

A magyar geofizika űrkutatási vonatkozásai*

DR. BARTA GYÖRGY**

Az általános geofizikai kutatások már évszázadok óta kapcsolatban álltak űrjelenségekkel. Régóta ismeretesek pl. a naptevékenység és a földmágnesség jelenségei között mutatkozó összefüggések. Eme összefüggések kutatásában magyar kutató (Steiner Lajos) is figyelemreméltó szerepet játszott.

A korszerű űrkutatás során az összefüggések egész sora vált ismertté és a kapcsolatok mély volta egyre jobban nyilvánvalóvá lesz. Az előadás áttekinti az ezen a téren magyar kutatók által elért – részben alapvető fontosságú – eredményeket.

Befejezőben a dolgozat megállapítja, hogy Földünkéről az űrkutatás eredményei alapján sok különböző irányban nyerhetünk fontos, új ismereteket, és ezek az ismeretek egy kis nép kutatói számára is elérhetők, sőt saját kutatásaikkal azokhoz csatlakozni lehet.

General geophysical investigations presented connections with space phenomena since many centuries. So the connections between solar activity and terrestrial magnetic phenomena have been well known for ages. With the research of these connections a Hungarian scientist (Lajos Steiner) had played also an important part.

In the course of modern space research a score of relations have become known and the intrinsic character of these connections becomes more and more evident. The lecture gives an account of the results achieved by – partly of paramount importance – Hungarian workers in these topics.

In conclusion the author states that basing on the results of space research we are able to get various new and important informations concerning our globe and these informations are available also to a small nation and what is more, these small nations can join in with their own studies into the world wide research.

Исследования по общей геофизике уже в течение многих веков имеют тесную связь с космическими явлениями. Давно известна, например, взаимосвязь между солнечной активностью и земным магнетизмом. В исследовании этой взаимосвязи сыграли существенную роль и работы венгерского ученого (Л. Штейнер).

В процессе современных космических исследований стал известным целый ряд таких закономерностей. В докладе приводится обзор результатов достигнутых венгерскими учеными в этой об ласти, причем часть этих результатов является первоначально важными.

В заключение в работе устанавливается, что результаты космических исследований дают многостороннюю, важную, новую информацию о нашей Земле, причем в добывание этой информации большой вклад могут внести и малые страны.

Az általános geofizikai kutatások – habár tudattalanul – már több száz év óta kapcsolatban álltak űrjelenségekkel. Például már régen ismeretes volt a földmágnesség erőter időbeli változásának összefüggése kozmikus hatókkal. Celsius Uppsalában és Graham Londonban egyidejű mágnesség megfigyelések alapján 1741-ben felfedezik a mágnesség háborgások és a sarki fény közötti kapcsolatot. 1759-ben Canton megállapítja, hogy a napi menet amplitúdója nyáron nagyobb mint télen. 1850-ben Kreil Károly a prágai elhajlás adatokban kimutatja a Hold napi hullámot. Ugyanebben az időben Lamont felfedezi az összefüggést a földmágnesség erő változásának átlagos napi amplitúdója és a napfoltok relatív száma között. Egy évtizeddel később Carrington megfigyeli a mágnesség háborgások összefüggését a naperupciókkal.

Mindezek az összefüggések arra mutattak, hogy a naptevékenység, a magas-
légkör és a földmágnesség jelenségei szoros kapcsolatban vannak egymással.

* Előadás az MGE tisztújító Közgyűlésén 1978. április 7-én.

** ELTE Geofizikai Tanszék

Balfour Stewart 1882-ben a földmágneses tér napi változásából a magaslégtérben levő elektromos vezető rétegre következtetett. Heaviside és Kennelly 1902-ben rádióhullámok terjedéséből ugyanerre a következtetésre jutott. Appleton 1925-ben rádióhullám visszaverődésével megméri a réteg magasságát. A gondolatkör kialakulásán jól lemérhető, hogyan fejlődött a gyakorlati hasznosítástól rendkívül távol álló egyszerű összefüggés megállapítása pontos méret- és oksági összefüggések feltárásáig és az ismeretek gyakorlati hasznosításáig. Ezeken a jelenségeken keresztül már a régi földmágneses vizsgálatok is kozmikus kutatás jellegét nyertek.

