

Planety a sluneční aktivita

V. Bumba, *Astronomický ústav AVČR, Ondřejov, bumba @asu.cas.cz*

Abstrakt

Pozorování ukazují, že pravidelnosti v rozložení slunečních magnetických polí korelují s oposicemi a konjunkcemi některých párů planet. Hlavním této práce výsledkem je důkaz, že maxima a minima slunečních jedenáctiletých cyklů jsou spojena s třemi singulárními postaveními v dráze planet Venuše, Země a Jupitera během oposic a konjunkcí Venuše a Země.

Několik posledních seminářů jsem se snažil přesvědčit Vás, že pravidelnosti v délkovém rozdělení slunečních magnetických polí a tím i aktivity korelují s setkáváním se některých párů planet při jejich orbitálním pohybu. Navazoval jsem na předchozí studie a pak referáty o existenci „aktivních délek“, které jsme kdysi publikovali společně s Dr. L. Hejnou (Bumba, Hejna, 1991).

Realitu existence délkových pravidelností v rozložení slunečních magnetických polí jsme ukázali kromě jiného na dvacátém cyklu, na integrovaných magnetických polích z McIntoshova Atlasu tím, že jsme zorganizovali do časové řady rovníkové a šířkové výřezy synoptických map slunečních magnetických polí. Magnetické pole je pak zřetelně délkově soustředěno do dlouhých časových řad se stejným sklonem vůči Carringtonské síti a tím i stejnou rychlostí rotace, rozdílnou pro rovník a vyšší šířky.

Studium délkového rozložení magnetických polí, naměřených na Wicovově observatoři ve Stanfordu v letech 1976 až 2010, potvrdilo směry nalezené ve dvacátém cyklu a ukázalo, že hlavní směr v rovníkové části rotuje za 26.8 dne a jeho směr je rovnoběžný s přímkou, která spojuje body v Carringtonově soustavě souřadnic, do kterých se promítá setkávání Merkura a Země při jejich oposicích a konjunkcích.

Směry řad magnetického pole ve vyšších šířkách (20° – 40°) jsou skloněny opačně, rotují tedy pomaleji, za 28.2 dne a korelují s přímkou spojující projekce bodů setkávání Venuše a Jupitera.

Mnoho zajímavých pravidelností i zákonitostí lze nalézt při detailním rozboru uvedených řad pole. Jako příklad uvádím srovnání řad opačných polarit.

Na minulém semináři jsem ukazoval jak tímto délkovým rozdělením polí a směry souvisí hlavní hranice polarit globální pole Slunce a jak při nástupu nového cyklu dochází k fázovému posunu délek i polarit a jak se nová aktivita vyvíjí v těsné blízkosti hranice polarit magnetického pole.

Na integrovaných magnetických polích ze Stanfordu pro cykly dvacet jedna až dvacet tři vidíme převahu obou hlavních směrů v jednotlivých fázích cyklů. Kromě toho je možné na těchto diagramech zachytit

ještě jednu výraznější délkovou řadu, viditelnou zejména ke konci cyklu, rotující přibližně za 27.14 dne, která koreluje se setkáváním Merkura a Jupitera. Kromě toho vidíme jak se začátky jednotlivých délkových řad a jejich průběh odráží ve vývoji sluneční aktivity.

Bohužel zatím se nepodařilo najít fyzikální mechanismus, který by vznik ukázaných pravidelností vysvětlil. Jistě hlavní vinu nese gravitace potkávajících se planet. Převodní pákou pak může být konvekce, která řídí topologii magnetických polí v aktivních oblastech i mimo ně. Ale proces tohoto převodu není dosud znám.

V předchozí části, která se týkala korelace pravidelností v délkovém rozložení slunečních magnetických polí a oposic a konjunkcí Merkura se Zemí, Venuše s Jupiterem a Merkura s Jupiterem jsme se zatím nesetkali s dvojicí Venuše – Země, i když jejich gravitační působení na Slunce je stejného řádu jako u Jupitera.

