Publications of the Department of Astronomy — Beograd, № 8, 1978.

SUR L'APPLICATION DE LA METHODE DE NEMIRO POUR LE CALCUL DES ASCENSIONS DROITES

Dragutin Đurović

La méthode de Némiro (MN) (Némiro 1957) est déstinée au calcul des erreurs des ascensions droites à partir des observations en chaine à l'instrument des passages.

Supposons que la réduction préliminaire des observations est faite par la formule de Mayer:

$$C_{ij} = \alpha_{ij} - T_{ij} - N_i B_{ij} - M_i A_{ij} - R \sec \delta_i = U_{ij} - M_i A_{ij} \tag{1}$$

Dans l'équation (1) on a:

C_{ij} — correction de l'horloge calculée de l'observation de l'étoile i au cours la nuit j;

α_{ij} — ascension droite apparente de catalogue;

T_{ij} — temps régistré du passage;

B_{ij} — inclinaison de l'axe horisontale mesurée au moment du passage;

A_{ij} — azimut au moment du passage, calculé à partir des étoiles équatoriales et des étoiles zénithales;

R — ensemble des corrections comme l'abérration diurne, le temps perdu du vis de micromètre, etc. ;

M_i, N_i — coéfficients connus d'azimut et d'inclinaison.

On peut écrire l'équation (1) dans une autre forme:

$$C_{ij} = \alpha'_{ij} - \Delta\alpha_i - T_{ij} - N_i (B'_{ij} - \Delta B_j) - M_i (A'_{ij} - \Delta A_j) - R \sec \delta_i \tag{2}$$

ou $\Delta\alpha_i$, ΔB_j et ΔA_j représentent les erreurs de α_{ij}, B_{ij} et A_{ij}. Deux dernières erreurs sont considérées constantes pour une nuit d'observation.

Si C_j représente la correcticn de l'horloge libre de ces erreurs, l'équation (2) devient:

$$C_{ij} = C_j + N_i \Delta B_j + M_i \Delta A_j - \Delta\alpha_i. \tag{3}$$

Supposons que l'observation de l'étoile i est répetée au cours de la nuit $j + 1$. On peut former la différence des équations d'observation:

$$C_{ij+1} - C_{ij} = C_{j+1} - C_j + N_i (\Delta B_{j+1} - \Delta B_j) + M_i (\Delta A_{j+1} - \Delta A_j) \tag{4}$$

A partir des étoiles communes aux nuits j et $j+1$ dans la MN on forme un système d'équations:

$$C_{ij+1} - C_{ij} = C'_{j+1} - C'_j + M_i (\delta A_{j+1} - \delta A_j) \tag{4'}$$

et par la méthode des moindres carrés (MMC) on calcule les inconnues:

$$x_j' = C_j'_{+1} - C_j' \quad \text{et}$$
$$y_j' = \delta A_{j+1} - \delta A_j.$$

Avec ces résultats on forme deux systèmes d'équations:

$$\begin{aligned} C_2' - C_1' &= x_1' \\ C_3' - C_2' &= x_2' \\ \cdots\cdots\cdots \\ C_n' - C_n'_{-1} &= x_n'_{-1} \end{aligned} \tag{5}$$

et

$$\begin{aligned} \delta A_2 - \delta A_1 &= y_1' \\ \delta A_3 - \delta A_2 &= y_2' \\ \cdots\cdots\cdots \\ \delta A_n - \delta A_{n-1} &= y_n'_{-1} \end{aligned} \tag{6}$$

On calcule les inconnues C_j' et δA_j en attribuant aux systèmes (5) et (6) deux conditions supplémentaires.

Dans la MN on néglige l'erreur ΔB_j. Dans cet article nous discuterons la possibilité d'en tenir compte.

On sait bien que les instruments classiques sont très sensibles à l'influence de température. Une influence importante se manifeste à travers du niveau de l'axe horisontale. D'après Drodofsky (1956) la différence de température de 0°01 C aux points extrêmes du niveau classique cause le déplacement de la bulle de $0.''1$ vers la partie plus chaude.

