

Opponensi vélemény

Lichtenberger János: „A földi plazmaszféra vizsgálata whistlerek segítségével” című doktori munkájáról.

A whistlerek a földi villámlások által gerjesztett hullámjelenségek, amelyek speciális úton haladva jutnak el a földi plazmaszférába, majd vissza a Földre; lehetővé téve a plazmaszféra egyenlítői elektronsűrűségének vizsgálatát. Ha ennek folyamatos monitorozása lehetséges lenne, ennek nagy jelentősége lenne az űridőjárás hatásainak vizsgálatában, mint ezt a jelölt az értekezés 1.2 pontjában összefoglalja. A jelölt által kifejlesztett módszer fontos lépés ennek sikeres mindennapi alkalmazásához.

A disszertáció 8 fejezetből áll, a történeti áttekintés és az elméleti alapok bemutatása után a jelölt 6 fejezetben foglalja össze munkásságát, gyakorlatilag minden egyes fejezet a felölt egy publikált, első szerzős közleményen alapul, amelyek 2008 és 2010 között kerültek publikálásra. E fejezetek világos ívet képeznek az alapoktól kiindulva egy nemzetközi megfigyelőrendszer létrehozásáig; ennek jelenleg 15 működő és 12, a közeljövőben telepítendő állomása van. A disszertációban közreadott legfontosabb elméleti és egyben gyakorlati eredmény egy olyan automatikus whistler detektáló algoritmus megalkotása, amely e jelek gyors, folyamatos feldolgozását lehetővé teszi.

A jelölt az elméleti alapokat az 1.3 fejezetben foglalja össze. E fejezet tartalmaz néhány gépelési hibát, a 22. oldalon a k_0 függvény nem kerül definiálásra. Célszerű lett volna megadni az 1.6. ábrán szereplő számított whistler jel függvényét. Ezen apróságokat leszámítva, az elméleti összefoglalás világos.

A 2. fejezetben tér rá a jelölt önállóan megoldott eredményeire, ez a 2008-ban a *Journal of Geophysical Research* folyóiratban publikált cikkekre épült. E cikkekre 5 függő hivatkozás van eddig. Először a jelölt megadja a whistler jelek automatikus detektálásának céljait és feltételrendszerét; a gyakorlati megvalósítás követelményeit és nehézségeit. Az eljárás két célt szolgál: a whistlerek alapján számított elektronsűrűség automatikus meghatározását a plazmaszférában; valamint a whistler keltésének és terjedésének statisztikus vizsgálatát. A módszer alkalmazását a Tihanyban regisztrált jelekre mutatja be. Maga a módszer képek

korrelációján alapul, ezek egyike az előfeldolgozott VLF jel, ezt korrelálják a whistler modell képével. Az első működő berendezés Tihanyban került telepítésre, ez évente 100.000 whistlernyom feldolgozását tette lehetővé. A szerző statisztikai módszerekkel vizsgálja az eljárás jóságát, meghatározva a jelek napi és évszakos eloszlását is. Az észlelt jeleket egybeveti a villámlások átlagos globális gyakoriságával. Bemutatja az analízis eredményét az Új-Zélandban, az Antarktiszon, és másutt működő állomások esetében.

A 3. fejezet koherens eljárást ad meg a terjedési út és az út menti elektronsűrűség származtatására. Az eljárás 2009-ben került publikálásra a *Journal of Geophysical Research* folyóiratban, ez egyszerűs cikk. Az új inverziós eljárás felhasználja a whistlerek longitudinális terjedésének modelljét, egy empirikus elektron eloszlási modellt a mágneses erővonalak mentén, és felhasználja a földi mágneses tér elfogadott modelljét. E módszer a korábbi megoldásokhoz képest új eredményekre vezet, bár ezek validálása megfelelő in-situ adatok hiányában nem könnyű, további kutatásokat tesz szükségessé.

A 4. fejezet az előzőben leírt új inverziós módszer alkalmazásával foglalkozik olyan esetekben, amikor feltételezhető, hogy a whistlerek több úton is haladhatnak. A szakmai részletekbe itt nem belemelve, e módszer jelentősen kiterjesztette a korábbi módszerek lehetőségeit a többes úton haladó whistlerek csoportjára. A jelölt az eljárást sikeresen validálta.