Magyarországon a földmágneses megfigyelések több mint 100 éve kezdődtek és a különböző ilyen vizsgálatok a zázadfordulón már elég gyakoriak voltak. Nemzetközileg jelentős Steiner Lajos munkája, aki 1906-tól 1917-ig feldolgozta az ógyallai öbölháborgásokat. A felhasználta 428 pozitív és 103 negatív öböl időbeli lefutásából megállapította, hogy az éjjeli pozitív öblöknél a háborgási vektor vízszintes összetevője éjjel előtt északkeleti, éjjélkor és éjjel után északnyugati irányú. Nappal 8-tól 16 óráig pozitív öblöt nem észlelt.

A tihanyi obszervatórium észlelés anyagában 1957. április 16-án délben egy különös mágneses háborgást észleltünk. A háborgás csak a mágneses vertikális intenzitásban jelentkezett, vízszintes összetevője nem volt. Összegyűjtve a szomszéd obszervatóriumok adatait, meg lehetett állapítani, hogy a háborgást egy olyan SFE köráram okozta, amelynek pontosan a középpontjában volt az obszervatórium. Tihanytól 200 km-re fekvő obszervatóriumok már erős vízszintes összetevő háborgást jeleztek. A jelenséget ionoszféra-magasság mérésekkel összevetve Flórián Endrével közös cikkben magyaráztuk.

Nagyon hasznos a kutatásokban az egymáshoz közel eső obszervatóriumok regisztrálásainak összehasonlítása. Emlékszem, hogy amikor 1955-ben alkalmam volt budakeszi és tihanyi regisztrálásokat összehasonlítani, mély benyomást tett rám, hogy a szemmel éppen csak kivehető parányi mágneses háborgás mind a két regisztrátumon jelentkezett. Ez élesen rámutat arra, hogy a mágneses tér időbeli változásai mögött hatalmas méretű természeti jelenség húzódik meg és tulajdonképpen minden mágneses háborgást érdemes volna részletesen megvizsgálni. Természetesen ez a megfelelő kutatói létszám, idő és felszereltség hiányában lehetetlen.

A tudatos űrkutatás megindulása a nemzetközi geofizikai év során a mesterséges holdak fellövésével kezdődött. Ismeretes, hogy a magnetoszféra (az ionoszféra fölötti tértartományok) felfedezése bizonyos véletlen elemeket is tartalmazott. A fellőtt sugárzásjelző műszerek ugyanis túl érzékenyek voltak és az erős sugárzás következtében a műszerek túlterhelődtek, amit a földi észlelők a műszerek elromlásának tulajdonítottak. Csak többszöri kísérlet után, egészen érzéketlen műszerek fellövésekor derült ki, hogy a sugárzásmérő műszerek igen erős sugárzással telített tértartományba kerültek. A megindult vizsgálat jól körülhatárolta a tértartományt és kiderült, hogy a Föld mágneses tere a Napból kiinduló töltött részecskék áramlatát a Föld körüli kényszerpályára tereli és kialakítja Földünk körül a manapság magnetoszférának nevezett sugárzási övet.

A világszerte folyó igen nagy anyagi befektetéssel járó vizsgálatok azt a pesszimiztikus felfogást sugallják, hogy hazánkhoz hasonló kis lakosságszámú és korlátozott anyagi lehetőségekkel rendelkező ország ilyen kutatásokban legfeljebb statisztika szerepe van kárhózzátva. A következőkben röviden összefoglalok néhány most folyó munkát és annak eredményét annak a bizonyítására,

hogy kis ország is bele tud eredményesen kapcsolódni az ilyen típusú nagy nemzetközi együttműködésbe. Természetesen a bekapcsolódáshoz szükséges, hogy az eredményesen művelt területeken szellemileg felzárkózzunk az élvonalhoz és kivívott pozíciónkat újabb kutatással mindig újból megerősítsük.