Před několika lety Dr. Charvátová (2007) ve své práci o pohybu slunečního středu kolem těžiště vnitřních planet ukázala, že v určitém období se střed Slunce pohybuje v blízkosti těžiště velmi pomalu, až dvacetkrát pomaleji než v období opačném, kdy jsou oba středy vzdáleny nejdále od sebe. Při tom období, kdy jsou oba středy blízko sebe, koincidují s daty oposic Venuše a Země, a tedy naopak nejdále jsou v době konjunkcí obou planet. Časová vzdálenost mezi oposicemi i konjunkcemi je rovna 1.6 roku, mezi oposicí a následující konjunkcí, a vice versa, je poloviční, a to 0.8 roku.

Místo pohybů středu Slunce a těžiště planet použijme pro naše úvahy směry, které planety spojují se Sluncem.

Podíváme-li se na střídání oposic a konjunkcí Venuše se Zemí vidíme, že tato střídání jsou velmi pravidelná, že směry, které obě planety a Slunce svírají a časy setkání se nemění kontinuálně, nýbrž diskrétně, že mají určitou stálou hodnotu, a to pět veličin pro oposice a pět pro konjunkce. Při tom směry pro konjunkce jsou posunuty o pět polovičních kroků, to je oposice – konjunkce. Cyklus pěti kroků oposice – oposice i konjunkce – konjunkce trvá osm let, ale vlivem posunu, který trvá čtyři roky, trvá celý cyklus změn směrů a časů během setkávání se Venuše se Zemí dvanáct let. Časově se tato

setkání odehrávají hlavně v červnu, březnu, říjnu, květnu a prosinci, a to jak oposice, tak i konjunkce, ovšem ty s posuvem o čtyři roky.

Vzniká otázka jaký má toto zakotvení setkávání Venuše a Země v prostoru a čase význam. První pokus, a to srovnání křivek měsíčních relativních čísel všech cyklů od čísla pět podle oposic a konjunkcí Venuše a Země ukázalo, že všechny cykly je možné rozdělit do dvou prakticky stejně početných skupin, ve kterých jsou křivky aktivity těsně navázány na určitá postavení popsaného cyklu změn směrů a času při potkávání obou planet. V první skupině maxima cyklů 5, 6, 7, 8, 9, 10, 18, 20, 21 a 22 se odehrávají v době oposice březnového směru, ve druhé skupině, a to cyklech 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19 a 22, březnový směr konjunkce a březnový směr oposice uzavírají symetricky mezi sebe maximální fáze uvedených cyklů a následující březnový směr koinciduje s minimem ukončujícím cyklus. To znamená, že směry Slunce – Venuše a Slunce – Země při setkávání obou planet mohou skutečně mít určitý význam. Je tedy třeba těmito směry se zabývat.

Zkusil jsem tedy srovnat celý tento cyklus změn směrů Venuše a Země se směry Jupitera. Už první pokus ukázal, že i směry Jupitera musí mít podobný význam pro cykly sluneční aktivity jako směry Venuše a Země. Srovnáme-li průběh křivky velikosti úhlů, které spolu vzájemně svírají směr Jupitera a společný směr Venuše a Země během svých oposic s průběhem lichých cyklů sluneční aktivity a během svých konjunkcí s průběhem sudých cyklů, vidíme, že křivka vzájemných úhlů je zrcadlově opačná ke křivce průběhu jedenáctiletých cyklů sluneční činnosti. Velikost úhlu je minimální v období maxima aktivity a během minima je blízká 45° . Současně během konjunkcí Venuše a Země v lichých cyklech aktivity a během jejich oposic v sudých cyklech hodnoty úhlu mezi společným směrem Venuše a Země a směrem Jupitera v období maxima cyklů aktivity jsou velmi blízké 90° a v období minima opět 45° .

