MAREES TERRESTRES

BULLETIN D'INFORMATIONS

N° 64

15 janvier 1973

Association Internationale de Géodésie

Commission Permanente des Marées Terrestres

Éditeur Prof. Paul MELCHIOR

Observatoire Royal de Belgique

3, Avenue Circulaire

1180 Bruxelles

TABLE DES MATIERES N° 64.

p.

Z.N. AKSENTIEVA, P.S. KORBA, G.M. LISSENKO *(Traduction)*
Organisation et premiers résultats des observations des variations de marées de la force de pesanteur à Bakhtchisarai 3335

V.A. VOLKOV, F.P. GOUSSEVA, You S. DOBROKHOTOV *(Traduction)*
Premiers résultats des observations des marées de la pesanteur à l'Observatoire Géophysique Central 3340

E.Y. EVTOUCHENKO *(Traduction)*
Sur les résultats des observations clinométriques à Donbass pour 1960 à 1962 3345

I.A. DITCHKO *(Traduction)*
Variations de marées de la pesanteur à Poltava 3352

D.G. GRIDNIEV, G.S. PROKHOROVSKII *(Traduction)*
Observations des marées de la pesanteur par un gravimètre en quartz astatisé à Krasnaia Pakhra en 1965-1966 3357

H.Chr. BACHEM
Bestimmung des Azimuts von Horizontaleinfachpendeln 3366

N.N. PARIISKII, B.P. PERTSEV *(Traduction)*
Sur la détermination du nombre de Love d'après les variations dues aux marées de la rotation d'une terre compressible 3381

M. BONATZ
Eine Bemerkung zum Einfluß der Innentemperatur des Askania-Gravimeters GS 15 Nr. 206 auf den Eichfaktor 3386

You K. SARITCHEVA *(Traduction)*
Premières observations des variations de marées de la force de pesanteur à Novosibirsk 3388

P.S. KORBA *(Traduction)*
Variations de marées de la force de pesanteur à Simféropol de 1964 à 1966 3398

V.G. BALENKO, A.M. KOUTNII, A.N. NOVIKOVA *(Traduction)*
Observations clinométriques à la station de "Chevtchenkovo" dans la région de Poltava 3405

P. MELCHIOR
Distribution du facteur γ_{M2} (EW) en Europe. 3420

ORGANISATION ET PREMIERS RESULTATS DES OBSERVATIONS DES VARIATIONS DE MAREES DE LA FORCE DE PESANTEUR A BAKHTCHISARAI

par

Z.N. Aksentieva, P.S. Korba, G.M. Lissenko

Réf. : Rotation et déformations de marées de la Terre - Kiev II pp. 34-41.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИЛИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В БАХЧИСАРАЕ.

З.Н. Аксентьева, П.С. Корба, Г.М. Лисенко.

Вращение и Приливные Деформации Земли Киев II Стр. 34-41

Il est noté dans les résolutions de la réunion de la Commission sur la dépression de la Mer Noire (Batoumi, avril 1968) que l'on a obtenu jusqu'à présent des succès importants dans l'accumulation de données qui confirment sa structure profonde. L'observation des marées terrestres est sous ce rapport très précieuse : variation de la force de pesanteur en intensité (Simféropol [1] Yalta [2]) et direction (Simféropol [1], Inkerman [3]) effectuées par l'Observatoire gravimétrique de Poltava. On effectue à présent en Crimée des observations clinométriques à la station "Inkerman" et aussi des observations des variations de la pesanteur à la station "Bakhtchisarai" dont la description et les conditions d'observations sont décrites dans ce travail.

Bakhtchisarai est situé dans une dépression calcaire extrêmement étroite et étriquée d'une longueur de 7 km où coule le fleuve Tchourouk-Sou. Ce relief est constitué de chaînes non symétriques et de terrasses formées par des stratifications monochimiques, constituées de couches alternantes de différente rigidité accumulées du côté est (par rapport à la chaîne principale).

Le site d'observation se trouve sur le territoire du musée historico-archéologique de Bakhtchisarai (palais Khanskii) dans le sous-sol situé sous le côté nord-ouest du bâtiment principal. Le palais a été construit en 1519 et est constitué d'un ensemble de bâtiments en bois reposant sur des bases massives en calcaire. La salle d'observation est un corridor d'une largeur d'environ 2,5 m avec des murs épais (~ 0,8 m) en calcaire dont l'extrémité s'appuie dans la base du bâtiment). La salle est séparée du restant de la cave par une cloison en bois, son plafond est protégé par un vitrage. En outre, il y a une cloison à isolation thermique qui partage la salle en deux parties égales (surface générale 23 m^2) dans l'une d'elles (la plus éloignée) se trouve un pilier pour installer les appareils, l'autre sert pour les appareils auxiliaires et de contrôle. Le pilier de 1,5 x 1,5 x 0,7 m est fait de blocs de calcaire et est enfoncé dans la roche sur 0,6 m.

L'enregistrement a été commencé en juillet 1968 et est effectué par deux gravimètres "Askania" : GS 11 n° 159 et GS - 12 N° 185. Aussi bien les gravimètres que les galvanomètres enregistreurs sont installés sur le pilier et les enregistreurs photographiques se trouvent sur un support spécial qui en est isolé. L'enregistrement est photographique sur papier oscillographique d'une largeur de 28 cm, la vitesse du papier pour le premier gravimètre est de 6 mm/heure et pour le second de 10 mm/heure. Le changement des bandes s'effectue tous les deux jours. Les marques horaires, la ligne du zéro et une marque de contrôle supplémentaire s'inscrivent comme à la station de "Yalta" [2].

La température de thermostatisation des gravimètres était de 40°. Les thermostats extérieurs fonctionnaient dans le second régime, l'intérieur n° 159 est au premier régime et l'intérieur du n° 185 a été débranché en raison d'importantes perturbations en scie dans l'enregistrement. Le courant était fourni aux thermostats par les redresseurs de la firme placés en tampon sur lesquels sont branchées 10 boîtes de l'accumulateur du type XH - 100. L'alimentation des ampoules des collimateurs des galvanomètres extérieurs enregistreurs et des ampoules pour marques horaires et contrôle supplémentaire était assurée par la même source de courant. La tension venant du réseau urbain sur les redresseurs était donnée par un stabilisateur à ferrorésonance C-250.

L'alimentation des lampes illuminant les photoéléments des gravimètres s'effectue par les stabilisateurs-redresseurs de la firme non à partir du réseau de courant alternatif comme c'est envisagé par la firme mais par des accumulateurs de 24 V (ou 24 boîtes de l'accumulateur du type TXH - 250, ou 4 accumulateurs du type HKH - 100 branchés de sorte qu'ils donnent à la sortie 24 V). La capacité des accumulateurs (dans un cas 250 et dans l'autre 200 à l'heure) était suffisante pour le fonctionnement des deux gravimètres pendant 10 à 14 jours. Le remplacement des accumulateurs provoque une certaine perturbation de l'enregistrement qui disparaît en 0,5 à 1 h.

Pour protéger les gravimètres et les galvanomètres enregistreurs de l'influence des champs électriques extérieures et magnétiques, les pôles négatifs des stabilisateurs, des accumulateurs, du bâti des gravimètres et des galvanomètres enregistreurs ont été mis à la terre par une vis de serrage; à titre de "terre" on s'est servi de deux tiges d'acier d'une longueur de 1 m.

Etant donné le haut niveau des eaux souterraines, cette mise à la terre était tout à fait suffisante pour le drainage des champs extérieurs ; il n'y a pas sur les courbes d'enregistrement de défauts évidents en relation avec leurs variations. La proximité des eaux souterraines rend la salle humide et c'est pourquoi on a utilisé un assècheur. Pendant son fonctionnement, il se maintient dans la salle une humidité d'environ 70 %. Indépendamment des variations saisonnières de la température les variations journalières ne dépassent pas quelques dixièmes de degré.

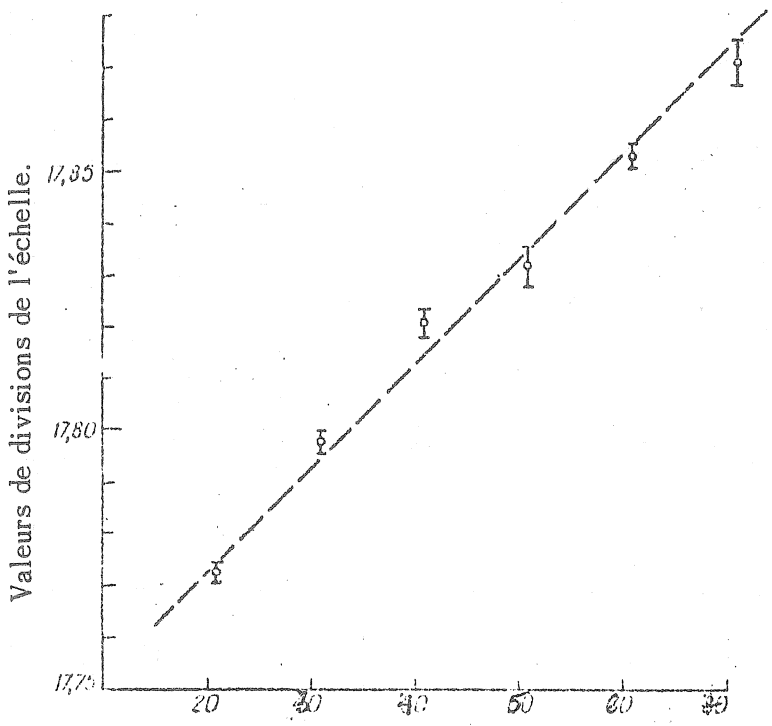
Avant le début de l'enregistrement les galvanomètres ont été étudiés soigneusement. Aussi bien dans la station de "Simféropol" que de "Yalta" [1], [2] le galvanomètre du gravimètre GS - 11 est fermé sur la résistance critique extérieure ; après quelques jours la ligne zéro se note bien. L'écart de proportion entre l'écart du faisceau et la tension le provoquant a un caractère accidentel dans les limites de toute l'échelle. C'est pourquoi on peut considérer à la station donnée l'échelle comme linéaire pour ce galvanomètre et n'introduire aucune correction dans les ordonnées pour la non linéarité.

Il en est un peu autrement pour le galvanomètre enregistreur du gravimètre GS-12. Comme l'ont montré les recherches, au moment de la fermeture sur la résistance critique extérieure, il trace bien la ligne zéro cependant on observe une faible non linéarité de son échelle. Avec une amplitude de 70 mm la différence des corrections dans les ordonnées ne dépasse pas 0,6 mm. Lors de la réduction des données on n'a pas tenu compte de leurs résultats donnés ici.

Avant le début des observations on a étalonné les gravimètres à l'aide du système à bille. La valeur de la grande division du ressort de mesure du gravimètre GS - 11 était égale en milligals à 7.100 $\pm$ 0.002 ce qui coïncide avec les valeurs données de la firme et les résultats de calibrage à Simféropol et Yalta.

Le gravimètre GS-12 possède une série de billes (19). Cela permet non seulement d'effectuer le calibrage du ressort de mesure mais aussi de suivre la dépendance de la valeur de division en fonction du nombre de billes (tension du ressort de mesure). Les mesures effectuées ont montré (voir figure) que cette dépendance a un caractère linéaire et correspond rigoureusement à la courbe de la notice. Cependant la valeur obtenue pour le coefficient d'échelle (17.821 - 0.003) est en valeur absolue à peu près 0.130 mgl plus grande que les données de la notice.

Sans approfondir les causes de cette divergence nous noterons qu'elle n'est pas tout à fait compréhensible. Nous nous proposons d'éclaircir ses causes sur le polygone gravimétrique après la fin des observations.



Divisions de l'échelle

Dépendance de la valeur de division de l'échelle du gravimètre GS - 11 en fonction du compte.

L'erreur déterminée par les divergences entre les valeurs obtenues pour le coefficient d'échelle et celles de la notice de la firme se trouve dans les limites des erreurs d'observations.

L'échelle des enregistrements obtenus étant en moyenne pour l'appareil GS 11 de 2.3 μgl/mm et pour l'appareil GS 12 de 3.8 μgl/mm, est déterminée tous les six jours et la réduction à l'exception de la première série pour l'appareil GS-11 a été effectuée avec une sensibilité constante, moyenne de toutes les déterminations de la série donnée.

Table 1

Résultats de l'analyse harmonique (ondes diurnes)

Date du début de la série	Q_1		O_1		K_1		M_1	
	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
26.VII 1968	I.I25	+ 8.°4	I.II0	- 0.°3	I.066	+ 2.°0	I.28I	+I3.°4
2.VIII	0.852	+ 5.8	I.I30	- I.2	I.088	+ 0.I	0.502	-89.8
I0.X	I.388	-29.9	I.2I0	+ I.9	I.026	+ 5.2	3.60I	+I4.2
I2.X	I.372	- I.9	I.I85	+ I.4	I.II8	+ I.3	I.830	+ 5.0
9.XI	I.263	+ 0.2	I.I54	- 4.9	I.II0	- I.I	I.043	-38.4
25.X	I.268	-I4.0	I.I72	+ I.3	I.I22	+ 0.6	I.870	+ 8.3
Moyenne vectorielle	I.I788	-6.40	I.I592	-0.26	I.0877	+I.30	I.5493	+3.29
Erreur quadratique moyenne	±742	±6.28	±I49	±I.04	±I57	±0.84	±0.4785	±8.32

Table 2

Résultats de l'analyse harmonique (ondes semi-diurnes)

Date du début de la série	N_2		M_2		S_2		μ_2	
	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
26.VII 1968	I.2I4	- 8.°8	I.I3I	+ I.°0	I.I48	+ 2.°4	0.4I6	+ 0.°6
2.VIII	I.086	+ 4.6	I.I48	+ 0.4	I.II8	+ 4.9	I.890	-I9.6
I0.X	I.I7I	- 0.4	I.I53	+ I.0	I.I92	+ I.3	I.5I4	+30.I
I2.X	I.285	+ 6.8	I.I76	- 0.2	I.I77	0	I.272	- II.0
9.XI	I.I67	+ 6.4	I.I58	+ 0.6	I.I83	- 0.4	0.275	+33.6
25.X	I.248	+ 0.3	I.I63	- I.0	I.I6I	- I.3	I.393	- 6.I
Moyenne vectorielle	I.I899	+I.46	I.I547	+0.30	I.I624	+I.II	I.0634	+3.83
Erreur quadratique moyenne	±28I	±2.44	±62	±0.32	±II7	±0.89	±0.2467	±I0.I4

La première série pour l'appareil GS-11 a été réduite avec une sensibilité variable relevée chaque jour sur la courbe lissée de l'échelle d'enregistrement.

Les résultats de l'analyse harmonique des données des trois premières séries mensuelles pour les deux appareils, réduites par la méthode de Matveyev [4] sont donnés dans les tables 1 et 2 dans lesquelles nous donnons les valeurs δ et x pour l'appareil GS-12. Dans ces tables x correspond à la différence entre la phase observée et théorique de la marée terrestre. La partie instrumentale du retard n'a pas été prise en considération.

Les valeurs préliminaires δ et x obtenues à la station de "Bakhtchisarai" correspondent, dans les limites des erreurs, aux valeurs analogues déterminées précédemment avec l'appareil GS-11 dans les stations de "Simféropol" et "Yalta" [1], [2].

BIBLIOGRAPHIE

1. Z.N. AKSENTIEVA, P.S. KORBA, O.V. TCHOUPROUNOVA
Géophysique et Astronomie
Bull. d'inform. N° 11 "Naoukova Doumka" K, 1967.

2. P.S. KORBA, S.N. KORBA
Même volume.

3. Z.N. AKSENTIEVA et d'autres.
Rotation et déformations de marées de la Terre.
Dans I. "Naoukova Doumka" K, 1969.

4. P.S. MATVEYEV
Dans : Marées Terrestres
"Naoukova Doumka" K, 1966.

PREMIERS RESULTATS DES OBSERVATIONS DES MAREES DE LA PESANTEUR A L'OBSERVATOIRE GEOPHYSIQUE CENTRAL

Observations géophysiques de complexes à Obninsk, Sb. 1, pp, 148-158, Obninsk 1970

V.A. Volkov, F.P. Gousseva, You S. Dobrokhotov

Abrégé.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИЛИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ.

В.А. Волков, Ф.П. Гусева, Ю.С. Доброхотов.

Комплексные геофизические наблюдения в Обнинске.
Обнинск 1970 г. Сб. I Стр. 148-158.

L'Institut de Physique de la Terre a construit un bâtiment spécial pour un long enregistrement des variations de marées de la force de pesanteur à Talgar. Les observations y ont été effectuées pendant plus de trois ans, leur réduction a déjà amené à des résultats intéressants. On a décidé de créer une seconde station continue dans l'Observatoire Géophysique Central.

Lors du projet de l'Observatoire à O insk on a destiné plusieurs salles dans son bâtiment souterrain pour le placement des appareils de mesures de marées. En outre on a construit dans le local souterrain de l'Observatoire un laboratoire gravimétrique spécial avec une installation de chauffage artificiel et de conditionnement d'air.

On a installé en été 1967 dans une des salles du bâtiment souterrain le gravimètre enregistreur "Askania" GS II N° 124.

Les coordonnées de la nouvelle station sont $\phi = 55°10'$ $\lambda = 36°27'$ la hauteur au dessus du niveau de la mer est environ de 130 mètres.

La salle avec des murs épais en béton armé a pour dimensions : 6 x 4 x 3 m_3. Elle se trouve comme tout le bâtiment souterrain à une profondeur de 30 m dans l'épaisseur du calcaire séparé de la surface de la Terre par des couches de sable et d'argile. Le gravimètre est placé sur un socle en béton massif construit immédiatement sur le calcaire et séparé du sol de la salle par une couche hydroisolante. Les dimensions du socle sont 2 x 1 m_2 ; sa base est enfoncée sous le sol de la s le à 0,6 m et la surface supérieure est à 0,5 m au dessus du sol. La salle est située à 25 m ne cage d'ascenseur et en est séparée par quatre portes qui se ferment complètement et par .e coupe spéciale en béton armé rempli d'argile.

Le local est pratiquement isothermique : la température augmentant graduellement depuis le temps de l'exécution des travaux des constructions a atteint 8°9 et est restée longtemps invariable. L'humidité, comme dans presque tous les locaux souterrains profonds n'ayant pas de ventilation forcée, est voisine du point de rosée. C'est pourquoi on a installé dans la salle des flacons au chlorure de sodium, un système d'absorption de l'humidité que l'on change périodiquement.

Cette mesure n'était toutefois pas suffisamment efficace : on n'a réussi à diminuer l'humidité que jusqu'à 80 à 85 pourcent.

