

БЕНЦЕ, П. – ВАЛЬНЕР, А.

О ЗАВИСИМОСТИ СИСТЕМЫ ПОТОКА ПУЛЬСАЦИЙ S_q ОТ ИСКАЖЕНИЯ ИОНОСФЕРНОГО СЛОЯ E

При помощи суточных вариаций горизонтальной напряженности геомагнитного поля, наблюдаемых в Геофизической обсерватории при с. Надьценк в „спокойные дни” за период с 1960 по 1962 гг. и опираясь на величины foE, измеренные в Фрейбургской станции (ГФР) для исследования ионосферы, авторы изучали зависимость системы потока пульсаций S_q от искажения слоя ионосферы E.

Исследования показали, что в большинстве случаев наблюдаемые величины foE, во время максимума суточных вариаций горизонтальной напряженности поля меридиального направления, оказываются меньшими по сравнению с величинами foE, вычисленными без учета искажающего влияния вертикального дрейфа. На основании этого можно делать предварительный вывод о том, что в таких случаях система потока S_q располагается на высотах максимальной плотности электронов слоя E или же над ним. В такие дни в указанные часы кажущаяся высота максимума плотности электронов меньше средней, что также подтверждает правильность указанного вывода.

P. BENCZE – Á. WALLNER

ÜBER DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEM S_q -STROMSYSTEM UND DER VERZERRUNG DER IONOSPHERISCHEN E-SCHICHT

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen dem S_q -Stromsystem und der Verzerrung des ionosphärischen E-Schicht wurden die im Geophysikalischen Observatorium bei Nagycenk, zwischen 1960 – 62 an ruhigen Tagen beobachteten Tagesgänge der erdmagnetischen Horizontalkomponente, sowie die an der Ionosphärenstation in Freiburg (DBR) gemessenen foE Werte verwendet. Es wurde festgelegt, dass die beobachteten foE Werte – während des Maximums des Tagesganges der nord-südlichen H Komponente – meistens kleiner sind, als die ohne Berücksichtigung des Verzerrungseffektes der vertikalen Driftes berechneten foE Werte. Daraus kann man vorerst die Folgerung ziehen, dass das S_q -Stromsystem während des Maximums in der Höhe der maximalen Elektronendichte der E-Schicht, oder darüber liegt. An diesen Tagen ist die scheinbare Höhe der maximalen Elektronendichte in den entsprechenden Stunden kleiner als der Durchschnitt, was ebenfalls die obige Folgerung unterstützt.

AZ S_q ÁRAMRENDSZER ÉS AZ IONOSZFÉRA E-RÉTEGÉNEK TORZULÁSA KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSRŐL

BENCZE PÁL – WALLNER ÁKOS

Mint ismeretes, a múlt század végén a földmágneses tér napi változásának tanulmányozása vezetett az ionoszféra felfedezéséhez. Az ionoszférára vonatkozó ismereteink bővülésével viszont, most arra nyílik lehetőség, hogy előbbre

A kézirat 1966. XII. 1-én érkezett.

jussunk a földmágneses tér napi változásának keletkezési mechanizmusára vonatkozó kutatásainkban. Az elméleti vizsgálatok és a rakétamérések szerint figyelmünket elsősorban az ionoszféra E tartományára kell fordítanunk. A földmágneses tér „nyugodt Nap” napi változásának (S_q) eredetére vonatkozó ma már általánosan elfogadott dinamo-elmélet azonban csak a kutatás irányvonalát adta meg. Számos részletkérdés még kidolgozásra vár. A dinamo-elmélet szerint a földmágneses tér „nyugodt Nap” napi változásának külső része egy olyan áramrendszer mágneses terével egyenértékű, amelyet a felső légkör ionizált állapotban levő, tehát elektromosan vezető rétegeinek, a Föld állandó mágneses terében a légköri ár-apály által előidézett mozgása hoz létre. Fontos kérdés tehát, hogy a „nyugodt Nap” napi változásnak megfelelő áramrendszer milyen magasságban helyezkedik el, illetve magassága a nap folyamán, valamint napról-napra hogyan változik. Az S_q áramrendszer magassága rakéták segítségével közvetlenül meghatározható, a meghatározásnak ez a módja azonban a magasságot csak egy pontban és egy időpillanatra adja meg és emellett költséges. Ezért kívánatos egy olyan módszer, amelynek segítségével a Föld felszínén működő kiterjedt észlelőhálózat mérési eredményeiből, az esetenkénti rakétamérések adatainak felhasználásával határozhatjuk meg a kívánt paramétereket. A módszer ilyen módon relatív lesz, mert egy megállapított szinthez viszonyítja a magasságváltozást. A rakétamérések viszont ebből a szempontból, az abszolút meghatározás szerepét töltik be. A földmágneses tér „nyugodt Nap” napi változásával egyenértékű áramrendszernek az E tartomány elektronsűrűségeloszlására gyakorolt (torzító) hatása alapja lehet e módszernek.

