

Korelačná analýza vo výskume premenných hviezd a jej aplikácia na symbiotické systémy AG Dra a Z And

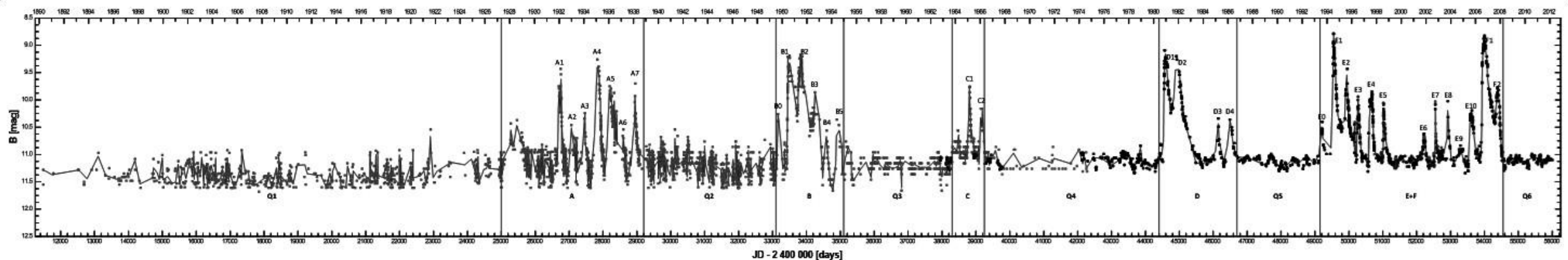


JAROSLAV MERC

Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, PF UPJŠ, Košice, Slovensko

AG Draconis

- jedna z **najjasnejších** a **najlepšie** skúmaných symbiotických premenných hviezd
- **červený obor** spektrálnej triedy **K3 III** a horúci **biely trpaslík**
- intenzívny hviezdny vietor červeného obra – **cirkumbinárna obálka**
- 125 rokov fotometrického výskumu
- striedanie **pokojných** a **aktívnych** období





AG Draconis

- jedna z **najjasnejších a najlepšie** skúmaných symbiotických premenných hviezd
- **červený obor** spektrálnej triedy **K3 III** a horúci **biely trpaslík**
- intenzívny hviezdny vietor červeného obra – **cirkumbinárna obálka**
- 125 rokov fotometrického výskumu
- striedanie **pokojných a aktívnych** období
 - vzplanutia s ročnou periódou
- pozorovaná **orbitálna perióda** (550 dní) a **perióda pulzácií** obra (355 dní)





Metódy korelačnej analýzy

- metódy: „klasická“ korelácia
diskrétna korelácia
self-korelácia
- **aplikácia metód korelačnej analýzy na umelé súbory**
 - výhody, nevýhody, obmedzenia metód
 - charakteristiky metód v konkrétnych situáciách
 - porovnanie s výsledkami Fourierovej transformácie
- **periódová analýza testovacích hviezd**
 - 16 premenných hviezd zo súhvezdia Labute
 - vizuálne dáta hviezd β Persei a RT Aurigae z databázy AAVSO



