

VLIV PŘIROZENÉHO ATMOGEOCHEMICKÉHO POLE NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Jan Gruntorád

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

ÚVOD

Výzkumy Slunce a heliosféry přinesly v posledním desetiletí principiálně nové poznatky (např. Beatty, Chaikin 1990). Podle nich dochází k interakci plazmatu heliosféry, převážně částic slunečního větru, s kosmickými tělesy, která se v něm pohybují. V souladu se sluneční aktivitou mění plazma heliosféry své vlastnosti, tj. složení a rychlost pohybu částic, intenzitu a směr magnetizace, vodivost, intenzitu jím protékajících elektrických proudů.

Pro interakci s plazmatem heliosféry musí kosmické těleso mít dostatečně intenzivní magnetosféru a vlastní zdroj elektricky nabitých částic. Tato interakce je spolehlivě dokumentována měřeními kosmických sond v blízkosti komet (např. in Beatty, Chaikin 1990). Energie slunečního větru je zdrojem jevů v plazmovém ohonu komety, tj. výronu částic z povrchu tělesa komety a jejich přemísťování do ohonu komety. Při zvlášť anomálních jevech v heliosféře mohou být částice tvořící magnetizované plazmoidy vytrhávány z ohonu komety a unášeny do vesmíru. K výnosu částic dochází pouze z 10 % povrchu tělesa komety, především na hranicích bloků, z nichž se těleso komety skládá.

Podle družicových výzkumů magnetosféry Země (Bochníček, Pýcha 1992) dochází v plazmovém ohonu magnetosféry k podobným jevům jako v ohonu komet. Za určitých anomálních podmínek v něm vznikají magnetizované plazmoidy a jsou unášeny do vesmíru. Děje se tak v případech, kdy množství energie převzaté magnetosférou Země z plazmatu heliosféry překročí kritickou mez.

Významné je také zjištění, že částice plazmatu v ohonu magnetosféry naší planety pocházejí převážně z ionosféry, nikoliv ze slunečního větru. Pak nutně vzniká otázka, odkud a jakým mechanismem se tyto částice dostávají do ionosféry. Cílem tohoto příspěvku je mj. upozornit na skutečnost, že vedle komplexu geofyzikálních a geodynamických polí sledovaných při studiu vztahů Slunce - heliosféra - Země zasluhují pozornosti i pole geochemická, zejména atmogeochemická.

PRACOVNÍ MODEL PŘIROZENÉHO ATMOGEOCHEMICKÉHO POLE

Látkový výnos z geosféry do troposféry Moldan předpokládá výhradně eolickou cestou (Moldan 1977), tj. vzestupným vzdušným prouděním unášením prachové, eventuálně aerosolové částice ze zemského povrchu do troposféry. Při tom vnější hranici atmogeochemického pole klade do magnetopauzy. Naše planeta však splňuje obě základní podmínky pro interakci kosmického tělesa s plazmatem heliosféry. Má jako jediná planeta terestrického typu magnetosféru s intenzivním polem a vydatný zdroj elektricky nabitých částic (Gruntorád 1996). Lze proto předpokládat její interakci s plazmatem heliosféry. Látkový výnos z geosféry do troposféry je doložen atmogeochemickou praxí zejména nad poruchovými zónami, tj. na hranicích bloků litosféry. Způsob měření vylučuje možnost, že by se jednalo o výnos eolický.

V planetologii je do energetické bilance naší planety nově zahrnována energie elektrických proudů vznikajících v geosféře ohmickou disipací z energie slunečního větru, až 10^4 GW, dopadající na magnetosféru a částečně v ní zachycované (Hubbard 1984). V geodynamických výzkumech, které prokázaly vliv slunečního větru na změny v rotaci Země, je zjišťován přebytek energie (Feng Bo 1993), pravděpodobně se uplatňující ve fyzikálních procesech pod ionosférou. To je v souladu s výsledky magnetosférických a ionosférických výzkumů (Bochníček, Pýcha 1992), které dokládají, že plazma v ohonu magnetosféry Země se neskládá z částic slunečního větru, ale pochází z ionosféry. Svým složením plazma odpovídá chemickému složení naší planety. Lze tedy předpokládat, že atmogeochemické procesy v ionosféře a nižších vrstvách atmosféry navazují na geochemické procesy v geosféře. Tato návaznost se nejvýrazněji projevuje nad poruchovými zónami v zemské kůře (Gruntorád 1995).

