje się, że jeden ze składników układu, będący białym karłem, otoczony jest przez dysk akrecyjny uformowany z materii traconej przez drugą z gwiazd, która jest chłodniejsza i ma większe rozmiary.

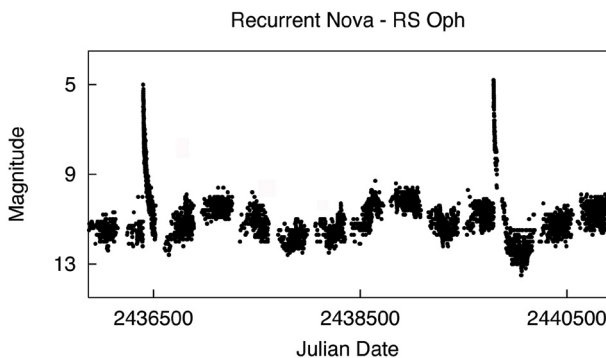
Supernowe – te masywne gwiazdy wykazują gwałtowne i dramatyczne wzrosty jasności o 20 wielkości gwiazdowych, a nawet więcej, w wyniku katastroficznej gwiazdnej eksplozji.



Nowe – te bliskie układy podwójne składają się z będącego składnikiem głównym, akreującego białego karła oraz gwiazdy ciągu głównego o niewielkiej masie (nieco chłodniejszej od Słońca), będącej składnikiem wtórnym. Na powierzchni białego karła zachodzi wybuchowa reakcja nuklearna, wywołana akumulacją materiału ze składnika wtórnego. W wyniku tego wybuchu jasność układu wzrasta o 7 do 16 wielkości gwiazdowych w czasie od 1 do kilkuset dni. Po wybuchu gwiazda powoli wraca do pierwotnej jasności, a proces ten trwa od kilku do kilkudziesięciu lat. W pobliżu maksimum blasku widmo zwykle jest zbliżone do olbrzymów typu widmowego A lub F.



Nowe powrotne – obiekty te są podobne do nowych, ale obserwowano u nich dwa lub więcej wybuchów o nieco mniejszej amplitudzie.

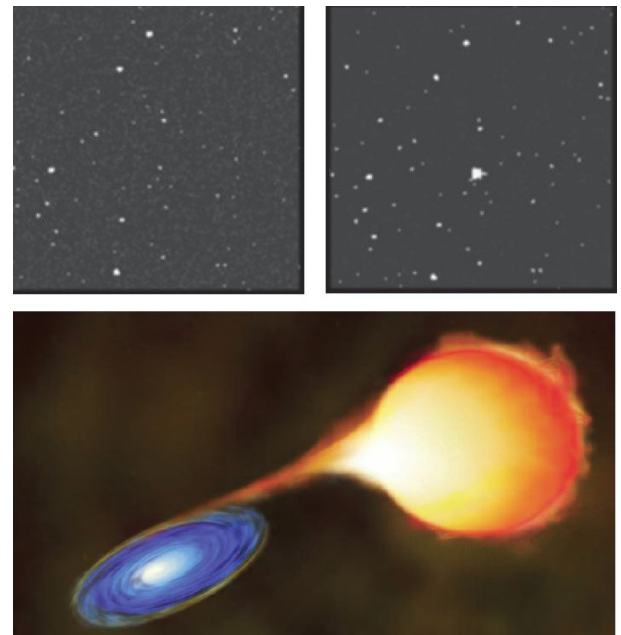


Nowe karłowate – te gwiazdy są układami podwójnymi tworzonymi przez nieco chłodniejszego od naszego Słońca czerwonego karła oraz otoczonego dyskiem akrecyjnym białego karła. Pojaśnienie o 2 do 6 wielkości gwiazdowych następuje w wyniku niestabilności w dysku akrecyjnym, które sprawia, że materia z dysku spada na białego karła. Wyróżnia się trzy podtypy nowych karłowatych: gwiazdy zmienne typu U Gem, gwiazdy zmienne typu Z Cam i gwiazdy zmienne typu SU UMa.