La construction souterraine est reliée au local de l'Observatoire par un réseau de cables. Les fils montent le long des puits de mine et arrivent aux installations de commutation du local de surface par un canal peu profond fermé par des pierres en béton et couvert par le sol. Le système de commutation permet de relier la salle souterraine au laboratoire gravimétrique du local en surface de l'Observatoire. Ainsi l'enregistreur et le gravimètre sont installés dans différents locaux (distance 240 m). On peut espérer que la dérive du gravimètre dans un local à température stable soit faible. Nous avons eu des appréhensions qu'apparaissent des perturbations de différent genre introduites par une si longue ligne (régime thermique de la ligne dont la partie principale n'est pratiquement pas protégée ni des variations journalières, ni thermiques de la température). Pour diminuer la résistance de la ligne, nous avons utilisé deux fils reliés parallèlement d'une section de 1,4 mm_2 chacun. La résistance générale de la ligne était environ de 3 ohms.

Comme mise à la terre on a utilisé l'armature des parois en béton armé de la salle.

La lampe du photoélément a été branchée à un groupe de trois batteries d'accumulateur HKH - 100 reliées parallèlement. La tension de 5,5 volt est contrôlée par un voltmètre de haute sensibilité et par des branchements périodiques du magasin de résistance qui est maintenue constante avec une précision allant jusqu'à 0,005 v. Les accumulateurs et l'appareillage de contrôle sont installés immédiatement près de l'entrée dans la salle et sont reliés avec le gravimètre par des fils placés dans le canal de câble sous le sol de la construction.

Pour avoir un fonctionnement régulier du gravimètre dans le local avec une température stable, il suffit d'un seul chauffage du thermostat. Le chauffage intérieur dont le branchement et le débranchement affecte sensiblement l'enregistrement a été débranché et le chauffage extérieur a été branché à la ligne centrale du courant continu de l'Observatoire. La constance de la tension est maintenue dans le chauffage jusqu'à 0,1 dans un stabilisateur spécial [1]. Le thermostat est branché sur la température de 25° l'humidité de l'air ne dépasse pas 60 pourcent. Le corps du galvanomètre enregistreur est mis à la terre.

On a déterminé au préalable la sensibilité du gravimètre avec la bille de calibrage: 0,082121 $\pm$ 0,000164 μgal/div. qui diffère peu des résultats des déterminations faites précédemment. La non linéarité de l'échelle du galvanomètre enregistreur a été étudiée par l'application du schéma habituel du 5 juillet et du 31 août [2]. Les grandes corrections dans les indications de ce galvanomètre (jusque 11 mm) n'ont presque pas changé par rapport aux corrections déterminées précédemment.

L'enregistrement a commencé le 26 juin 1967. On a d'abord observé pour le gravimètre une dérive sensible diminuant graduellement avec le temps, qui est devenue tellement faible que le faisceau lumineux est resté plusieurs jours dans les limites de la bande.

Les observations ont été faites par F.P. Gousseva et T.Y. Anronova. On a étalonné à peu près tous les 10 jours d'après la méthode de B.P. Pertsev. Les résultats de ces déterminations, affranchis de l'influence de la dérive sont donnés à la table I. La détermination faite le 13 juillet n'est pas reprise dans la table, car la partie de l'enregistrement ne convenait pas pour la réduction. Il s'agissait apparemment d'une irrégularité dans le réseau du thermostat lorsque l'Observatoire a été coupé du réseau urbain.

Les enregistrements allant du 28 - VI au 1-IX-1967 ont été analysés. On n'a pas réussi à se servir de l'enregistrement du 27 VII à cause des défauts du papier photographique. Les ordonnées perdues ont été rétablies par le procédé proposé par D.G. Gridniev [3]. Les autres lacunes dans l'enregistrement (le nombre total des ordonnées perdues pour différentes raisons est de 13) ont été rétablies soit par une simple interpolation, soit qu'elles ont été prises d'après M.V. Ivanova [4] comme égales à la demi somme des ordonnées pour la même heure des jours précédent et suivant.

Pour l'échelle d'enregistrement on a pris la moyenne simple de la table I. Pour une valeur de division du micromètre de 0,082121 μgal l'échelle est égale à 3,56 microgals par mm d'enregistrement.

L'analyse des séries de 29 jours d'après la méthode de B.P. Pertsev avec un déplacement de l'époque centrale chaque jour a été faite sur EBM M-20 par V.V. Jarkov. Les résultats de l'analyse pour les cinq ondes principales sont donnés dans la table II et sont représentés sur la figure I. Nous donnons en bas de la table les valeurs moyennes δ et $\Delta\phi$ pour toutes les analyses et à la ligne suivante, pour comparaison, les résultats des observations de 1957 à 1960 à Krasnaïa Pakhra située à 60 Km au nord de Obninsk. Nous constatons que les observations dans ces deux stations ont donné des résultats analogues.

L'influence des variations journalières de la température trouble fortement l'onde K_1. Dans la table, la valeur moyenne δ de cette onde est proche de sa valeur habituelle pour les stations d'URSS et correspond avec précision à sa valeur Krasnaïa Pakhra. En outre, le critère de résonance de M-S. Molodenskii ($\delta_{O1} - \delta_{K1}$) est égal ici à +0,009 il ne diffère pas trop de sa valeur théorique + 0,023. Tout cela montre que l'influence des changements journaliers de la température sur une partie de la ligne reliant le local souterrain avec le local de surface de l'Observatoire ne peut être importante. Il est prématuré de nier complètement son existence, puisque le déphasage des ondes diurnes O_1 et K_1 est un peu plus grand qu'habituellement. Nous constatons que les déphasages ont diminué graduellement et si on fait la moyenne uniquement pour les 10 dernières analyses il a sa valeur habituelle pour O_1 mais reste un peu agrandi, tout en diminuant, pour K_1. Alors le critère ($\delta_{O1} - \delta_{K1}$ est égal à + 0,022.)

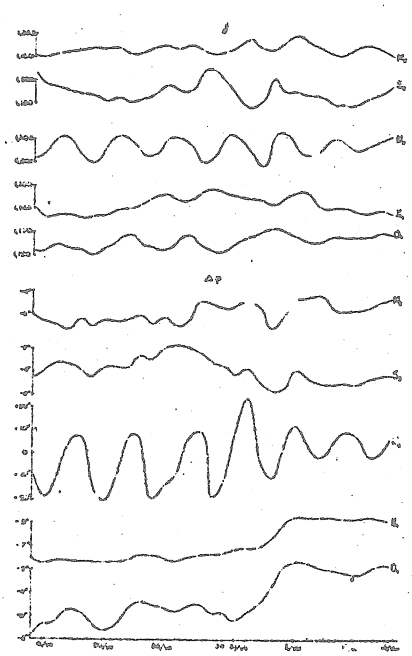


Fig. 1 : Résultats de l'analyse harmonique.

Table 1

Résultats de la détermination de l'échelle de l'enregistrement

Jour moyen de la détermination	Nombre de sommes	Echelle et sa convergence interne (mm/div.)
30 juin 1967	24	22,85 ± 2,22
23 juill. "	24	23,86 ± 0,90
6 août "	24	22,04 ± 0,53
16 août "	24	22,61 ± 0,57
25 août "	24	23,87 ± 0,28
Moyenne		23,046 ± 0,90

Table 2

Résultats de l'analyse harmonique

Jour central de la série	δ					Δφ				
	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14/VII-67	I.153	I.221	0.879	I.141	I.133	-6°1	-4°5	-8°1	-8°0	-7°7
15 "	I.151	I.192	I.045	I.133	I.132	-6.6	-3.8	-18.6	-8.4	-6.7
16 "	I.158	I.186	I.336	I.135	I.144	-6.9	-3.2	-10.8	-8.2	-6.4
17 "	I.163	I.176	I.278	I.136	I.137	-7.3	-3.3	+3.7	-8.2	-5.5
18 "	I.165	I.172	0.926	I.133	I.132	-6.4	-3.8	+7.1	-8.3	-5.6
19 "	I.171	I.168	0.800	I.134	I.122	-7.0	-4.4	-13.9	-8.3	-6.5
20 "	I.169	I.157	I.151	I.135	I.138	-6.5	-3.6	-21.0	-8.4	-7.2
21 "	I.172	I.163	I.365	I.140	I.153	-6.6	-3.6	-8.8	-8.3	-6.8
22 "	I.159	I.154	I.277	I.141	I.165	-6.4	-3.6	+6.8	-8.2	-5.5
23 "	I.162	I.161	0.997	I.145	I.146	-6.1	-2.6	+6.7	-7.8	-4.8
24 "	I.173	I.174	0.983	I.150	I.133	-6.8	-2.9	-19.9	-7.8	-5.0
25 "	I.176	I.193	I.308	I.153	I.134	-6.3	-2.0	-14.3	-8.0	-5.3
26 "	I.169	I.183	I.324	I.148	I.153	-7.0	-1.7	-8.7	-8.3	-5.6
27 "	I.178	I.181	I.197	I.148	I.157	-6.6	-1.9	+5.9	-8.0	-5.2
28 "	I.167	I.221	0.819	I.155	I.144	-4.9	-2.3	+9.8	-7.8	-5.0
29 "	I.158	I.224	0.958	I.158	I.134	-5.1	-3.1	-18.6	-7.7	-5.7
30 "	I.165	I.199	I.390	I.154	I.133	-5.5	-3.5	-11.5	-7.6	-5.7
31 "	I.177	I.165	I.329	I.152	I.152	-5.2	-4.2	+8.7	-7.3	-6.4
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1/VIII-67	I.192	I.145	I.073	I.150	I.165	-4.9	-3.7	+24.0	-7.2	-5.7
2 "	I.172	I.160	0.748	I.149	I.176	-5.4	-4.8	-2.4	-7.1	-5.0
3 "	I.170	I.209	I.393	I.145	I.181	-7.2	-5.6	-10.8	-6.4	-3.6
4 "	I.188	I.177	I.442	I.151	I.178	-6.1	-5.4	+2.2	-5.2	-1.9
5 "	I.200	I.178	I.072	I.155	I.164	-4.6	-3.8	+12.1	-4.5	-1.4
6 "	I.183	I.172	0.974	I.154	I.156	-4.5	-4.5	+4.6	-4.5	-1.4
7 "	I.173	I.167	I.120	I.143	I.155	-4.3	-4.9	-1.5	-4.5	-1.8
8 "	I.160	I.152	I.335	I.142	I.164	-5.3	-5.0	+3.0	-4.5	-2.0
9 "	I.161	I.151	I.242	I.142	I.163	-5.7	-4.9	+9.0	-4.6	-2.2
10 "	I.175	I.153	I.102	I.139	I.168	-5.6	-5.0	+8.6	-4.6	-2.4
11 "	I.180	I.167	I.194	I.138	I.169	-5.4	-4.6	+0.1	-4.5	-2.2
12 "	I.171	I.176	I.299	I.140	I.174	-4.9	-4.3	0.0	-4.6	-1.7
13 "	I.157	I.196	I.406	I.137	I.169	-4.6	-4.2	+6.8	-4.8	-1.6
Moyenne :	I.170	I.177	I.154	I.144	I.153	-5.9	-3.8	-1.6	-6.8	-4.2
Moyenne d'après les observ. de Kr. Pakhra	I.188	I.184	I.175	I.144	I.134	-5.2	-3.6	-4.4	-2.4	-1.7

Les variations périodiques δ et $\Delta\phi$ que l'on voit sur la figure sont d'après les recherches de M.V. Kramer probablement en relation avec l'influence des erreurs accidentelles [5].

BIBLIOGRAPHIE

1. VOLKOV V.A., MICHATKINE V.N.
Essai de stabilisation de la tension sur les thermostats des gravimètres GS-11 au moment des observations de marées.

2. VOLKOV V.A.
Influence de la non linéarité de l'échelle du galvanomètre de l'enregistreur sur les résultats des observations des marées terrestres.
Publ. " Etude des marées terrestres" Sér. "Résultats de l'AGI" Edit. Ac. des Sc. URSS, 1963.

3. GRIDNIEV D.G.
Procédé graphique de comblement des lacunes jusqu'à deux jours dans les observations de marées terrestres.
Publ. "Marées terrestres et structure interne de la Terre", Edit. "Naouka" 1967.

4. IVANOVA M.V.
Comparaison des différentes méthodes de comblement des lacunes dans les observations de marées.
Publ. "Etude des marées terrestres" série "Résultats de l'AGI" N° 3.
Edit. Ac. des Sc. d'URSS, 1963.

5. KRAMER M.V.
Du problème de l'influence des erreurs accidentelles des observations sur les résultats de la détermination des amplitudes et des phases des ondes de marées élastiques.
Publ. "Variations de marées de la force de pesanteur ", "Naouka" 1964.

Traduction.

SUR LES RESULTATS DES OBSERVATIONS CLINOMETRIQUES A DONBASS POUR 1960 à 1962.

E. Y. Evtouchenko

Rotation et déformations de marées de la Terre. Vol. II. Kiev pp. 57-65, 1970.

(Abrégé).

О РЕЗУЛЬТАТАХ НАКЛОНОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ДОНБАССЕ ЗА I960 - I962 гг.

Е.И. Евтушенко.

Вращение и приливные деформации Земли
Киев II. Стр. 57 - 65, I970.

L'observatoire gravimétrique de Poltava a décidé d'effectuer une longue série d'observations clinométriques dans une des mines de Donbass : la mine 3 bis dans la ville de Torèse (près de Tchistiakovo) où étaient effectuées des observations des déformations de marées de la Terre depuis mai 1960 jusqu'en février 1966. Les observations ont été réalisées dans deux salles situées à une profondeur de 160 m, à peu près à 4 km l'une de l'autre.

La première salle se trouvait dans la galerie 7 à l'ouest creusée de 1948 à 1950. Elle est éloignée de l'orifice de la mine de 2,5 km et à 0,5 km des endroits d'exploitation active et de la ligne des locomotives électriques. Ses dimensions sont de 6,0 x 3,0 x 2,5 m. La salle a été équipée dans la galerie creusée dans des schistes solides de grès. Pour renforcer les murs et le toit on a utilisé des arcs métalliques. Dans cette salle, nous avons

effectué deux séries d'observations avec deux complexes différents de pendules horizontaux du système Repsold-Levitskii. De mai 1960 à mars 1962, à l'aide d'un complexe de pendules horizontaux fabriqué à l'atelier de l'Observatoire par le mécanicien B.A. Sokolov. De décembre 1962 à février 1966 on a obtenu dans cette même salle une seconde série d'observations avec un autre complexe de pendules horizontaux du même type, précédemment installés dans la cave de l'observatoire astronomique Engelhardt où on avait réalisé avec ceux-ci une longue série d'observations clinométriques.

Les pendules horizontaux ont été installés sur un pilier de béton de laitier d'une dimension de 1 x 1 m. Leur orientation est :

$$\alpha_1 = 301°50!7 \text{ (pendule N° 1)}$$

$$\alpha_4 = 211°50!7 \text{ (pendule N° 4)}$$

(azimut astronomique compté du sud vers l'ouest).

Nous avons déterminé ces azimuts par deux méthodes indépendantes :

a) au moyen d'un rattachement géodésique à l'azimut utilisé par le service de la mine;

b) par une transmission spéciale de l'azimut depuis la surface directement dans la salle, transmission effectuée à l'aide d'un gyrocompas..

La divergence des deux méthodes était insignifiante (environ 1!5).

Nous donnerons dans cet article les résultats de la réduction définitive des observations dans la première salle pour la période de juillet 1960 à mars 1962. On a obtenu pour cette période 13 et 10 séries mensuelles respectivement pour les pendules 1 et 4. La sensibilité des pendules était déterminée deux fois par mois. Elle se maintenait en moyenne au cours de toute la période des observations dans les limites de 0".00870 et 0".00760 par millimètre.

La réduction a été faite par la méthode Matveyev [3] sur ordinateur M-20 (programme S.N. Korba).

Nous donnons dans les tables 1 et 2 les valeurs γ et $\varkappa$ pour chaque série mensuelle, pour les deux pendules, et également les moyennes vectorielles et les valeurs arithmétiques moyennes γ et $\varkappa$. Comme nous le constaterons des valeurs sûres de γ et $\varkappa$ ont été obtenues pour les cinq ondes principales O_1, K_1, N_2, M_2 et S_2.

La comparaison des valeurs obtenues pour les ondes diurnes O_1 et K_1 indique un certain désaccord des résultats moyens, particulièrement pour le retard de phase $\varkappa$. Il est probable que ce désaccord s'explique par la perturbation partielle de l'onde K_1 par l'onde de température météorologique S_1. Quant aux valeurs γ et $\varkappa$ obtenues pour les ondes semi-diurnes N_2, M_2 et S_2 elles sont en bon accord. Nous attirons l'attention sur la valeur un peu diminuée pour ces ondes dans l'azimut $\alpha_4 = 211°50'.7$ et également sur l'importance du retard de phase $\varkappa$ dans cet azimut. Une inégalité azimutale encore plus évidente des valeurs γ et $\varkappa$ se décèle dans le résultat définitif obtenu pour l'onde M_2 après sa réduction aux directions NS et EW.

$\gamma_{NS} = 0.252$ $\qquad$ $\varkappa_{NS} = - 6°24$

$\gamma_{EW} = 0.608$ $\qquad$ $\varkappa_{EW} = + 2°09$

Les anomalies calculées des inclinaisons de marées Δ_2 [4] donnent une représentation précise du caractère de la déformation de marée. Nous avons calculé cette anomalie d'après les valeurs γ et $\varkappa$ données plus haut réduites aux directions NS et EW (onde M_2)

L'inclinaison anormale obtenue se représente par une ellipse dont les équations ont l'aspect suivant :

$$\Delta\eta'_{NS} = 0''.00369 \cos (30°t - 183°.3),$$
$$\Delta\eta_{EW} = 0.00120 \cos (30\,t - 258.8).$$

Le diagramme vectoriel de l'anomalie obtenue est représenté graphiquement sur la figure. Sa valeur excessivement grande constitue la particularité de cette anomalie qui attire l'attention. L'inclinaison anormale $\Delta\eta_{NS}$ constitue comme on le constate par les équations données plus haut environ 50% de l'inclinaison de marée théorique dans la direction NS.

Les causes d'une anomalie aussi grande des inclinaisons au point "Torès" (dans la première salle) ne sont pas claires jusqu'à présent. Nous nous proposons de commencer l'étude de la nature de tous les facteurs perturbateurs possible après avoir réduit toutes les données d'observations accumulées dans ce point.

