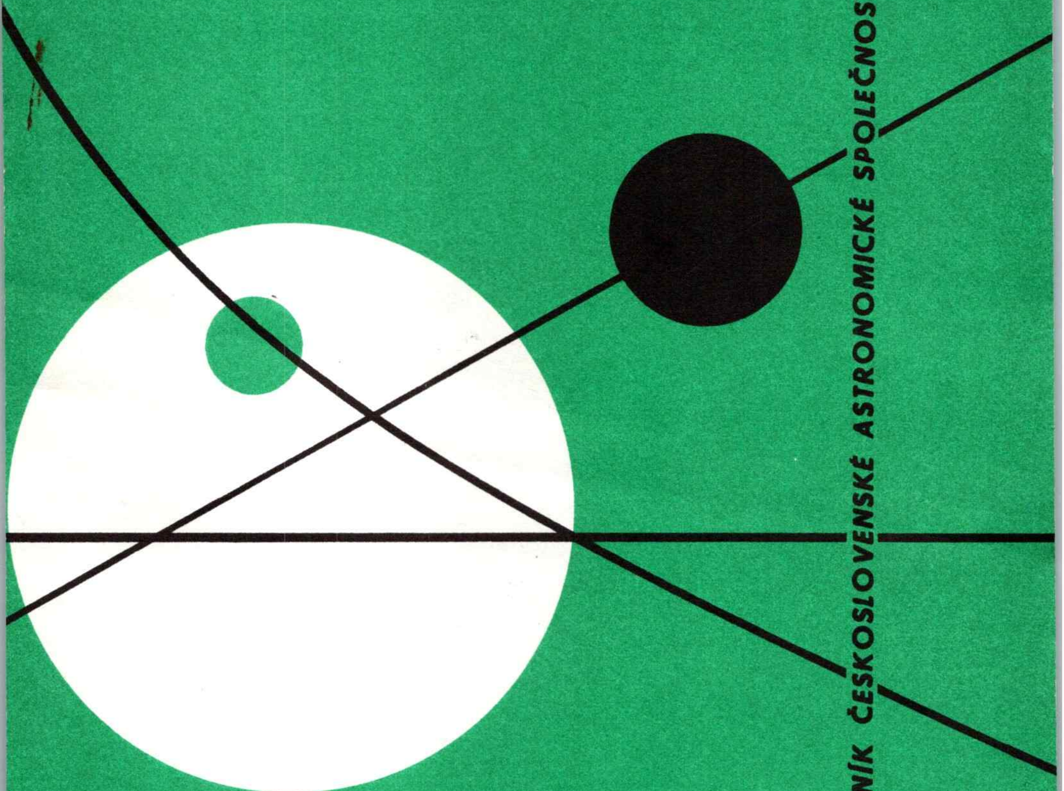

KOSMICKÉ ROZHLEDY

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

1/1980

KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník
Československé astronomické společnosti
při Československé akademii věd

ročník 1980 číslo 1

M. Burša

Gravitační pole některých těles sluneční soustavy

Družicové metody studia gravitačních polí přinesly již za pouhých dvaadvacet let existence družicové epochy podstatně více nových údajů o gravitačních polích těles sluneční soustavy, než bylo dosaženo za všechna století výzkumu celé epochy předdružicové. Zejména výsledky dráhových analýz umělých družic umožnily globálně popsat gravitační pole některých těles sluneční soustavy pomocí harmonických rozvojů gravitačního potenciálu do značně vysokých stupňů $\bar{n}$ harmonických členů; v případě zemského tělesa bylo zatím dosaženo stupně $\bar{n} \doteq 30$, u Měsíce $\bar{n} = 16$, Marsu $\bar{n} = 16$, Jupitera $\bar{n} = 6$, Venuše $\bar{n} = 2$. Zmíníme se o principu těchto astrodynamických metod a uvedeme některé výsledky.

