

Písemná zpráva o řešení studentského fakultního grantu
(podle §6 stipendijního řádu Matematicko-fyzikální fakulty)

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

Řešitelská skupina: Katarína Gereová a Eva Macúšová, 4. ročník

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

Charakter projektu: zpracování experimentálních dat

Termín ukončení projektu: 30. září 2004

Průběh řešení projektu

První část projektu se zabývá studiem kvaziperiodických vlnových emisí, které jsou pozorovány uvnitř nebo blízko plazmopauzy. Jsou to širokopásmové emise, jež byly poprvé presentovány J.M.Wattsem a spoluautory v roce 1963. Charakteristická je pro ně periodická modulace intensity, která se může objevovat v periodách od několika sekund až do několika minut. Již v minulosti bylo publikováno více článků, kde se autoři zmiňovali o různé formě struktury těchto emisí a na základě spektrálních forem byly rozděleny do pěti skupin podle jejich časově-frekvenčních spektrogramů. Dle předchozích publikací byla naše snaha nalézt nové případy kvaziperiodických emisí a podrobněji je prozkoumat. Ke studiu jsme používali data ze čtyř družic Cluster, kde jsou umístěny i přístroje STAFF (Spatio-Temporal Analysis of Field Fluctuations) a WBD (Wide Band). Především jsme zkoumali data, kde WBD měřil ve frekvenčním rozsahu 0-9,5 kHz, na kterém jsme předpokládali výskyt kvaziperiodických emisí.

Druhá část projektu navazuje na studentský projekt vypsáný v loňském roce. Pracovali jsme s daty získanými z měření přístrojů STAFF-SA (Spatio-temporal analysis of field fluctuations) umístěných na palubě čtyř družic Cluster. V porovnání s loňským projektem jsme zpracovávali 752 intervalů dat, obsahujících dva roky měření. Využívali jsme hlavně data, kdy se družice nacházely v rovníkové oblasti blízko perigea jejich dráhy (na vzdálenosti přibližně čtyř zemských poloměrů) kde lze pozorovat různé typy vlnových emisí ve hvizdovém módu. Pro studium jednotlivých vlastností jsme měli k dispozici měření z 3 magnetických a 2 elektrických antén.

Pro lepší systematické zpracování jsme doplnili seznam dostupných měření z družic Cluster. Pro jednoduchou statistickou analýzu jsme použili průměrné spektrogramy. Vodorovnou osu jsme rozdělili na 65 intervalů magnetické šířky v oblasti mezi -65 a 65 stupni magnetické šířky a logaritmicky vzatou svislou osu jsme rozdělili na 27 frekvenčních intervalů mezi 8 Hz a 4 kHz. Spektrogramy byly též vykresleny pro jednotlivé úseky magnetického lokálního času, protože vlny hvizdového módu se vyskytují ve všech oblastech. Program vykreslující průměrné spektrogramy a histogramy pro výkonovou spektrální hustotu, Poyntingův vektor, vlnový vektor a další vlnové parametry využívá měřené spektrální matice. V oblasti -30 až 30 stupňů magnetické šířky jsme též vypočítali odhad směrodatné odchylky výsledků. Do této práce se zapojil kolega Jiří Klimeš, student 3. ročníku.

Dosažené výsledky

Z výpočtu průměrných hodnot a směrodatných odchylek parametrů vln hvizdového modu jsme došli k následujícím závěrům:

- zdroj emisí typu chorus (jeden z typů vln hvizdového modu) je lokalizován v úzké oblasti poblíže magnetického rovníku, v rozmezí několika (typicky 3-5) stupňů magnetické šířky.
- chórus představuje pravotočivě kruhově polarizovanou vlnu a rovníkový šum (též jeden z typů vln v hvizdového modu) je polarizován lineárně, jak lze očekávat z teorie studeného plazmatu.
- vektor vlnové normály je v oblasti zdroje chorových emisí paralelní s vektorem magnetického pole Země, což je zjištění, jež má velký význam pro aktuální diskusi o vzniku vln typu chorus.
- z vyhodnocení elektromagnetické planarity vyplývá, že chórus se šíří od zdrojové oblasti do vyšších magnetických šířek.