TABLE 1

Résultats de la réduction de séries mensuelles

pour le pendule N° $1/\alpha_1$ = 301:50'7

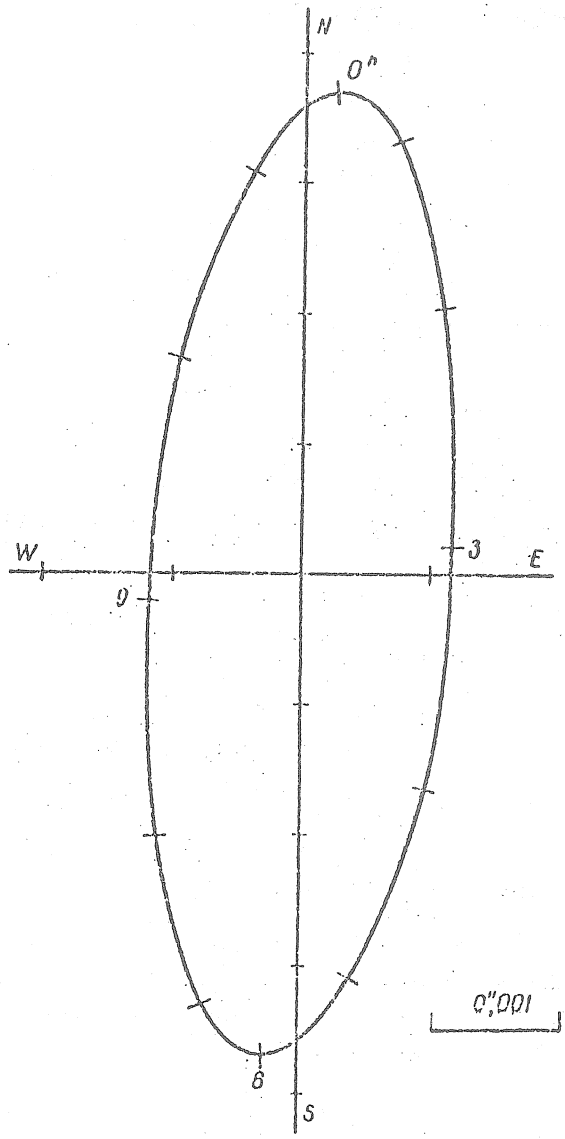
Numéro de la série	Série des observations	Q_1		O_1		K_1		M_1		N_2		K_2		S_2		M_3	
		γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$
I	8.VIII-6.VIII 1960	0.765	- 20.68	0.724	-26.58	0.678	-20.96	4.027	-I5.33	0.495	-I3.I0	0.549	-20.78	0.463	-26.77	0.255	-I34.34
2	I3.XII 1960-II.I 1961	0.588	- 8.I6	0.68I	-26.05	0.655	- 6.I8	2.276	+44.34	0.56I	- 7.07	0.606	-II.69	0.658	-II.66	0.592	- 80.46
3	9.I-7.II 1961	0.I56	-I0.60	0.738	-23.86	0.684	- 6.36	I.83I	+53.69	0.575	-I6.34	0.594	-I0.67	0.644	-I0.87	0.98I	- 5.45
4	I2.II-I3.III	0.596	- 2.70	0.738	-I3.42	0.570	- 4.97	I.598	-25.60	0.545	- 3.58	0.6II	-II.75	0.599	-I6.38	I.80I	- I5.05
5	3I.III-29.IV	I.24I	-74.5I	0.730	-I9.58	0.748	- 9.79	I.I88	+33.52	0.634	-26.24	0.570	-II.6I	0.464	-I2.52	I.997	- I7.99
6	30.IV-29.V	0.697	-26.95	0.777	-20.93	0.6I0	-II.90	2.560	+ 3.25	0.720	+ 2.30	0.558	-I6.77	0.440	-I3.6I	0.687	+ 55.4I
7	20.VII-I8.VIII	0.343	-I05.55	0.78I	-23.29	0.676	- 6.89	I.5II	+3I.46	0.598	- 7.08	0.572	-II.24	0.5I0	-I4.03	0.808	+ 83.73
8	I9.VII-I7.IX	0.455	-I27.26	0.65I	-I7.80	0.528	-I0.22	I.883	-95.42	0.628	-I6.37	0.536	-I5.50	0.46I	- 8.58	I.496	- I4.90
9	4. X-2.XI	I.035	- 83.02	0.620	-I5.66	0.670	-I2.6I	I.398	- 3.90	0.647	-24.76	0.56I	- 9.I8	0.522	- I.92	I.046	-I74.95
I0	3.XI-2.XII	0.883	-I58.96	0.76I	-I7.63	0.676	-I0.87	I.666	+37.07	0.669	- 9.85	0.590	-I0.67	0.560	-I0.87	0.598	+I72.I2
II	I0.XII 1961-8.I 1962	I.005	+ 6.04	0.794	-2I.II	0.728	-I7.60	2.278	+I8.22	0.499	- 4.33	0.59I	-I6.87	0.607	-22.90	0.724	+59.48
I2	9.I-7.II	I.09I	- 3.64	0.738	-I3.25	0.763	-I2.83	I.275	-64.86	0.644	- 7.70	0.590	-I6.23	0.620	- 8.38	I.4I5	- 3.84
I3	2.II-3.III	I.I76	+ 26.94	0.796	-27.5I	0.649	-I3.06	0.924	+ 0.75	0.696	-22.08	0.625	-I0.53	0.602	-I0.47	0.648	- 0.06
Moyenne vectorielle		0.469	-33.78	0.73I	-20.6I	0.662	-II.22	I.477	+ 5.99	0.602	-I2.I8	0.580	-I3.28	0.547	-I2.86	0.629	- 3.20
Erreur de la moyenne vectorielle		±0.I47	±I6.5I	0.0I4	I.38	0.0I7	I.38	0.274	I0.68	0.0I9	2.56	0.008	0.85	0.022	I.69	0.244	9.96
Moyenne arithmétique		0.772	-45.3I	0.733	-20.5I	0.664	-II.I0	I.840	+ I.32	0.609	-I2.0I	0.58I	-I3.35	0.550	-I2.96	I.000	- 5.57
Erreur de la moyenne arithmétique		±0.093	±I6.II	±0.0I5	± I.34	±0.0I8	± I.28	±0.224	±I2.II	±0.020	±2.42	0.007	± 0.96	0.02I	±I.76	±0.I45	±28.7I

TABLE 2

Résultats de la réduction de séries mensuelles

pour le pendule N° $4/\alpha_4$ = 211°50'7

Numéro de la série	Série des observations.	O_1		O_1		K_1		M_1		N_2		M_2		S_2		α_2	
		γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$
I	6.X-4.XI I960	I.67I	+ 5.68	0.7I3	+47.39	0.446	+26.30	2.543	+86.32	0.342	+20.90	0.257	+25.98	0.27I	+28.88	0.352	-20.37
2	26.X-24.XI	I.9I6	+I2.42	0.640	+46.77	0.562	+33.40	5.290	+I08.I2	0.332	+56.29	0.279	+25.69	0.292	+33.I0	0.827	-48.65
3	6.I-8.II I96I	0.925	+I54.78	0.908	+69.I8	0.884	+39.I8	I.272	+55.68	0.400	+23.7I	0.460	+2I.60	0.365	+ 3.37	0.565	+49.9I
4	I2.II-I3.III	I.399	+87.53	0.7I4	+46.78	0.876	+37.I0	I.074	+I79.08	0.3I9	+I0.60	0.407	+26.59	0.387	+ 8.77	I.042	+45.53
5	28.IV-27.V	0.794	+I50.26	0.889	+35.03	0.974	+4I.02	2.085	+II2.70	0.432	+24.84	0.408	+29.46	0.375	+I6.80	0.506	+85.7I
6	20.VII-I8.VIII	0.792	+73.I8	0.936	+46.78	0.983	+43.86	I.904	+48.08	0.364	+40.7I	0.427	+29.88	0.400	+22.88	0.985	+I0.II
7	I9.VIII-I7.IX	I.328	+63.25	I.II8	+48.26	I.022	+36.75	I.086	+ 5.28	0.488	+I6.58	0.4I0	+26.92	0.400	+25.59	I.7I6	- 3.07
8	4.X-2.XI	2.573	+I00.93	I.030	+57.3I	I.09I	+37.02	0.569	+42.I4	0.586	+ 9.65	0.450	+29.I7	0.455	+29.I8	I.287	+I52.I3
9	3.XI-2.XII	0.570	+I6.4I	I.26I	+43.20	I.274	+37.60	2.7I9	+88.63	0.487	- 7.76	0.522	+22.40	0.503	+I6.44	I.272	-I0I.I4
I0	3.XII I96I - I.I I962	2.I74	+59.94	I.406	+63.55	I.294	+4I.76	6.376	+ 4.80	0.587	+I0.58	0.585	+20.48	0.684	+ 7.68	I.2I4	+37.80
Moyenne vectorielle		I.0I2	+66.45	0.948	+5I.I2	0.938	+38.84	I.702	+67.36	0.4I7	+I8.4I	0.420	+225.50	0.408	+I8.06	0.445	+I4.23
Erreur de la moyenne vectorielle		±0.26I	±I6.45	±0.070	± 3.93	±0.062	± 3.63	±0.527	±22.66	±0.040	±4.3I	±0.028	± 2.27	±0.038	± 3.00	±0.240	±26.65
Moyenne arithmétique		I.4I4	+72.44	0.962	+50.42	0.940	+37.39	2.492	+73.08	0.434	+20.6I	0.42I	+ 25.82	0.4I3	+I9.27	0.972	20.80
Erreur de la moyenne arithmétique		±0.2I0	±I6.77	±0.078	± 3.I9	±0.086	± I.55	±0.602	±I6.82	±0.032	± 5.62	±0.03I	± I.06	±0.037	± 3.24	±0.I32	±22.48



BIBLIOGRAPHIE

1. Aksentieva Z.N. Travaux de la IIIe conférence de toutes les unions de la latitude K, 1954

2. Matveyev P.S. Travaux de l'observatoire gravimétrique de Poltava. T. X Edit. Ac. des Sc. d'Ukraine, K, 1961.

3. Matveyev P.S. Dans le livre Marées terrestres "Naoukova Doumka", K, 1966.

4. Matveyev P.S. Dans le livre Dynamique de l'écorce terrestre "Naouka" M, 1965.

Traduction.

VARIATIONS DE MAREES DE LA PESANTEUR A POLTAVA

I.A. Ditchko

Rotation et déformations de marées de la Terre. Kiev I pp. 192 - 198 1970

ПРИЛИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В ПОЛТАВЕ

И.А. Дычко.

Вращение и приливные деформации Земли
Киев I Стр. I92 - I98 I970.

De 1961 à 1964 on a réalisé à l'Observatoire de Poltava des observations des variations de la pesanteur à l'aide du gravimètre GS - 11. Les conditions d'observation et les résultats préliminaires de la réduction sont publiés [1], [2], [14]. Nous donnons dans cet article les résultats de l'analyse harmonique de toutes les données par les deux méthodes de P.S. Matveyev [3], [4] et B.P. Pertsev [5] d'où on a déduit lesconstantes harmoniques des ondes de marée les plus sûres pour Poltava.

Pendant ces observations on a essayé de vérifier les différents procédés proposés pour l'étalonnage de l'enregistrement du point de vue de la divergence des résultats obtenus. Les résultats des calculs d'autres auteurs sont donnés dans la table 1. Comme on le constate, la méthode de B.P. Pertsev donne, sur les mêmes données, une plus petite erreur que la détermination avec déplacements isolés (lignes 5 et 6 de la table) et la méthode de A. Venedikov une plus grande (lignes 7 et 8).

Les résultats de l'analyse harmonique des observations sont donnés dans la table 2 (premières lignes - réduction par la méthode de P.S. Matveyev, les secondes de Pertsev). La moyenne des résultats a été faite pour trois groupes en relation avec les différentes conditions d'observations avec lesquelles on a obtenu le matériel donné [14]. Les moyennes générales sont obtenues à la suite de la moyenne pondérée des moyennes par groupe avec des poids inversément proportionnels au carré des erreurs, ainsi pour l'onde S_2 le premier groupe n'a pas été pris en considération.

On a introduit dans toutes les valeurs x la correction du retard instrumental [8] ; le signe moins correspond au retard.

Les résultats de l'analyse harmonique par les deux méthodes correspondent entre elles dans les limites des erreurs. Cela indique l'absence d'erreurs systématiques dans les données de départ des observations [9].

Table 1

Précision de la calibration de l'enregistrement gravimétrique par différents procédés

Auteur	Gravimètre	Procédé	Quantité	Précision (en %) correspond. à 1 déplacement
Nakagawa I [15]	Askania 111	Par déplacements séparés	49	2,7
N.N. Pariiskii et autres [6]	Askania 134	Pertsev [7]	46	3,7
P. Melchior [16]	Askania 145	Déplacem. fréquents dans la direction opposée	7	1,4
M. Bonatz [17]	Askania 116	Sur une base verticale	10	0,5
I.A. Ditchko	Askania 159	Par déplacem. séparés	12	2,1
I.A. Ditchko	"	Pertsev [7]	12	1,8
I.A. Ditchko	"	Par déplacem. séparés	63	3,1
I.A. Ditchko	"	Venedikov [18]	63	3,3

La valeur δ pour l'onde M_2 à Poltava et également la valeur moyenne pondérée δ pour les ondes M_2, S_2, N_2 et O_1 ($p = \frac{1}{m^2}$) correspondent dans les limites des erreurs avec cette valeur obtenue à Kiev [10] et à Krasnaïa Pachkra [11] ce qui témoigne de l'identité des propriétés élastiques de la région donnée.

En tenant compte de l'influence de l'océan et du retard instrumental [8], [12], [13] dans ces stations on observe une petite avance de phase de la marée terrestre. Il faut encore éclaircir cet effet incompréhensible.

Table 2

Résultats de l'analyse harmonique des observations

Série	Début de la série	O_1		Q_1		K_1		M_1	
		δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
I	6.IX 1961	I.005	- 6°0	I.072	+ 3°4	I.207	- I°7	I.028	- 4°6
				I.076	- 2.I	I.184	+ 2.8		
2	I.X	I.552	-3I.3	I.056	+ I.0	I.20I	- 0.4	I.020	-35.8
				I.II7	+ 0.4	I.2I0	+ 4.I		
3	25.X	I.558	-30.5	I.057	+ I.3	I.202	- 0.7	I.074	-4I.9
				I.285	- 2.I	I.I86	+ 3.8		
4	30.XII	I.I66	-8.4	I.I63	+ 0.8	I.08(	- 4.I	0.870	- 0.6
				I.I5I	- 0.6	I.085	+ 5.2		
5	25.I.1962	I.065	+0.4	I.225	+ I.0	I.I4(	- 2.5	0.718	- 26.6
				I.242	- 0.4	I.I30	+ 3.6		
6	25.II	I.978	-5.7	I.I40	- 9.4	I.0I5	- I.2	I.574	- 46.7
				I.098	+ 9.2	0.94I	+ I.6		
7	3.IV	I.339	+5.0	I.29I	+ 0.5	I.306	+ 4.0	I.4II	- I9.I
				I.280	0.	I.3I8	- 5.3		
8	5.V	I.299	+I6.4	I.II2	+ 2.9	I.I89	- 0.8	0.765	+ II.2
				I.I28	- 2.9	I.I90	+ I.I		
	Moyennes	I.870	-6.9	I:I40	+ 0.2	I.I69	- 0.9	I.058	- I9.4
		± II3	+5.8	±. 80	±I.4	±. 3I	± 0.8	±I06	± 7.8
				I.I66	+ 0.2	I.I55	+ 2.I		
				+. 27	± I.4	±. 38	± I.2		
9	I0.VI	I.378	-I7.4	I.I00	- 4.3	I.I52	+ 0.7	2.077	+ I8.2
				I.246	+ 4.9	I.I88	+ I.3		
I0	8.VII	I.4I9	- 5.2	I.2o5	- 2.7	I.I8I	+ 0.5	I.200	+ I8.7
				I.269	+ 2.7	I.I84	+ I.3		
II	4.VIII	I.005	-8.9	I.239	- 3.4	I.230	+ 2.4	I.445	- 4.2
				I.I95	+ 4.5	I.I87	- 0.5		
I2	I3.IX	0.58I	-23.I	I.I2I	- I.7	I.I57	- 3.3	I 556	- 22.3
				I.I53	+ 3.5	I.III	+ 5.0		
I3	8.X	I.25I	+2.2	I.I65	+ 3.4	I.088	- I.6	0.930	+ 8.4
				I.I55	- 2.9	I.069	+ 2.6		
I4	2.XI	0.954	+8,3	I.I84	+ 2.8	I.I55	- 0.I	0.450	+ 8.6
				I.I76	- I.I	I.I48	+ I.5		
I5	27.XI	0.873	-I8.2	I.20I	+ 0.I	I.I52	+ 0.7	I.467	+ 26.6
				I.200	0.	I.I40	+ 0.6		
I6	22.XII	I.058	-40.7	I.039	- 0.7	I.I84	+ I.8	I.378	- I.8
				I.049	+ I.9	I.I30	- I.2		

N_2		M_2		S_2		M_2	
δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
I.22I	- 0°8	I.I55	+ 2°2	I.003	- 2°I	2.453	- 20°0
I.I29	+I7.0	I.I65	+ 0.4	0.997	+ 4.0		
I.I25	-II.4	I.I66	+ 2.0	I.003	+ I.7	I.980	+ I.8
I.I44	+28.4	I.I87	+ 0.8	0.997	+ 0.4		
I.II8	-II.8	I.I64	+ I.8	I.000	+ I.6	2.038	- I.5
I.209	+ 2.2	I.202	+ 2.0	I.I07	- 2.6		
0.I86	- 2.8	I.205	- 0.9	I.205	+ 8.2	0.576	+ 55.2
I.I32	-4.0	I.I8	+ I.0	I.0I7	+I0.5		
I.047	-5.8	I.2I2	+ I.3	I.073	- 4.8	I.687	- 30.4
I.I09	+3.4	I.226	+ I.3	I.072	+ 7.4		
I.496	-8.4	I.I99	+ 0.4	I.094	- 0.4	I.557	+ 24.I
I.374	+8.8	I.I79	+ 0.4	I.036	+ 8.8		
I.6I9	-I5.5	I.I84	- 0.8	I.048	+ 3.5	2.673	- 5I.2
I.655	+8.9	I.I84	+ 0.8	I.0II	+ I.4		
I.III	+ 6.8	I.I86	- 0.4	I.I64	+ 2.3	0.8I0	- 8,9
I.285	- 4.8	I.I76	+ I.2	I.I80	0.		
I.240	- 5.5	I.I84	+ 0.9	I. 048	- I.2	I.72I	- 9.8
±. 78	± 2.5	±. 7	± 0,4	±. 2I	± I.8	±260	±II.6
I.255	+ 6.8	I.I82	+ I.0	I.052	+ 3.I		
±. 64	± 8.9	±. 9	± 0.2	±. 28	± I.5		
I.26I	+ 7.0	I.I28	+ I.3	I.I77	+ 3.2	I.I23	- 44.4
I.507	- 2.7	I.I60	- 0.5	I.I22	- 4.4		
I.I70	+I3.7	I.I67	+ 3.9	I.386	- 0.8	3.202	- 87.I
I.3I8	-I2.0	I.I83	- I.8	I.342	+ I.3		
I.277	-4.3	I.2I5	+ I.4	I.I58	- I.9	I.250	+ 28.2
I.25I	-8.3	I.I96	+ 2.9	I.I02	+ 3.9		
I.034	-0.5	I.I77	+ 3.4	I.I58	+ 5.4	0.677	+ 46.8
0.985	-0.6	I.I79	- I.7	I.I86	- I.9		
I.42I	+2.8	I I96	+ I.7	I.2I3	- 0.6	0.630	- 32.I
I.54I	+3.5	I.I96	+ 0.6	I.I89	+ 0.6		
0.954	+ 2.I	I.I85	+ I.2	I.I88	+ I.2	I.I58	- 55.7
0.84I	+ 4.2	I.I92	+ I.2	I.I84	+ 0.9		
I.265	+ 2.2	I.I59	+ I.2	I.I98	+ 0.7	0.689	- 50.8
I.358	- 3.0	I.I58	+ I.5	I.202	+ I.4		
I.206	- I.4	I.I83	- 0.2	I.I68	+ 2.8	3.I09	+25.4
I.I4I	- I3.8	I.I88	+ I.7	I.I50	- I.4		