Au cours d'une nuit d'observation la variation du gradient de température dans le premier vertical est la petite de deuxième ordre de grandeur par rapport à sa variation d'une nuit à l'autre. Pour une nuit d'observation ce gradient est, approximativement, constant. Donc, on peut admettre que pour une nuit d'observation l'erreur correspondante ΔB_j est aussi constante. De cette raison nous avons admis la possibilité de sa élimination à partir des résolutions des équations (4).

L'erreur ΔB_j affecte la correction de l'horloge directement par le terme $N_i \cdot \Delta B_j$ et indirectement à travers de l'azimut A_{ij}.

Décomposons la correction ΔA_j en deux composantes: DA_j — due à l'inclinaison et δA_j — due à la reste des effets (erreurs $\Delta\alpha_s$ du catalogue, anomalies de réfraction, etc.).

Si l'azimut A_{ij} est calculé par la formule:

$$A_{ij} = -\frac{U_{kj} - U_{lj}}{M_k - M_l},$$

la correction DA_j est égalle:

$$DA_j = -\frac{N_k - N_l}{M_k - M_l} \cdot \Delta B_j = Q_{kl} \cdot \Delta B_j.$$

Remarquons que pour n'importe quelle combinaison des étoiles k et l $Q_{kl} = tg\, \varphi$.

Après des désignations précédentes, l'équation (3) s'écrit:

$$C_{ij} = C_j + (N_i + M_i Q_{kl}) \Delta B_j - M_i \delta A_j - \Delta \alpha_i.$$

Puisque le coéfficient:

$$N_i + M_i Q_{kl} = \sec \varphi,$$

dernière équation devient:

$$C_{ij} = C_j + \Delta B_j \sec \varphi + M_i \delta A_j - \Delta \alpha_i. \tag{7}$$

Donc, l'équation (4) se transforme à l'équation suivante:

$$C_{ij+1} - C_{ij} = (C_{j+1} - C_j) + (\Delta B_{j+1} - \Delta B_j) \sec \varphi + M_i (\delta A_{j+1} - \delta A_j). \tag{8}$$

Deux inconnues: $x_j = C_{j+1} - C_j$ et $\Delta x_j = (\Delta B_{j+1} - \Delta B_j) \sec \varphi$ ne sont pas séparables. Par la *MMC* on obtient: $x'_j = x_j + \Delta x_j$ et $y'_j = \delta A_{j+1} - \delta A_j$. Donc, les corrections de l'azimut, calculées par la *MN*, sont indépendantes par rapport aux erreurs ΔB_j. Par contre, les corrections de l'horloge C'_j ont une composante de la forme $\Delta B_j \sec \varphi$. Puisque le gradient de température peut varier saisonnièrement, dans le système de l'heure sont possibles des variations du même type.

A partir des observations de l'heure à l'instrument des passages de l'observatoire astronomique de Belgrade nous avons calculé $\Delta \alpha_i$ de 245 étoiles du catalogue *FK4* (Đurović 1976). Dans le procédé préliminaire les observations sont réduites suivant la *MN*.

Pour vérifier les considérations théoriques concernantes des erreurs ΔB_j on a lissé C'_j par la formule:

$$C''_j = 1/9 \sum_{K=-4}^{4} C_{j-k}; \quad j = 5,\ 6,\ \ldots,\ n.$$

Les résidus $\Delta C_j = C'_j - C''_j$ sont regroupés en fonction de la différence de température Δt et on a calculé leur moyennes ΔC_m. Δt est mesurée avant et après chaque groupe d'étoiles par deux termomètres à mercure situés dans le premier vertical et éloignés 1.5 m du centre du pilier.

Dans le premier cycle d'observation (1966.) entre ΔC_j et Δt on remarque une forte dépendance, tandis que les corrections δA_j sont indépendantes par rapport à Δt (Table 1). Ces résultats sont en accord avec nos considérations théoriques.