Další výsledky:

- byl vytvořen seznam vlnových měření družic Cluster s přístrojem STAFF a doplněn současnými měřeními přístrojů WBD, který je k dispozici na webové stránce: http://terezka.ufa.cas.cz/santolik/downloads/perigee/Cluster_STAFF_SA_perigee.html
- byly prostudovány případy, kde přístroje WBD měřily ve frekvenčním rozsahu pod 9,5 kHz. V případech, které jsme studovali, nebyly nalezeny žádné vlnové emise, které by odpovídaly běžně používané definici kvaziperiodických emisí.

Využití výsledků projektu

- Vytvořený seznam vlnových měření družic Cluster se využívá k dalšímu systematickému a analytickému zpracování.
- Výsledky projektu byly použity v následujících příspěvcích a na mezinárodních konferencích:
 1. Nemeč, F., O. Santolik, K. Gereova, E. Macusova, N. Cornilleau-Wehrin, Systematic Analysis of Whistler-mode Emissions Below the Lower Hybrid Frequency Based on the Data of the Cluster Project. AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, December 8-12, 2003.
 2. Santolik, O., F. Nemeč, K. Gereova, E. Macusova, Y. de Conchy, H. Laakso, N. Cornilleau-Wehrin, Equatorial Noise Emissions Observed Below the Lower Hybrid Frequency Close to the Plasmapause, Plasmasphere meeting, ESA Headquarters, Paris, France, July 16, 2004.
 3. Nemeč, F., O. Santolik, K. Gereova, E. Macusova, Y. de Conchy, H. Laakso, N. Cornilleau-Wehrin, Investigation Of Waves Below the Lower Hybrid Frequency in the Equatorial Region, 35th Cospar Scientific Assembly, Paris, France, July 18-25, 2004.
 4. Macusova, E., O. Santolik, K. Gereova, J. Klimes, Y. de Conchy, Cornilleau-Wehrin, Systematic study of whistler-mode emissions based on the data of

STAFF-SA instruments on board the Cluster spacecraft, VLF Workshop, Sodankyla, Finland, September 27 – October 1, 2004.

5. Nemeč, F., O. Santolik, K. Gereova, E. Macusova, Y. de Conchy, H. Laakso, N. Cornilleau-Wehrin, Systematic Study of Equatorial Noise Emissions Below the Lower Hybrid Frequency Based on the Data of the STAFF-SA Instruments On Board the Cluster Spacecraft, VLF Workshop, Sodankyla, Finland, September 27–October 1, 2004.
- Výsledků projektu bylo též použito v následujících publikacích v mezinárodních recenzovaných časopisech:
1. Nemeč, F., O. Santolik, K. Gereova, E. Macusova, Y. de Conchy, N. Cornilleau-Wehrin, Initial Results of a Survey of Equatorial Noise Emissions Observed by the Cluster Spacecraft, Planetary and Space Sci., in press, 2004.
 2. Nemeč, F., O. Santolik, K. Gereova, E. Macusova, Y. de Conchy, H. Laakso, N. Cornilleau-Wehrin, Investigation of Waves Below the Lower Hybrid Frequency in the Equatorial Region, Advances in Space Res., submitted, 2004.

Poděkování

Děkujeme kolegovi Jiřímu Klimešovi, studentovi 3. ročníku oboru Fyzika, za pomoc s výpočtem odhadů směrodatných odchylek výsledků systematické analýzy parametrů vln hvizdového modu.

V Praze dne 13. října 2004

Eva Macušová a Katarína Gereová, 3. ročník

Vyjádření vedoucího projektu

Souhlasím s předkládanou zprávou. Kolegyně Macušová a Gereová se aktivně zapojily do systematické práce na analýze dat družic Cluster o čemž svědčí výše uvedený seznam publikací a konferenčních příspěvků. Rád proto doporučuji vyplacení druhé části stipendia.

Ondřej Santolík, KEVF