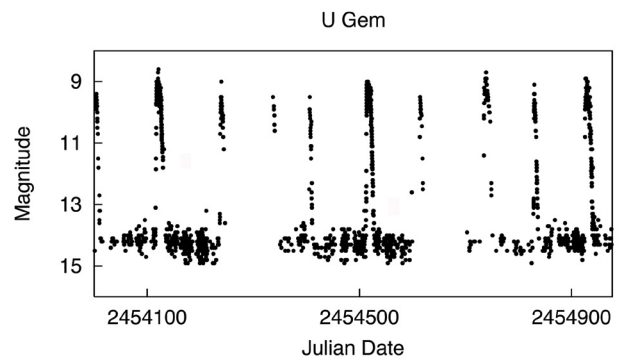
Gwiazdy zmienne typu U Geminorum – po okresach spokoju w minimum jasności zdarzają się im

U Geminorum

Poniżej widzimy 20-sekundową ekspozycję gwiazdy U Gem przed wybuchem i po początku wybuchu. Zdjęcia zostały wykonane przez dyrektora AAVSO Arne Henden, USRA/UNSO, teleskopem o średnicy 1 m w obserwatorium U.S. Naval Observatory we Flagstaff w Arizonie, z wykorzystaniem CCD z filtrem V. Poniżej zdjęć przedstawiona jest wizja artystyczna układu U Gem wykonana przez Dana Berry'ego (zauważ podobną do Słońca gwiazdę po prawej, białego karła i dysk akrecyjny, który go otacza).

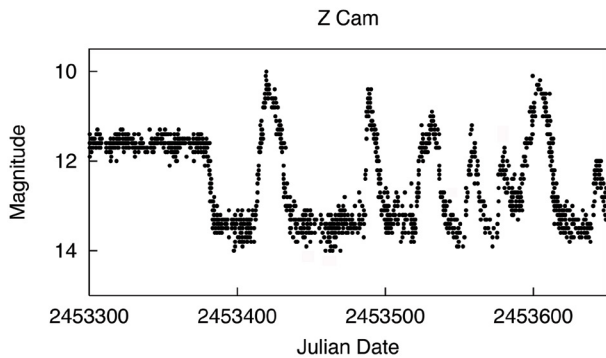


gwałtowne pojaśnienia. W zależności od gwiazdy, wybuchy następują co 30 do 500 dni i trwają zwykle od 5 do 20 dni.

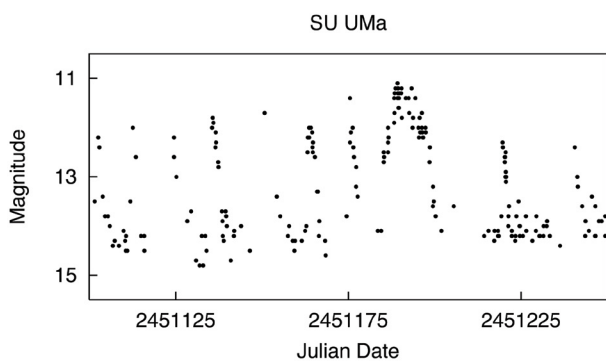


Gwiazdy zmienne typu Z Camelopardalis – gwiazdy te są fizycznie podobne do gwiazd typu U Gem. Wykazują one cykliczne zmiany, przerywane okresami stałej jasności. Takie okresy ciągną się przez odpowiednik kilku cykli, a jasność

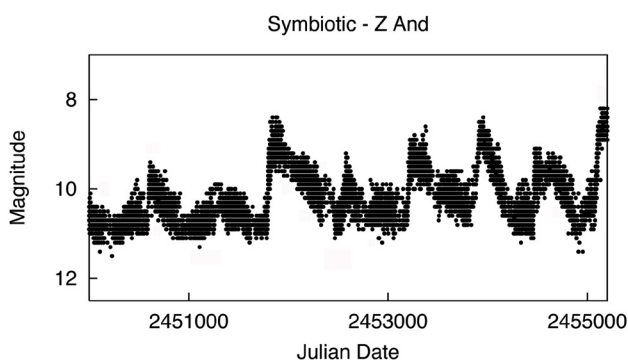
gwiazdy jest wtedy zbliżona do jednej trzeciej jasności między maksimum a minimum.