Table 2 (suite)

Серия	Начало серии	Q_1 δ	Q_1 ж	O_1 δ	O_1 ж	K_1 δ	K_1 ж
17	16.I 1963	I,052 + 4°5		I.I35 - 0°9		I.I75 - 0°8	
				I.I26 - 0.8		I.I62 + I.7	
I8	I0.II	I.289 - 8.4		I,065 + 0°7		I.I96 + 2.7	
				I.079 - 0.2		I.I72 - I.6	
I9	7.III	I.6I2 - I.9		I.I04 + 0,9		I.I85 + 2.8	
				I.I07 + 0.5		I.I83 - 2.2	
20.	I.IV	I.0II +I2.5		I.I56 - 2.5		I.I90 + I.6	
				I.I45 + 8.0		I.2I8 - I.0	
Moyennes		I.I80 - 8.6		I.I5[illegible] - 0.7		I.I66 + 0.6	
		± 83 ± 4.4		± I9 ± 0.7		± I0 + 0.5	
				I.I58 + I.4		I.I57 + 0.6	
				± I9 +0.7		± I2 + 0.6	
2I.	I8.VI	I.I9I - 0.8		I.222 0.		I.I56- I.8	
				.I08 - 0.8		.I62 + I.9	
22	23.VII	I.246 - I.4		I.226 + I.6		I I76 - I.9	
				I.224 - 0.8		I.I67 + 8.5	
23	I7.VIII	I.263 - 2.8		I.203 + 2.9		I.I23 - 8.I	
				I.I64 - I.0		I.I26 + 8.7	
24	I4.IX	I.273 - 2.7		I.I93 + 8.I		I.I23 - 8.4	
				I.I78 - 0.8		I.I23 + I.7	
25	I2.XI	0.94I + 4.8		I.I85 - 2.5		I.093 - 2.7	
				I.I85 + 8.2		I.086 + 8.5	
26	7.XII	I.056 - 6.0		I.227 - I.8		I.II7 - 2.2	
				I.2I4 + I.8		I.I00 + 2.7	
27	I.I I964	I.I85 - 6.0		I.I88 + 2.8		I.094 - 0.4	
				I.I70 - 2.I		I.088 + I.3	
Moyennes		I.I65 - 2.2		I.I98 + 0.8		I.I26 - 2.2	
		± 47 ± I.3		± I2 ± 0,9		± I2 ± 0,4	
				I.I83 + 0.I		I.I22 + 2.6	
				± I2 ± 0.7		± I3 ± 0.4	
Générales		I.I8I - 2.9		I.I8I - 0.I		I.I5I - I.I	
		± 47 ±I.5		± I2 ± 0.6		± 9 ± 0.4	
moyennes				I.I75 + 0.7		I.I42 + 2.0	
				± I2 ± 0.6		± I0 +_0.4	
Moyennes des deux méthodes				I.I78 + 0:8		I.I.6 + 0:4	
				± I2 ± 0.6		± I0 ± 0.4	

M_1 δ	M_1 ж	N_2 δ	N_2 ж	M_2 δ	M_2 ж	S_2 δ	S_2 ж	μ_2 δ	μ_2 ж
I.098 + 7°7		I.2I0 + 8°0		I.I83 -0°3		I.I74 + 2°6		0.858 - 6°7	
		I.077 + I.0		I.I70 +3.I		I.I58 - I.9			
0.872 + I8.6		I.I84 + 8.6		I.I88 - 0.I		I.I68 - 0.8		I.089 - 48.I	
		I.046 - 6.4		I.I7I + 2.3		I.I59 + 2.5			
I.587 + I0.0		I.365 + 4.8		I.I88 - 0.I		I.206 - I.6		I.277 - 8I.8	
		I.I99 + 6.2		I.I8I - 0.2		I.I88 + 2.4			
I,064 - I2.2		I.096 + 5.6		I.I40 + I.5		I.I48 + 0,9		0.822 + 8.8	
		I.I94 -I0.2		I.I56 + 0.3		I.I45 + 0.2			
I.285 + 5.8		I.I99 + 8,2		I.I75 + I.2		I.I95 + 0.9		I.823 - 20.7	
± I26 ± 4.0		± 38 ± I.8		± 7 ± 0.4		± I8 ± 0.5		± 256 ± II.6	
		I.205 - 4.I		I.I74 + 0.8		I.I78 + 0.8			
		± 60 ± I.7		± 5 ± 0:5		± I8 ± 0:7			
I.42[illegible] - I.I		I.287 - 0.4		I.I95 + 0.4		I.I05 + 2.5		I.547 - 5.I	
		I 3I4 - 5.2		I.I99 - I.0		I.I28 - I.6			
I.2II + 4.I		I.203 - 0.4		I.2I8 - 0.6		I.I59 - I.8		I.758 - I8.5	
		I.304 - I.7		I.2I8 + 8.9		I.I67 + 8.6			
I.388 + I4.4		I.I89 + 0.4		I.2I2 - 0.2		I.I87 + I.I		I.886 - II.6	
		I.2I6 - 8.2		I.2I8 + 2.8		I.I75 + 8.7			
I.297 + I6.2		I.I8I + 0.6		I.205 - 0.8		I.I95 + I.2		I.048 - 7.0	
		I.087 - 8.4		I.I85 + 2.5		I.264 + I.2			
0,756 - 52.8		I.279 - 6.I		I.234 - 2.2		I.383 +I5.I		0.884 + I4,8	
		I.52I + 6.8		I.226 + 2.8		I.080 + 5.0			
I.898 0		I 22[illegible] + 0.8		I.I84 + 0.9		I.I22 - 4.I		I.028 + 87.4	
		I.292 + 8.0		I.I69 + 2.3		I.I38 + 5.4			
I.470 - 4I,6		I.354 + 2.2		I.I52 0.		I.044 - 6.5		0.762 + 22.9	
		I.329 - 0.3		I.I55 + 8.3		I.048 + 9.0			
I.270 - 8.8		I.286 - 0.5		I.I99 - 0.8		I.I6I + 0.9		I.264 + 4.6	
± 92 ± I0.8		± 20 ± I.0		± I0 ± 0.4		± 84 ± 2.6		± I65 ± 7.8	
		I.288 - 0.6		I.I94 + 2.8		I.I4I + 8.8			
		± 55 ± I.6		± I0 ± 0.6		± 27 ± I.8			
I.204 - 0.8		I.229 + 0.8		I.I88 + 0.6		I.I68 + 0.6		I.880 - 8.I	
± 75 ± 4.I		± 2I ± I.2		± 5 ± 0.8		± 22 ± 0.6		± I50 ± 6.9	
		I.25I -I.5		I.I79 + I.I		I.I63 + I.0			
		± 42 ±I.4		± 5 ± 0.2		± 2I ± 0.9			
		I.240 - 0:6		I.I8I +0:8		I.I76 + 0:8			
		± 32 ± I.8		± 5 ±0.2		± 22 ± 0.8			

BIBLIOGRAPHIE

AKSENTIEVA Z.N., DITCHKO I.A.
Géophysique et astronomie, 1963, 5

DITCHKO I.A.
Trav. de l'Obs. grav. de Poltava, 1963, 12

MATVEYEV P.S.
Travaux de l'Obs. Grav. de Poltava 1962, 11

MATVEYEV P.S.
Dans le livre : Marées terrestres "Naoukova Doumka" K 1966

PERTSEV B.P.
Izvest. Ac. des Sc. URSS série géoph. 1958, 8

PARIISKII N.N. et autres
Dans le livre : Etude des marées terrestres, 3, Edit. Ac. des Sc. d'URSS, 1963

PERTSEV B.P.
Dans : Recherches gravimétriques, 1. Edit. Ac. des Sc. URSS, M. 1960.

KORBA P.S., DITCHKO I.A.
Dan. YPCP, 1965, 8

BALENKO V.G.
Trav. de l'Obs. grav. de Poltava, 1962, 11

DOBROKHOTOV Iou S., LISSENKO V.I.
Dans : Etude des marées terrestres, 3, Edit. Ac. des Sc. URSS, 1963

DOBROKHOTOV Iou, S.
Dans : Etude des marées terrestres, 3, Edit. Ac. des Sc. URSS 1963

PERTSEV B.P. Ce livre.

VOLKOV V.A.
Dans : Etude des marées terrestres "Naouka", 1964.

Traduction.

OBSERVATIONS DES MAREES DE LA PESANTEUR PAR UN GRAVIMETRE EN QUARTZ ASTATISE A KRASNAIA PAKHRA EN 1965 - 1966.

D.G. Gridniev, G.S. Prokhorovskii

Méthode de mesure des marées terrestres et des déformations lentes de la surface de la Terre, pp. 100-109 Moscou 1970.

НАБЛЮДЕНИЯ ПРИЛИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ КВАРЦЕВЫМ СТАЦИОНАРНЫМ ГРАВИМЕТРОМ В КРАСНОЙ ПАХРЕ В 1965

Д.Г. Гриднев, Г.С. Прохоровский.

Методика измерения земных приливов и медленных деформаций земной поверхности. Москва 1970 Стр. 100-109.

Pour estimer la qualité du fonctionnement de la maquette du gravimètre en quartz astatisé avec compensation thermique à mercure du système en quartz on a effectué des observations des marées de la pesanteur à Krasnaïa Pakhra (55° lat. Nord, 37° long. Est ; H = 190 m, h = - 1,5 m) [1], [2].

Les variations journalières de la température dans le local d'enregistrement étaient de 1° : l'humidité pendant la période des observations était dans les limites de 75 à 80 %. Le gravimètre se trouvait dans une salle frigorifique décrite précédemment [3]. La température de thermostatisation de la salle est de + 3,1°.

Appareillage

Gravimètre. Le système en quartz du gravimètre (fig. 1) est placé dans un corps cylindrique de cuivre dont le diamètre intérieur est de 50 mm, le diamètre extérieur de 70 mm, la hauteur 180 mm. Le système est attaché dans un bouchon de duralumin ramolli permettant de modifier au moment de l'ajustage l'angle d'inclinaison du pendule. Le corps est fermé hermétiquement par un couvercle. Sur sa surface latérale on a prévu une ouverture circulaire d'un diamètre de 30 mm fermée hermétiquement par une plaque en verre. Sur la base du corps sont montés les axes du système de quartz. Ils sont fixés dans des nids de bâtis à l'aide de sabots chargés de ressorts (fig. 2). Les bâtis sont solidement reliés à la plaque de montage. L'épaisseur de la plaque est de 20 mm. Sur la plaque sont montés également un système d'éclairage des photoéléments, les photoéléments, un micromètre.

Comme micromètre, on a utilisé l'équipement du gravimètre Ch - 3. Le pas de vis est de 0,5 mm. Sur le tambour sont portées 500 petites divisions (une division correspond à un déplacement de la vis de 1 μ). Le corps du système en quartz est relié avec le micromètre par un levier dont la longueur est de 288 mm. La plaque de montage avec les noeuds de l'appareil attachés à celle-ci se place dans le corps (intérieur) en pénoplast. L'épaisseur des parois du corps est de 50 mm.

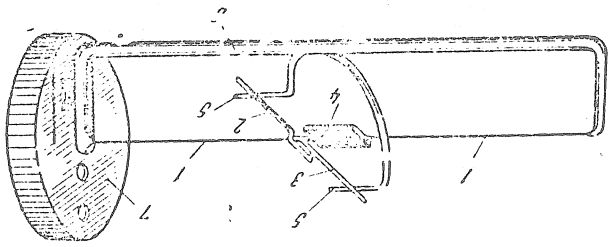


Fig. 1. SYSTEME SENSIBLE
1. fils en quartz de suspension du pendule d'une longueur de 50 mm et d'un diamètre de 40 m ; 2. pendule ; 3. équilibrage ; 4. miroir ; 5. limitateur des oscillations du pendule ; 6. cadre en quartz ; 7. bouchon en duralumin ramolli d'attache du système en quartz. Angle de la torsion initiale $\nu = 435^{\circ}$.

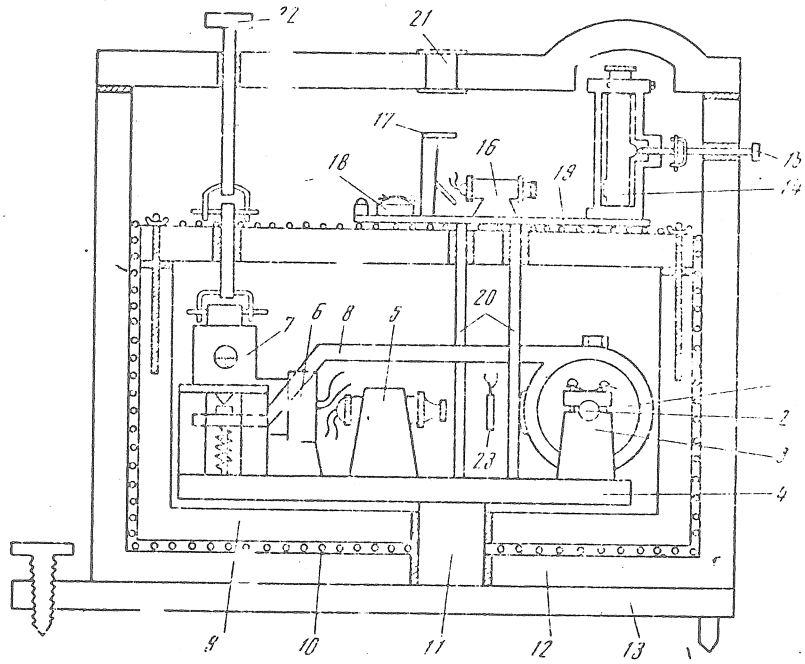


Fig. 2 . SCHEMA DU GRAVIMETRE EN QUARTZ
1. corps ; 2. axe de rotation du corps du système en quartz ; 3. bâti de l'axe ; 4. plaque de montage ; 5. éclairage ; 6. photoéléments ; 7. micromètre ; 8. levier de tour du corps du système ; 9. corps intérieur en pénoplast ; 10. thermostat ; 11. montant ; 12. corps extérieur en pénoplast ; 13. base de l'appareil avec les vis de montée ; 14. galvanomètre intérieur ; 15 poignée d'arrêt du galvanomètre intérieur ; 16. éclairage du galvanomètre ; 17. échelle de calcul du galvanomètre ; 18. niveaux ; 19. plaque du galvanomètre ; 20. montants d'attache de la plaque du galvanomètre ; 21. fenêtre de regard ; 22. poignée du micromètre ; 23. thermographe de la résistance.

En haut du corps sont montés les éléments de chauffage bifilaires du thermostat permettant d'obtenir une capacité du thermostat de 3,6 ; 7,2 et 14,4 vm pour une tension d'alimentation de 6v. Le commutateur de puissance du thermostat est mis sur le lambris extérieur de l'appareil.

La plaque de montage est attachée à la base de l'appareil par un montant cylindrique relié solidement avec la plaque de la base. La hauteur du montant est de 105 mm, le diamètre de 70 mm.

Le corps intérieur en pén-oplast est placé dans le corps extérieur en pénoplast fixé solidement à la base de l'appareil. L'épaisseur des parois du corps extérieur est de 50 mm.

Dans la partie supérieure de l'appareil, entre le corps en pénoplast extérieur et le corps intérieur se trouve le galvanomètre intérieur du gravimètre, type M 25/12, avec l'éclairage et l'échelle de calcul et les niveaux longitudinal et transversal de 30". Le galvanomètre intérieur est branché au moment de l'étalonnage sur un polygone et dans les recherches préliminaires comme indicateur de la position du pendule. La plaque du galvanomètre intérieur est fixée à la plaque de montage de l'appareil par deux montants métalliques.

Enregistreur.

Il y a dans le complexe d'enregistrement deux galvanomètres à miroir. L'un d'eux, du type M 21/2 se branche dans le réseau du galvanomètre, le second du type M 21/1 se branche au réseau des photoéléments. Les paramètres du galvanomètre M 21/1 sont :

Sensibilité en courant a/mm/	C_I 1,1÷4,5·10⁻¹⁰
en tension v/mm/	C_V 0,71÷2,5·10⁻⁸
Période des oscillations propres T_o, sec	9
Résistance intérieure R_g, ohm	770
Résistance critique extérieure R_k, ohm	5,9

Les faisceaux réfléchis depuis les miroirs sont focalisés sur le tambour portant le papier photographique placé dans le châssis. Le châssis photographique est muni d'un miroir incliné, d'une lentille cylindrique et d'un équipement à fentes. Le tambour du châssis tourne par un mécanisme horaire avec une vitesse de 11 mm/heure, en accomplissant un tour par jour. Les marques horaires se donnent chaque heure par des horloges à contact. Le schéma d'alimentation de la lampe d'illumination des miroirs des galvanomètres a été décrit en détail précédemment [3]. Le thermographe de la résistance [3] est employé pour l'enregistrement du régime de température du gravimètre.

METHODE D'OBSERVATIONS

L'alimentation de la lampe d'illumination du miroir du pendule du gravimètre (lampes des photoéléments) était effectuée par six batteries "Devis". Trois batteries sont reliées parallèlement ; dans chaque groupe il y a deux batteries, reliées consécutivement. La capacité générale des batteries est de 1500 a/heure. La tension dans le réseau de la lampe a été maintenue à 2,0 ± 0,01 V à l'aide du voltmètre à miroir du type M-105 et du magasin de résistance à P 33. La chute de la tension pendant les observations n'a pas dépassé 0,01 v par semaine.