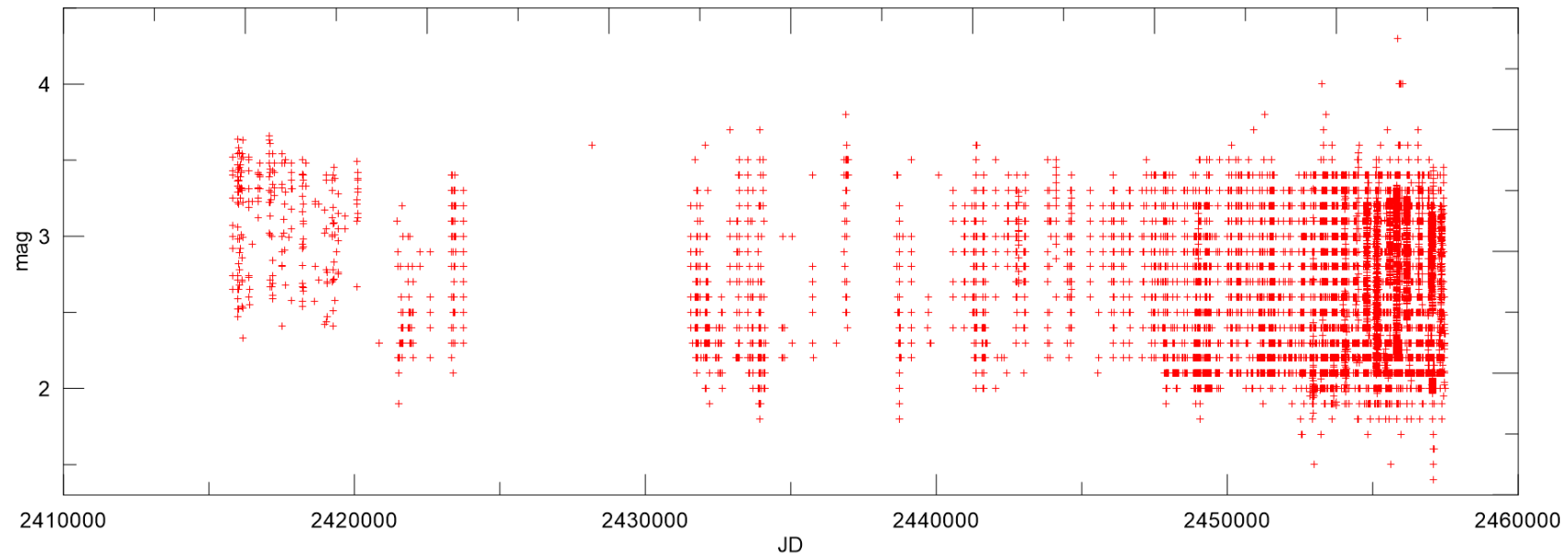


Metódy korelačnej analýzy

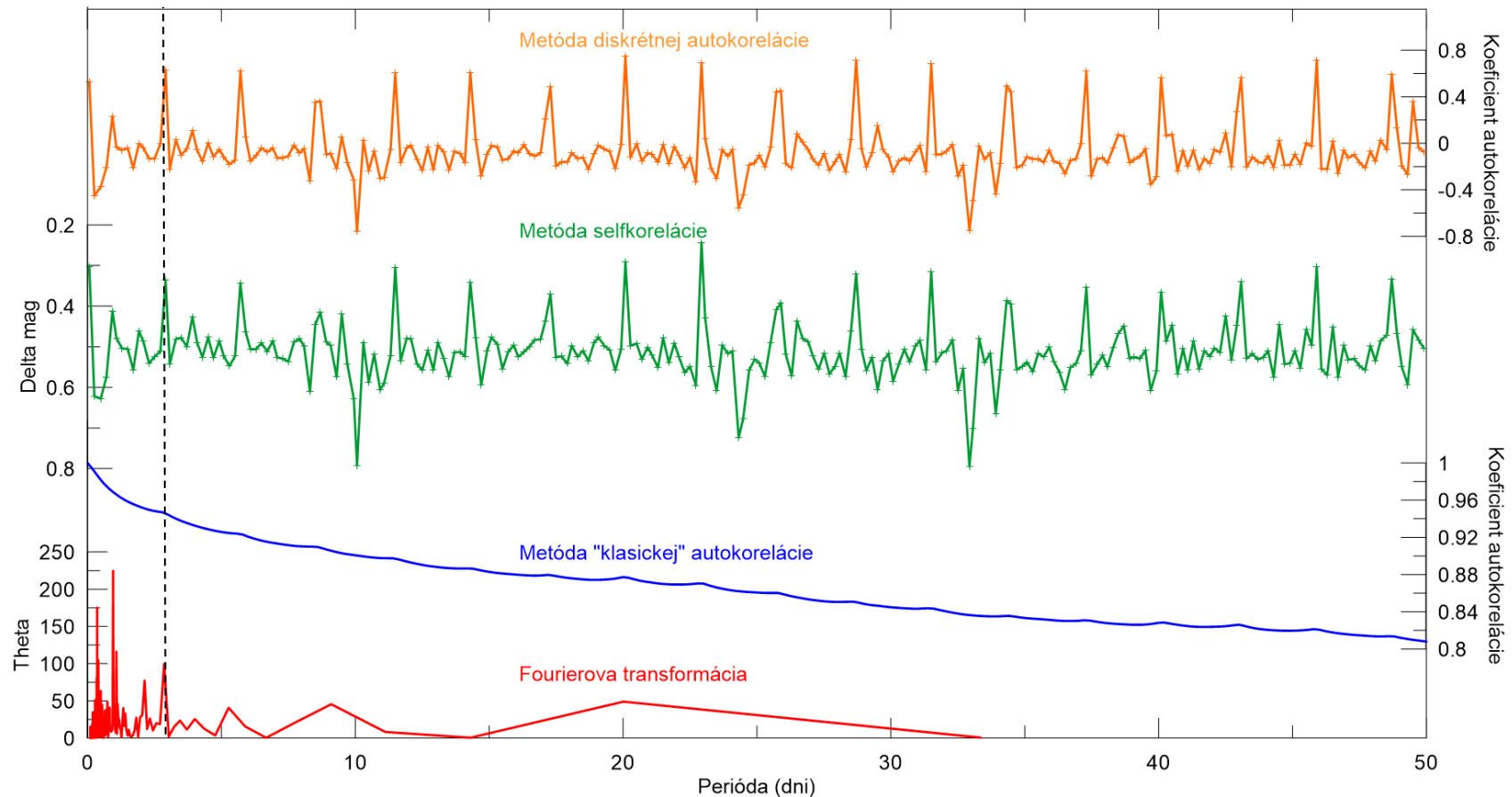
- **korelačná analýza** vhodným doplnkom ku Fourierovej transformácii
 - netrpí na aliasy, nekontinuálne dáta
 - dokáže odhaliť zmenu amplitúdy variácií, variabilitu periódy
 - tvar korelogramu môže naznačiť typ premennosti
- ak je prítomných viac periód, je potrebná **podrobná analýza korelogramov**
 - dokáže odhaliť blízke periódy, periódy podobnej amplitúdy
- **v prípade nedostatku dát** nie sú diskkrétne metódy korelácie účinné
- **veľké množstvo dát** dokáže kompenzovať presnosť
 - prípad vizuálnych dát z databázy AAVSO



