

Návrh studentského fakultního grantu (podle §6 Stipendijního řádu Matematicko-fyzikální fakulty)

Název projektu: Studium kvaziperiodických vlnových emisí a vln hvizdového módu v magnetosféře Země.

Řešitelská skupina: Katarína Gereová, Eva Macúšová 3. ročník

Vedoucí projektu: RNDr. Ondřej Santolík, Dr., KEVF

Charakter projektu: zpracování experimentálních dat

Termín ukončení projektu: 30. září 2004

Popis projektu:

Současný stav řešení příslušné problematiky

Mezi nejznámější plasmatické vlny šířící se ve hvizdovém módu patří chorus, rovníkový šum, aurorální sykot a quasi-periodické emise (QP). První příspěvek o struktuře quasi-periodických vln byl prezentován J. M. Wattsem et al. (1963). Pozorování jejich struktury a mechanismus vzniku nám umožňují jak přístroje na umělých družicích kosmické tak v umístěné v geofyzikálních observatořích na povrchu Země. Quasi-periodické (QP) emise patří mezi širokopásmové emise, které jsou pozorovány uvnitř nebo blízko plazmopauzy (příklady viz v [1], [2]). Je pro ně charakteristická periodická modulace intensity, která se objevuje v typických periodách od několika sekund do několika minut. Vznik QP emisí je obvykle dáván do souvislosti s urychlováním energetických částic, jejichž tok je modulován stejnou periodou.

Klasifikaci QP emisí na základě jejich spektrálních forem provedli Sato a Fukunishi (1981). Rozdělili je do pěti skupin podle časově-frekvenčních (t-f) spektrogramů, při čemž navrhovali fenomenologický model vysvětlení pro existenci různých typů t-f spekter. Bespalov, Trakhtengerts (1976) a Davidson (1979) vysvětlovali modulace QP vln a urychlování částic vznikem periodických vln v režimu relaxačních oscilací. Pozdější studie ukázali, že relaxační oscilace mohou být nahrazeny nezávislými oscilacemi. V roce 1994 byl Demekhovem a Trakhtengertsem vyvinutý pečlivější kinetický model FCM (flow cyclotron maser) pro vysvětlení pulsujících polárních září. Tento model opsal různé periodické režimy vzniku vln v různých tvarech dynamického spektra a mohl být použit i jako model pro generaci QP emisí. Model je dále vyvíjen a analyzován i v současnosti.

Jak je patrné z předchozího popisu, současné znalosti o vlnách hvizdového módu ve vnější magnetosféře Země nejsou ještě úplné. Jejich další studium může přispět k zdokonalování současných metod poznávání a rozvíjení znalostí v tomto směru.

Cíle projektu a časový harmonogram

Cílem projektu je získání nových informací o generaci a způsobu šíření QP emisí ve vnější oblasti magnetosféry Země. Ke studiu budeme používat data z družice Cluster a k porovnání výsledku můžeme použít i družice Magion 5 a Freja. Projekt Cluster je řízen Evropskou kosmickou agenturou (ESA), který se skládá ze čtyř identických družic (C1-Rumba, C2-Samba, C3-Salsa, C4-Tango). Družice byly vypuštěny v létě 2000 a byly umístěny na podobné protáhlé eliptické dráhy. Na družicích jsou kromě jiných umístěny přístroje STAFF (Spatio-Temporal Analysis of Field Fluctuations) a WBD (Wide Band), které jsou určeny pro analýzu elektromagnetických a elektrostatických vln v plazmatu v magnetosféře Země a ve slunečním větru.

Dále se budeme zabývat statistickým zpracováním dat získaných z výše zmíněných družic Cluster v období od začátku ledna 2001 do poloviny roku 2004. To znamená, že v průběhu projektu upravíme již existující programy, pomocí kterých jsme již zpracovávali získaná data v loňském roce. Úpravy povedou ke zlepšení starých výsledků [18] (jde o výsledky loňského projektu „Vlny hvizdového módu ve vnějších oblastech magnetosféry Země“), a k novým výsledkům, pomocí kterých můžeme potvrdit námi očekávané závěry (úhel odchylky vlnového vektoru od magnetického pole je v oblasti rovníku nulový, různé orientace úhlů vzhledem na magnetické pole, na lokální čas, zeměpisnou šířku atd.) K dalším cílům projektu patří úprava programu tak, bychom nemuseli ručně vybírat potřebná data, ale aby je program vybíral sám. Při předcházejícím zpracování jsme zkoumali data jako statistický průměr, nyní bychom chtěli zkoumat směrodatnou odchylku jednotlivých dat vůči tomuto průměru. Do zpracování bychom chtěli také všechna dostupná měření, bez ohledu na mód, ve kterém přístroj pracoval.

Postupné cíle lze definovat následovně:

- Úpravy stávajících programů pro hromadné zpracování dat přístroje STAFF-SA (do 15. 12. 2003)
- Vytvoření seznamů případů pozorování vln ve hvizdovém módu z přístrojů STAFF-SA a WBD (do 15.1.2004)
- Výběr případů pozorování QP emisí (do 15.3.2004)
- Analýza výsledků hromadného zpracování dat z projektu Cluster (do 30. 5. 2004)
- Podrobné zpracování výsledků, porovnání s existujícími poznatky a spolupráce na přípravě publikace (do 30. 9. 2004).