A fentiekben vázolt mágneses időbeli változások részletvizsgálatai is megindultak hazánkban, éppen a tárgy most már vitathatatlanul tudományos és gyakorlati fontossága miatt. Az ismeretek bővülése lehetővé tette a fizikai háttér mind jobb megismerését és az erre irányuló törekvésekben jelentős szerepet játszott az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, a Föld felső légkörével, valamint a magnetoszféra és a napszél közötti kölcsönhatással kapcsolatos kutatásaival. Ezek a vizsgálatok részben az Interkozmosz program keretében történnek.

A Föld felső légkörével kapcsolatos kutatások során az Intézet részt vett az 1977. októberében a Vertikál 6 geofizikai rakétán magyar-szovjet együttműködéssel végzett kísérletek előkészítésében és ezek feldolgozásában. A kísérletek a Nap extrém ultraibolya sugárzásának, illetve a felsőlégkör elektromosan semleges állapotú gázai összetételének, továbbá az ionok összetételének és az ionhőmérsékletnek a meghatározására irányultak. A rakétán erre a célra elhelyezett két mérőberendezés elektronikája az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében készült.

A Nap extrém ultraibolya sugárzásának mérésére készült fotoelektroanalizátor adatainak segítségével a sugárzás intenzitásának, illetve a molekuláris oxigén koncentrációjának változását a magassággal és ebből effektív abszorpciós hatáskeresztmetszeteket állapíthatunk meg. Ennek pontos ismerete a felső légkör energetikájának vizsgálata szempontjából elengedhetetlen. Az ionok összetételének és az ionhőmérsékletnek a mérésére szolgáló pozitív ionanalizátor e két mennyiség meghatározásán kívül az ionok driftjének az észlelését is lehetővé teszi. Az ionok driftjének vizsgálata alapján pedig, mint ismeretes, az elektromos tér határozható meg. Az ionösszetételnek és az ionhőmérsékletnek a vizsgálata részben az ionoszféramodellek ellenőrzése, továbbá a felsőlégkör energiamérlegének az előzőekben már említett tanulmányozása szempontjából fontos.

A kísérleteknél arra törekednek, hogy egyidejűleg minél több paramétert mérjenek és ezeket is többféle módszerrel. Így az adatok megbízhatósága ellenőrizhető és a kutatások köre is bővíthető. Az adatok feldolgozása az Intézetben még folyamatban van. A Vertikál 6-on magyar-szovjet együttműködéssel végrehajtott mérések jelentőségét kiemeli az a tény, hogy ezek voltak az első magyar részvétellel végzett, hazánkban kiértékelt sikeres űrkísérletek (Benceze Pál).

Az ionoszférakutatás terén a földmágneses háborgásokat követő, az alsó ionoszférában fellépő utóhatást tanulmányozták mesterséges holdak méréseinek segítségével. Az eredmények azt mutatják, hogy ez az utóhatás nagyrészt a a magnetoszférán kívül észlelt 40 keV-nél nagyobb elektronok fluxusával függ össze. Ezeknek az elektronoknak a fluxusa a napkitörések erősségének növekedésével nő. További vizsgálatok szerint a legerősebb utóhatás akkor lép fel, ha a napkitörés a Nap középponti meridiánjának közelében volt, még akkor is, ha ebben az esetben a fluxus gyengébb, mint ettől nyugatra észlelt napkitöréseknél (März Ferenc).

A Föld magnetoszférája és a napszél közötti kölcsönhatás vizsgálatával kapcsolatban a földmágneses pulzációk kutatása a kezdeti morfológiai vizsgálatok után két irányba koncentrálódott. Egyrészt vizsgálják a pulzációk eloszlását a

Föld felszínén különböző állomásokon, másrészt pedig a pulzációkat a magnetoszféra és a földkörüli térség paramétereinek leírására igyekeznek felhasználni.