A következőkben a vázolt problémával kapcsolatos vizsgálatainkról számolunk be.

Az E rétegnek egy CHAPMAN rétegtől való eltérését, mint ismeretes, általában az S_q áramrendszerrel összefüggő függőleges driftnak tulajdonítják (APPLETON, LYON és TURNBULL, 1955; BEYNON és BROWN, 1956; BEYNON és BROWN, 1959; SHIMAZAKI, 1959; BROWN, BEYNON és MORGAN, 1963). Az E réteg ebből származó ún. geomágneses torzulása és az S_q áramrendszer közötti összefüggés részletes vizsgálatára célszerű az elemzést egy-egy napra elvégezni, mivel a vizsgálni kívánt hatás nagysága és időpontja, esetleg előjele is napról-napra változhat (a havi átlagok a napi értékeknek az összefüggés részleteit elfedő halmozódása következtében részletes vizsgálatra nem alkalmasak). Célszerű ezenkívül hónaponként az öt legnyugodtabb napot kiválasztani, hogy ezzel lehetőleg minden más zavaró tényezőt kiküszöböljünk; mivel pedig az effektus az eddigi vizsgálatok szerint a nyári hónapokban a legnagyobb, a jelenség tanulmányozását egyelőre a nyári hónapokra korlátozni. Vizsgálatainkhoz a Nagyecenk melletti geofizikai obszervatóriumban regisztrált földmágneses vízszintes térerősség és deklináció értékek napi változását használtuk fel és a helyileg legnyugodtabb napokat választottuk ki. Az összetartozó vízszintes térerősség és deklináció értékek segítségével megrajzoltuk a mágneses térerősség vízszintes síkbeli vektordiagramját. Ennek segítségével állapítható meg ugyanis, hogy (a dinamo-elmélet szerint) a földmágneses tér Nap-napi változását létrehozó áramrendszer iránya és nagysága a nap folyamán miként változik. Ez azért lényeges, mert a

$$w = \frac{1}{nm_p} \cdot i_y H_x$$

összefüggés értelmében, a függőleges irányú w driftsebesség, amely az ionizált réteg torzulását okozza, az áram i_y kelet-nyugati komponensének nagyságával arányos. A vektordiagram egyrészt lehetővé teszi, hogy a földmágneses tér Nap-napi változásában, az áram kelet-nyugati komponensének megfelelő észak-déli összetevő változását meghatározhassuk, másrészt szemléletes képet nyújt a napi változás alakjáról.

A földmágneses regisztrátumokból meghatározott havi öt legnyugodtabb napra tervezett vizsgálatához, a Nagycenk melletti geofizikai obszervatóriummal azonos szélességen fekvő freiburgi (NSzK) ionoszféra-állomáson mért órás foE értékeket használtuk fel. Ez a megkötés arra vezetett, hogy a foE értékek sorában jelentkező hiány, vagy a közölt értékek bizonytalansága következtében a kiértékelhető napok száma erősen csökkent.

Az alkalmazott módszer a következő volt: az E réteg kritikus frekvenciájának kiszámítására alkalmas, a függőleges drift hatását figyelmen kívül hagyó

$$foE = K \cos^n \kappa \quad (1)$$

összefüggés segítségével (ahol K és n állandók, κ pedig a Nap zenittávolsága), általában a 6, 7, 8 és a 15, 16, 17 órás, észlelt foE értékek felhasználásával, meghatároztuk n és K értékét. Ezzel, a napi változás számított görbéjét, a reggeli és esti szakaszon, az észlelt adatokkal szerkeszthető görbéhez illesztettük. A Nap zenittávolságát, a zónaidőben megadott időpontokra, az óraszög rendszerben a