Stejný výsledek vidíme, jestliže zobrazíme směry všech tří planet pro oposice Venuše a Země v lichých a pro konjunkce v sudých cyklech aktivity pro setkání Venuše a Země časově nejbližší maximum a minimum cyklů aktivity.

Tyto předběžné výsledky nás vedly k zobrazení směrů všech tří planet během všech oposic a konjunkcí Venuše a Země od roku 1800 do konce roku 2010, to je od nástupu cyklu číslo 5 do konce cyklu 23. Všechny celé cykly změn úhlů, trvající 12 let, jsme uspořádali do souvislých vertikálních časových řad, ve kterých pod sebou, v následujících řádkách byly téměř stejné (až na malé změny) velikosti všech tří úhlů.

Výsledek je vidět na dvou následujících obrázcích. Na Obr. Č 1 jsou dvě série cyklů změn úhlů seřazených popsaným způsobem pod sebou tak, že první série začíná oposicemi a druhá konjunkcemi. Na obrázku č. 2 jsou stejným způsobem seřazené dvojice cyklů, kde v prvním členu dvojice jsou úhly během oposic, a v následujícím členu během konjunkcí.

Tyto grafy nejen potvrzují předchozí dílčí výsledky, nýbrž i dávají vysvětlení jak k těmto výjimečným situacím, tedy k rovnoběžnosti a kolmosti směrů Venuše – Země a Jupitera, k jejich křížení při úhlu 45° dochází.

Hlavní úlohu zde zřejmě hraje souměřitelnost doby mezi oposicemi a konjunkcemi Venuše a Země s dobou siderického oběhu Jupitera, tj. poměru doby mezi jednotlivými oposicemi a konjunkcemi Venuše a Země, která činí 583.9214 dní (nebo mezi poloviční dobou 291.96 dne – krokem mezi oposicemi a konjunkcemi) k době oběhu Jupitera, která je rovna 4332,5870 dne. Tento poměr je prakticky roven 7.5 (respektive 15). Rozdíl mezi tímto zaokrouhleným poměrem a poměrem skutečným činí 46.8 dne, tedy 1% doby oběhu Jupitera. Nebo vyjádřeno v úhlovém pohybu Jupitera, za tuto dobu blízkou 50 dnům se Jupiter po ekliptice posune přibližně o 4° .

Za jeden siderický oběh Jupitera Venuše a Země projdou při svých setkáních právě jeden celý cyklus změn směrů, tj. 7.5 kroků trvajících 1.6 roku, nebo 15 kroků polovičních, trvajících 0.8 roku. Cyklus změn směrů trvá 12 let, což je zhruba o 50 dní více nežli oběh Jupitera. Výsledkem je stejný směr konečné konjunkce jako počáteční směr oposice. Díky této souměřitelnosti se každý Jupiterův oběh opakuje stejné směry Venuše, Země a Jupitera, jen se na začátku střídají oposice s konjunkcemi. Jupiterův směr se po každém oběhu vůči směrům setkávání Venuše a Země posouvá přibližně o 4° . Úhlový krok Jupitera mezi jednotlivými setkáními Venuše a Země je $360^\circ : 15 = 24^\circ$. Je ovšem třeba brát do úvahy i fakt, že také směry setkávání Venuše a Země se sekulárně mění.

V této prostorové síti směrů všech tří planet se tedy všechny směry velmi pomalu otáčejí. Výsledkem těchto úhlových změn je fakt, že se v síti posouvají polohy situací, kdy všechny směry jsou rovnoběžné, protiběžné, kolmé, nebo svírají úhel 45° nebo 135° . Posun dělá přibližně 0.7 časové vzdálenosti mezi konjunkcemi a oposicemi Venuše a Země, a to směrem proti oběhu Jupitera.