A földmágneses pulzációk felszíni eloszlásáról, elsősorban pedig a periódusok változásáról a földrajzi szélesség függvényében még ma sincs egységes vélemény. Ez nem is véletlen, mert úgy tűnik, hogy bizonyos esetekben a periódus elég nagy tartományban állandó, majd elég gyorsan, szinte ugrásszerűen megváltozik. Ennek a különös és elméleti szempontból is alapvető fontosságú jelenségnek a vizsgálata nagyon nehéz más obszervatóriumok mérési anyagát felhasználni, mert például Európában már alig van olyan — a földi áramokat zavartalanul regisztráló — obszervatórium, mint Nagycenk. Így részben hazai időleges állomásokkal, részben néhány külföldi együttműködő partnertől kapott anyaggal lehet csak eredményt elérni. Kiderült, hogy nagy távolságban levő állomások között a tevékenységben egészen rövid, néhány perces időszakokra vonatkoztatva, továbbá hosszú, napos átlagok tekintetében is elég szoros kapcsolat található. Különös azonban, hogy órás vagy néhány órás átlagos tevékenységben nincs szoros kapcsolat. Mai ismereteink szerint mindkettő az interplanetáris mágnes tér és a napszél paramétereinek különböző időskálájú változásait tükrözi. Közepes hosszúságú, pl. órás átlagok esetében az ilyen korrelációk azért gyengék, mert a pulzációk kialakulásának gyakoriságában a helyi idő hatása döntő tényező.

A pulzációk paramétereit között egymástól messze fekvő állomások esetében talált kapcsolat teszi lehetővé, hogy a pulzációk tevékenységet globálisan leírjuk, hogy ennek megközelítéseként egyetlen állomás adatait általános értékeknek tekintsük. Ilyen alapon kereshető kapcsolat a pulzációk és a földkörüli térség paramétereit között. Sikertült — csak a Nagycenk melletti obszervatórium adatait felhasználva — a napszél sebességére pontosabb becslést adni, mint amilyen eddig a felszíni adatok (a földmágneses tevékenység szintje) alapján lehetséges volt. A magnetoszféra méretére kapott becslést is annak figyelembevételével lehetett jelentékenyen megjavítani, hogy ez lassan változó paraméter lévén, hosszú időre (egy-egy napra) vonatkozó átlagokból jobban becsülhető. A napszélbe ágyazott inhomogenitások hatására a magnetoszféra mérete és ezzel együtt a pulzációk periódusa is megváltozik; a jelenség azonban csak a plazmapauzáig követhető, a sarki állomások adataiban (pl. a finn Sodankyläében) nem található meg, jelezve azt, mennyire fontos szerepe van a plazmapauzának a pulzációk keletkezésében.

Az utóbbi néhány évben felmerült annak lehetősége, hogy a földmágneses pulzációk nem a magnetoszférában, hanem a magnetoszféra előtt visszatérített napszél eredetű protonok és a napszél plazmájának kölcsönhatására azon kívül keletkeznek. Az erre kidolgozott elmélet szerint a periódust az interplanetáris mágnes tér erőssége, az amplitúdót a tér iránya és a napszél sebessége szabja meg. Ezeket az összefüggéseket sorra sikerült megtalálni a nagycenki anyagban, így az eredmények nyomós érvet jelentenek az ezen a téren világszerte kialakult vitában. Elméleti számítások segítségével is meghatározták az egyes paraméterkombinációknak megfelelő várható periódus- és amplitúdó-értékeket, s ezek határozottan összefüggnek a mérések során talált tapasztalati értékekkel (Verő József, Czuczor Ernőné, Tátrallyai Mariella, Holló Lajos).

Az Intézetben végzett munka nemzetközi elismerését jelzi, hogy az ott kidolgozott pulzációs indexeket a Nemzetközi Földmágneses és Aeronómiai Asszociáció is számantartja és ezek valóban globálissá tételére nemzetközi együttműködés kezd kialakulni.