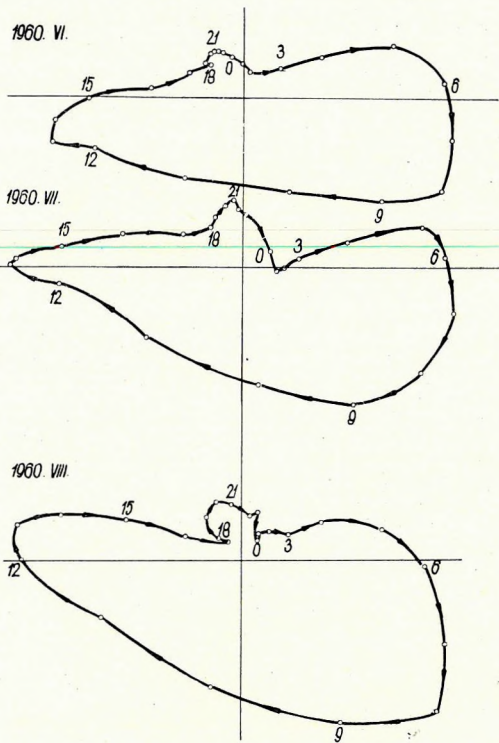
$$\cos \kappa = \cos \delta \cos \varphi + \sin \delta \sin \varphi \cos \tau$$

gömbháromszögtani összefüggés segítségével kapjuk, ahol δ a Nap deklinációja, φ az állomás földrajzi szélessége, τ az óraszög, amelyet a megfelelő zónaidő (Z), a zóna középmeridiánja és az állomás földrajzi hosszúsága közötti időben kifejezett különbség ($\Delta\lambda$), valamint az időegyenlet (I) segítségével a

$$\tau = Z - \Delta\lambda + I - 12^h$$

képlettel számíthatunk. Az n értékét grafikus eljárással nyerjük, K -t pedig n -nek az (1)-be helyettesítésével kiszámíthatjuk. A foE értéke a többi órára az állandók ismeretében már kiszámítható. Ez az eljárás, amint a következőkben még látni fogjuk, azért is előnyös, mert felhívja figyelmünket az észlelt foE értékekben mutatkozó anomáliákra. Az anomális értékek felismerése fontos, mert n , illetve K meghatározási pontosságát lényegesen befolyásolhatják. Az észlelt foE értékeknek a vizsgálatot megelőző tanulmányozásánál az E réteg látszólagos magasságának megfelelő adatokat is felhasználtuk.

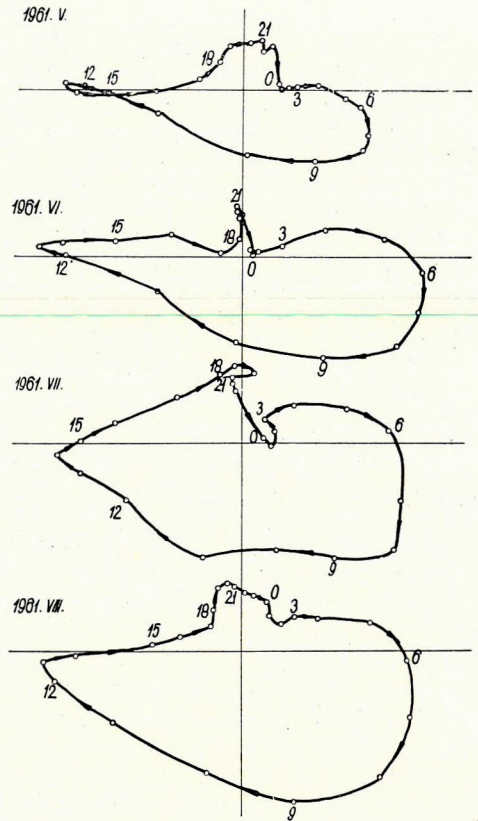
Az 1, 2, és 3. ábrán a Nap-napi változás vízszintes komponensének a hónap öt nyugodt napjának átlagából 1960, 1961 és 1962 nyári hónapjaira szerkesztett vektordiagramját látjuk. A vektordiagramok egyik legfeltűnőbb sajátysága, hogy alakjuk a naptevékenység csökkenésének megfelelő zsugorodástól eltekintve, karakterisztikus változást mutat. Az 1961 májusi vektordiagramon a 11–16 óra között jelentkező hurok 1962-ben már a júniusi és a júliusi görbéken is feltűnik. Ennek következményeként a kelet-nyugati áramnak megfelelő észak-déli térerősségkomponens nemcsak nagyságban, hanem általában időtartamban is csökken.