Jestliže do této sítě změn úhlů zakreslíme reálnou polohu jedenáctiletých cyklů sluneční činnosti, vidíme, že minima souhlasí s pozicemi směrů Venuše + Země a Jupitera blízkými 45° a 135° , maxima pak s pozicemi, kdy všechny úhly jsou buď rovnoběžné nebo protiběžné, nebo směr Venuše + Země je kolmý ke směru Jupitera. To vede k tomu, že i pozice cyklů aktivity se v této síti posouvá stejným způsobem jako singularita směrů.

K tomuto faktu je možné poznamenat a ukázat, že k rozladění singulárních situací směrů se díky mechanismu setkávání směrů Venuše a Země, tedy díky jejich vzájemnému pohybu a pohybu Jupitera po ekliptice dochází za období 4 až 5 let. Po tu dobu jsou hodnoty úhlů blízké, což silně ovlivňuje výsledný vzhled a dynamiku změn sítě.

Dynamika orbitálních pohybů všech tří planet určuje tedy morfologii diskutované sítě a pozice uvedených singularit vzájemných úhlů v síti. Ale co je přesnou fyzikální příčinou toho, že rovnoběžné a kolmé směry

koincidují s obdobími maxima sluneční aktivity a směry 45° a 135° s obdobími minim činnosti Slunce, je třeba najít.

V sedmdesátých letech minulého století se touto otázkou zabývali zejména ruští autoři. Na příklad Prokudina (1973, 1978) a hlavně Romanchuk (1976, 1977) ukazovali na souvislost určitých fází sluneční aktivity s „kvadraturami“ úhlů Země a Jupitera, tedy úhly 90° a 270° . Později Narmanský (2007) zapojil do těchto úvah i Venuši. Pokud však jde o fyzikální důvody těchto souvislostí, pouze Romanchuk (1980) ukazoval, jakým způsobem by mohla gravitace uvažovaných planet ovlivnit vznik a průběh konvekce na Slunci.

Domnívám se, že skutečně ovlivnění vzniku konvekce může být jedním z hlavních fyzikálních důvodů korelace sluneční aktivity se singularitami směrů planet během jejich setkávání. Souvislost celé hierarchie elementů konvekce a vzniku i morfologie slunečních magnetických polí je jedním ze základních procesů vzniku sluneční aktivity. Ale proč ji ovlivňují tři singulární situace v rozdělení úhlů planet?

Ambrož (1972) ve své kandidátské disertaci ukázal jakým způsobem se mění vertikální a horizontální složka gravitace planety působící na sluneční těleso. Jestliže rozkreslíme obě komponenty pro dvě stejně veliká a (pro zjednodušení) od Slunce stejně vzdálená tělesa, která svírají vzájemně úhly 0° , 45° , 80° a 90° , a to pro celý obvod Slunce, tedy v rozsahu 0° až 360° , vidíme, že při rovnoběžnosti směrů obou těles, tedy úhlu 0° , je vertikální komponenta maximální pro Carringtonovské délky 0° , 180° a 360° . Ale horizontální komponenta má při rovnoběžnosti směrů obou těles (0°) své maximum posunuto k heliografickým délkám 45° a 135° . S rostoucí úhlovou vzdáleností obou směrů se amplituda obou složek zmenšuje tak, že při kolmosti obou směrů je amplituda vertikální složky rovna 0.5 síly jedné planety a vůbec se nemění s heliografickou délkou, a horizontální složka je nulová také po celém obvodu Slunce. Pro celkovou gravitaci to pak znamená, že při rovnoběžnosti obou směrů projde Slunce během svého otáčení dvakrát gravitační vlnou od amplitudy 2 k amplitudě 0.5, při vzájemném křížení směrů, tedy vzájemném úhlu 45° , celková gravitace nejdříve dosahuje maxima v heliografické délce 45° , pak téměř polovičního maxima v délce 135° a opět hlavního maxima v délce 205° a vedlejšího maxima v délce 305° . Zatím co rovnoběžné směry mají minima amplitud v délkách 90° a 270° , při směrech úhlů vzdálených o 45° je minima gravitace dosaženo v délkách 75° , 155° , 255° a 345° .