La possibilité du cumul des erreurs accidentelles et de leur longue propagation représentent les plus grands défauts de la méthode de chaine. Ces défauts sont bien prononcés dans les résultats que nous avons obtenu pour C_j et δA_j (voir la Fig. 1 où on représente δA_j). Leurs conséquences se manifestent surtout dans l'amplitude des erreurs $\Delta \alpha_\alpha$ et dans la dispersion des $\Delta \alpha_i$.

Dans la zone de déclinaison $40° \leqslant \delta \leqslant 70°$ pour $\Delta \alpha_\alpha$ on a obtenu les résultats présentés dans la Table 2. Ces résultats sont très différents des résultats obtenus par Afanasyéva et Gorchkov (1974), Mancuso et Proverbio (1972), etc.

L'écart-type d'un résidu $\Delta \alpha_{ij}^{*} - \Delta \alpha_i$ obtenu par la *MN* (ε_N) est systématiquement plus grand que la valeur correspondante (ε_D) obtenue par la *MN* modifiée (Đurović 1976) (Table 3).

* $\Delta \alpha_{ij}$ — correction de α_i obtenu d'une observation, $\Delta \alpha_i$ — moyenne des $\Delta \alpha_{ij}$.

Par des raisons précédentes nous étions obligé d'accepter une modification de la *MN*.

Dans les grands systèmes d'équations, comme les systèmes (5) et (6), la probabilité du cumul des erreurs accidentelles est assez grande. Si on augmente le nombre des étoiles communes aux nuits j et $j+1$, on prolonge le temps d'observation et on risque que *l*'hypothèse $\delta A_j =$ const. ne soit pas réelle.

Dans les cas où l'application de la *MN* ne donne pas des résultats satisfaisants on peut calculer $\Delta\alpha_i$ suivant sa modification que nous avons accepté en 1976. Alors on obtient $\Delta\alpha_\delta$ indépendant du catalogue, tandis que au lieu de $\Delta\alpha_\alpha$ on calcule la différence: $d\alpha_\alpha = \Delta\alpha_\alpha - (\Delta\alpha_\alpha)_z$, où $(\Delta\alpha_\alpha)_z$ représente $\Delta\alpha_\alpha$ de la zone zénithale.

TABLE 1

Influence de la température sur la correction de l'horloge et sur l'azimut. Unité: 1 ms

t en °C	ΔC_m	δA_m
0.0—0.1	— 31	+ 5
0.2—0.3	— 14	+ 5
0.4—0.5	— 4	+ 17
0.6—0.7	— 3	+ 11
0.8—0.9	+ 20	— 3
1.0—1.1	+ 10	+ 13

δA_m représente la moyenne des δA_j sur trois cycles d'observation (1966—1968).

TABLE 2

Erreurs $\Delta\alpha_\alpha$ dans la zone: $+40° < \delta < +70°$. Unité: 1 ms.

α	$\Delta\alpha_\alpha$	α	$\Delta\alpha_\alpha$
0^h—3^h	+22	12^h—15^h	—15
3—6	+35	15—18	—27
6—9	+26	18—21	—33
9—12	+ 4	21—24	—12

TABLE 3

Ecart-type d'un résidu $\Delta\alpha_{ij}$—$\Delta\alpha_i$. Unité: 1 ms.

	ε_D	ε_N		ε_D	ε_N
$-30° < \delta < -15°$	± 31	± 39	$25° < \delta < 35°$	± 20	± 34
$-15 < \delta < -5$	22	33	$35 < \delta < 45$	18	30
$-5 < \delta < 5$	21	31	$45 < \delta < 55$	15	29
$5 < \delta < 15$	22	37	$55 < \delta < 65$	14	25
$15 < \delta < 25$	22	31	$65 < \delta < 70$	12	24