La thermostatisation du gravimètre pendant l'enregistrement a été réalisée à l'aide du thermostat de la salle frigorifique. Le thermostat du gravimètre a été débranché puisqu'il a introduit dans le processus du fonctionnement des perturbations dans les enregistrements de l'appareil.

L'étalonnage du gravimètre sur un polygone.

Comme nous l'avons déjà noté le gravimètre pour l'étalonnage a été pourvu d'un équipement micrométrique. L'ordre de travail avec le gravimètre en chaque point du polygone gravimétrique était le suivant : 1) on nivelle le gravimètre et on arrête le galvanomètre ; 2) on calcule le zéro de l'échelle du galvanomètre (le galvanomètre est court-circuité) ; 3) on branche le galvanomètre dans une position sensible court-circuitage enlevé) ; si ainsi le faisceau du galvanomètre sort du zéro de l'échelle du galvanomètre on le rétablit dans la position du zéro du galvanomètre par la vis du micromètre du gravimètre (la précision de déduction est de $\pm$ 2 divisions de l'échelle) ; on effectue le calcul d'après l'échelle du galvanomètre ; 4) on effectue un calcul d'après l'échelle de la vis micrométrique ; 5) on arrête le galvanomètre.

Avant le début et à la fin de l'expérience on vérifie le rapport des divisions du micromètre et de l'échelle du galvanomètre pour tenir compte des corrections au calcul d'après l'échelle du galvanomètre lors de la réduction des observations. Pendant l'expérience on contrôle le courant de la lampe des photoéléments et du chauffage du thermostat.

L'étalonnage a été effectué à l'Université de Moscou sur le polygone gravimétrique vertical [4]. Les mesures ont été faites dans la cave et au 18e étage du bâtiment principal de l'Université de Moscou la nuit du 22 au 23 février 1966.

La différence de l'accélération de la force de pesanteur entre la cave et le 18e étage est de :

$$\Delta g = 24{,}147 \pm 0{,}044 \text{ mgal}$$

Pendant la durée d'une heure de 0 à 1 heure, le 23 février les ascenseurs de la cage principale d'ascenseurs n'ont pas fonctionné. Pendant cette période on a réussi à faire trois mesures qui ont donné une différence micrométrique

$$\Delta S = 54{,}22 \pm 0{,}10 \text{ petites divisions du micromètre.}$$

D'où la valeur de division de l'équipement de calcul

$$C = \frac{\Delta g}{\Delta S} = 0{,}445 \pm 0{,}001\ (\pm 0{,}2\%) \quad \text{mgal/div.}$$

La valeur calculée est voisine de celle obtenue d'après ce polygone. Si le centre de gravité du pendule se trouve sur un plan horizontal passant par l'axe de rotation du pendule, alors la sensibilité angulaire de l'appareil se détermine par l'expression

$$\frac{d\alpha}{dg} = \frac{\vartheta}{g},$$

où θ est l'angle de torsion initiale des fils pour lequel le pendule prend une position horizontale ; g est l'accélération de la force de pesanteur au point d'observation.

Nous donnons dans la table 1 les coefficients de correction de K_θ à la non-linéarité de l'électroschéma.

Les résultats de l'étude de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre sont donnés dans la table 2.

Cette table montre que les corrections dans les ordonnées sont importantes et qu'il faut en tenir compte. Avec une sensibilité de l'appareil à la sortie de 100 ÷ 300 mm/mgal et une importante dérive, les perturbations dans l'enregistrement des marées de la pesanteur peuvent atteindre 17,0 ÷ 5,6 mgal à cause de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre soit 60 ÷ 20 % de l'amplitude de l'onde M_2.

Etalonnage de l'échelle d'enregistrement.

L'étalonnage de l'échelle d'enregistrement a été effectué dans les périodes de variation linéaire de la pesanteur par des paires d'écarts [5] exécutés chaque 1 - 1,5 heure l'un après l'autre. Les ordonnées sont calculées pour les mêmes intervalles de temps. Dans la somme des deux écarts formant la paire on a inclu la partie linéaire de toutes les variations, ce qui est simple à démontrer.

Supposons que la dérive a un signe négatif (le pendule s'écarte vers le bas). On peut écrire la valeur d'un écart

$$\Delta Y_1 = aK + \Delta g t - R_g t; \qquad (1)$$

et du second

$$\Delta Y_2 = bK - \Delta g t + R_g t, \qquad (2)$$

où a et b sont les valeurs du premier et du second écart en divisions du micromètre : k est le coefficient d'étalonnage de l'échelle d'enregistrement sur la bande ; g est la partie linéaire de l'accroissement de marée pour 1 heure ; Rg est la dérive de l'appareil pour 1 heure ; t est l'intervalle de temps entre les écarts. En faisant la somme des expressions (1) et (2). nous obtiendrons :

$$\Delta Y_1 + \Delta Y_2 = K(a + b),$$

d'où

$$K = \frac{\Delta Y_1 + \Delta Y_2}{a + b} \text{ mm/div.} \qquad (3)$$

L'étalonnage fréquent de l'échelle d'enregistrement par ce procédé a donné la valeur du coefficient

$$K = 62{,}64 \pm 1{,}15 \text{ mm/div } (\pm 1{,}8\ \%)$$

L'erreur de détermination du coefficient était importante ce qui s'explique par la précision insuffisante du calcul en fonction du micromètre : ± 0,1 division. L'écart était habituellement égal à 2 ÷ 2,5 division du micromètre c'est-à-dire que l'erreur d'une détermination unique du coefficient était de 4 à 5 % uniquement à cause de l'erreur de calcul du micromètre. Ces coefficients n'ont pas été déterminés par le procédé de 49 heures de B.P. Pertsev [6].

Résultats de l'analyse harmonique.

Les observations ont été effectuées du 30 décembre 1965 au 31 janvier 1966 et soumises à l'analyse harmonique d'après la méthode de 29 jours de B.P. Pertsev [7]. Il y a eu une interruption dans l'enregistrement de 12 à 18 heures le 19 janvier 1966 à cause du manque d'énergie électrique. Cette interruption a été interpolée graphiquement [8].

On a effectué deux analyses harmoniques : sans tenir compte et en tenant compte de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre du gravimètre. Les résultats sont données dans la table 3.

On a obtenu δ_1 en tenant compte de la valeur de division du gravimètre lors de l'étalonnage à l'Université de Moscou et du coefficient d'échelle d'enregistrement K, déterminé par le procédé des déplacements par paires ; δ_2 a été calculé d'après la valeur étalonnée de l'amplitude totale des cinq ondes de marées principales d'après les données des observations des marées terrestres à Krasnaïa Pakhra par les gravimètres GS 11 [9], [10]. La sensibilité de l'appareil, sans tenir compte de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre, est égale à 143,0 mm/mgal, et en tenant compte de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre à 144,8 mm/mgal (utilisant la valeur étalonnée de l'amplitude totale des cinq ondes principales d'après les données des gravimètres GS 11). En tenant compte de la valeur de division du gravimètre déterminé lors de l'étalonnage à l'Université de Moscou et du coefficient d'échelle déterminé par des déplacements par paires, la sensibilité du gravimètre à la sortie est égale à 140,8 mm/mgal. C'est pourquoi on a obtenu δ_1 de 2 à 3 % plus grand que δ_2 pour les ondes correspondantes. On peut considérer cette convergence des résultats comme tout à fait satisfaisante si on tient compte de la faible précision des calculs basés sur le micromètre du gravimètre en quartz. La prise en considération de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre a un peu changé la valeur de δ et $\Delta\phi$.

Avec ces observations de marées par un appareil en quartz avec compensation liquide thermique du système on a obtenu des retards de phase sensiblement plus petits que par les observations avec les gravimètres GS 11 [9], [10].

Si on prend δ et $\Delta\phi$ avec des poids proportionnels aux amplitudes des ondes de marées observées, on obtiendra les valeurs moyennes de δ et $\Delta\phi$ pour Krasnaïa Pakhra (table 4).

Nous constatons ainsi que les valeurs moyennes δ et $\Delta\phi$ sont voisines des valeurs moyennes obtenues précédemment par les observations par le gravimètre en quartz avec compensation thermique liquide du système [10] (table 5).

Ainsi, ce gravimètre enregistre de façon tout à fait satisfaisante les marées.

Les résultats de ces recherches sur maquette [10] témoignent de la possibilité de créer sur cette base un gravimètre national astatisé de haute sensibilité pour l'enregistrement des marées.

Table 4

Caractère de moyenne	Sans tenir compte de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre			En tenant compte de la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre		
	δ_1	δ_2	$\Delta\varphi$, *град*	δ_1	δ_2	$\Delta\varphi$, *град*
(M_2, S_2, N_2)	1,211	1,186	+0,4	1,213	1,196	+0,2
(M_2, S_2)	1,193	1,169	−1,2	1,201	1,187	−0,5
(K_1, O_1)	1,154	1,137	+2,7	1,162	1,131	+1,7
(M_2, S_2, O_1)	1,188	1,167	—	1,188	1,165	—

Table 5.

Caractère de moyenne	δ	Δφ
(M_2, S_2, N_2)	1,193	—
(M_2, S_2)	1,193	−1,0
(K_1, O_1)	1,132	+0,1
(M_2, S_2, O_1)	1,175	—

En conclusion, nous profitons de l'occasion pour exprimer notre profonde reconnaissance à Y.S. Dobrokhotov pour sa direction constante et son aide sous tous les aspects, à N.N. Pariiskii, B.P. Pertsev pour ses conseils précieux et ses indications qui ont beaucoup contribué à la réalisation du travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. D.G. GRIDNIEV
Compensateur thermique N° 181834, 1966.

2. Iou. S. DOBROKHOTOV, A.E. OSTROVSKII, B.P. PERTSEV.
Stations gravimétriques et clinométriques pour l'observation des marées terrestres.
Série AGI M. Edit. Ac. des Sc. URSS, 1961

3. D.G. GRIDNIEV
Etude du gravimètre astatisé en quartz avec enregistrement photoélectrique des indications.
Trav. de l'Institut de Phys. de la Terre, de l'Ac. des Sc. d'URSS, M. Edit. "Naouka" 1964.

4. IOU. S. DOBROKHOTOV, M.V. IVANOVA, S.N. CHEGLOV.
Polygone gravimétrique à l'Université de Moscou.
Publ. "Recherches gravimétriques" N° 1 Série Résultats de l'AGI M. Edit. Ac. des Sc. d'URSS, 1960.

5. N.N. PARIISKII, B.P. PERTSEV, D.G. GRIDNIEV, M.V. KRAMER, S.N. BARSENKOV
Variations de marées à Alma-Ata.
Publ. "Etudes grav." N° 1. sér. Rés. de l'AGI M. Edit. Ac. des Sc. d'URSS, 1960.

6. B.P. PERTSEV
Essai de détermination des coefficients d'échelles dans l'enregistrement lors des observations des marées.
Publ. "Rech. grav." N° 1 Sér. de l'AGI. M. Edit. Ac. des Sc. d'URSS, 1960.

7. B.P. PERTSEV
Analyse harmonique des marées élastiques.
Nouvelles de l'Ac. des Sc. d'URSS, sér. géophys. 1958, N° 8.

8. D.G. GRIDNIEV
Procédé graphique de remplissage des lacunes jusqu'à deux jours dans les observations des marées terrestres (sous presse).

9. Iou S. DOBROKHOTOV
Observations réitératives des variations de marées à Krasnaïa Pakhra.
Publ. "Etude des mar. Terr." n° 3. Sér. Résul. de l'AGI, M. Edit. Ac. des Sc. d'URSS 1963.

10. D.G. GRIDNIEV
Enregistrement des variations de marées à Krasnaïa Pakhra par le gravimètre astatisé en enregistrement photoélectrique des indications (sous presse).

Bestimmung des Azimuts von Horizontaleinfachpendeln

Hans Christian Bachem
Institut für Theoretische Geodäsie, TU Hannover

Summary:

A series of investigations of Earth Tide problems in the station Bad Grund/Harz using simple horizontal pendula demanded several times to change the installations of the instruments and therefore to determine their azimuths in each particular case. A.P. Venedikov has introduced a method of determination of azimuths [6], which is described in detail by L. Skalsky [5].

A description of the application of the method is given and its accuracy is discussed.

Zusammenfassung:

In der Erdgezeitenstation Bad Grund/Harz sind Untersuchungen mit Horizontalpendeln vorgenommen worden, welche häufiger einen Wechsel der Geräteaufstellung und damit jeweils die Bestimmung der Azimute verlangten. +) L. Skalsky hat in [5] ein auf A.P. Venedikov [6] zurückgehendes Verfahren ausführlich beschrieben, über dessen Anwendung und Genauigkeit hier berichtet wird.

1. Einleitung

Die Ruhelage eines Horizontalpendels in Arbeitsstellung wird bestimmt durch seine Drehachse AB und die Lotrichtung -z. Sie spannen eine Vertikalebene auf, in welcher sich der Schwerpunkt C_o in der Ruhelage befindet, wenn man die

---

+) Diese Arbeiten wurden durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

Torsionskräfte des Aufhängungsmaterials vernachlässigt.

Projiziert man die Ebene ABC_o auf die Horizontale, so kann die Richtung der Projektion als Azimut des Horizontalpendels definiert werden (Abb. 1). In den geographischen Breiten um 50° stellt die Phasenbestimmung der ganztägigen Tiden in der NS-Komponente die höchsten Anforderungen an die Genauigkeit des Azimuts. Läßt man einen Phasenfehler von $\pm 1^o$ zu, so muß das Azimut auf $\pm$ 14' genau bekannt sein (M. Schneider, [4]). Bei der meist üblichen Pendelempfindlichkeit, die einer Auflösung von etwa 1 mseca/mm am 5 m entfernten Registriergerät entspricht, schwankt das Azimut des Pendelarms um etwa 0.1^o infolge der Gezeiteneinwirkung. Es erscheint also nicht sinnvoll, das Azimut von Horizontalpendeln, die nicht nach einer Nullmethode bei konstantem Azimut arbeiten, genauer als auf $\pm 0.1^o$ zu bestimmen.

2. Bemerkungen zu einer geometrischen Methode der Azimutbestimmung

Eine von M. Bonatz in [1] angegebene Methode zur Azimutbestimmung geht von der Hypothese aus, daß die Ebene, in welcher die Aufhängungsfäden AC und BD (Abb. 1) liegen, identisch mit der Ebene ABC_o ist oder wenigstens parallel zu ihr liegt. Fluchtet man einen Theodoliten auf $\pm 0.1^o$ genau in die Fadenebene ein, so läßt sich die Einmessung auf eine Bezugsrichtung leicht durchführen.

Probleme liegen jedoch
in der Genauigkeit der Zielerfassung (2.1.),
in der Frage inwieweit die Fadenebenen ABC und ABD die Ebene ABC_o repräsentieren (2.2.).

2.1. Das Ziel muß umso genauer erfaßt werden, je geringer die Distanz CD zwischen den Befestigungspunkten am Pendelarm ist. Sie beträgt 7 cm beim Verbaandert-Melchior-Pendel (VM), jedoch nur etwa 6 mm beim in Hannover umgebauten Tomaschek-Ellenberger-Pendel (TE*) (siehe Mittelstraß [3]).

Bezogen auf die Distanz CD beträgt der Bogen des Winkels 0.1^{o} beim VM-Pendel 0.1 mm, beim TE-Pendel nur 0.01 mm. Stellt man einen Theodoliten in 3 m Entfernung vom Pendel auf, so ist er auf $\pm$ 0.1^{o} in die Fadenebene eines TE-Pendels eingefluchtet, wenn der Winkel zwischen C und D zu = 0.4" gemessen wird.

2.2. Wegen unvermeidlicher Fertigungsfehler werden die Punkte C und D nicht mit der erwünschten Genauigkeit in der Ebene ABC_o liegen. Die Abb. 2 zeigt das umgebaute TE-Pendel in der Vorderansicht: Schon eine Verkippung des Pendelarms um 1°, hervorgerufen durch unsymmetrische Massenanordnungen, erzeugt einen Abstand der Punkte C und D von der Ebene ABC_o in der Größenordnung 0.1 mm, welchem ein Azimutfehler von etwa 1° entspricht.

Wegen der erwähnten Fehlereinflüsse und der sehr schwierigen Durchführung der Messungen in einer räumlich beengten Gezeitenstation, ist einer Methode der Azimutbestimmung, welche direkt auf der Schwerpunktsebene ABC_o aufbaut, bei besserer Genauigkeit ihrer Resultate der Vorzug zu geben.

3. Kurze Erläuterung des von L. Skalsky beschriebenen Verfahrens

Wird die Schwerpunktsebene senkrecht von der horizontalen Verbindungslinie der Fußschraubenspitzen S_1S_2 durchstoßen, so behält der Pendelarm seine Richtung bei, wenn man mittels der Empfindlichkeits-Fußschraube S_3 die Neigung der Achse AB ändert. Auf der Registrierskala erhält man die zugehörige Stellung der Lichtmarke y_a. Damit läßt sich die Richtung der Ebene ABC_o von der Richtung S_1S_2 ableiten, welche in einfacher Weise an das geodätische Grubennetz angeschlossen werden kann. (siehe 3.2.)