Ještě je třeba podotknout, že gravitační účinky Venuše, Země a Jupitera na Slunce jsou řádově shodné.

Můžeme tedy shrnout, že skutečně pro tři singulární úhlové vzdálenosti planet Venuše a Země s Jupiterem, ke kterým dochází během oposic a konjunkcí Venuše a Země, se gravitační účinky všech tří planet na Slunce mohou lišit tím, že při rovnoběžnosti všech tří směrů během otáčení Slunce velikost působící gravitace se mění, osciluje dvakrát, při kolmosti směrů Venuše + Země a Jupitera se nemění vůbec a při vzájemném úhlu 45° se mění čtyřikrát.

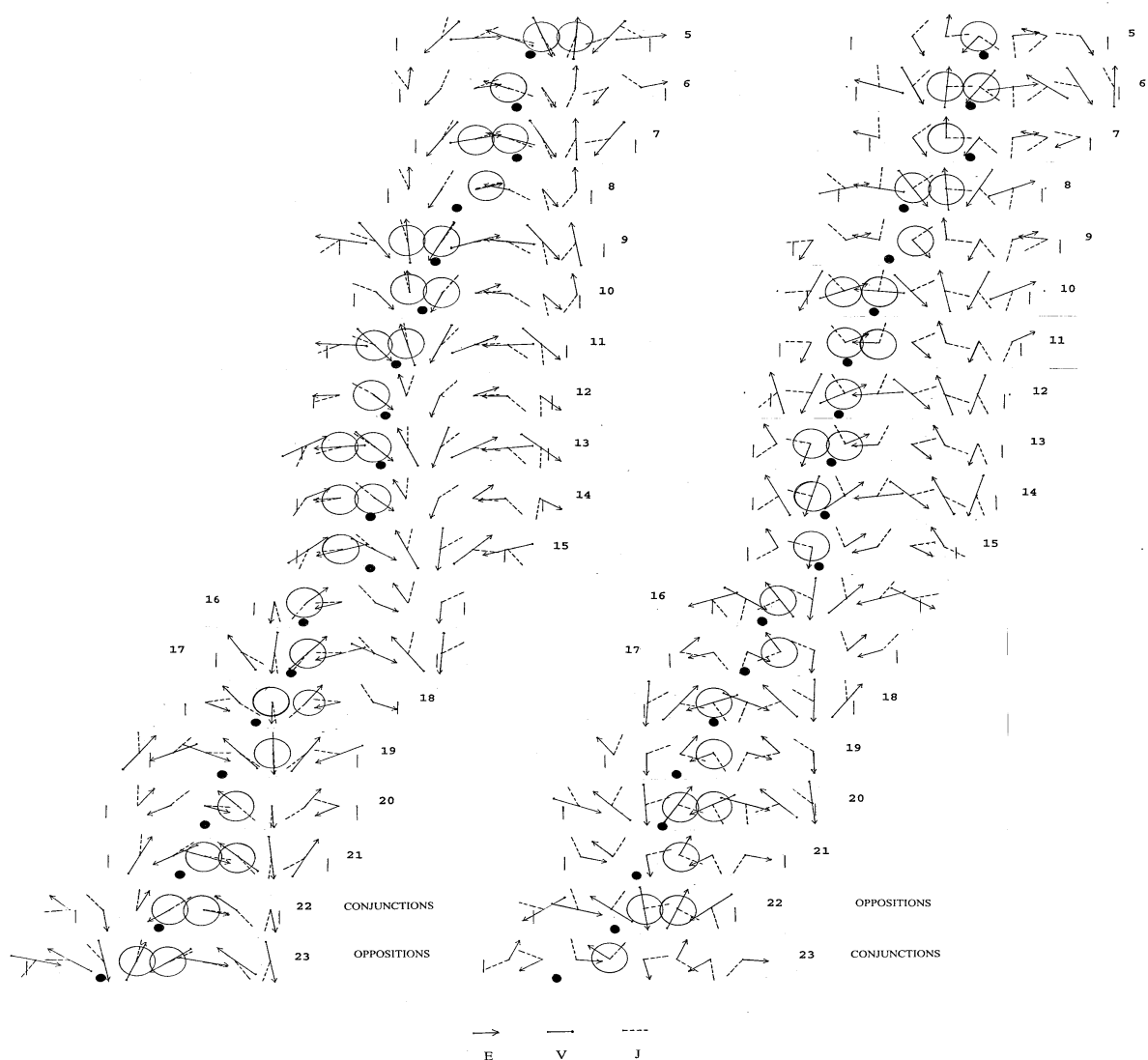
Ještě je možné ukázat velmi předběžné výsledky hledání souvislostí mezi vzájemnými postaveními Jupitera a Saturna a Země a Saturna. Přeložili jsme přes sebe průběh jedenáctiletých cyklů aktivity v relativních číslech tak, že jsme ztotožnili doby prvních minim všech cyklů od čísla 5 až 23. V cyklech byly označeny doby s velikostí úhlu Jupitera a Saturna 0° a 180° nebo 90° . Vidíme, že maxima aktivity opět korelují s rovnoběžností směrů obou planet, zatím co minima tentokrát souvisí s kolmostí směrů obou planet.