Výsledky projektu

Předpokládáme, že úspěšné řešení projektu bude doprovázeno publikací stávajících výsledků v odborných časopisech (již podané články do Annales Geophysicae a Planetary and Space Science), a završeno přípravou referátu na mezinárodní konferenci Evropské geofyzikální unie (Nice, duben 2004) či Americké geofyzikální unie (San Francisco, prosinec 2004) a přípravou následné publikace v časopise.

Literatura

- [1] Helliwell, R. A., Whistlers and Related Ionospheric Phenomena, Standford University Press, Palo Alto, California, 1965
- [2] Sato, N. and Fukunishi, H., Interaction between elf-vlf emissions and magnetic pulsations: classificaton of quasi-periodic ELF–VLF emissions based on frequency-time spectra, *J. Geophys. Res.*, *86*, 19–29, 1981.
- [3] Sato, N., Hayashi, K., Kokubun, S., Oguti, T., and Fukunishi, H., Relationship between quasi-periodiv VLFemission and geomagnetic pulsation, "*Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*", *36*, 1515–1526, 1974.
- [4] Pasmanik, D. L., Demekhov, A. G., Trakhtengerts, V. Y., Titova, E. E., Santoik, O., Jiricek, F., Smilauer, J., Kudela, K., and Parrot, M., Quasi-periodic ELF/VLF wave emissions in the Earth's magnetosphere: comparison of satellite observations and modeling, "*Annales Geophysicae*", submitted, 2003.
- [5] Gurnet, D. A., Huff, R. L., Kirchner, D. L., The Wide-Band plasma wave investigation, *Space Science Reviews*, *79*, 195-208, 1997.
- [6] Boudjada, M. Y., and Pickett, J., Wide-Band data (WBD) plasma wave experiment on board Cluster satellites: Selected events of radio wave structures observed close to the Earth's magnetic equatorial regions, submitted, 2003.
- [7] Trakhtengerts, V. Y., Tagirov, V. R., and Chernous, S. A., Flow cyclotron maser and impulsive VLF emissions, *Geomagn. Aeron.*, *26*, 99–106, 1986.
- [8] Trakhtengerts, V. Y., Magnetosphere cyclotron maser: Backward wave oscillator generation regime, *J. Geophys. Res.*, *100*, 17,205–17,210, 1995.
- [9] Trakhtengerts, V. Y., A generation mechanism for chorus emission, "*Annales Geophysicae*", *17*, 95–100, 1999.
- [10] Pasmanik, D. L., Demekhov, A. G., Trakhtengerts, V. Y., and Parrot, M., Modeling whistler wave generation regimes in magnetospheric cyclotron maser, "*Annales Geophysicae*", submitted, 2003.
- [11] Jiricek, F., Triska, P., Jurov, V. E., and Titova, E. E., On the characteristics of VLF emissions in the upper ionosphere and on the ground, *Studia Geophysica et Geodaetica*, *25*, 81–86, 1981.
- [12] Bespalov, P. A. and Trakhtengerts, V. Y., The dynamics of the cyclotron instability in a magnetic trap, "*Fizika Plazmy*", *2*, 397–406, 1976.
- [13] Bespalov, P. A., Self-modulation of the plasma cyclotron maser emission, *Pis'ma v ZhETF*, *33*, 192–195, 1981.
- [14] Davidson, G. T., Self-modulated VLF wave-electron interactions in the magnetosphere: A cause of auroral pulsations, "*Journal of Geophysical Research*", *84*, 6517–6523, 1979.
Demekhov, A. G. and Trakhtengerts, V. Y., A mechanism of formation of pulsating aurorae, "*Journal of Geophysical Research*", *99*, 5831–5841, 1994.
- [15] Santolik, O., M. Parrot, and F. Lefeuvre, Singular value decomposition methods for wave propagation analysis, *Radio. Sci.* *38*(1), 1010, doi:10.1029/2000RS002523, 2003.
- [16] Santolik, O., F. Lefeuvre, M. Parrot, and J.L. Rauch, Complete wave-vector directions of electromagnetic emissions: Application to INTERBALL-2 measurements in the nightside auroral zone, *J. Geophys. Res.*, *106*, 13,191-13,201, 2001.

[17] Santolik, O., F. Lefeuvre, M. Parrot, and J.L. Rauch, Propagation of Z-mode and whistler-mode emissions observed by Interball 2 in the nightside auroral region, *J. Geophys. Res.*, *106*, 21,137-21,146, 2001.

[18] Macúšová, E., Gereová, K., Santolík, O., Němec, F., Systematic Analysis of Whistler-mode Emissions Observed by Cluster in the Low-latitude Magnetosphere, Magnetospheric Response to Solar Activity, September 9-12, 2003, Charles University, Prague. Abstracts p. 65.)

Podpis vedoucího projektu:

RNDr. Ondřej Santolík, Dr.