1. ábra. A földmágneses tér „nyugodt Nap” napi változásának vízszintes síkbeli vektordiagramja 1960 nyári hónapjaiban

Abb. 1. Das horizontale Vektordiagramm der täglichen Veränderung der ruhigen Tage in den Sommermonaten von 1960

Фиг. 1. Горизонтальная векторная диаграмма суточных вариаций в „спокойные дни” за летние месяцы 1960 г.



2. ábra. A „nyugodt Nap” napi változásának vízszintes síkbeli vektordiagramja 1961 nyári hónapjaiban

Abb. 2. Das horizontale Vektordiagramm der täglichen Veränderung der ruhigen Tage in der Sommermonaten von 1961

Фиг. 2. Горизонтальная векторная диаграмма суточных вариаций в „спокойные дни” за летние месяцы 1961 г.

Júliusban ezzel szemben időtartamnövekedés tapasztalható. Az S_q áramrendszernek az E rétegre gyakorolt hatása tehát elvileg, rövidebb vagy hosszabb időtartamú torzulás.

Látható az is, hogy amíg 1960-ban és 1961-ben augusztusban, addig 1962-ben már júniusban maximális az észak-déli térerősségkomponens.

A vektordiagramok az n és K állandók meghatározásához is segítséget nyújthatnak. 1960-ban n meghatározásához a 7 és 8 órás foE értékeket (ha az észlelt értékeknek a számított értékektől való eltérését egyedül az S_q áramrendszerrel összefüggő függőleges driftnek tulajdonítjuk) már nem lehet felhasználni, mivel ezekben az órákban az E réteget torzító áram, az észak-déli

térerősségkomponens szerint, már tekintélyes lehet. Általában hasonló a helyzet 1961-ben és 1962-ben is. Sőt 1961 és 1962 augusztusában a 6 órás foE értékeket is mellőzni kell. A délutáni szakaszt tekintve 1962 júliusában csak a 17 órás észlelt foE értéket szabad a szóban levő állandók számításához felhasználni.

A 4. ábra görbéi az E réteg kritikus frekvenciájának számított (folytonos vonal) és észlelt (szaggatott vonal) napi menetét mutatják. Három görbetípust különböztethetünk meg. A leggyakoribbnál az észlelt értékek a délelőtti órákban általában kisebbek a számított értékeknél, a másik típusnál az észlelt értékek a déli órákban nagyobbak a számított értékeknél. A harmadik típusnál az észlelt és számított értékek között nem tapasztalható jelentős különbség.

Az elmondottakat a következőképpen értelmezhetjük. APPLETON és LYON (1954) az E réteg képződésére vonatkozó CHAPMAN-féle elméletet tanulmányozva, az elektronok mechanikai elszállítódását is figyelembe vette és meghatározta az E réteg maximális elektronsűrűségének, valamint az elektronsűrűségmaximum magasságának az elektrontranszportból származó változását.

Az N_m elektronsűrűségmaximumnak a függőleges irányú driftre visszavezethető relatív változása APPLETON és LYON szerint:

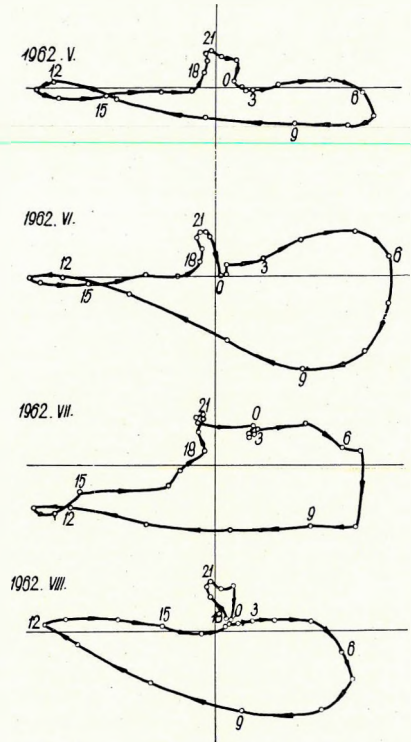
$$\frac{\Delta N_m}{N_m} = -\frac{1}{2\alpha N_m} \cdot \frac{\partial w}{\partial h} - \frac{1}{4H^2} \left(\frac{w}{2\alpha N_m} \right)^2;$$

az elektronsűrűségmaximum h magasságának változása pedig

$$\Delta h = \frac{w}{2\alpha N_m},$$

ahol α a rekombinációs együttható, H a skálamagasság, w pedig a függőleges irányú drift sebessége, N_m természetesen a kritikus frekvencia négyzetével arányos.