Podobné srovnání směrů Země a Saturna, provedené stejným způsobem překrytím křivek cyklů, vidíme, že u cyklů č. 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 20 a 21 jsou oba směry blízko 45° během maxima aktivity a pro cykly 5, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 18, 22 a 23 během jejich minima.

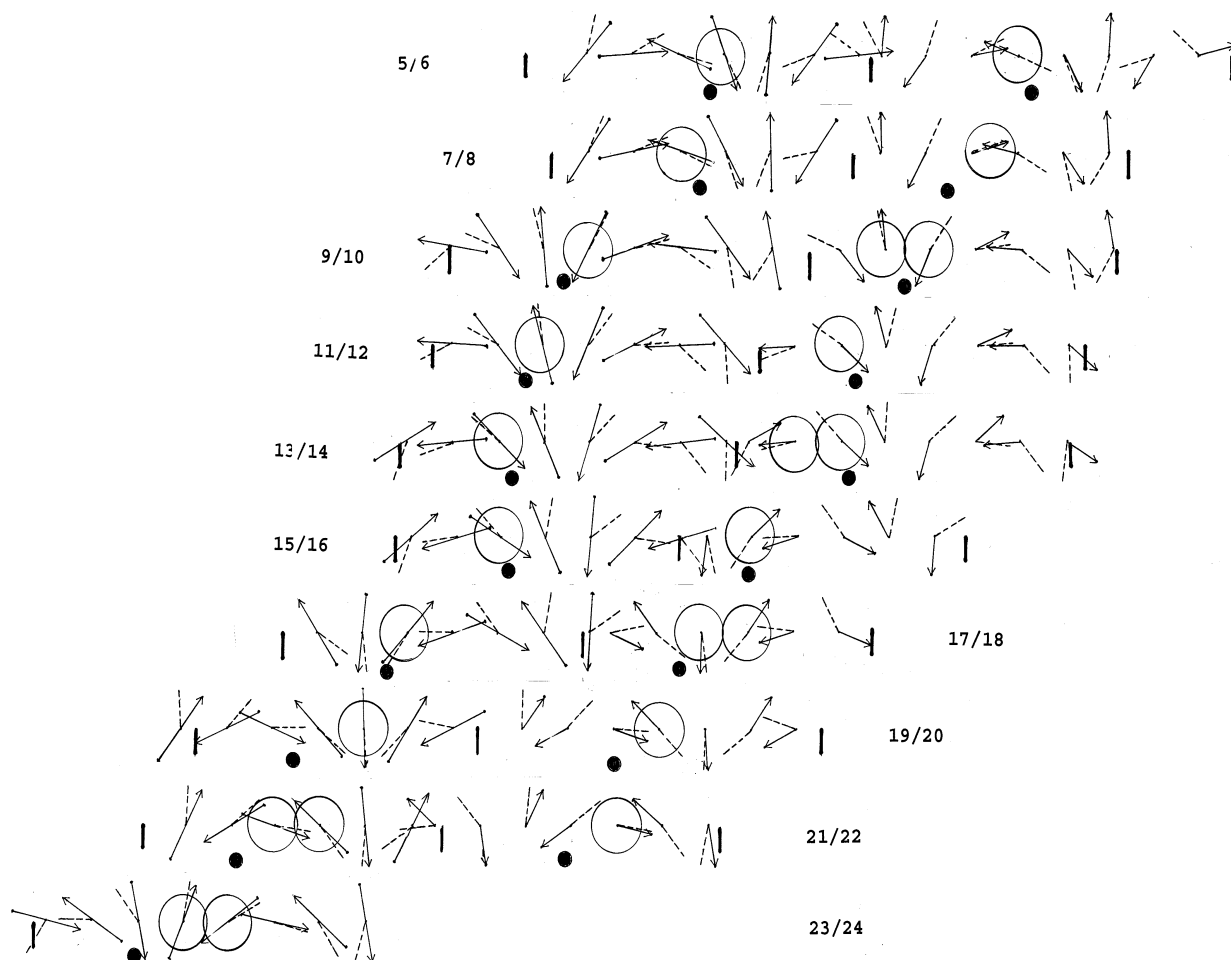
I když zatím nelze přesně určit fyzikální proces, zodpovědný za souvislost sluneční aktivity s postavením planet během jejich vzájemných setkávání, přece jen se domnívám, že existence korelace mezi sluneční činností a setkávajícími se planetami je nepopíratelná, a je tedy třeba se o ní zajímat, studovat ji, a to tím více, protože o působení gravitace na rozložení magnetického pole, a tím i aktivity ve fotosféře, se dosud téměř neuvažovalo. Kromě toho výsledky takových studií mohou přinést mnoho nového nejen pro sluneční fyziku, nýbrž i pro studium exoplanet a aktivity hvězd.