3.1. Justierung der Schwerpunktsebene orthogonal zur Verbindungslinie der Fußschraubenspitzen S_1S_2:

Skalsky gibt in [5], S. 404 die Näherungsformel (12) an, welche den Zusammenhang zwischen der Auslenkung ε des Pendelarms und

der Neigung der Drehachse AB darstellt (Abb. 1):

$$\varepsilon = F(\omega) \cdot [1 + f(i_o)] + f(i_o) \cdot \varepsilon_o \qquad \ldots(1)$$

Dabei ist $F(\omega) = \omega \cdot \Delta\phi/2\rho'$

und $f(i_o) = \frac{i_o}{i_o + \Delta\phi} > 0$

ε ... horizontaler Winkel zwischen der Ebene ABC_o und der Normalebene auf die Verbindung S_1S_2

ω ... Neigung der Verbindung S_1S_2

i_o ... Neigung der Pendelachse AB in Ausgangsstellung

ε_o ... mittels der Schraube S_2 vorgegebene Auslenkung des Pendelarms

$\Delta\phi$ ... zusätzliche Neigung der Achse AB, ausgeführt mittels der Schraube S_3

In der Formel (1) erscheinen die wichtigen Parameter ω und ε_o getrennt. Die das Verfahren störende Neigung der Verbindungslinie S_1S_2 kann leicht abgeschätzt werden:
Skalsky zeigt in [5], Fig. 3, daß bei

$$\omega = 10^o \text{ und } \Delta\phi = 120'$$

der Pendelarm nur um 11' von der Orthogonalität zu S_1S_2 abweicht. Allgemein ist es leicht möglich, die Neigung $\omega < 10^o$ zu halten. Bei den in 4. beschriebenen Experimenten war stets $\omega < 1^o$ (entsprechend einem Niveauunterschied < 5 mm bei $S_1S_2 = 30$ cm).
Damit darf $F(\omega)$ aus der weiteren Betrachtung genommen werden. Die Formel (1) vereinfacht sich zu

$$\varepsilon = \frac{i_o}{\Delta\phi + i_o} \cdot \varepsilon_o \qquad \ldots (2)$$

Der Winkel i (= $i_o + \Delta\phi$) ist in der Praxis nicht direkt meßbar; er kann aber indirekt durch die Eigenschwingungszeiten des Pendels dargestellt werden:

$$i = \rho' \cdot \frac{T_o^2}{T_i^2} \qquad \ldots (3)$$

T_o ... Schwingungszeit des Pendels bei horizontaler Drehachse AB

T_i ... der Achsneigung i entsprechende Schwingungszeit

Drückt man ferner die ε durch die auf die Registrierskala bezogenen linearen Größen y aus, so ergibt sich aus den Gleichungen (2) und (3) :

$$\frac{y_i - y_a}{2\,D} \cdot \rho' = \frac{\rho' \cdot \left(\frac{T_o}{T_{io}}\right)^2}{\rho' \cdot \left(\frac{T_o}{T_i}\right)^2} \cdot \frac{y_{io} - y_a}{2\,D} \cdot \rho'$$

y_{io}/y_a ... zu $T_{io}/T_i = 0$ gehörende Ordinate

D ... Registrierentfernung

Da die Schwingungszeit T = O nicht existiert, ist y_a als Grenzwert für $T \to O$ zu verstehen. Durch

$$y_i = y_a + \frac{(y_{io} - y_a)}{T_{io}^2} \cdot T_i^2 = y_a + c \cdot T_i^2 \qquad \ldots (4)$$

ist der Zusammenhang zwischen den Ordinaten y_i und den Schwingungszeiten T_i gegeben und kann als "Neigungsparabel" bezeichnet werden. $(y_{io} - y_a)$ und T_{io} werden als Konstante betrachtet, solange die Neigung der Achse S_1S_2 erhalten bleibt. Die Gleichung (4) ist die "Arbeitsgleichung" des in Bad Grund durchgeführten Verfahrens.

Schon durch eine einzige Neigung von i_o nach $i_o + \Delta\phi$ werden die Unbekannten y_a und c eindeutig bestimmt, mehrere Neigungen ermöglichen eine Ausgleichung mit den Vorteilen einer Genauigkeitssteigerung und einer Fehlerrechnung.

Bei den Messungen der Neigungsparabeln sind häufig systematische Fehler aufgetreten, welche mit mechanischen Unzulänglichkeiten der Instrumente zusammenhängen. Die Fehler treten jedoch in Betrag und Richtung nicht regelmäßig auf, sie sind nicht eliminierbar. Daher wird angenommen, daß die einer Ausgleichung vorauszusetzenden "normalverteilten Beobachtungen" annähernd vorliegen.

3.2. Einmessung der Achse S_1S_2 auf eine Bezugsrichtung (Abb. 4):

In P_1, in etwa 2 - 3 m vom Pendel entfernt wird ein Theodolit zur Messung von γ und α aufgestellt. Die Richtung (S_1S_2) ergibt sich aus

$$(S_1S_2) = (P_1P_2) - \gamma + \beta$$

Aus α wird der Winkel β nach dem Sinussatz abgeleitet:

$$\sin\beta = (b/a)\cdot\sin\alpha$$

mit dem mittleren Fehler

$$m_\beta = \pm \sqrt{\left(\frac{\tan\beta}{b}\right)^2 m_b^2 + \left(\frac{\sin\beta}{a}\right)^2 m_a^2 + (b/a \cdot \cos\alpha)^2 m_\alpha^2} \quad .$$

Für b = 3 m, a = 30 cm, $\beta_{max} = 45^o$ erhält man die Überschlagsformel

$$m_\beta = \pm \sqrt{10^{-5} m_b^2 + 5 \cdot 10^{-6} m_a^2 + 10^2 m_\alpha^2} \qquad \ldots (5)$$

Soll m_β den Wert von $\pm$ 0.1^o nicht übersteigen, so betragen die Maximalwerte, wenn alle den gleichen Fehleranteil beitragen:

$$m_b = \pm 3 \text{ mm}, \; m_a = \pm 0.4 \text{ mm}, \; m_\alpha = \pm 20'' \quad .$$

Der Winkel β sollte 45° nicht wesentlich übersteigen, da dann der Koeffizient von m_b sehr groß wird. In einem solchen Falle ist es günstiger, die Richtung S_1S_3 zu bestimmen und sie nach einer Überprüfung des rechten Winkels bei S_1 auf die Richtung S_1S_2 umzurechnen.

4. Durchführung der Azimutbestimmungen

Im Rahmen von Versuchsregistrierungen in der Station Bad Grund mit den in 2.1. erwähnten Pendeln der Typen VM und TE* wurden die Meßplätze der Geräte mehrmals gewechselt und die Geräte jeweils neu orientiert. Wegen der beengten räumlichen Verhältnisse in der Station war es erforderlich, nach jeder Umstellung den Registrierspiegel relativ zum Pendelarm zu verdrehen, um die Registrierung in den Azimuten nahe beim Meridian bzw. beim 1. Vertikal zu ermöglichen.

4.1. Zur Messung der Neigungsparabeln:

Ausrüstung: Stoppuhr (1/10 sec) mit Schleppzeiger, 1 m langer Maßstab mit mm-Teilung, Anbringung am Registriergerät

Messung: Schwingungszeitbestimmung (T_i) aus 2 vollen Schwingungen, Zwischenkontrolle nach 1 Schwingung; $m_T = \pm$ 0.3 sec; y_i fällt mit dem Schwingungsmittelpunkt zusammen
$m_{yi} = \pm$ 1 ... 2 mm

Messungsablauf:

Parabel 1: 1 Neigungsvorgang zur genäherten Bestimmung von y_a (T_{io} = 60 sec ... 10 - 15 sec)

Parabel 2 ... n: (T_{io} = 60 sec ... T_i = 10 sec) in 5 - 10 Neigungsschritten, y_{io} wird mittels der Schraube S_2 möglichst nahe bei y_a eingestellt.

4.2. Ergebnisse:

Eine Aufstellung der ausgeglichenen Neigungsparabeln gibt die Tabelle 1, ein Teil davon ist in den Abbildungen 5 - 7 graphisch dargestellt.

Die Zusammenstellung der durchschnittlichen inneren ($\overline{m_{ya}}$) und der äußeren Fehler (M_{ya}) (Tabelle 2), läßt erkennen, daß die $\overline{m_{ya}}$ zu klein ausfallen, also die Messung einer einzelnen Parabel ein zu günstiges Bild ergibt.

Die innere Genauigkeit der VM-Pendel ist deutlich besser, als die der TE*-Pendel; die äußeren Genauigkeiten zu vergleichen, ist wegen der zu geringen Datenmengen nicht möglich.

4.3. Fehlerquellen

4.3.1. Instabile Achse S_1S_2:

Die Abbildung 3 gibt die Fußschraube S_2 ("Drift-Schraube") eines TE*-Pendels auf der Eichmembran schematisch wieder. Es ist leicht einzusehen, daß die Berührungsfläche der Schraube mit der Membran nicht genähert punktförmig, sondern ringförmig ist, falls die Schraubenspitze einen größeren Öffnungswinkel, als die Einsenkung in der Mitte der Membran besitzt. Die Neigungsachse ist in S_2 wesentlich schlechter definierbar, als in S_1 (die Spitze rollt hier auf einer ebenen Fläche ab).

Diese Vermutung steht im Einklang mit den besseren Ergebnissen der VM-Pendel; ihre Fußschrauben haben schlankere Spitzen, es wurden "crapaudinen" des neueren Typs (Nr. 111, 119) benutzt, welche flachere Einsenkungen besitzen.

4.3.2. Die Spitzen der Fußschrauben liegen nicht in deren Achsen:

Die Eichmembran des Pendels TE* 102 wurde nach Messung der Parabel Nr. 5 durch ein Distanzstück mit ebener Oberfläche ersetzt, um den in 4.3.1. beschriebenen Fehler auszuschließen. Die Ergebnisse (TE* 102, Nr. 6,7) erbringen einen Teilerfolg: m_{ya} geht von $\pm$ 1.9 cm auf $\pm$ 1.2 cm zurück. Beim Versuch wurde jedoch beobachtet, daß durch die Drehung der Fußschraube S_3

Tabelle 1

1	2	3	4	5
Pendel		$y = y_a \pm m_{ya} + (c \pm m_c) \cdot T^2$		
VM 63	1	63.7 ± 0.8 - (0.680 ± 0.033)	3	
	2	62.7 ± 0.7 + (0.092 ± 0.082)	9	
	3	61.0 ± 0.6 + (0.079 ± 0.035)	9	
	4	61.1 ± 0.3 - (0.129 ± 0.017)	7	
	5	59.2 ± 0.2 - (0.164 ± 0.019)	8	
VM 63	6	6.4 ± 0.3 + (1.770 ± 0.070)	8	
VM 64	1	87.3 ± 0.4 - (0.979 ± 0.020)	5	
	2	87.5 ± 0.2 - (0.091 ± 0.031)	3	
	3	84.3 ± 2.0 + (0.066 ± 0.059)	5	
	4	88.1 ± 1.1 - (0.294 ± 0.180)	5	
VM 64	5	27.5 ± 0.7 + (0.342 ± 0.204)	7	
TE* 101	1	35.0 ± 6.5 + (0.959 ± 0.320)	5	
	2	20.1 ± 1.7 + (1.690 ± 0.410)	9	
TE* 101	3	77.9 ± 7.7 - (5.030 ± 3.840)	8	
TE* 102	1	68.6 ± 2.3 + (0.206 ± 0.459)	10	
	2	72.6 ± 1.7 - (0.107 ± 0.099)	10	
	3	69.5 ± 1.9 + (0.078 ± 0.405)	10	
TE* 102	4	74.5 ± 1.1 + (0.247 ± 0.150)	7	
TE* 102	5	18.6 ± 2.5 - (0.167 ± 0.210)	8	
	6	19.6 ± 1.5 - (0.077 ± 0.140)	9	
	7	22.0 ± 0.9 - (0.098 ± 0.278)	7	

1 Pendel-Nr.
2 Nr. der Neigungsparabel
3 Gleichung der Neigungsparabel
4 Anzahl der Beobachtungen y_i
5 In den Abb. 5 - 7 verwendete Zeichen

Tabelle 2: Zusammenstellung der Fehler

Pendel-Nr.	Par.Nr.	M_{ya}	$\overline{m_{ya}}$	m.F. in ^{o}
VM 63	1 - 5	$\pm$ 1.7 cm		$\pm$ 0.1^{o}
VM 63	1 - 6		$\pm$ 0.5 cm	$\pm$ 0.03^{o}
VM 64	1 - 4	$\pm$ 1.7 cm		$\pm$ 0.1^{o}
VM 64	1 - 5		$\pm$ 0.9 cm	$\pm$ 0.05^{o}
TE*101	1 - 3		$\pm$ 5.3 cm	$\pm$ 0.3^{o}
TE*102	1 - 5		$\pm$ 1.9 cm	$\pm$ 0.11^{o}
TE*102	6 - 7		$\pm$ 1.2 cm	$\pm$ 0.07^{o}
TE*102	1-3, 6-7	$\pm$ 2.0 cm		$\pm$ 0.12^{o}

das gesamte Pendelgestell in Bewegung geraten kann. Weicht die Spitze nur um wenige Zehntel-mm von der Fußschraubenachse ab, so kann das Pendelgestell um etwa 0.1^{o} verschwenkt werden.

5. Schlußbetrachtung

Das Neigungsverfahren zur Azimutbestimmung von Horizontalpendeln hat sich nach Maßgabe der von M. Schneider in [4] formulierten Azimut-Toleranzen für die Pendel des Typs Verbaandert-Melchior als gerade ausreichend genau erwiesen. Die Fußschrauben der Pendel des Typs Tomaschek-Ellenberger müßten mechanisch verbessert werden, um gleichgute Ergebnisse zu liefern.

Ist die Umstellung der Geräte auf eine Nullmethode beabsichtigt, wie A. Vogel in [7] beschreibt, so wird aufgrund der Kompensation der Pendelausschläge das Azimut unveränderlich. Damit wird auch eine wesentlich genauere Azimutbestimmung interessant. Es erscheint jedoch nicht möglich, die Genauigkeit des Neigungsverfahrens unter Benutzung der Fußschraube S_3 auch nach mecha-

nischer Überarbeitung der Geräte wesentlich zu steigern. Erst die Anwendung eines Kipptisches, wie ihn G. Mittelstraß in [3] als Eichgerät vorstellt, verspricht eine Elimination der in 4.3. angesprochenen Fehler:
Die instabile Achse S_1S_2 wird durch ein Federgelenk ersetzt; an die Stelle der Schraube S_3 tritt eine Kippschraube, welche die Richtung und Neigung des Federgelenks praktisch nicht beeinflussen kann.

LITERATUR

[1] M. Bonatz: Eine Bemerkung zur Azimutbestimmung von Horizontalpendeln
Marées Terrestres, Bull.d'Inf. Nr. 47 (1967), S. 1953

[2] P. Dziedo: Azimutbestimmung von 4 Horizontalpendeln (Seminararb. am Lehrstuhl f. Theoretische Geodäsie, TU Hannover, 1972), nicht veröff.

[3] G. Mittelstraß: Konstruktionsprinzipien von Horizontaleinfachpendeln, Dissertation Hannover 1966

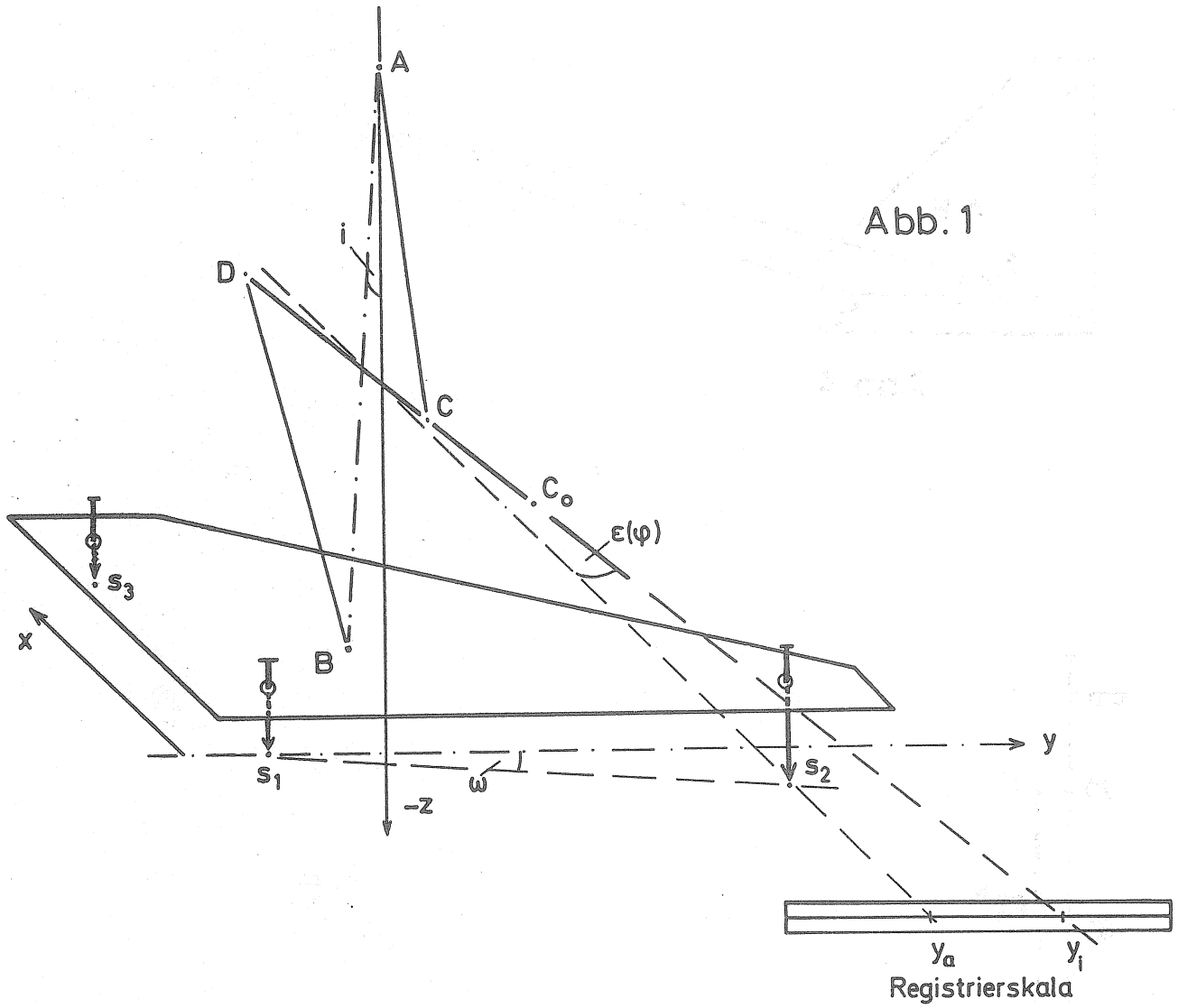
[4] M. Schneider: Zur Bestimmung des Azimuts bei Lotschwankungsmessungen, Marées Terrestres, Bull.d'Inf. Nr. 32, S. 873

[5] L. Skalsky: Determination of Azimuths of Simple Horizontal Pendula
Studia geoph. et geod. 13, 1969, S. 400

[6] A.P. Venedikov: Installation d'une station clinométrique près de Sofia et note sur l'orientation des pendules horizontaux
Comm.Obs.Roy. de Belgique Nr. 236, p. 318, 1964

[7] A. Vogel: A Horizontal Pendulum Station with Tilt Compensation
Comm. Obs. Roy. de Belgique, Ser.A. Nr. 9 p. 213, 1970