Podle analýzy elektromagnetického pole Země, realizované v rámci planetologických výzkumů (Hubbard 1984), se naše planeta jeví jako vodivá koule, na jejímž povrchu se nalézají 200 až 500 km mocná nevodivá vrstva - litosféra. Z globálních a regionálních geofyzikálních výzkumů však je známo, že s hlediska elektrických vlastností je litosféra heterogenní, je protkána poruchovými zónami s výrazně zvýšenou vodivostí.

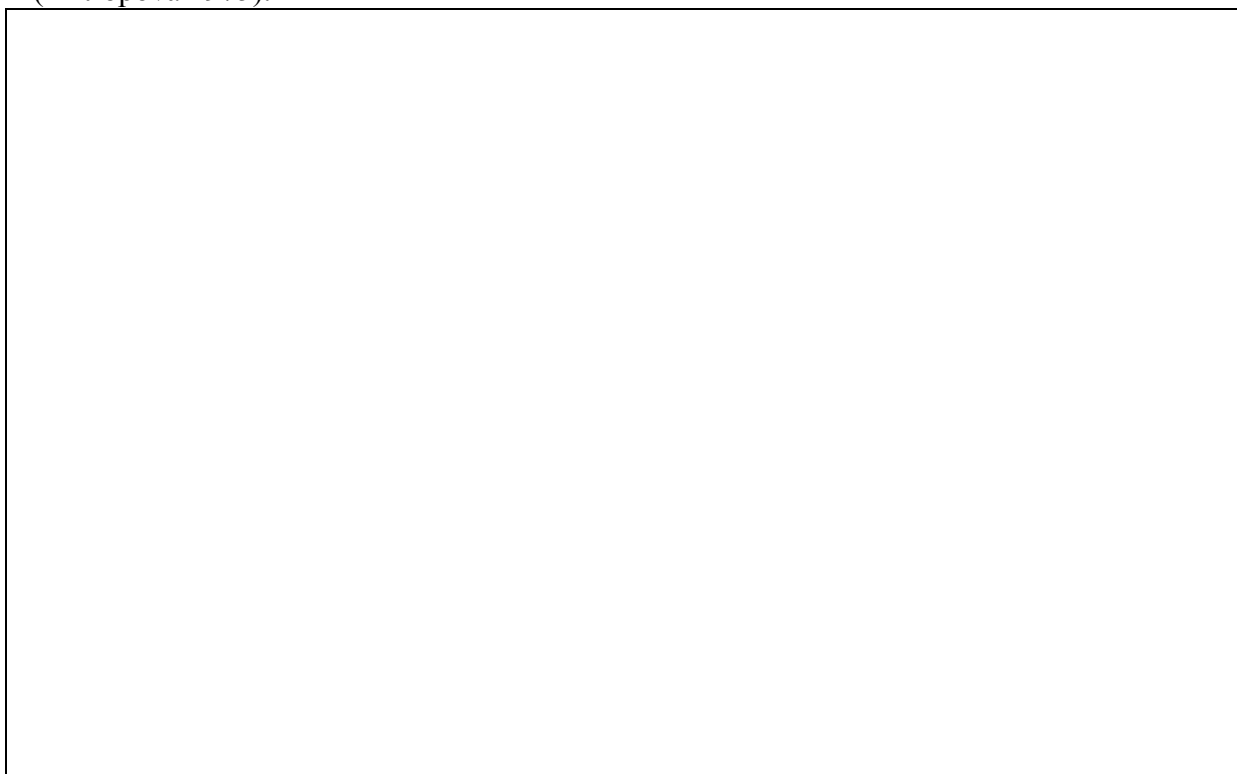
V magnetosférické a ionosférické literatuře se hovoří o magnetosférickém, či ionosférickém dynamu. Analogicky je v geofyzice zaveden termín geosférické dynamo, je však vztahován pouze ke stacionárnímu geomagnetickému poli jako dynamu s vlastním buzením v zemském nitru. Uvážíme-li skutečnost, že magnetosféra a ionosféra jsou gigantické elektromagnety, zachovávající ke Slunci stálou orientaci, pak rotující geosféru můžeme chápat jako rotor, v němž jsou indukovány elektrické proudy. Jak ukazuje geofyzikální praxe, je rozdělení těchto proudů v litosféře podmíněno především průběhem poruchových zón.