Magyarországon közvetlenül űrkutatási mérésekbe nehezen kapcsolódhatunk be, mert a nemzetközi együttműködés bonyolult előkészítő munkával jár, de szerencsére a kezdeti nehézségeket – mint láttuk – már itt is leküzdöttük. Gyorsabban alkalmazható eredményeket ígér a földről végezhető adatgyűjtés és annak kiértékelése. Ezen a területen is születtek igen érdekes eredmények.

Századunk elején már ismeretes volt, hogy a rádiókészülékekben néha füttyszerű zavaró hangokat lehet hallani. Ezeket angol nyelvűn szokták szakmailag whistler-nek nevezni.

A kb. 5 fősugár geocentrikus távolságig terjedő belső magnetoszféra az ún. plazmaszféra diagnosztikájának egyik hatásos, ugyanakkor legolcsóbb módszerét éppen ezek a whistlerek jelentik. A whistlerek közönséges villámok által keltett elektromágneses impulzusokból jönnek létre. Az impulzust alkotó, főképpen hangfrekvenciás jelek a földi mágneses tér erővonalai mentén húzódo, megnövekedett elektronsűrűségű vezető csatornáknak terjednek. A terjedési sebesség frekvenciafüggő, így az impulzus a 0,5–16 kHz közötti sávban kb. 1 sec hosszúságú jellé húzódik szét, ami erősítés után hangszóróra kapcsolva mélyülő füttynek hallatszik. A különböző frekvenciákon mért futási időkből meghatározható a terjedés erővonalcsatornájának a szélessége, az elektronsűrűség a terjedési út mentén és az 1000 km magasságban 1 cm² keresztmetszetű földmágneses erővonalcső elektrontartalma.

A whistlereket a századforduló táján észlelték először, majd az 50-es években sikerült elméletüket kidolgozni. Azóta elterjedt világhálózaton folyik regisztrálásuk. A hazai whistler-kutatást Szemerédy Pál indította meg, akinek tervezésében és irányításával az ELTE Geofizikai Tanszéken 1967-ben megépült a whistler vevőberendezés. Ez egy 12 m magas keretantennából, szélessávú erősítőrendszerből, alul- és felülvágó szűrőkből, a regisztrálásra szolgáló analóg magnetofonból és a berendezést óránként 2 percre bekapcsoló vezérlő automatikából áll. A berendezés a Tanszékkel együttműködő ELGL-tihanyi Geofizikai Observatóriumban üzemel.

A whistler-kutatás kezdetben a nemzetközi előírásoknak megfelelő rendszeres regisztrálásra és a felvételek spektrumanalízisének megvalósítására irányult, de a magnetoszférikus elektronsűrűség meghatározására is próbálkozások történtek. A whistlerek rutinszerű, ugyanakkor kellően pontos eredményeket nyújtó feldolgozására azonban akkor még nem létezett eljárás, ezért az első években egy ilyen módszer kidolgozása állt a vizsgálatok középpontjában. Ezek eredményeként 1973-ra sikerült kidolgozni egy legkisebb négyzetes paraméterbecslésen alapuló, az addig ismerteknél minden szempontból hatásosabbnak bizonyult számítógépes eljárást.

A további tudományos munka kiterjedt az eljárás megbízhatóságának vizsgálatára, hazai és külföldi whistler-adatok elemzésére, adatbank létrehozására, műholdon észlelt whistlerek elemzésére, a whistler integrál közvetlen numerikus inverziójára és a whistlerek digitális regisztrálásával és elemzésével kapcsolatos kérdések tanulmányozására. A fontosabb eredmények a következők:

– kiderült, hogy a plazmaszféra elektronsűrűsége mágneses háborgások idején közepes szélességeken is csökken és ebből meghatározhatók a plazmaszféra-ionoszféra töltéstranszport jellemzői;

– kb. 1500 tihanyi és ugyanennyi külföldről származó whistlert feldolgozva ezekből különböző következtetéseket vontak le; az észlelési eredményeket havonta összegezve megküldik a világszerte központoknak;