Metódy korelačnej analýzy



Metódy korelačnej analýzy





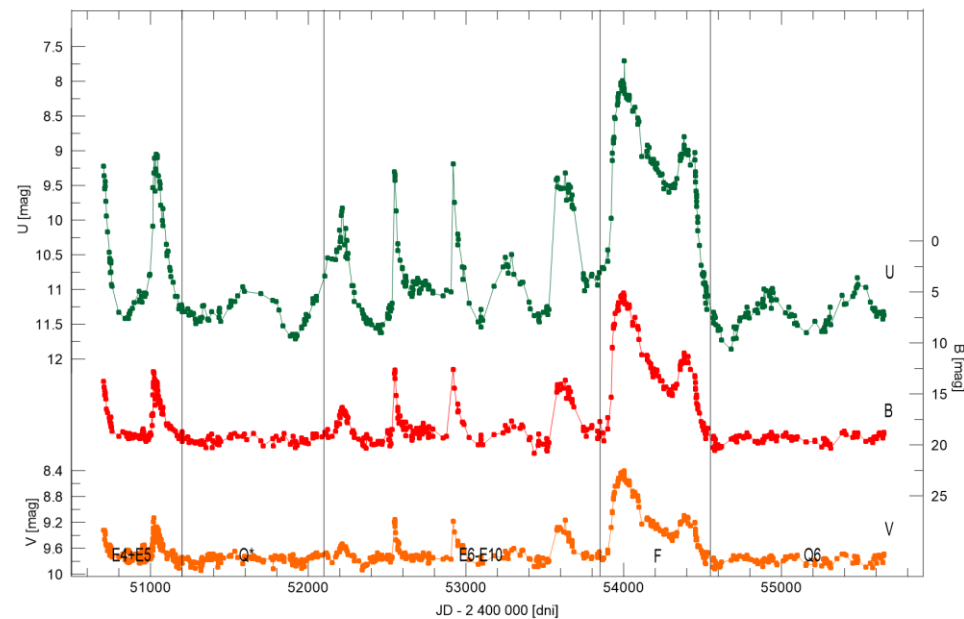
Korelačná a periódová analýza

- **korelačná analýza fotometrických a spektroskopických dát**
 - korelácia časových závislostí charakteristík (ekv. širok, tokov žiarenia a radiálnych rýchlostí) emisných spektrálnych čiar (H_{α} , H_{β} , He I, He II, O VI) a *UVB* fotometrie
 - porovnanie dlhodobého fotometrického a spektroskopického vývoja hviezd AG Dra a Z And
- **periódová analýza pomocou korelačných metód**
 - analýza radiálnych rýchlostí získaných z merania polohy absorpčných čiar
 - analýza dlhodober svetelnej krivky AG Dra v U filtri



Korelačná analýza dát AG Dra

- *UVB* fotometria
 - silná korelácia počas aktívnych období
 - krivky menej korelované počas období pokoja (krivka v U inak modulovaná ako dlhovoľnejšie)