Z geofyzikální a geochemické charakteristiky těchto zón (Gruntorád 1995) vyplývá, že pro geochemické procesy v zónách má prvořadý význam měrný povrch puklin a mikropuklin, podmiňující míru uvolňování radioaktivních emanací (^{222}Rn , ^{220}Rn a ^{219}Rn), plyných členů rozpadových řad ^{238}U , ^{232}Th a ^{235}U . V kompaktní hornině emanace setrvávají a přemění se na následující pevný člen rozpadové řady. Z těsné blízkosti puklin a mikropuklin či z jejich povrchu emanace snadno pronikají do fluid zaplňujících póry v hornině, takže objemová aktivita radonu v poruchových zónách dosahuje hodnot až $n \cdot 10^7$ Bq/m³ (Durrance 1990).

Měrný povrch hornin, jehož velikost je podmíněna mírou tektonického porušení, je tedy hlavním geologickým faktorem určujícím míru pronikání radioaktivních emanací do poruchových zón. Emanace a jejich dceřinné produkty ionizují roztoky zaplňující póry v poruchových zónách a zvyšují jejich vodivost. Dynamika tohoto jevu nebyla zkoumána in situ. Lze však předpokládat analogii s ionizací vzduchu v uzavřeném obytném prostoru, nalézajícím se nad poruchovou zónou.

V dokonale vyvětrané místnosti uzavřené a utěsněné při počátku měření (Gruntorád et al. 1993) dochází k rychlému nárůstu koncentrace lehkých atmosférických iontů, přesahující obvyklé hodnoty o tři řády. Koncentrace je přímo úměrná objemové aktivitě radonu. Připustíme-li analogický jev v roztocích zaplňujících puklinové kolektory, pak lze snadno vysvětlit pro některé autory

překvapující skutečnost, že se kovy v roztocích vyskytují mj. jako kationty (Antropova 1975).



Obr. 1 Část záznamu atmogeochemického monitorování prostřednictvím ekvivalentní objemové aktivity radonu EOAR ve sklepě meteorologické stanice v Doksanech

Elektrický proud indukovaný v poruchových zónách zemské kůry přenáší ionty, např. kationty kovů, na velké vzdálenosti. Pohyb iontů v poruchových zónách může probíhat i v subvertikálním směru a pokračovat v troposféře, která má nad poruchovou zónou zvýšenou ionizaci a vodivost (Gruntorád, Lajčíková 1993).