– a rutinszerűen 7 éve folyó hazai whistler-észlelés és -feldolgozás eredményeinek átfogó elemzéséhez mágneslemezes adatbankot hoztak létre (Büttner György);

– a whistler-terjedés numerikus szimulációjával kimutatták, hogy a whistlerek feldolgozásakor tapasztalt szisztematikus reziduálok a törésmutatóban használt közelítéseknek – elsősorban az ionok hatásának – tulajdoníthatók és megállapították, hogy ezek és egyéb feltevések mekkora szisztematikus hibákat eredményeznek a számított magnetoszférikus paraméterekben;

– az Interkozmosz – 3 és 10 műholdakon és a Földön egyidejűleg észlelt whistlerek elemzésével tanulmányozták a whistler-terjedés mechanizmusát;

– elsőként oldották meg a whistler-integrál stabil numerikus inverzióját a terjedési út menti elektronsűrűsége;

– szimulációval és mért whistlerek elemzésével kimutatták, hogy a nagysebességű (32×10^3 minta/sec) mintavételezés és digitális, illesztett szűrő alkalmazása egy nagyságrenddel megnöveli a spektrumelemzés pontosságát és lehetőséget nyújt a detektálás-regisztrálás-spektrumelemzés akár teljes folyamatának mikroprocesszoros automatizálására (Hamar Dániel, Tarcsai György); ezzel kapcsolatban előzetes rendszerterv is készült (Hegymegi László és Hetényi Tamás, BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék).

A whistler-kutatásban az Interkozmosz szervezet, a KAPG és az URSI – IAGA whistlerekkel foglalkozó munkacsoportja útján szoros együttműködés alakult ki csehszlovák, szovjet, angol, francia és olasz kutatóhelyekkel, amit tovább erősítettek Hegymegi L., Tóth P. és Tarcsai Gy. hosszabb olaszországi, norvégiai és angliai ösztöndíjas tanulmányútjai.

Összegezve megállapítható, hogy a whistler-vizsgálatok terén hazai kutatóink egy évtized alatt behozták a kezdeti, mintegy 10 éves elmaradást, sőt kutatásaik egyes témákban a világ élvonalába emelkedtek.

Részből a whistler-kutatásokkal rokon, de mindenképp űrkutatáshoz tartozik Szemerédy Pálnak a VLF emissziók alsó ionoszférabeli modulációjával, valamint a felsőlégköri hélium kombinált rádiós-optikai detektálásával kapcsolatos vizsgálatait, továbbá Tóth Péter munkája a VLF emissziókról és a magnetoszférikus plazmainstabilitásokról.

Ugyancsak az űrkutatáshoz tartozik az elektromágneses hullámterjedés vizsgálata mozgó plazmában. A mesterséges égitestek rádiójeleinek frekvenciacsúszását és egyéb paramétereinek változásait kiterjedten alkalmazzák a különböző űrkutatási (geofizikai, geodéziai, csillagászati, műszaki, stb.) mérésekben. Hazánkban, egy korábbi előkísérlettől eltekintve (Magyar Endre, 1957) elsőként a BME KISZ Rakétatechnikai Tudományos Diákköre, később Űrkutatási Csoportja, végzett 1965-től kísérleteket műholdak rádiójeleivel. Egyebek között vizsgálták az ionoszféra és troposzféra hatását a Doppler-geodéziai mérésekre, pontosították az általában alkalmazott törésmutatóformulát és a rádiós űrkutatás terén szerzett tapasztalataikat felhasználták a még felépítésre váró hazai Interkozmosz rádiós műholdmegfigyelő állomás tervezésében.