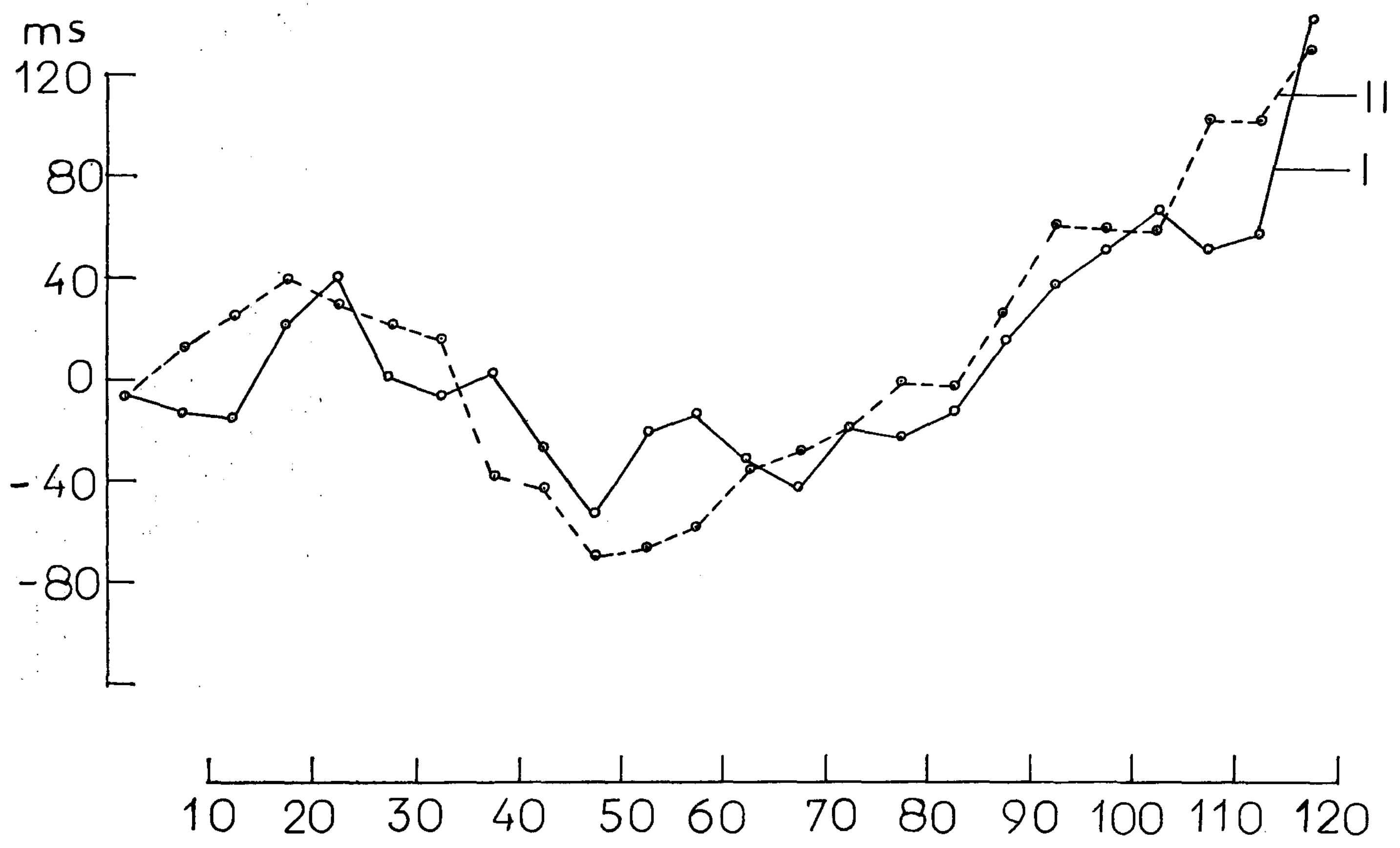

FIG. 1

*

Ce travail fait partie du projet ASTROMETRIE ET ASTROPHYSIQUE financé par la Communauté des sciences de la RS de Sérbie.

LITÉRATURE:

Afanasyéva P.M. et Gorchkov V.I., 1974., Astron. Zhurn. Akad. Nauk SSSR **51**, 3.
Đurović D., 1976., Bull. Obs. Astron., Beograd, 127.
Drodofsky M., 1956., Veröff. DGK, C **17**, 1.
Mancuso S. and Proverbio E., 1972., Astron. Astrophys., 19.
Némiro A.A., 1957., Izv. Glav. Astron. Obs. Pulkovo, 157.