Gwiazdy zmienne typu SU Ursae Majoris – także podobne fizycznie do gwiazd typu U Gem, ale układy te mają dwa zdecydowanie różniące się rodzaje wybuchów: jeden jest słaby, częsty i krótki, z czasem trwania rzędu 1 do 2 dni; drugi (superwybuch) jest jasny, znacznie rzadszy i długi, z czasem trwania rzędu 10 do 20 dni. Podczas superwybuchów pojawiają się małe, periodyczne modulacje.



Gwiazdy symbiotyczne – te ciasne układy podwójne składają się z czerwonego olbrzyma i gorącej niebieskiej gwiazdy, przy czym obydwie gwiazdy zanurzone są w mgławicy. Wykazują one półreguluarne, nowopodobne wybuchy o amplitudzie do 3 wielkości gwiazdowych.

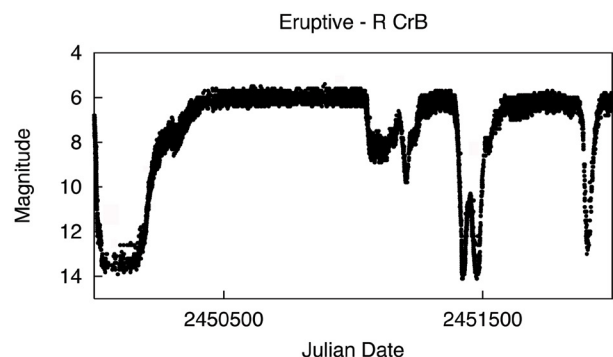


Gwiazdy zmienne wybuchowe

Gwiazdy zmienne wybuchowe są gwiazdami, których jasność zmienia się ze względu na gwałtowne procesy oraz rozbłyski zachodzące w ich

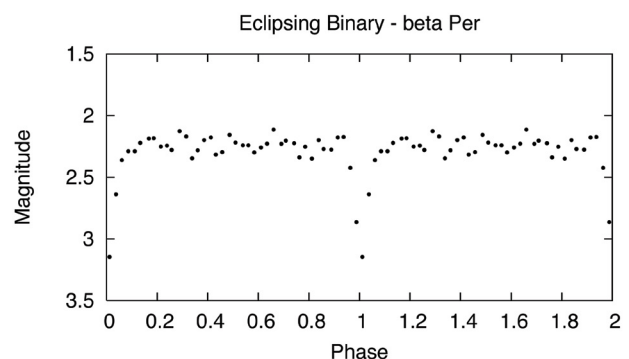
chromosferach i koronach. Zmianom jasności towarzyszą zwykle rozbłyski na powierzchni gwiazdy lub duży wypływ materii w formie wiatru gwiazdowego o zmiennym natężeniu i/lub interakcje z otaczającym ośrodkiem międzygwiazdowym.

Gwiazdy zmienne typu R Coronae Borealis – te rzadko występujące, jasne, ubogie w wodór, zawierające duże ilości węgla nadolbrzymy, spędzają większość swojego czasu świecąc z maksymalną jasnością, od czasu do czasu słabnąc nawet o 9 wielkości gwiazdowych, przy czym zdarzenia takie zachodzą nieregularnie, a i czas ich trwania jest zmienny. Po takim osłabnięciu powoli wracają do maksimum przez kilka miesięcy, a nawet rok. Gwiazdy tej grupy mają typ widmowy F do K lub R.



Gwiazdy zmienne zaćmieniowe

Gwiazdy te są układami podwójnymi, w których składniki krążą w płaszczyźnie leżącej blisko linii obserwator – gwiazda. Składniki okresowo zakrywają się, co prowadzi do spadku jasności układu z punktu widzenia obserwatora. Okres zmian blasku jest zgodny z okresem obiegu gwiazd należących do układu i zawiera się w przedziale od minut do lat.



Gwiazdy rotujące

Gwiazdy rotujące wykazują niewielkie zmiany jasności, które wynikają z tego, że na ich powierzchniach znajdują się jasne lub ciemne plamy. Gwiazdy rotujące często są układami podwójnymi.