Abb. 1



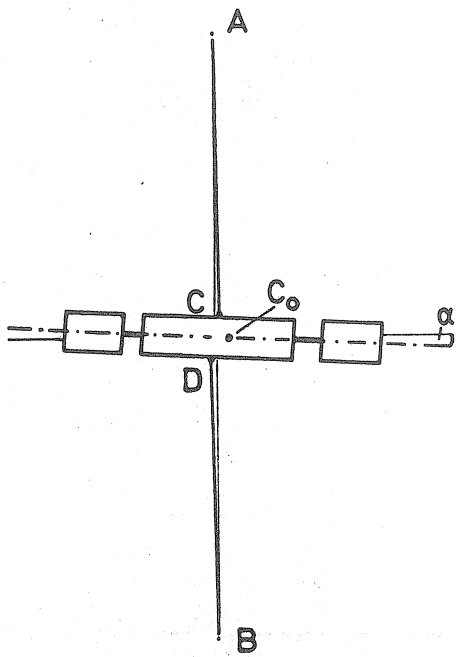


Abb. 2: Vorderansicht TE-Pendel

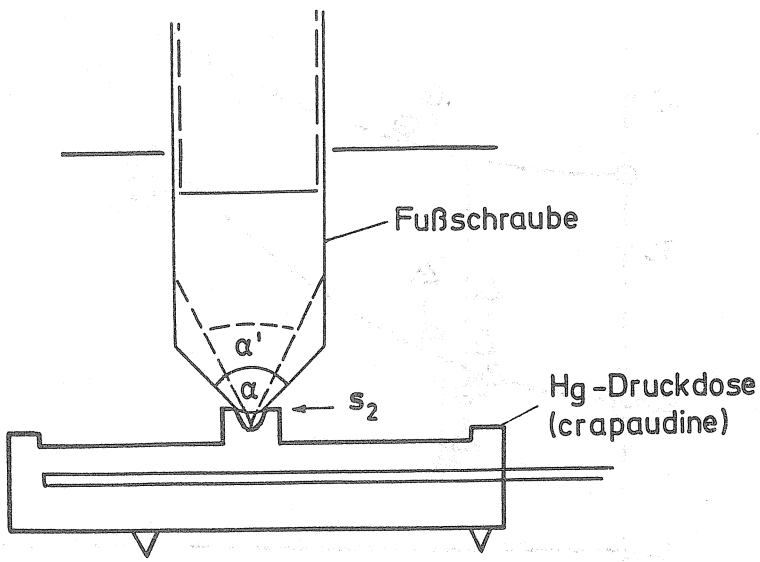


Abb. 3: Fußschraube eines TE-Pendels

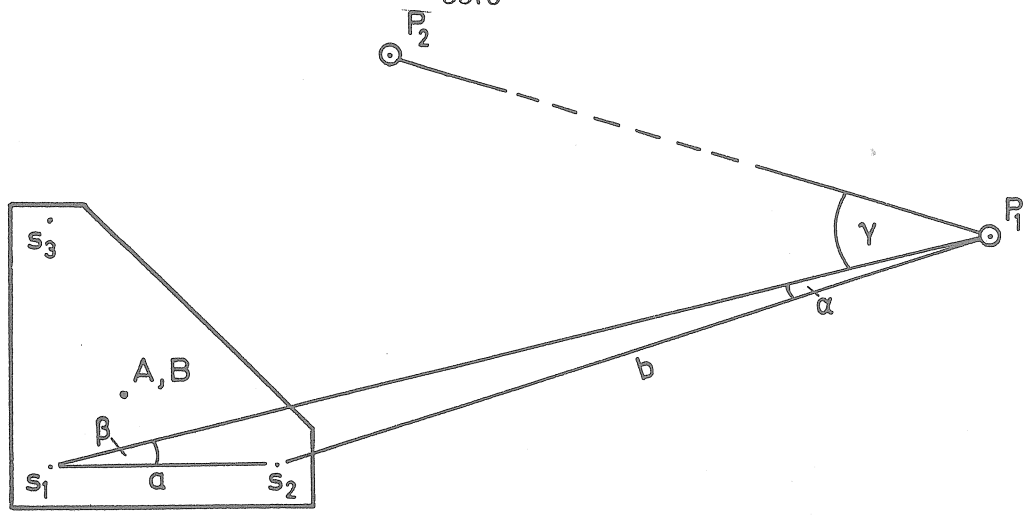

P2
P1
S3
A, B
S1
S2
γ
α
β
a
b

Abb. 4

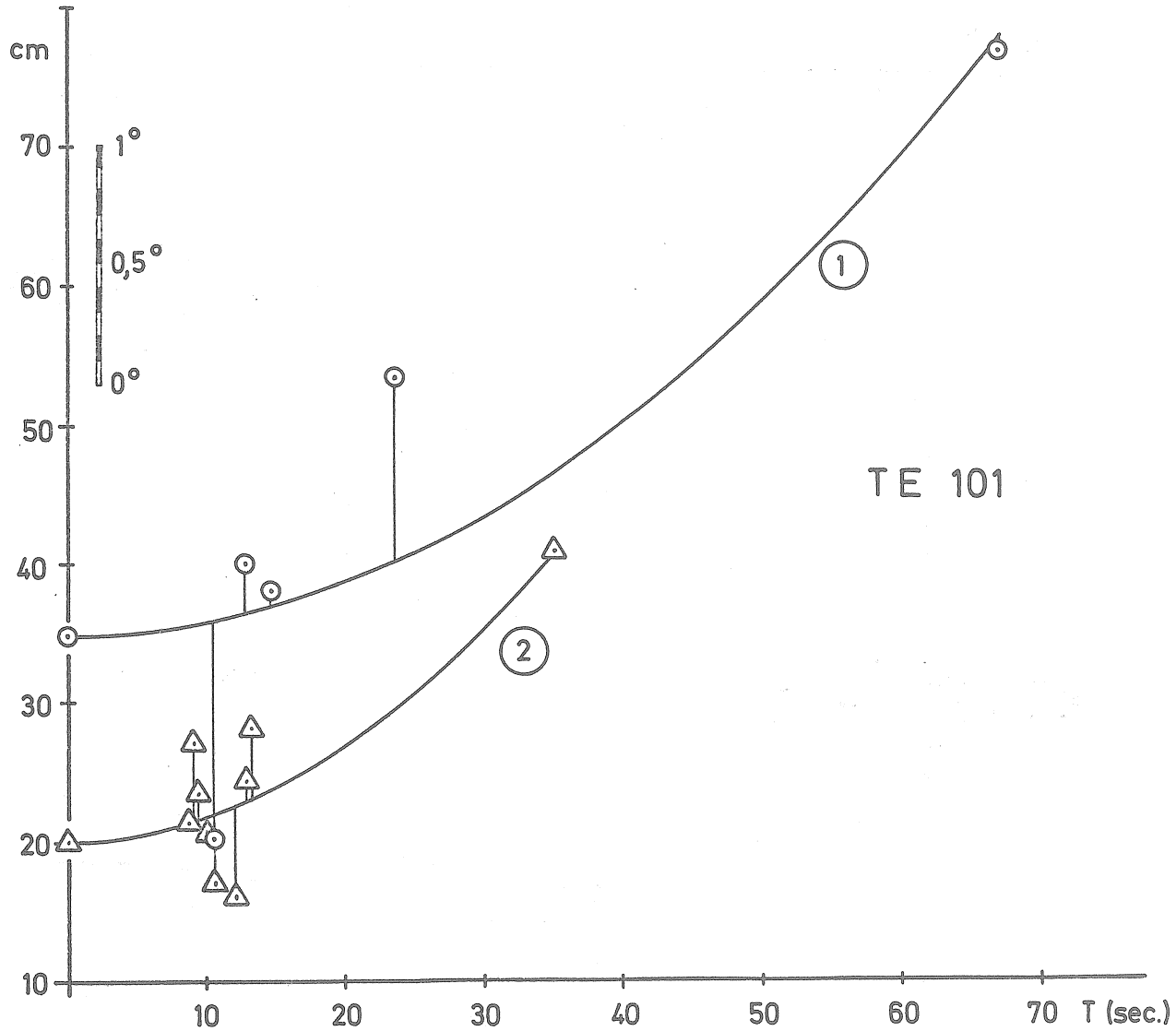

cm
70
60
50
40
30
20
10
1°
0,5°
0°
1
2
TE 101
10
20
30
40
50
60
70
T (sec.)

Abb. 5

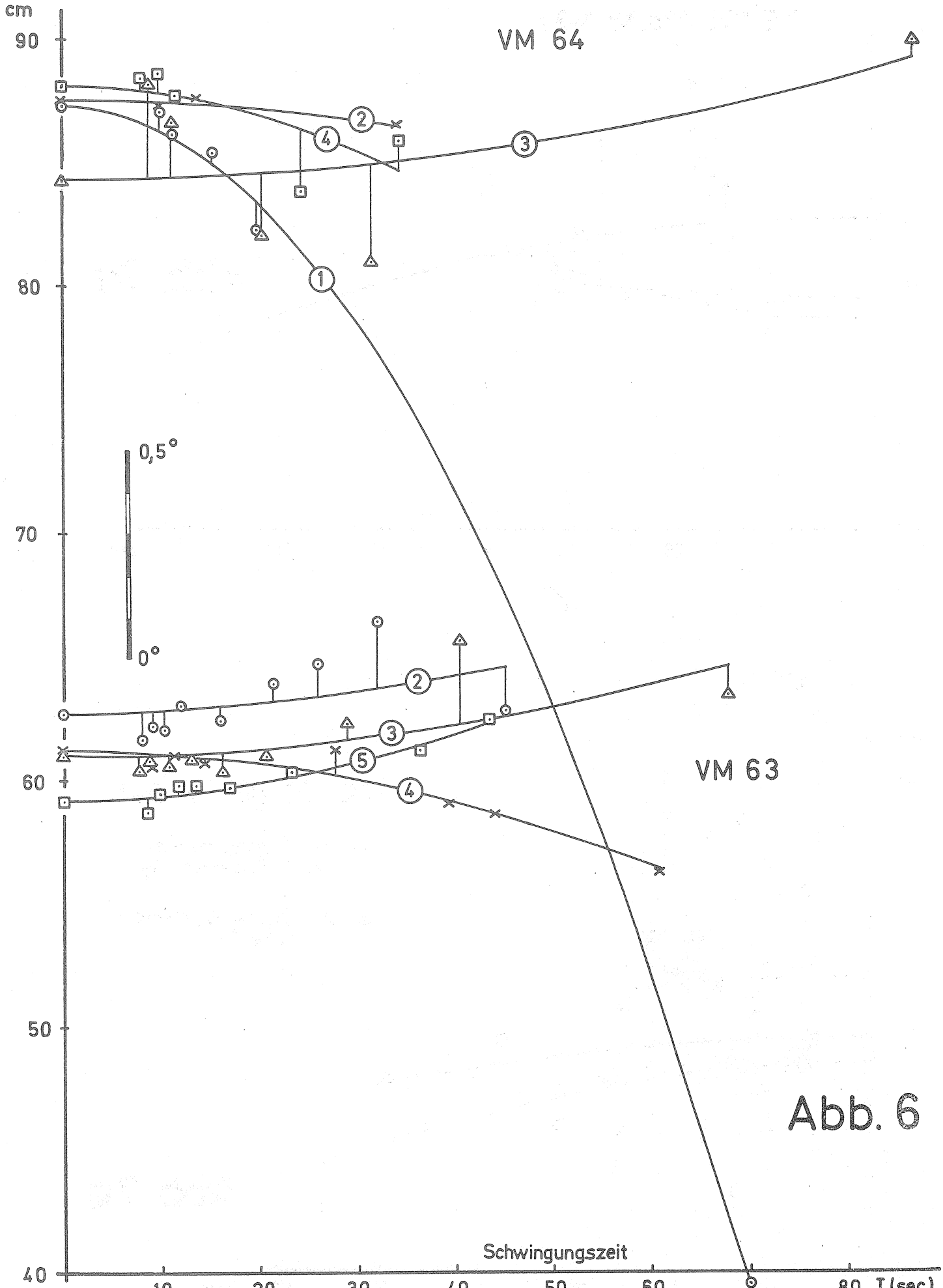

cm
90
80
70
60
50
40
VM 64
VM 63
0,5°
0°
1
2
3
4
5
Schwingungszeit
10
20
30
40
50
60
80 T(sec)

Abb. 6

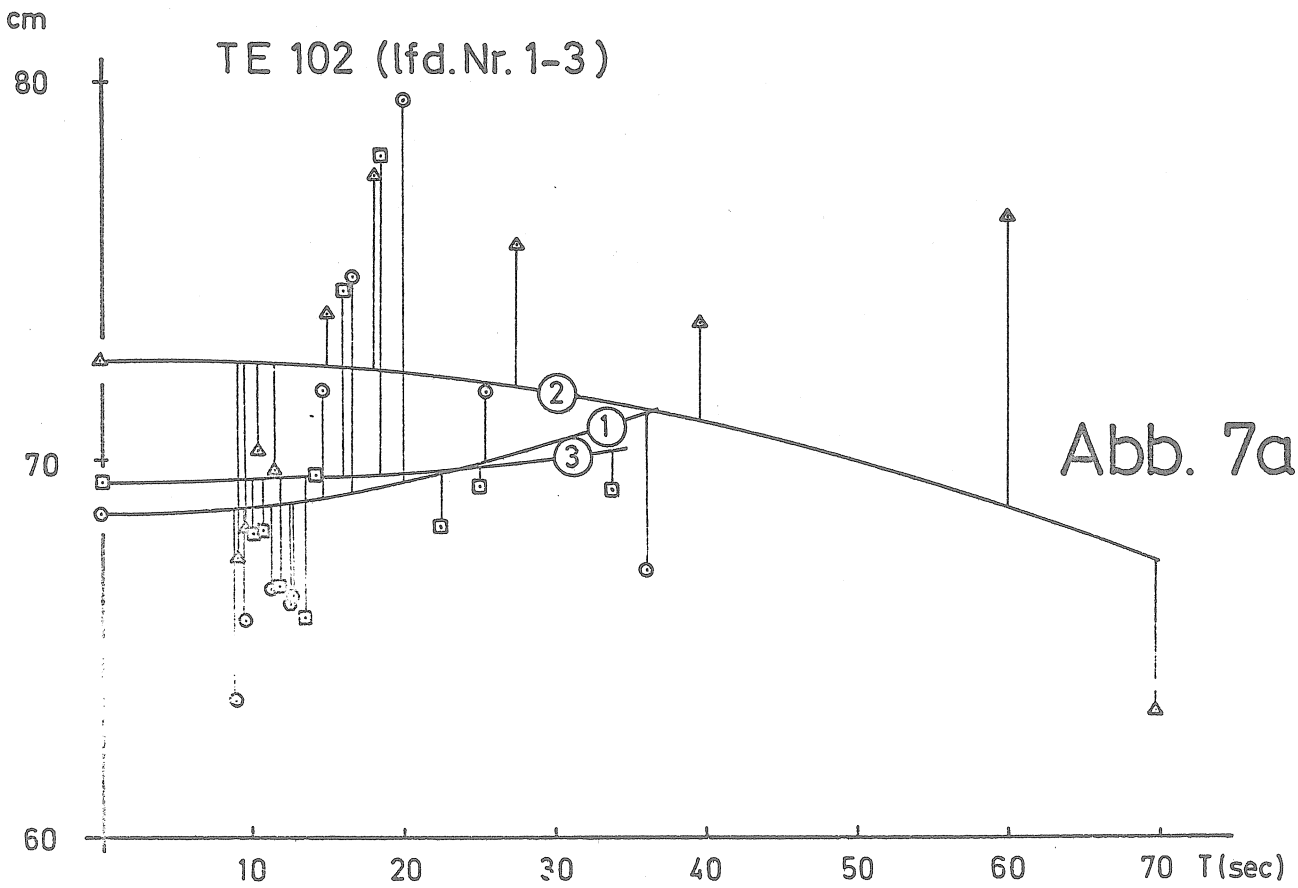

cm
TE 102 (lfd. Nr. 1-3)
80
70
60
10
20
30
40
50
60
70
T (sec)
1
2
3

Abb. 7a

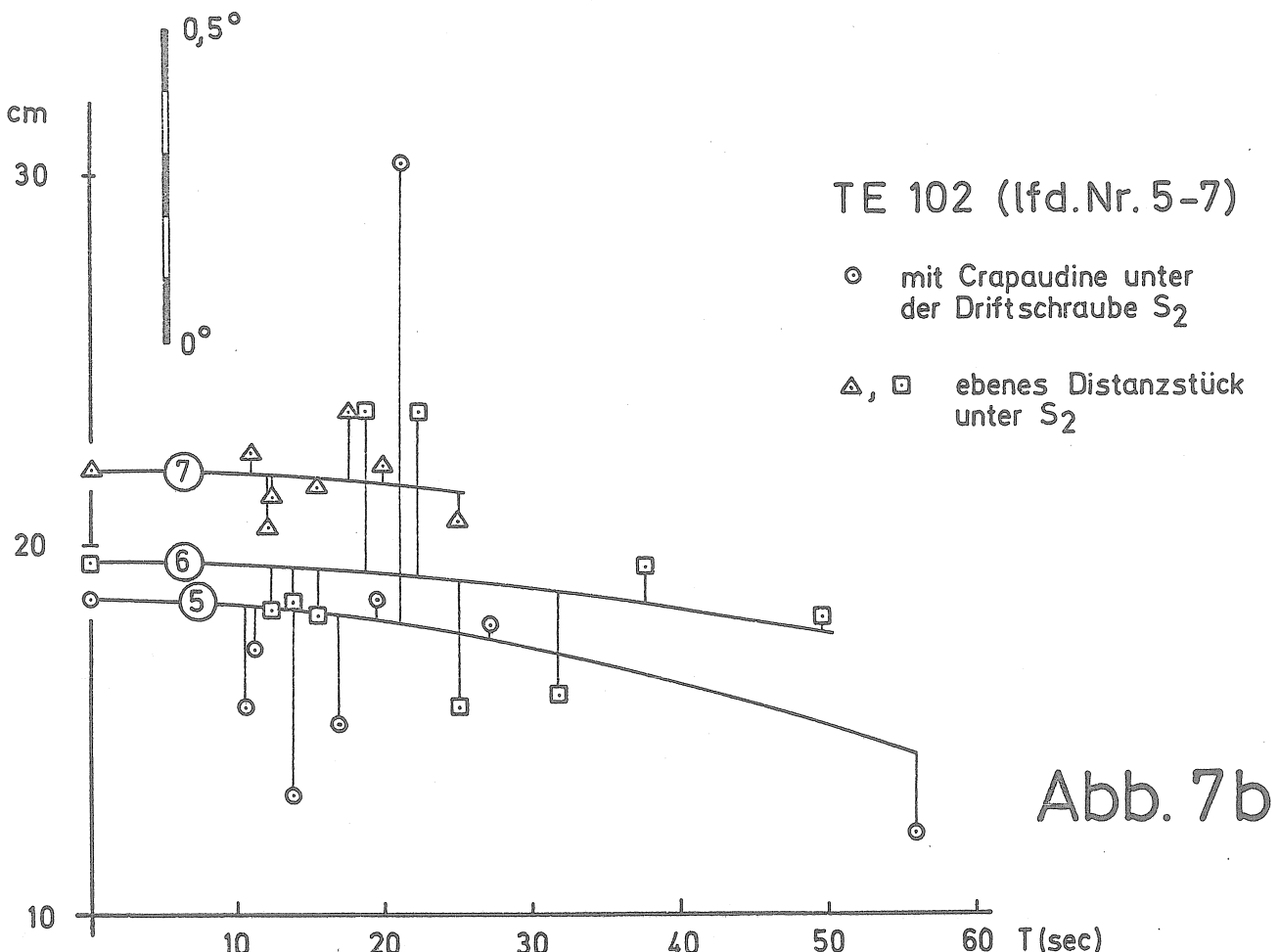

0,5°
0°
cm
30
20
10
TE 102 (lfd. Nr. 5-7)
mit Crapaudine unter der Driftschraube S_2
ebenes Distanzstück unter S_2
10
20
30
40
50
60
T (sec)
5
6
7

Abb. 7b

Traduction.