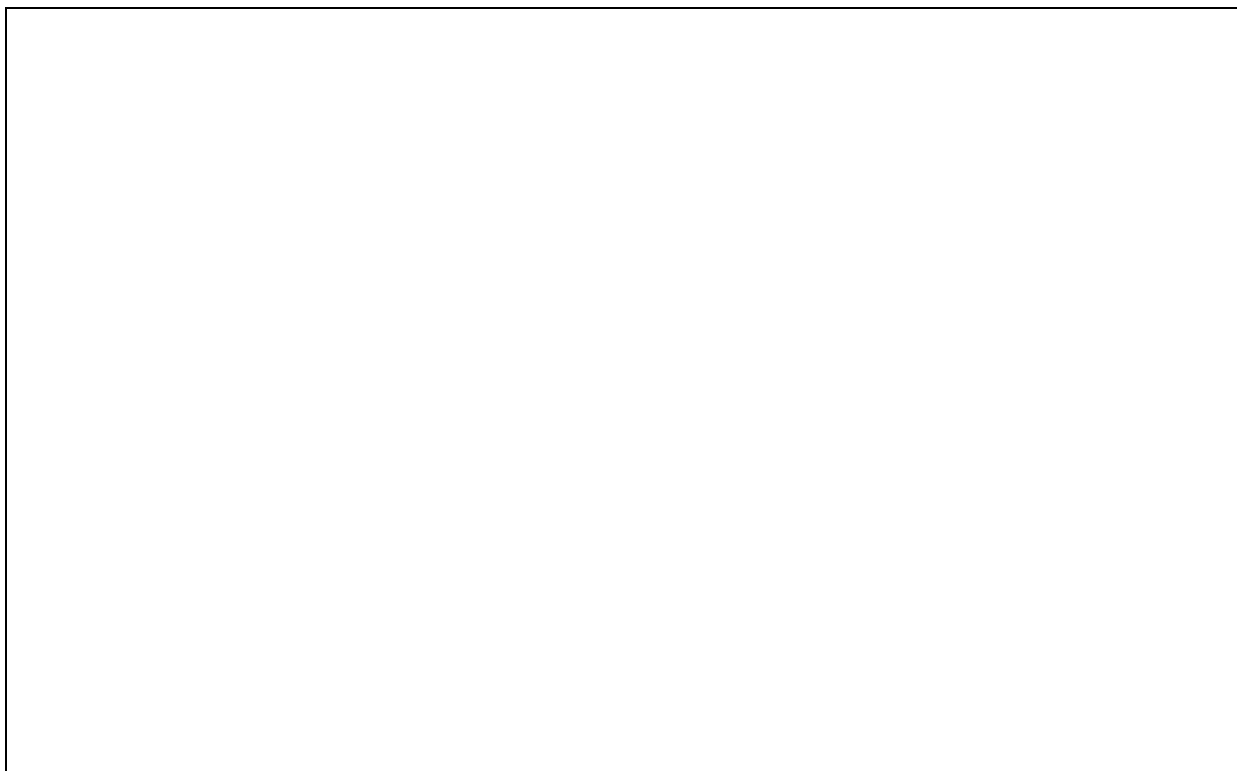
K ověření správnosti tohoto modelu látkového výnosu z geosféry do troposféry byly variace atmogeochemického pole sledovány jak v čase, tak se změnou místa. Ve speciálně upraveném sklepě, na lokalitách Libochovice nad Ohří a Doksany, bylo realizováno dlouhodobé atmogeochemické monitorování prostřednictvím ekvivalentní objemové aktivity radonu EOAR (Gruntorád 1994). Variace se změnou místa byla sledována nad regionálními zónami u Petrovic, okres Příbram a u Mezholez, okres Domažlice. Na parametrických profilech bylo opakovaně měřeno metodou aktivní sorpce na kapalný sorbent. Variace atmogeochemického pole v čase mají velmi dramatický průběh (obr. 1). Při sledování variací atmogeochemického pole se změnou místa byly nad poruchovými zónami v zemské kůře zjišťovány výrazné atmogeochemické anomálie (Gruntorád 1995).

HARMONICKÁ ANALÝZA VARIACÍ ATMOGEOCHEMICKÉHO POLE, JEJICH POROVNÁNÍ S KOSMOGEOFYZIKÁLNÍMI A METEOROLOGICKÝMI PODKLADY

Ve výkonovém spektru a autokovarianční funkci (Gruntorád, Vilhelm 1995) byly jednoznačně prokázány periody 0,5 , 1 a 13,7 dne, tj. hlavní geodynamické

periody. Dále byly zjištěny periody cca 25 a 30 dnů, tj. periody slunečních skvrn doznívajícího a rodícího se 11-ti letého slunečního cyklu. Ty jsou dobře patrné i ze změn koeficientu

korelace R (obr. 2), vypočteného krokem jedna hodina pro třítydenní úsek posunutý přibližně o jednu otočku Slunce. Zjištěná maxima koeficientu R s velkou pravděpodobností odpovídají aktivitě skvrn na rovníku slunce, kde je rychlost rotace slunečního povrchu největší, a ve vyšších slunečních šířkách, kde je menší. Z obr. 3 je patrné, že se některá maxima při posunu o 24 dnů opakují, podobně tomu je i pro 26 a 31 dnů.