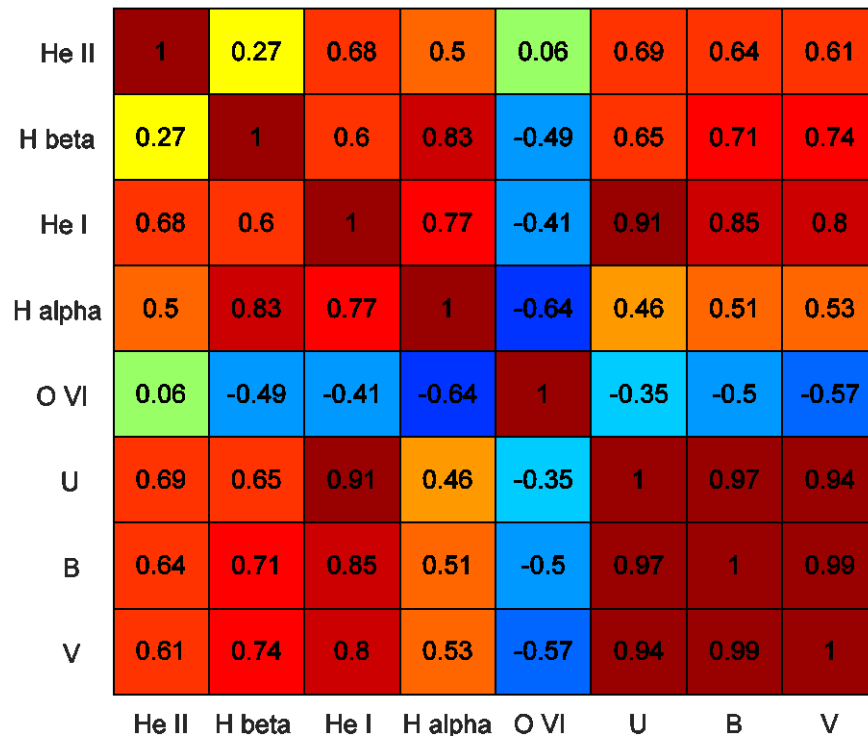


Korelačná analýza dát AG Dra

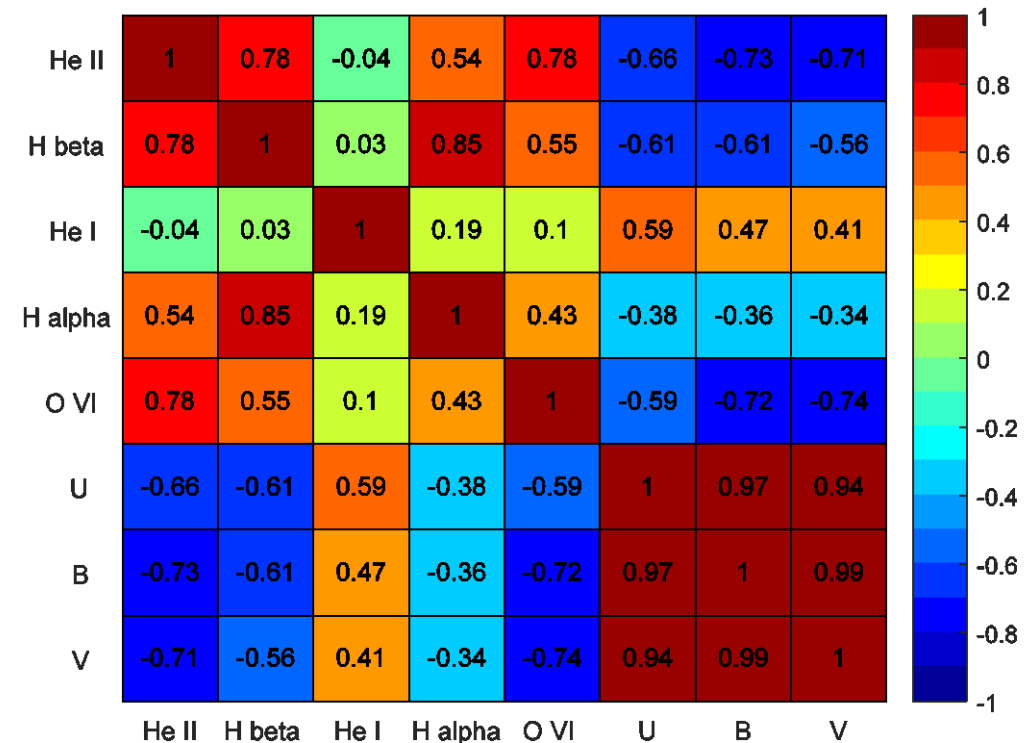
- *UVB* fotometria
 - **silná korelácia počas aktívnych období**
 - krivky menej korelované počas období pokoja (krivka v U inak modulovaná ako dlhovoľnejšie)
- krivky radiálnych rýchlostí emisných čiar
 - **veľmi veľká variácia koeficientov korelácie**
 - veľké chyby vstupných dát (2 – 7 km/s)
- časové závislosti ekvivalentných šírok a tokov žiarenia
 - vysoká korelácia v obdobiach E4-E5, E6-E10 a Q6 (koeficienty pre toky vyššie ako pre ekvivalentné šírky)
 - Q* je zvláštne obdobie – **prechodové aktívno-pokojné obdobie**
 - aktívne obdobie F sa **výrazne odlišuje** od iných aktívnych období
 - odlišná nie je len teplota, ale aj **d ďalšie prebiehajúce mechanizmy**



