

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

Název projektu: Studium šíření rovňikového šumu z dat družic Cluster

Řešitelská skupina: František Němec, 3. ročník

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

Charakter projektu: zpracování experimentálních dat

Termín ukončení projektu: 30. září 2003

Průběh řešení projektu

V rámci řešení projektu jsme se nejdříve seznámili s daty získanými družicemi Cluster, způsobem jejich uložení a zpracovávání, především s ohledem na emise rovňikového šumu. Vytvořili jsme programové vybavení k systematickému zpracování všech dostupných měření za dosavadní dva roky činnosti družic.

Nejdůležitější body, kterými jsme se zabývali v následující analýze jsou:

- Použití existující programového vybavení pro zpracování dat za účelem vytvoření datových souborů vhodných pro další zpracování.
- Aplikace různých metod analýzy vícerozměrných vlnových měření na získané datové soubory.
- Podrobné zpracování výsledků, porovnání s existujícími poznatky a příprava publikace.

Data, která byla použita pro systematickou analýzu pochází z dvou let měření přístrojů STAFF-SA na palubě čtyř družic Cluster. Získali jsme 603 datových intervalů, kdy družice Cluster byly v rovňikové oblasti v blízkosti perigea jejich dráhy. Pro studium polarizace vln jsme použili měření 3 magnetických a 2 elektrických antén.

Pro určování statistických vlastností rovňikového šumu jsme nejprve navrhli a následně implementovali algoritmus pro automatickou identifikaci těchto emisí. Je složen ze dvou kroků. V prvním z nich vybereme z dat naměřených na družici data s magnetickou šířkou menší než 10 stupňů (jelikož je z předchozího výzkumu zřejmé, že na větších magnetických šířkách se rovňikový šum nevyskytuje) a elipticitou menší než 0.2. Využíváme přitom znalosti, že emise typu rovňikového šumu jsou vždy téměř lineárně polarizovány. Hranice 0.2 byla vybrána na základě statistického rozboru dat pomocí histogramu, ve kterém je tato zřetelně vidět. Ve druhém kroku identifikačního algoritmu pak pro každý případ zvlášť hledáme pomocí metody nejmenších čtverců parametry Gaussova rozdělení tak, aby co nejlépe odpovídalo intenzitám daného případu (integrováním přes frekvence) jako funkce magnetické šířky.

Takto získané parametry se pak uplatňují v další analýze. Konkrétně se jedná především o výpočet průměrných spektrálních matic pro jednotlivé případy. Pro rozšíření možností další analýzy jsme tyto matice počítali pro každé frekvenční pásmo zvlášť, tj. 16 matic na každý zkoumaný případ. Následnou analýzou těchto matic a parametrů výše zmíněných Gaussových modelů jsme byli schopni učinit následující závěry.

Dosažené výsledky

- Nejvíce maxim intenzity emisí rovníkového šumu se vyskytuje v intervalu dvou stupňů v okolí geomagnetického rovníku. Pološířka těchto emisí je ve většině případů menší než tři stupně.
- Nejpravděpodobnější frekvence emisí je mezi čtyř a pěti násobkem lokální cyklotronní frekvence protonů. Pravděpodobnost výskytu pomalu klesá směrem k vyšším frekvencím.
- Poměr intenzity magnetického a elektrického pole vytváří dvě skupiny bodů, naznačující existenci dvou druhů plasmatu o různých hustotách (uvnitř a vně plasmaféry)
- Vícebodová měření ukazují, že amplituda vln typu rovníkového šumu se mění více v čase než v prostoru.

Využití výsledků projektu

1. Programové vybavení pro systematické zpracování vlnových měření družic Cluster vytvořené v počátku projektu je využíváno k dalším analýzám.
2. Výsledky projektu byly použity v následujících příspěvcích na mezinárodních konferencích:
 - Santolík, O., F. Němec, K. Gereová, E. Macúšová, Statistical study of equatorial noise below the local lower hybrid frequency observed by Cluster, Spatio-Temporal Analysis and Multipoint Measurements in Space, Orleans, France, 12-16 May 2003; abstracts p. 18.
 - Němec, F., Santolík, O., Gereová, K., Macúšová, E., Cluster Observations of Equatorial Noise Below the Lower Hybrid Frequency, Magnetospheric Response to Solar Activity, September 9-12, 2003, Charles University, Prague. Abstracts p. 69.
 - 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.
 - Gereová, K., Macúšová, E., Santolík, O., Němec, F., Analysis of Whistler-mode Emissions Observed by Cluster, 6th Cluster Workshop, 29 September to 3 October 2003, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands.
3. Výsledky projektu byly použity v následující práci zasláné do mezinárodního časopisu

- Santolík, O., F. Němec, K. Gereová, E. Macúšová, N. Cornilleau-Wehrin, Systematic analysis of equatorial noise below the lower hybrid frequency, submitted, *Annales Geophysicae*, 2003.
4. Výsledky projektu byly použity v následující práci připravované k zaslání do mezinárodního časopisu :
- Němec, F., Santolík, O., Gereová, K., Macúšová, E., Cluster Observations of Equatorial Noise Below the Lower Hybrid Frequency, in preparation, *Planetary and Space Science*, 2003.

V Praze dne 13. října 2003

František Němec, 3. ročník

Vyjádření vedoucího projektu

S předkládanou zprávou plně souhlasím. Kolega Němec se příkladným způsobem zapojil do práce na analýze dat družic Cluster o čemž svědčí výše uvedený seznam publikací a konferenčních příspěvků. Rád proto doporučuji vyplacení druhé části stipendia.

Existuje-li možnost zvýšení vyplácené částky, jak napovídá formulace ve stipendijním řádu fakulty, rozhodně doporučuji takové možnosti v tomto případě využít.

Ondřej Santolík, KEVF