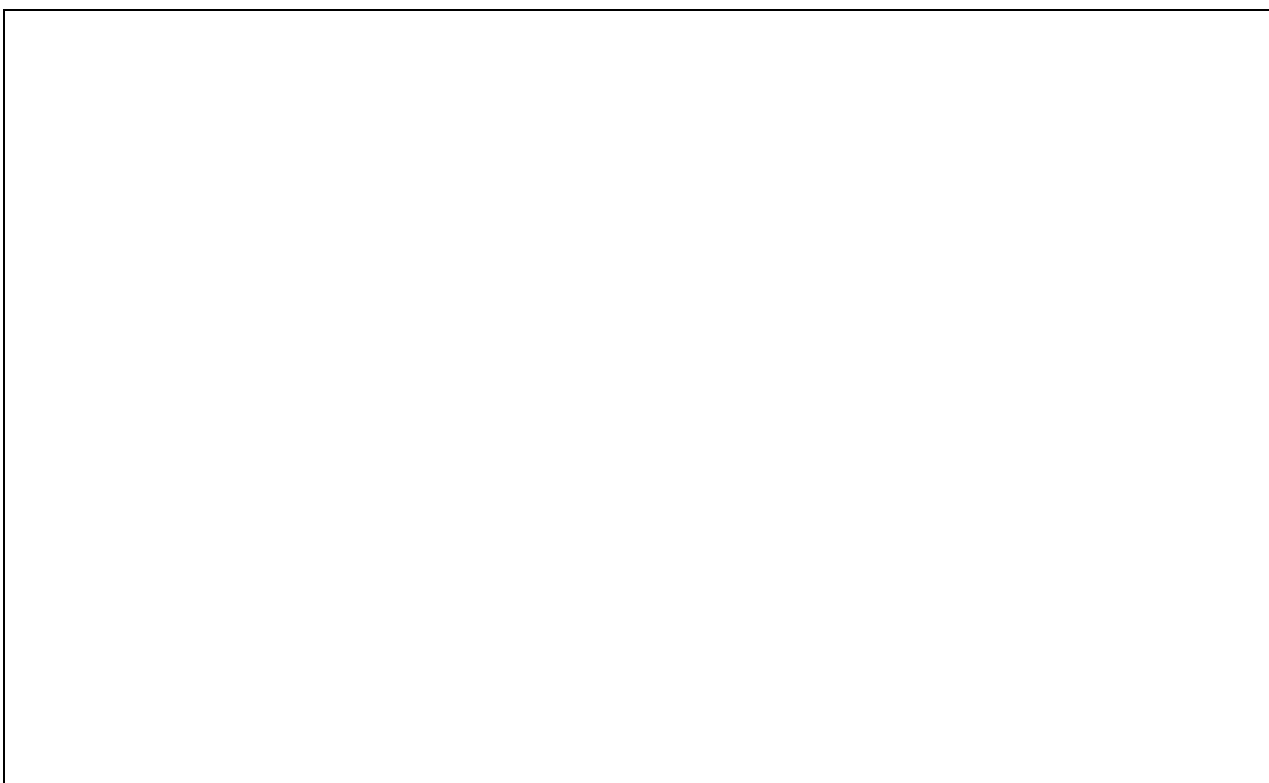
Obr. 2. Změna koeficientu korelace R třítydenního úseku variací atmogeochemického pole při posunu o 476 až 816 hodin

Zanesení kosmogeofyzikálních faktorů do podrobného záznamu atmogeochemického monitorování provedl L. Křivský z Astronomického ústavu ČAV. Pokus o sestavení kontingenční tabulky potvrzující signifikantní závislost mezi kosmogeofyzikálními faktory a variacemi atmogeochemického pole se nezdařil. V současné době je připravována mnohofaktorová regrese, zahrnující kosmogeofyzikální, geodynamické a meteorologické parametry.

Za velmi pravděpodobnou lze považovat závislost variací atmogeochemického pole na slunečních erupcích. Erupce byly podle intenzity rozděleny do tříd A až M, do podrobného záznamu atmogeochemického monitorování byly zaneseny Křivským (Křivský, Klimeš 1995). Ukázalo se, že výskyt erupcí spadá z 95 % do období minim variací atmogeochemického pole. Intenzivní erupce se s minimy variací shodují všechny.