Korelačná analýza dát AG Dra

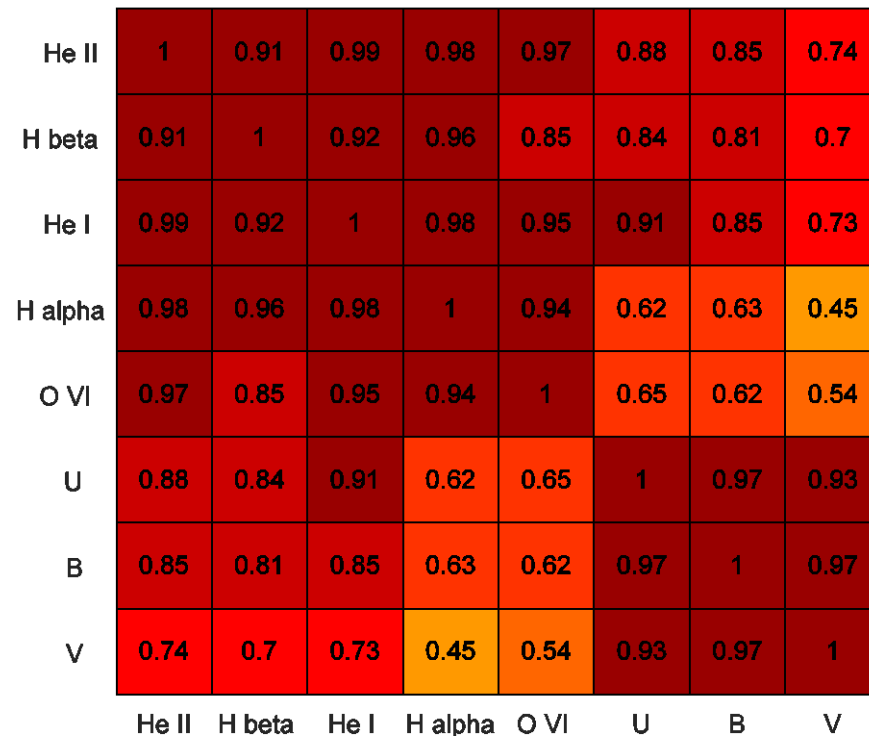


Toky žiarenia a toky vo filtroch U, B, V

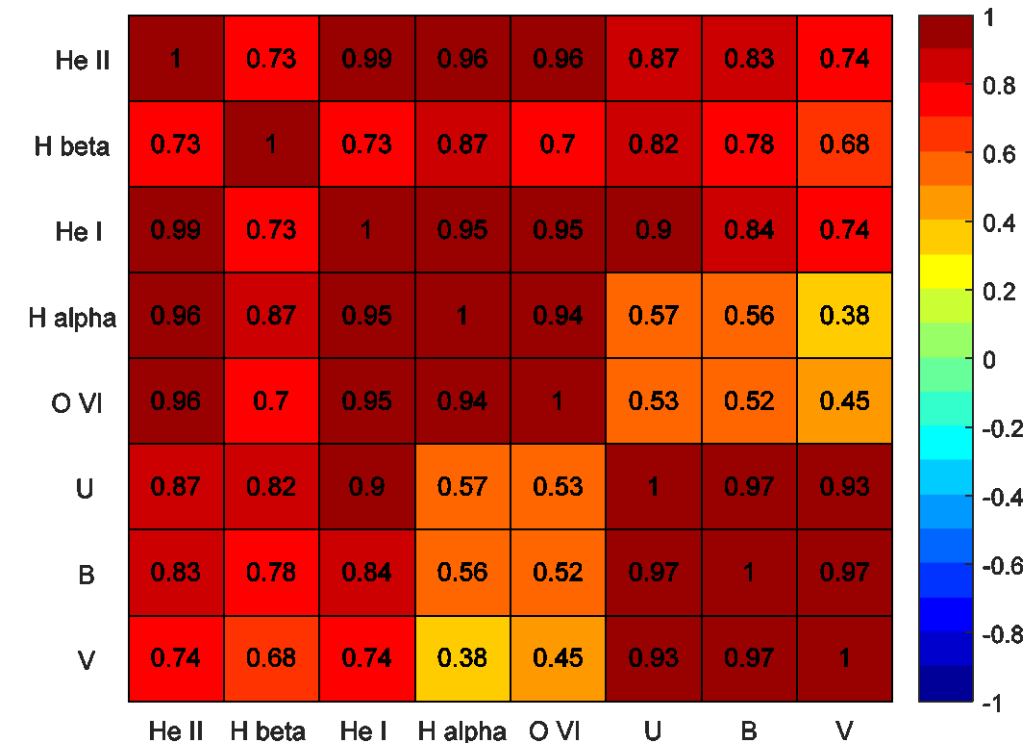


Ekvivalentné šírky a toky vo filtroch U, B, V

Korelačná analýza dát AG Dra



Toky žiarenia a toky vo filtroch U, B, V



Ekvivalentné šírky a toky vo filtroch U, B, V



Porovnanie dlhodobého vývoja AG Dra a Z And

- **zvláštne správanie** sa AG Dra počas chladného vzplanutia (obdobie F)
 - mimoriadne výrazné hlavné vzplanutie