Eközben az inhomogén, mozgó közegben lejátszódó elektromágneses hullámterjedéssel kapcsolatban sok tisztázatlan kérdés vetődött fel. Ezek megoldásában alapvető, nemzetközi téren is úttörő jellegű Ferencz Csaba tevékenysége, aki számos tanulmányban vizsgálta a hullámterjedés különböző kérdéseit. Eredményei alapján, a relativisztikus sugárkövetési eljárás alkalmazásával, Tarcsai György-gyel együtt sikerült megmagyarázniuk több rendhagyó frekvenciacsúszási jelenséget, például

– a Taurus – A rádióforrás 21 cm-es sugárzásban Nap-okkultáció során észlelt – sok vitát kiváltó – vöröseltolódást, és a Fraunhofer-vonalak Nap peremén észlelt anomalisztikus vöröseltolódását, valamint

– a Pioneer – 6 űrszonda Nap-okkultációja során észlelt és általuk előre megjósolt frekvenciacsúszást.

A felsorolt eredményeket a Nature c. folyóirat szerkesztőségi cikkben méltatta, a szerzők munkáját számontartják és eredményeikre hivatkoznak a külföldi kutatók.

A mágneses regisztrálások digitalizálása az adatok egyszerű feldolgozását teszi lehetővé, ezért jelentős, hogy a tihanyi obszervatóriumban Hegyemi László ilyen értelmű műszerfejlesztéssel a vizsgálatokat számológépek segítségével lehetővé tette. Ugyancsak a tihanyi obszervatóriumban Tóth Péter kimutatta a mágneses tér lüktetésében a Nap pulzálásában is észlelt 2 óra 40 perces periódust. A megfigyelés alapján feltételezhető, hogy a Nap tulajdonképpen egy pulzár.

A mágneses tér mellett természetesen gravitációs terünk is szorosan kapcsolódik az űrkutatások problematikájához. Gravitációs terünk geometriai szerkezete befolyásolja az űrben keringő mesterséges holdak pályáját és ezért a pályák megfigyeléséből kiszámíthatjuk gravitációs terünk szerkezetét. Az ilyen típusú kutatásokban elévülhetetlen érdemeket szerzett Izsák Imre magyar csillagász, akiről érdemei elismerésül az első szatellit földalakat is elnevezték. A témának ez a része még geodéziai jellegű, hiszen a térszerkezet geometriai sajátágaival foglalkozik, viszont gravitációs terünk szerkezetét Földünk tömegének belső eloszlása alakítja ki. A geometriai tér szerkezetéből tehát a Föld belső szerkezetének tömegeloszlására és folyamataira is következtethetünk. Ez a kérdés már geofizikai jellegű.

A Föld gravitációs és mágneses terének összehasonlításából kiderült, hogy Földünk belső szerkezete nem centrálszimmetrikus és a centrálszimmetria feladásával az eddig megmagyarázhatatlan geoid alaknak tömegeloszlási okát sikerült megállapítani. A geoid alakot két forgásszimmetrikus alak összegeként állíthatjuk elő. Ez a megállapítás azt jelenti, hogy a geoid alakot két olyan nagy hatás alakítja ki, amelyekkel szemben a Föld egész teste folyadékként viselkedik vagyis cseppalakot vesz fel. Az így meghatározott sematikus geoid-képet a ténylegesen mért geoidból levonva kapunk egy a Föld felszínének domborzati hatását jól mutató – maradék képet; a pozitív anomáliák jól egybeesnek nagy hegyrendszereinkkel, a negatívok pedig az óceáni medencékkel.

A domborzat hatása természetesen a magassággal elenyészik. Ezért megvizsgáltuk a geoid alakot 6000 km-rel a Föld felszíne fölött. Ebben a magasságban a felszíni hatók már valóban eltűnnek és a mély hatók jobban meghatározhatók. Kiderült, hogy ha a Föld lapultságát megváltoztatjuk, akkor a megközelítés lényegesen javul. Figyelemre méltó, hogy a geodézia megállapítása szerint a centrálszimmetrikus Föld lapultsága valóban nem felel meg a hidrosztatikus egyensúly követelménynek és attól éppen az aszimmetrikus földfelépítés kívánalmának irányában tér el. Jelenleg a vázolt módon a 10 m-nél nagyobb geoid-anomáliákat egyértelműen magyarázni lehet; az ennél kisebb anomáliák valószínűleg az egyensúlyban nem levő felszíni tömegek tömegtöbbletéből vagy hiányából származnak. Így a maradékanomália-rendszerekből következtethetünk felszíni tömegeink egyensúlyi állapotára, vagyis kapcsolatot találhatunk a maradék geoid anomáliák és Földünk tektonikai tevékenysége között.