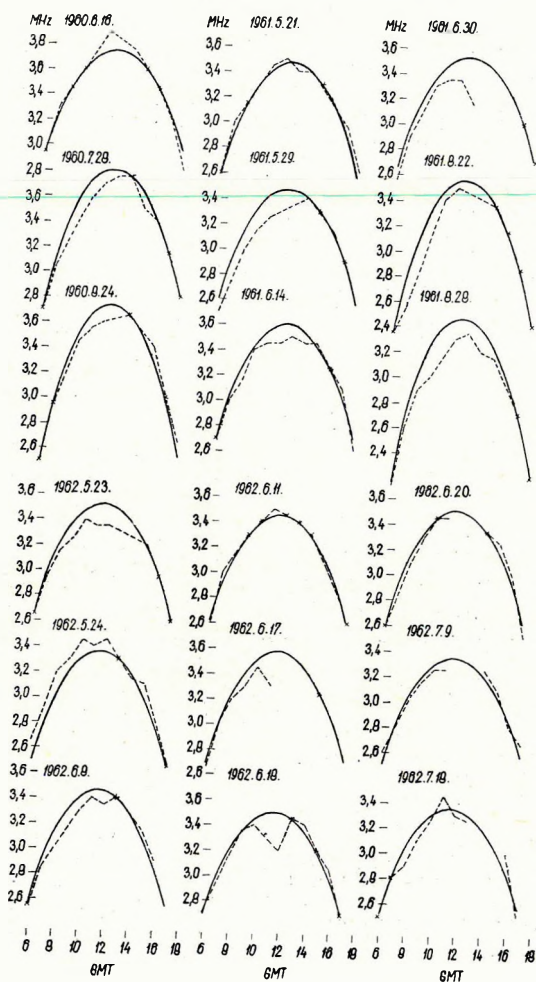
Ezek az egyenletek azt mutatják, hogy amíg az elektronsűrűségmaximum magasságának változása függ a függőleges drift irányától, maga az elektronsűrűségmaximum értéke független attól. Az elektronsűrűségmaximum értékét, ha a driftsebesség gradiense pozitív vagy elhanyagolható, a függőleges drift



3. ábra. A „nyugodt Nap” napi változásnak vízszintes vektordiagramja 1962 nyári hónapjaiban

Abb. 3. Das horizontale Vektordiagramm der täglichen Veränderung der ruhigen Tage in der Sommermonaten von 1962

Фиг. 3. Горизонтальная векторная диаграмма суточных вариаций в „спокойные дни” за летние месяцы 1962 г.



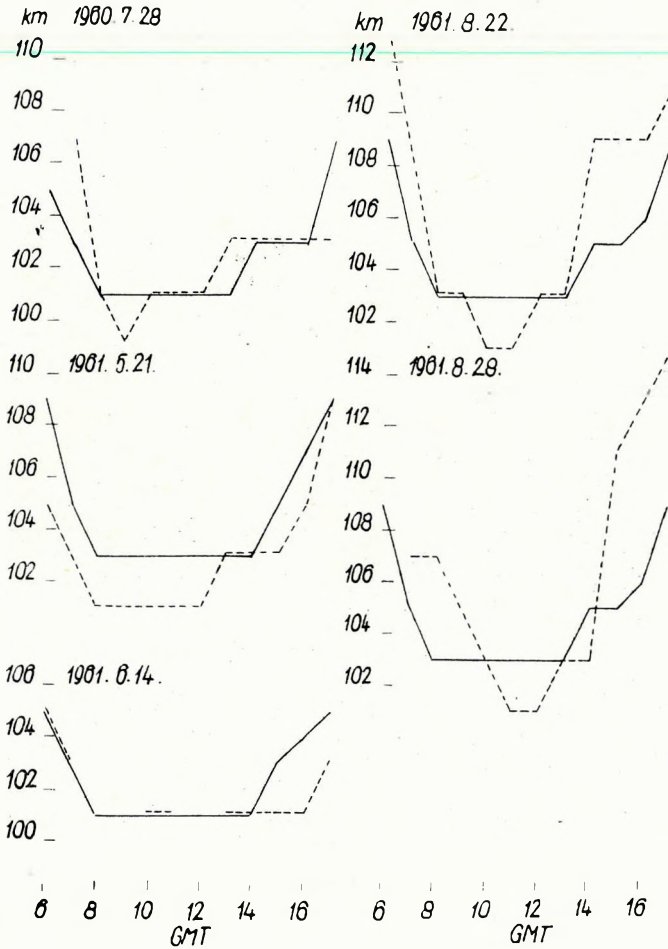
4. ábra. Az E réteg kritikus frekvenciájának számított és észlelt napi változása
 ————— számított; - - - - észlelt