Při porovnání absolutních hodnot kosmického záření (Cosmic Ray, stanice Thule) byl zjištěn pouze náznak souhlasu vícedenních minim nebo maxim (Křivský,

Klimeš 1995). Proto byl celý interval zhlazen v oknech 17 a 21 dnů. Ani na těchto křivkách nelze vystopovat trvalou shodu všech podružných maxim a minim, řada extrémů - minim i maxim se časově překrývá. Časová souvislost delších období extrémů je v hrubých rysech souhlasná. I když vlivy podmiňující látkový výnos z geosféry do troposféry jsou mnohofaktorové, je zde náznak souhlasnosti chodů obou souborů dat, tj. atmochemického monitorování a absolutních hodnot kosmického záření. Faktory prvotního slunečního a sekundárně ionosférického původu, indikované kosmickým zářením, lze považovat za pravděpodobně působící na látkový výnos z geosféry do troposféry (Křivský, Klimeš 1995).



Obr. 3 Porovnání třítydenních úseků variací atmochemického pole vzájemně posunutých o 24 dnů

Převodní mechanismus vztahu zatím není jasný. Je možné, že hladina kosmického záření, modulovaná erupční aktivitou, která ovlivňuje procesy v ionosféře (Velinov 1969), je indikátorem stavu vodivých vrstev zemského obalu. Mezi vodivou ionosférou a vodivým zemským povrchem by pak kondenzátorovým efektem mohlo docházet k přenosu nabitých částic z geosféry do troposféry (Křivský, Klimeš 1995). Vnitřní elektrodu kondenzátoru lze klást až na povrch vysoce vodivé astenosféry, nalézající se pod litosférou. K přenosu částic s elektrickým nábojem pak může docházet uvnitř vodivých zón a nad nimi atmosférou k ionosféře.

Variace atmochemického monitorování byly porovnány s teplotami vzduchu, barometrickým tlakem, rychlostí větru a s přechody bouřkových front registrovanými v meteorologické stanici v Doksanech (Možný 1995). Mezi průměrnými denními hodnotami EOAR a teplotami vzduchu existuje během ročního cyklu těsná korelace. Porovnání chodu EOAR a teplot během dne v různých ročních obdobích však ukázalo, že vztah mezi EOAR a teplotou se během dne v jednotlivých ročních obdobích výrazně mění. V letním období, kdy oba porovnávané parametry dosahují

nejvyšších hodnot, se maxima a minima v průběhu dne shodují. V jarním a podzimním období odpovídají minimům EOAR maxima teplot a naopak. Při korelaci EOAR s barometrickým tlakem nebyla mezi porovnávanými parametry zjištěna statistická závislost. Významné je zjištění signifikantního koeficientu korelace mezi hodnotami EOAR a výskyty bouřek. Koeficient korelace $R = 0.39$ dokládá podíl bouřkových výbojů nejen na udržování vertikálního gradientu napětí stacionárního elektrického pole atmosféry, ale i na výnosu částic s elektrickým nábojem z geosféry do troposféry.

ZÁVĚR

Přirozené atmogeochemické pole je součástí fyzikálních, chemických a fyzikálněchemických jevů probíhajících na rozhraní geosféra - troposféra, kde se nalézá biosféra. Jeho variace korelují s heliogeofyzikálními, geodynamickými, meteorologickými a dalšími faktory. Lze považovat za prokázané, že přirozené atmogeochemické pole není stacionární. Má složitou dynamiku, projevující se dramatickými variacemi v čase a prostoru. S velkou pravděpodobností je přirozené atmogeochemické pole tvořeno částicemi nesoucími elektrický náboj, vynášenými z litosféry do troposféry kondenzátorovým efektem mezi vodivou ionosférou a vodivým zemským povrchem, či mechanismem globálního geosférického dynamika.

Vliv přirozeného atmogeochemického pole na živé organizmy je v současné době studován pouze nepatrně, např. v rámci radonového programu, či při studiu vlivu koncentrace lehkých atmosférických iontů. Pokud platí výše uvedený model atmogeochemického pole, pak jsou živé organizmy vystaveny proudu nabitých částic, jehož intenzita se mění v čase a prostoru. Živé organizmy, které si lze představit jako sorbent, mohou být proudem částic poškozeny.