 - hlboký pokles ekvivalentnej šírky spektrálnej čiary O VI
- **podobný vývoj zaznamenaný aj pri Z And**
- **korelačná analýza** svetelných kriviek v *U*, *B*, *V* filtroch
 - zhruba 3270 dňová časť svetelnej krivky analyzovaná viackrát s rôznymi dĺžkami a časmi začiatkov intervalov
 - silná korelácia pri časovom posune približne 2100 dní

Leedjäv, L., Gális, R., Hric, L., Merc, J., Burmeister, M., 2016, MNRAS 456, 2558





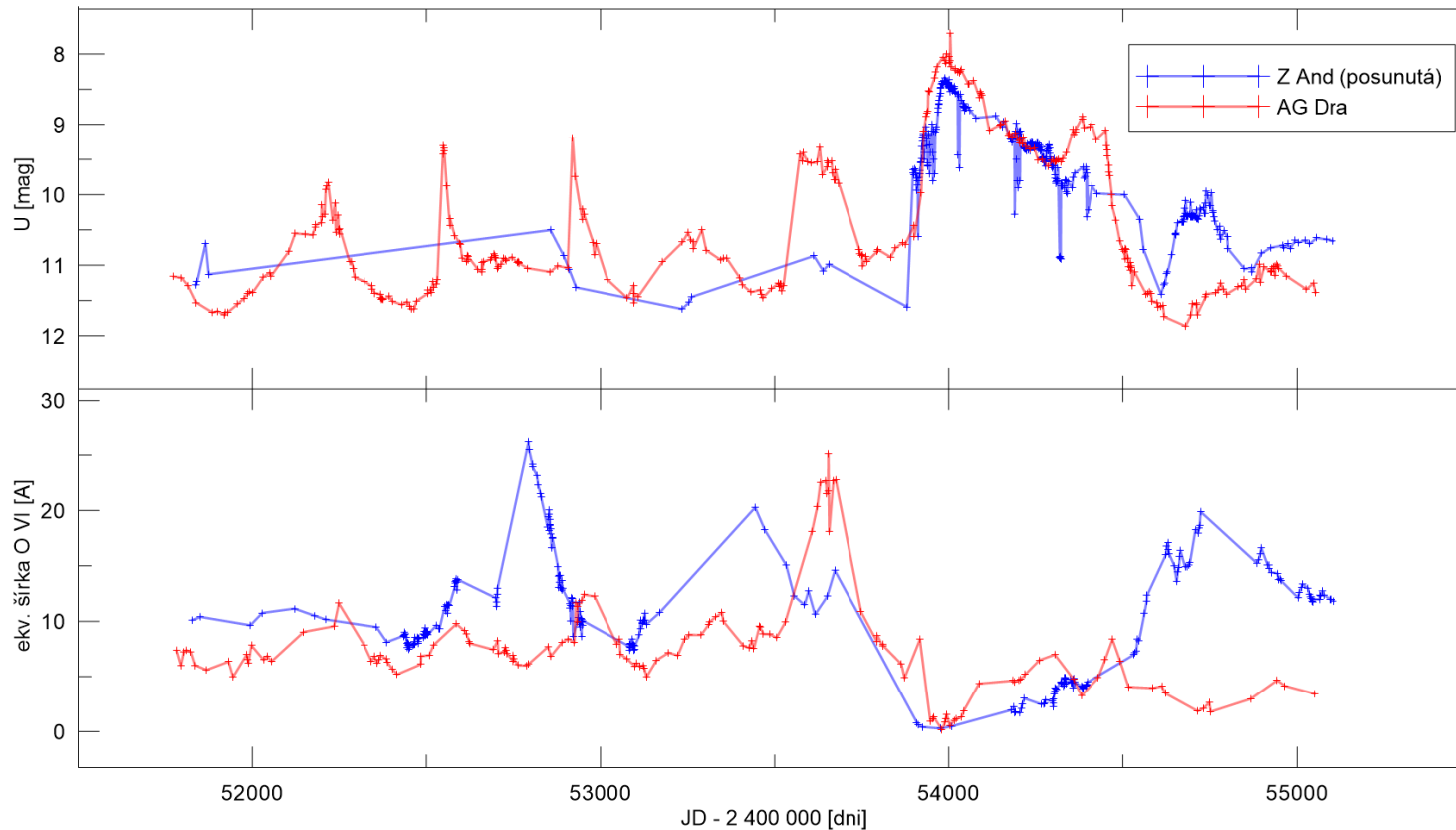
Porovnanie dlhodobého vývoja AG Dra a Z And