1. Silová funkce a pohybové rovnice

Budeme předpokládat, že pohyb umělé družice je působen pouze konservativními silami gravitačními a zanedbáme všechny vlivy negravitační. Označíme M_j přirozená nebeská tělesa, v jejichž polích pohyb družic studujeme, pro úsporu zároveň jejich hmotnosti; obdobně M_s nechť značí umělou družici (dále jen družici) i její hmotnost. Vždy je $M_s \ll M_j$ a M_s může být považována za částici bodovou o malé hmotnosti; dm_s, dm_j nechť jsou příslušné diferenciály hmotnosti, G gravitační konstanta. V tomto případě má silová funkce tvar

$$V = GM_s \sum_{j=1}^{n} \int_{M_j} \frac{dm_j}{r_{sj}} + G \sum_{i=2}^{n} \int_{M_1} \int_{M_i} \frac{dm_1 dm_i}{r_{1i}} + \tag{1}$$

$$+ G \sum_{i=3}^{n} \int_{M_2} \int_{M_i} \frac{dm_2 dm_i}{r_{2i}} + \dots\dots\dots\dots\dots +$$

$$+ G \int_{M_{n-1}} \int_{M_n} \frac{dm_{n-1} dm_n}{r_{(n-1)n}} ,$$

když $r_{sj} = \overline{M_s\, dm_j}$, $r_{li} = \overline{dm_l\, dm_i}$, ... ,

$r_{(n-1)n} = \overline{dm_{n-1}\, dm_n}$.

Pohyb družice a n přirozených nebeských těles lze pak popsat v inerciálním systému (polohový vektor R) pohybovými rovnicemi

$$M_s \ddot{R}_s = \mathrm{grad}_{R_s} V \quad , \quad M_j \ddot{R}_j = \mathrm{grad}_{R_j} V . \qquad (2)$$

Exaktní řešení soustavy (2) nebylo nalezeno. Problém však lze prakticky zjednodušit, obíhá-li umělá družice M_s poměrně blízko centrálního tělesa (jím budiž M_1) ve srovnání s její vzdáleností od ostatních těles systému (M_2, M_3, ... M_n). Pak jeho vliv na její pohyb je rozhodující a vliv ostatních těles má charakter poruch.

V silové funkci (1) nabude v tomto případě rozhodujícího vlivu člen, buzený gravitačním polem tělesa centrálního, okolo něhož družice obíhá

$$V_1 = G\, M_s \int_{M_1} \frac{dm_1}{r_{s1}} . \qquad (3)$$

Ten lze ve vnějším prostoru a vně sféry konvergence vyjádřit stejnoměrně konvergentní řadou sférických funkcí. V bodě M_s (ϱ_s, δ_s, T_s), je-li ϱ_s centrický průvodič družice, δ_s centrická deklinace, T_s centrický hodinový úhel vzhledem k výchozímu poledníku centrálního tělesa, tento rozvoj zní

$$V_1 = G \frac{M_1 M_s}{\varrho_s} \left[1 + \sum_{n=2}^{\bar{n}} \left(\frac{a_0}{\varrho_s} \right)^n \left(J_n^{(k)} \cos kT_s - S_n^{(k)} \sin kT_s \right) P_n^{(k)} \sin \delta_s \right] . \qquad (4)$$

2. Stokesovy konstanty centrálního tělesa

Koeficienty $J_n^{(k)}$, $S_n^{(k)}$ patří do třídy tzv. Stokesových konstant S tělesa, jsou rovny

$$\begin{matrix} J_n^{(k)} \\ S_n^{(k)} \end{matrix} = \frac{(2-\delta_{ok})(n-k)!}{M_1\, a_0^n\, (n+k)!} \int_{M_1} \varrho^n P_n^{(k)} (\sin \phi) \begin{matrix} \cos k\lambda \\ \sin k\lambda \end{matrix}\, dm . \qquad (5)$$

Popisují jeho gravitační pole; n je stupeň přidružených Legendreových funkcí $P_n^{(k)}$, k = 1,2,..., n jejich řád; δ_{ok} Kroneckerův symbol; a_0 volitelný délkový parametr (viz