LITERATURA

- Ambrož, P.: 1972, Kandidátská disertace, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov
Bumba V., Hejna, L.: 1991, Bull. Astron. Inst. Czechosl. 42., 76
Charvátová, I.: 2007, Ann. Geophys. 25, 1227
Prokudina, V. S.: 1973, Soobščeniya GAIŠ, No. 181, 11, MGU.
Prokudina, V. S.: 1978, Soobščeniya GAIŠ, No. 196, 44, MGU
Narmanky V. Ja.: 2007, Uchenye zapiski Tavricheskogo Nac. Univ., V. 20(59), No. 4, 67
Romanchuk, P. R.: 1976, Vestnik Kiev. Univ. No. 18, serija astr., 3
Romanchuk, P. R.: 1977, Vestnik Kiev. Univ. No. 19, 3
Romanchuk, P. R.: 1980, Vestnik Kiev. Univ. No. 22, Seria Astr., 34



Obr. č. 1. Dvě série cyklů změn úhlů Venuše, Země a Jupitera, totožné se sérií jednotlivých jedenáctiletých cyklů aktivity č. 5 až 23. Prvá série začíná oposicemi, druhá konjunkcemi. Malými černými kroužky jsou označena maxima aktivity cyklů, velkými prázdnými kroužky rovnoběžnost a kolmost planetárních směrů.



Obr. č. 2. Stejným způsobem seřazené dvojice cyklů (dvaadvacetileté cykly). V prvním členu dvojice jsou úhly planet Venuše, Země a Jupitera během oposic Venuše a Země, v následujícím členu během jejich konjunkcí. Ostatní označení jsou stejná jako v Obr. č. 1.