Természetesen a mély hatókhoz kötött anomáliarendszer ugyanúgy változhat, mint mágneses terünk; mágneses terünk változásából pedig gravitációs terünk évszázados változására is következtethetünk. Bizonyos feltevésekkel javítani lehet a tisztán free-air-anomáliák alapján közelítőleg kiszámított szekuláris változásképet. Az így számított évi változás maximuma kivételes helyeken 60 μ gal, de átlagosan 20 μ gal körül van, ami megfelel a mai legpontosabb gravitációs mérésekből nyert eredményeknek; a változásnak biztos kísérleti meghatározása fontos új lehetőséget tartalmaz Földünk folyamatainak megismerésére.

Egy rövid összefoglalásban természetesen nem lehet minden, a geofizikával összefüggő kutatásra kitérni, mégis látható, hogy Földünkről az űrkutatás eredményei alapján sok különböző irányban nyerhetünk fontos új ismereteket, és ezek az ismeretek egy kis nép kutatói számára is elérhetőek. Számolnunk kell azonban azzal, hogy mi az űrkutató nagyhatalmakhoz képest bizonyos késéssel kapjuk meg a legmodernebb adatokat és azokat is már kilúgozott formában. Amit könnyen meg lehet állapítani az adatokból, azt szerencsésebb társaink nyilvánvalóan már előttünk felismerték. Azonban a hozzánk elkerülő adatrendszer csak egy igen gyors átfésülésen ment keresztül és még nagyon sok fel nem tárt ismeretet tartalmaz. Mélyebben kell ezért bepillantnunk az oksági összefüggések rendszerébe és akkor számunkra is meg van a lehetőség új eredmények elérésére.

Az előadás anyagának összeállításában jelentős segítségemre voltak dr. Verő József és dr. Tarcsai György tagtársaink. Munkájukat ezúton is hálásan köszönöm.

Lapszemle

Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie, Géophysique. 21. évf., No 1–2. 1977. jan. – dec., 1–312. old.

A folyóirat – melyet a Román Szocialista Köztársaság Akadémiája ad ki – többségében angol nyelven (de több esetben németül és franciául is) hoz cikkeket a geofizika újszólván minden területéről (általános és gyakorlati geofizika, szeizmológia, tektonika, geokémia, paleomágnesség, magnetellurika, légkörfizika, elméleti és számítástechnikai kérdések stb.). A főszerkesztő: Sabba Stefanescu, a helyettes főszerkesztő: Liviu Constantinescu.

* * *

Studii si Cercetari de Geologie, Geofizica, Geografie, Geofizica 15. évf., 1977. 1–188. old.

A geofizika egész területére kiterjeszkedő tárgyú cikkek, román nyelven, angol kivonattal.

Magyar Tudomány. Új folyam XXIII. kötet, 1. sz. 1978. január.

Somogyi György: Egy új nukleáris metodika alkalmazása uránlokalizációs vizsgálatokra, 32–40. old.

Az ismertített és a hazai uránlelőhely-kutatásoknál bevezetett módszer a terepi radon-anomáliákat térképezi fel alfa-részecskékre érzékeny szilárdtest-nyomdetektorok segítségével. Az eddigi mérések egyértelműen megmutatták, hogy a nyomdetektoros módszer kedvezően alkalmazható olyan területeken is, ahol a hagyományos radiometrikus módszerek már nem hatásosak. Így a módszer bevezetése figyelemreméltó új lehetőséggel gazdagítja a hazai geológiai és uránynevelőanyag-kutatást.

T. G.