- obdobná **korelačná analýza** aj pre ekv. šírky spektrálnej čiary O VI
 - maximálna hodnota kroskorelačnej funkcie pre časový posun približne 2290 dní
 - vo viacerých prípadoch dvojmaximová štruktúra s druhým maximom pre posun 2100 dní
- tieto výsledky ukazujú **významnú podobnosť** vývoja AG Dra a Z And
- môže existovať podobnosť v povahe **horúcich zložiek a v mechanizme vzplanutí**
- pre **Z And** navrhnutý model „kombinovanej novy“, mohol by byť aplikovateľný aj v prípade AG Dra

Leedjäv, L., Gális, R., Hric, L., Merc, J., Burmeister, M., 2016, MNRAS 456, 2558



Porovnanie dlhodobého vývoja AG Dra a Z And



Dátová sada	Časový posun	Korelačný koeficient
Filter U	2 108.7	0.76
Filter B	2 108.7	0.84
Filter V	2 116.3	0.82
Ekv. šírky čiary O VI	2 289.8	0.59
	2 102.7	0.49
	2 972.3	0.31

Leedjäv, L., Gális, R., Hric, L., Merc, J., Burmeister, M., 2016, MNRAS 456, 2558



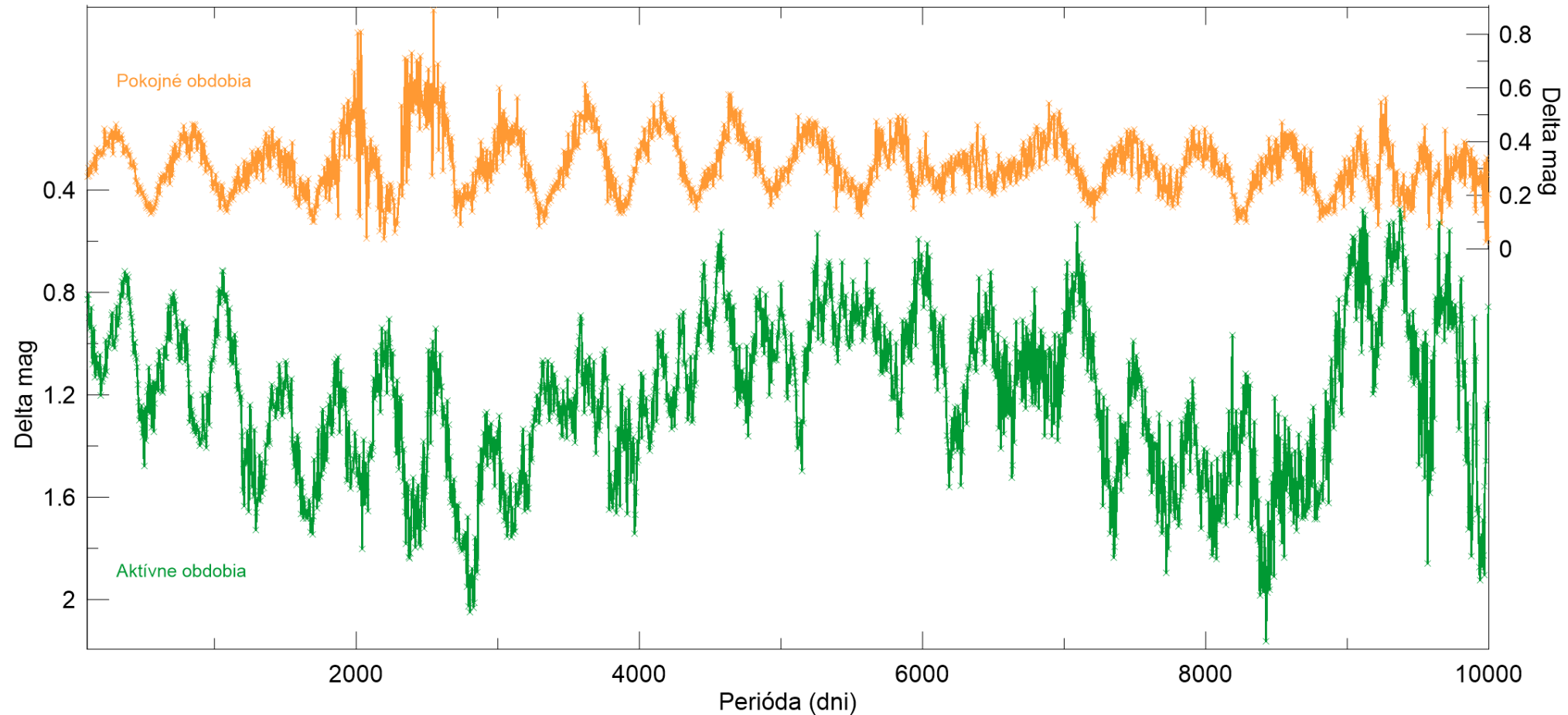
Dlhodobý vývoj svetelnej krivky AG Dra

- korelačná periódová analýza metódou **self-korelácie**