Variace atmogeochemického pole vykazují všechny harmonické složky, které byly základem výzkumů Arheniových, Číževského, Dérera, Mikuleckého a dalších vědců. Nutno však zdůraznit, že atmogeochemické pole představuje konkrétní fyzikálněchemický faktor mikroklimatu. Studium jeho vlivu na živé organizmy zasluhuje pozornosti.

LITERATURA

- Antropova L. V., 1975: Formy nachožděníja elementov v oreolach rassejanija rudnych městorožděníj. Nědra, str. 140, Sankt Petersburg
- Beatty J. K., Chaikin A., 1990: The New Solar System. Sky Publishing Corporation, str. 315, Cambridge, Massachusetts
- Bochníček J., Pýcha J., 1992: Physical processes in the earth's magnetosphere in the light of present knowledge. Československý časopis pro fyziku 42, str. 146 - 156
- Durrance E. M., 1990: Radioactivity in geology. John Wiley & Sons, str. 410, New York
- Feng Bo 1992: The influence of solar wind on short period of earth's rotation. Geodesy and Physics of the Earth, IAG Symposium No. 112, str. 447 - 450, Potsdam

- Gruntorád J., Kašpar J., Lajčíková A., 1993: Porovnání objemové aktivity radonu ^{222}Rn a koncentrace lehkých atmosférických iontů. *Geologický průzkum*, roč. 35, No. 3, str. 68 - 71, Praha
- Gruntorád J., 1994: Atmogeochemické monitorování. Uhlí, Rudy, *Geologický průzkum*, roč. 1, No. 11, str. 409 - 413, Praha
- Gruntorád J., Vilhelm J., 1995: První výsledky spektrální analýzy variací atmogeochemického pole. Uhlí, Rudy, *Geologický průzkum*, roč. 2, No. 7, str. 207 - 211, Praha
- Gruntorád J., 1995: Geofyzikální a geochemická charakteristika poruchových zón v zemské kůře. Konference Poruchové zóny v zemské kůře a jejich projevy nad povrchem. Sborník referátů, str. 14 - 22, Silikátová společnost, Praha
- Gruntorád J., 1996: Vztah variací atmogeochemického pole k radonové metronomii. Uhlí, Rudy, *Geologický průzkum*, roč. 3, No. 8, str. 243 - 250, Praha
- Hubbard W. B., 1984: Planetary interiors. University of Arizona, str. 328, Van Nostrand Reinhold Company
- Křivský L., Klimeš J., 1995: Porovnání kosmogeofyzikálních faktorů s variacemi atmogeochemického pole. Konference Poruchové zóny v zemské kůře a jejich projevy nad povrchem. Sborník referátů, str. 63 - 66, Silikátová společnost, Praha
- Moldan B., 1977: Geochemie atmosféry. Academia, str. 160, Praha
- Možný M., 1995: Korelace výsledků atmogeochemického monitorování na lokalitě Libochovice nad Ohří s meteorologickými údaji stanice v Doksanech. Konference Poruchové zóny v zemské kůře a jejich projevy nad povrchem. Sborník referátů, panel , Silikátová společnost, Praha

IMPACT OF ATMOGEOCHEMICAL FIELD ON ENVIRONMENT

A special attention was paid to the atmogeochemical field, to the method of monitoring its variations with time and place. Variations in the atmogeochemical field were subjected to harmonic analysis, were correlated with heliogeophysical and meteorological parameters. Harmonic analysis showed periods coinciding with geodynamic periods and periods of solar spots related to the raising solar cycle and that one which becomes extinct. The dependence of atmogeochemical field variations on heliogeophysical factors appears to be presumable but their dependence on solar eruptions is beyond dispute. New knowledge can be used in epidemiological studies, in biometeorology, chronobiology and geomedicine.

Fig. 1 Atmogeochemical monitoring, May 11, - August 30, 1996

Fig. 2 Correlation coefficient, compared sections shifted by 476 - 816 hours

Fig. 3 Dependence of atmogeochemical variations of 22 day sections from solar cycle; sections mutually shifted by 24 days

*Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed.): XII. Česko-slovenská bioklimatologická konference,
Velké Bílovice, 1996*