Abb. 4. Berechnete und beobachtete tägliche Veränderung der kritischen Frequenz von der E Schicht
 ————— berechnet; - - - - beobachtet

Фиг. 4. Подсчетные и наблюдаемые суточные вариации критической частоты слоя E
 ————— подсчетные; - - - - наблюдаемые

minden esetben csökkenti. Növekedés csak megfelelő nagyságú negatív driftsebességgradiensnél következhet be.

Eddigi eredményeink tehát azt mutatják, hogy a függőleges driftsebesség gradiense általában pozitív vagy elhanyagolható és csak ritkán ér el akkora negatív értéket, amely az elektronsűrűségmaximum driftsebesség okozta csökkenését kiegyenlítené, vagy az elektronsűrűségmaximum növekedését idézné elő. A függőleges driftsebesség és az S_q áramrendszer kelet-nyugati komponense



5. ábra. Az E réteg látszólagos magasságának napi változása
 ————— havi átlag; - - - - - változás egy kiválasztott napon

Abb. 5. Die tägliche Veränderung der scheinbaren Höhe von der E Schicht
 ————— monatlicher Durchschnitt; - - - - - Veränderung an
 einem ausgewählten Tag

Фиг. 5. Суточные вариации кажущейся высоты слоя E
 ————— средмесячные; - - - - - вариации за определенный выбранный день

közötti, már idézett összefüggés szerint ez azt jelenti, hogy az S_q áramrendszer általában az E réteg elektronsűrűségmaximuma felett, vagy annak magasságában helyezkedik el (az áramrendszer elvileg nincs az elektronsűrűségmaximumhoz kötve; helyzetét a vezetőképesség és az ionizált közeg horizontális sebessége együtt határozza meg). Ennek közelebbi vizsgálatára külön tanulmányoztuk az elektronsűrűségmaximum látszólagos magasságának napi menetét. Jóllehet az elektronsűrűségmaximum látszólagos magasságára vonatkozó adatok éppúgy hézagosak, mint a kritikus frekvenciára vonatkozók; kimutatható egy olyan tendencia, amely szerint azokon a napokon, amelyekben a kritikus frekvencia észlelt értéke a délelőtti órákban mutatja a legnagyobb negatív eltérést a számított értékektől, az elektronsűrűségmaximum látszólagos magasságának napi menetében is kisebbek a délelőtti értékek a havi óras átlagértékeknél (5. ábra).

Ezt úgy lehet értelmezni, hogy az S_q áramrendszer ilyenkor a délelőtti órákban az E réteg elektronsűrűségmaximumának magasságában, illetve a fölött helyezkedik el.

IRODALOM

- Appleton, E. V., Lyon, A. J., and Turnbull, A. G.*, 1955: Distortion of the E layer of the ionosphere by electrical currents flowing in it. *Nature*, 176, 897.
- Appleton, E. V., and Lyon, A. J.*, 1954: Ionospheric layer formation under quasi-stationary conditions. Report of the Physical Society Conference on the Physics of the Ionosphere. p. 20. London.
- Beynon, W. J. G. and Brown, G. M.*, 1956: Region E and the S_q current system. *Nature*, 177, 583.
- Beynon, W. J. G. and Brown, G. M.* 1959: Geomagnetic distortion of region E . *J. Atmosph. Terr. Phys.* 14, 138.
- Brown, G. M., Beynon, W. J. G. and Morgan, A. D.*, 1963: Height distortion of the peak of the E region. Proc. Int. Conf. Ionosphere, 1962. p. 177. Phys. Soc. London.
- Shimazaki, T.*, 1959: Effect of the S_q current system on the ionospheric E - and F_1 -layers. *J. Atmosph. Terr. Phys.*, 15, 77.