 - analýza **celej svetelnej krivky** v U filtri (najväčšie amplitúdy variácií)
 - aktívne a pokojné obdobia samostatne
- pokojné obdobia
 - **orbitálna perióda ≈ 550 dní**
- aktívne obdobia
 - dominantné **vzplanutia systému** s približne ročnou periódou
 - dlhodobá zmena korelogramov (variácia s periódou $\approx 4800 - 5000$ dní)
 - **pravdepodobne zmena amplitúdy** variácií v aktívnych obdobiach



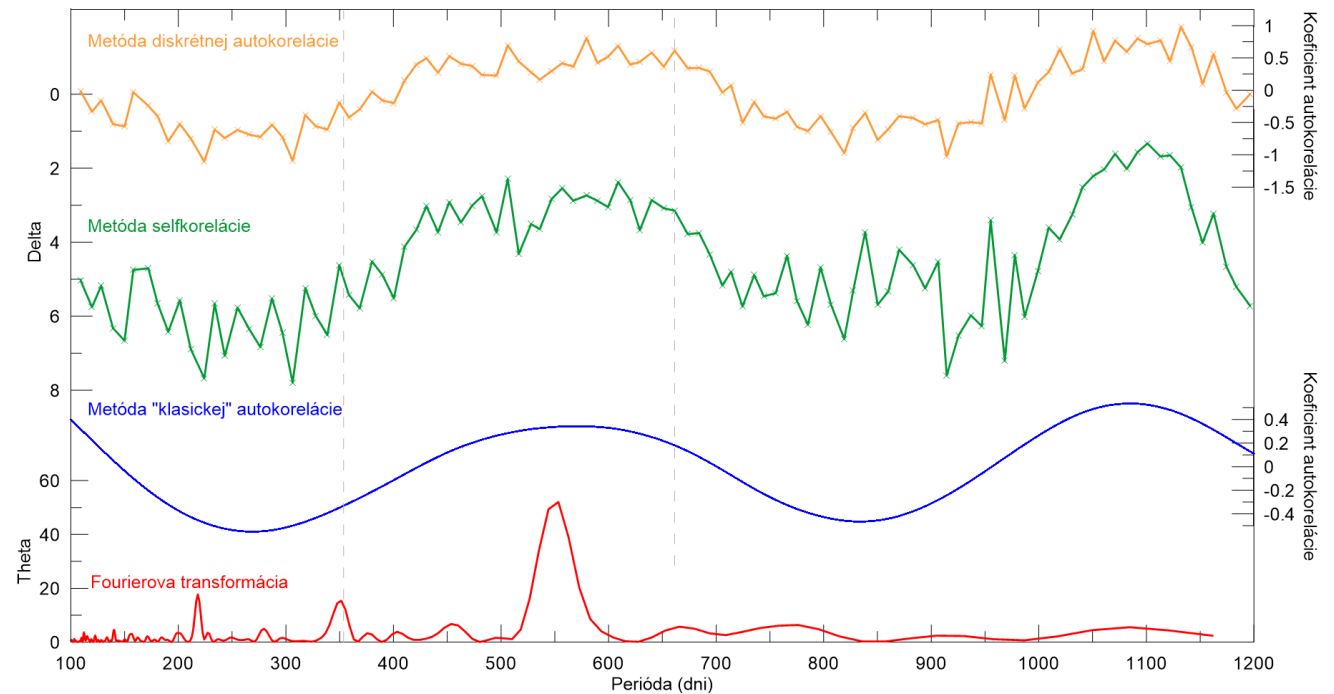


Dlhodobý vývoj svetelnej krivky AG Dra



Radiálne rýchlosti absorpčných čiar

- periódová analýza pomocou **metód korelačnej analýzy** aj **Fourierovej transformácie**
 - dominantná je **550 dňová perióda**, menej výrazná 355 dňová perióda pulzácií obra
- nereálne periódy v mocninnom spektre
 - **tvar korelogramov** pomôže eliminovať aliasy periód





Ďakujem za pozornosť.

Korelačná analýza vo výskume premenných hviezd a jej aplikácia na symbiotické systémy AG Dra a Z And

Jaroslav Merc

3Fb

Školiteľ: doc. RNDr. Rudolf Gális, PhD.