Az 5. fejezetben tárgyalja a jelölt az automatikus whistlerelemző algoritmust, amelyet 2010-ben publikált társaival a *Journal of Geophysical Research* folyóiratban. Ezen algoritmus célja, hogy feloldja azt a hiányosságot, amit az jelent, hogy még nincs kihasználva az a teljes lehetőség, amelyet a whistler regisztrátumok analízise jelent a plazmaszféra elektronsűrűségének monitorozására. Ehhez megfelelően automatizált eljárás szükséges, ezt foglalja össze ez a fejezet. A módszer részleteire itt szintén nem térünk ki. A gyakorlati alkalmazás során a módszer alkalmas volt a plazmaszféra változásainak valósidejű követésére, egy 100 CPU-t tartalmazó PC klaszteren. E módszerrel megkapott elektronsűrűségek egyaránt használhatóak a plazmaszféra dinamikájának, az ionoszféra-plazmaszféra csatolás vizsgálatára; vagy akár az űridőjárási modellekben.

A 6. fejezet egy globális automatikus whistlerdetektáló és elemző hálózat kiépítésével foglalkozik. A jelölt által korábban tárgyalt statisztikákból következik, hogy a whistlereknek sem a napi, sem az éves előfordulása nem egyenletes. Ez végeredményben arra vezet, hogy a plazmaszféra egészének folyamatos vizsgálatához több állomás egyidejű adatai szükségesek. A jelölt, mint ezt 6. tézispontjában is világosan állítja, széleskörű nemzetközi kooperációban

létrehozott egy ilyen hálózatot. Ez szinte egyedülállónak tekinthető, amely megalapozza a tudományos, alapkutatói jellegű eredmények gyakorlati hasznosítását is. E fejezet bemutatja a hálózat létrehozásának feltételrendszerét.

A 7. fejezet végül a villám-whistler korrelációs vizsgálatok eredményeit mutatja be. Ennek fontosságát az adja, hogy az eddigi mérések (a villámgyakorisági térkép és az egyes állomások regisztrátumainak egybevetése) annak valószínűségét vetik fel, hogy a jelenlegi, a whistlerek klasszikus keletkezési, terjedési elmélete finomításra szorul. E kérdést járja körbe a jelölt a különböző észlelőállomásokon regisztrált whistlerek és villámok korrelációs vizsgálatával. Megítélésem szerint a vizsgálatok még nem adtak határozott eredményt, további munkákra van szükség.

Az értekezést egy rövid fejezet zárja, amely a további feladatokat foglalja össze.

A jelölt teljes tudományos pályája alatt a whistlerek vizsgálatával foglalkozott, e területnek nemzetközileg elismert szakértőjévé vált. Kandidátusi fokozatát 1996-ban szerezte. A doktori disszertációban ismertetett eredmények későbbi munka alapján készültek.

Az MTMT-be 2010.09.28.-ig feltöltött adatok szerint a jelölt saját közleményeinek száma:137, az idézetek száma:258, a független idézetek száma:169. Az összegzett impakt faktor:42,475, a várható impakt faktorok összege:12,961, azaz a jelölt impakt faktora összesen:55,436. A jelölt további adatokat adott meg tudományos közleményeiről, ezek szerint az összes tudományos közleményből 45+18 a folyóirat és konferenciatickk, a független idézetek gyakorlatilag ezekre érkeztek. A jelölt Hirsch-indexe (a függő idézeteket is beszámolva) 9, a függő idézetek nélkül 7.

A jelölt a tézispontokhoz csatlakozó publikációként 8 közleményt adott meg, amelyek a szakma legrangosabbaknak tekinthető folyóirataiban jelentek meg. A publikációk közül egyre 7 hivatkozás, egyre 2 hivatkozás, egyre 5 függő hivatkozás van. Ennek az az oka, hogy e cikkek csak a közeli években jelentek meg.

A jelölt valamennyi tézispontját elfogadom, és ennek és a jelölt tudánymetriaai mutatói alapján a nyilvános vita kitűzését és a mű elfogadását javaslom.

A jelöltet az alábbi kérdések megválaszolására kérem:

1. Adja meg az 1.6. ábrán szereplő számított whistler jelet előállító függvényt.
2. A jelölt többször említi a whistlerek által meghatározott elektroneloszlások és az úridőjárási események szoros kapcsolatát. Kérem, hogy ezt legalább egy példán mutassa be.
3. Vázzon fel a jelölt egy whistler méréseken alapuló hipotetikus riasztási eljárást úridőjárási eseményre.
4. A jelölt mérései alapján mekkora ingadozásokat talált az egyenlítői elektronsűrűségeken, és milyen egyéb paraméterek (mágneses tér, stb.) mellett; mik voltak a legszélsőségebb értékek?
5. Mennyire használható más bolygók esetében a whistlerek és a villámlások közötti kapcsolat a villámlások kimutatására?

2011. június 7.

Szegő Károly

A fizikai tudományok doktora