SUR LA DETERMINATION DU NOMBRE DE LOVE D'APRES LES VARIATIONS DUES AUX MAREES DE LA ROTATION D'UNE TERRE COMPRESSIBLE

N.N. PARIISKII, B.P. PERTSEV

Physique de la Terre N° 3 - 1972.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЧИСЛА ЛЯВА ПО ПРИЛИВНЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ ВРАЩЕНИЯ СЖИМАЕМОЙ ЗЕМЛИ

Н. Н. ПАРИЙСКИЙ, Б. П. ПЕРЦЕВ

Физика Земли № 3 - 1972. Стр. 11-14.

Les formules de Jeffreys-Woolard reliant le nombre de Love k aux irrégularités de la rotation de la Terre dues aux marées sont valables dans le cas d'un modèle compressible de la Terre.

Dès 1928, Jeffreys a attiré l'attention [1] sur le fait que les marées terrestres peuvent influencer la détermination précise de l'heure et il a donné une belle déduction de la relation entre le nombre de Love k et les irrégularités de la rotation de la Terre, sans limiter sa déduction à la condition de non-compressibilité de la matière terrestre. Cependant plus tard Anderson [2] en 1927, Woolard [3] en 1959, Melchior [4] en 1966, A. Stoyko [5] en 1970 ont considéré la détermination de k d'après les variations à longue période de la vitesse de rotation de la Terre d'après les formules de Jeffreys-Woolard comme uniquement applicable pour le cas de la Terre non compressible.

Il est simple de démontrer que cette limitation est superflue. En effet, le potentiel d'attraction de n'importe quel corps en un point extérieur peut être représenté sous la forme

$$V = g\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{r^{n+1}}\sum_{i=0}^{2n} D_n^i S_n^i(0,\lambda), \qquad (1)$$

où S_n^i sont les fonctions sphériques de surface et les coefficients

$$D_n^i = \int_v r^n \rho(r,0,\lambda) S_n^i(0,\lambda)\, dV. \qquad (1')$$

Pour la Terre, avec une répartition symétrique axiale de la densité, les moments équatoriaux d'inertie sont égaux (A = B). En choisissant l'origine du système des coordonnées sphériques au centre de masse de la Terre et en identifiant l'axe polaire à l'axe d'inertie, nous avons :

$$V = g\frac{M}{r} + g\frac{A-C}{r^3}S_2^0(\theta) + g\sum_{n=3}^{\infty}\frac{1}{r^{n+1}}D_n^0 S_n^0(\theta), \qquad (2)$$

où g est l'attraction constante, A, C, M sont les moments équatorial et polaire d'inertie de la Terre et sa masse, θ est la colatitude.

Sous l'influence des marées à longue période, la Terre se déforme en restant un corps de révolution. Alors la variation de densité à l'intérieur de la Terre est :

$$\delta\rho(r,\theta,t) = \sum_{n=2}^{\infty}\delta\rho_n(r,t)S_n^0(\theta). \qquad (3)$$

Sous l'influence des marées, la forme des surfaces de discontinuité de la densité varie. L'influence de cette variation sur le potentiel extérieur peut être considérée par l'introduction sur chaque surface de discontinuité à une distance r du centre de la Terre d'une couche avec une densité de surface

$$\delta\rho_k(r_k,0,t) = \Delta\rho_k H(r_k,\theta,t) = \Delta\rho_k\sum_{n=2}^{\infty}h_n(r_k,t)S_n^0(\theta), \qquad (4)$$

où $\Delta\rho_k$ est le saut de densité sur la surface de discontinuité.

La variation du potentiel extérieur sous l'influence des déformations de marées peut alors être représentée par

$$\delta V(r,0,t) = -g\frac{\delta C-\delta A}{r^3}S_2^0(\theta) + \sum_{n=3}^{\infty}\frac{4\pi g}{2n+1}\frac{\Phi_n}{r^{n+1}}S_n^0(\theta), \qquad (5)$$

où

$$\Phi_n = \int_0^a r^{n+2}\delta\rho_n(r,t)\,dr + \sum_k \Delta\rho_k r_k^{n+2}\,h_n(r_k,t). \qquad (5')$$

En se limitant aux termes du troisième ordre, nous obtiendrons

$$\delta V(r,0,t) = -g\frac{\delta C-\delta A}{r^3}S_2^0(\theta) + \frac{4\pi g}{7r^4}\Phi_3 S_3^0(\theta),$$
$$\Phi_3 = \int_0^a r^5\delta\rho_3(r,t)\,dr + \sum_k r_k^5\,\Delta\rho_k h_3(r_k,t). \qquad (6)$$

D'autre part, nous pouvons exprimer les variations de marées du potentiel de la Terre dans l'espace extérieur par le nombre de Love k.

Si $V_n(r,\theta,t)$ potentiel générateur de marée est d'ordre n, alors le potentiel additionnel (provoqué par la déformation) à la surface sera $k_n\ V_n(r,\theta,t)$. La surface de la Terre est considérée ici comme une sphère et le potentiel

$$\delta V_n(a,0,t) = k_n V_n(a,\theta,t) = k_n V_n(a,t)S_n^0(\theta)$$

se rapporte aux points de cette sphère se trouvant sur la couche de surface tenant compte de la déformation de marée de la surface de la Terre.

Il est essentiel que le lien du potentiel de marée $V(a,\theta,t)$ avec le potentiel complémentaire $\delta V(a,\theta,t)$ par la constante de Love k se maintienne aussi pour le cas de la Terre compressible, comme l'ont montré Takeuchi [6] et Molodenskii [7]

Dans tout l'espace extérieur

$$\delta V_n(r,0,t) = \delta V_n(a,0,t)\frac{a^{n+1}}{r^{n+1}} = \delta V_n(a,t)\frac{a^{n+1}}{r^{n+1}} S_n^0(\theta),$$

$$\delta V(r,0,t) = \sum_{n=2}^{\infty} k_n V_n(a,t)\frac{a^{n+1}}{r^{n+1}} S_n^0(\theta), \tag{7}$$

où $V_n(a,t)$ - le potentiel de marée sur la surface de la Terre, sans facteur géodésique peut être utilisé dans la forme donnée par Doodson en 1921 [8].

En se limitant aux termes des second et troisième ordres, nous avons

$$\delta V(r,0,t) = k_2 V_2(a,t)\frac{a^3}{r^3} S_2^0(0) + k_3 V_3(a,t)\frac{a^4}{r^4} S_3^0(0). \tag{8}$$

En comparant (6) et (8) et en tenant compte que δC et δA varient en opposition avec $V_2(a,t)$ nous obtiendrons conformément à Jeffreys

$$k_2 = \frac{g(\delta C - \delta A)}{V_2(a,t)a^3} \tag{9}$$

et également

$$k_3 = \frac{4\pi}{7}\frac{g\Omega_3}{V_3(a,t)a^4}. \tag{10}$$

On n'a pas fait jusqu'à présent de restrictions au sujet de la non-compressibilité de la Terre. Cette restriction a été proposée par Anderson et Woolard pour établir les relations entre δA et δC. Mais après les travaux de Takeuchi et Molodenskii il s'ensuit que cette limitation est inutile.

En effet, le moment central d'inertie de la Terre I_0

$$I_0 = \frac{1}{2}(A+B+C) = \int_V r^2 dm$$

varie uniquement à cause des déplacements radiaux δr de chaque élément de la masse dm. En suivant chaque élément de la masse dans les déformations de marées à longue période, nous aurons :

$$\delta I_0 = \delta A + \frac{1}{2}\delta C = 2\int_V r\delta r(r,0,t)\,dm,$$

puisque $\delta A = \delta B$. Mais conformément à [6] et [7] et pour la Terre compressible.

$$\delta r = \sum_n \delta r_n = \sum_n h_n(r,t) S_n^0(\theta).$$

Pour les marées à longue période, le facteur géodésique correspond avec $S_n^0(0)$

$$dm = r^2\rho(r)\,dr\,d\omega,$$

$$\delta I_0 = 2\sum_n \int_0^a r^3 h_n(r,t)\rho(r)\,dr \int_\Omega S_n^0(0)\,d\omega = 0, \tag{11}$$

puisque

$$\int_{\Omega} S_n^0(\theta)\, d\omega^* = 0,$$

et

$$\delta A = -\frac{1}{2}\delta C. \qquad (12)$$

D'où (9)

$$k_2 = \frac{3}{2}\frac{g\delta C}{V_2(a,t)a^3}.$$

Nous avons obtenu (12) en suivant le déplacement de marée des éléments compressibles de la masse. Il est facile de démontrer que nous obtiendrons la même relation en tenant compte des variations de marées de la densité dans des volumes fixes et en tenant compte des changements de forme de la surface de discontinuité de la densité en utilisant la théorie des marées pour la Terre compressible.

Comme nous le savons [8]

$$V_2(a,t) = \frac{3}{4} g M_m \frac{a^2}{c^3} \sum A_i \cos(\omega_i t + \beta_i),$$

où M_m sont les masses de la Lune et C est sa distance moyenne et chaque onde de marée à longue période donne une variation correspondante du moment d'inertie δC et par conséquent le terme périodique correspondant dans la durée du jour avec une amplitude δS_i égale

$$\delta S_i = \delta C_i \frac{S}{C} = \frac{1}{2} M_m \frac{a^5}{c^3} \frac{S}{C} A_i k_2. \qquad (13)$$

Du fait des variations de la vitesse de rotation, les forces centrifuges amenant à une variation supplémentaire du moment d'inertie varient aussi un peu. Cependant il est simple de démontrer que même lors d'une majoration de cet effet la correction correspondante dans la détermination de k_2 d'après la formule (13) est plus petite que 0,5 %.

L'étude de l'influence des marées à longue période sur la rotation de la Terre commencée avec succès par Markowitz [9] et continuée ensuite par A. et I. Stoyko [10], Pilnik [11], Goubanov [12] et Guinot [13] permet de déterminer le nombre de Love k_2 en appliquant la formule Woolard également pour le cas de la Terre compressible. Le développement des méthodes au laser et radioastronomiques de mesure permet apparemment d'augmenter sensiblement la précision des mesures et l'efficacité de la détermination de la valeur globale k_2 d'après les irrégularités de marées de la rotation de la Terre.

BIBLIOGRAPHIE

1. H. JEFFREYS
Possible tidal effects on accurate time-keeping
Mon. Not. R.A.S., G.S. 2,56-58, 1928.

2. F. ANDERSON
Berechnung der Variation der Tageslänge infolge der deformation der Erde durch fluterzeugende Kräfte
Arkiv f. Math., Astron. und Fysik, R.G.A., 26 A. 1, 1937.

3. E. WOOLARD
Inequalities in Mean Solar Time from Tidal Variations in the Rotation of the Earth.
Astron. J., 64, N° 4, p. 140, 1959.

4. P. MELCHIOR
Marées terrestres p. 293 "Mir" 1968.

5. A. STOYKO
La Variation Séculaire de la rotation de la terre et les problèmes connexes.,
Annales Guebhard, 46, 236-316, 1970.

6. H. TAKEUCHI
On the Earth tide of the compressible Earth of variable density and elasticity.
Trans. Amer. Geophys. Union, 31, N° 5, 651-689, 1950.

7. M. MOLODENSKII
Marées élastiques, nutation libre et certains problèmes de structure de la Terre.
Trav. de l'Inst. de Géoph. n° 19 (146) pp. 3 à 52. Edit. Ac. des Sc. URSS, 1953.

8. A. DOODSON
The harmonic development of tide-generating potential.
Proc. Roy. Soc. A.100, 305-329, 1921.

9. W. MARKOWITZ
Lunar and Solar Earth-tides and the Rotation of the Earth
Third international Symposium on Earth Tides, Trieste, VII, 6-11, 1959,
Bollettino di Geofisica Anno 11, N° 5, III, 1960, Trieste.

10. A. et N. STOYKO
La détermination de l'influence des marées terrestres à longue période sur la rotation de la Terre.
VI Symp. Intern. sur les Mar. Terr., 222-225, Bruxelles, 1970.

11. G. PILNIK
Marées lunaires et rotation de la Terre.
Izv. Ac. des Sc. URSS, Phys. de la Terre, 8, 3 à 7,
Analyse de corrélation des marées terrestres et de la nutation.
Revue astronom. 47 Publ. 6 1308 à 1322, 1970.

12. V. GOUBANOV
Déformations de marées et nutation de deux semaines de la Terre d'après les résultats d'observation de cinq services de l'heure.
Revue Astronom. 43, N° 3, 671, 1969.

13. B. GUINOT
Short period terms in universal time.
Astron. and Astrophys. 8, N° 1 p. 26, 1970.

Eine Bemerkung zum Einfluß der Innentemperatur des Askania-Gravimeters GS 15 Nr. 206 auf den Eichfaktor.

von Manfred Bonatz, Bonn

Summary:

The influence of changes of internal gravimeter temperature on the calibrationfactor is 0,6 % per centigrade.

Wie in (1) und (2) gezeigt wurde, zeichnet sich das Gravimeter GS 15 Nr. 206 durch eine außerordentlich hohe Langzeitkonstanz des Eichfaktors (Analogumformung der Lageänderungen der Gravimetermasse) aus. Allerdings konnte bei den genannten Messungen auf dem Europäischen Gezeitenprofil erreicht werden, daß die äußeren Messungsbedingungen mit Ausnahme der Raumtemperatur im wesentlichen gleich blieben. Ebendiese Umgebungstemperatur ist es aber, die sich von Station zu Station mehr oder weniger stark ändert. Da andererseits aber auch bei einem temperaturstabilisierten Gravimeter die Innentemperatur in geringem Maße von der Außentemperatur abhängt, erhebt sich die Frage nach der quantitativen Erfassung von Wirkungen solcher kleiner Temperaturänderungen im Gravimeter auf die Registrierergebnisse. Es sind dies vor allem Drifteffekte und Änderungen des Eichfaktors, wobei diese Wirkungen sowohl vom mechanischen Teil des Gravimeters als auch von der Elektronik des kapazitiven Abgriffsystems herrühren können.

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen des Eichfaktors des Gravimeters GS 15 Nr. 206 wurden in den Innen-Temperaturbereichen 35°, 40° und 45°C Spindelverstellungen um jeweils $20 \cdot 10^{-2}$ MSkt (mit Meßbereichsumschaltung an der Registriereinheit) durchgeführt. Die zugeordneten Meßwertausschläge am Registrierschreiber betrugen im Mittel 175, 181 und 186 mm. Daraus ergibt sich eine Änderung des Eichfaktors von etwa 6% pro 10°C Innentemperaturänderung. Will man eine Konstanz des Eichfaktors von 1 ‰ halten,

so folgt, daß alle Temperaturschwankungen im Gravimeter von kleiner als 0,2°C für den Eichfaktor unerheblich sind (nicht jedoch für die Drift!). Untersuchungen zur Trennung des Temperatureffektes in einen mechanischen und einen elektronischen Anteil sind vorgesehen.

Literatur:

(1) Bonatz, M.: Zur Frage der Konstanz des Eichfaktors des neuen Askania-Gravimeters GS 15, BIM 62 (1971) S. 3214

(2) Bonatz, M.: Untersuchungen des Eichfaktors der gravimetrischen Gezeitenmeßanlage der Universität Bonn, Askania-Gravimeter GS 15 Nr. 206 BIM 63 (1972) S. 3299

Traduction.

PREMIERES OBSERVATIONS DES VARIATIONS DE MAREES DE LA FORCE DE PESANTEUR A NOVOSIBIRSK

You K. SARITCHEVA

Rotation et déformations de marées de la Terre - Kiev 1970 - I pp. 180-192

ПЕРВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИЛИВНЫХ ВАРИАЦИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В НОВОСИБИРСКЕ.

Ю.К. Сарычева.

Вращение и приливные деформации Земли.
Киев I 1970 Стр. 180-192.

On a terminé en 1965 la construction de la station de Novosibirsk et depuis décembre on y a enregistré les marées de la pesanteur avec le gravimètre GS 12 n° 186 (enregistreur Bruno-Lange).

La station est située à 10 km à l'est d'Academgorod. Son altitude au-dessus du niveau de la mer est de 160 m. Le sol est sédimentaire friable : sable, aréno-argileux, argile, terre argileuse. Il n'est pas homogène mais stratifié. 30 cm plus bas que la surface du sol, près du pied de la colline, il y a des eaux souterraines. Toute la dépression dans laquelle se trouve la station est très humide en été, avec par endroits le sol marécageux.

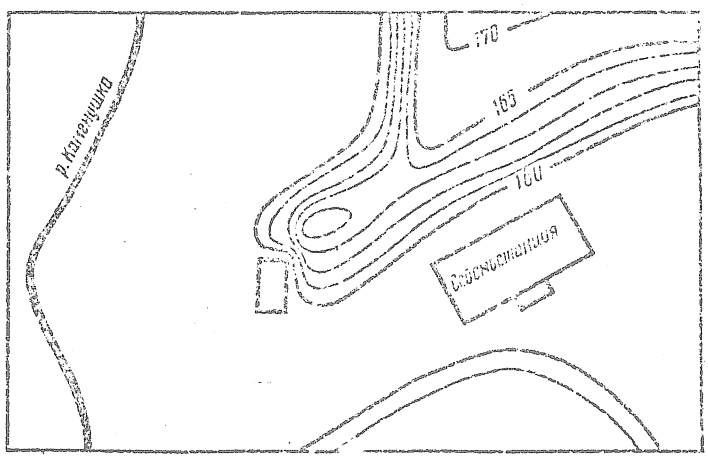


Fig. 1 Schéma de l' situation de la station.

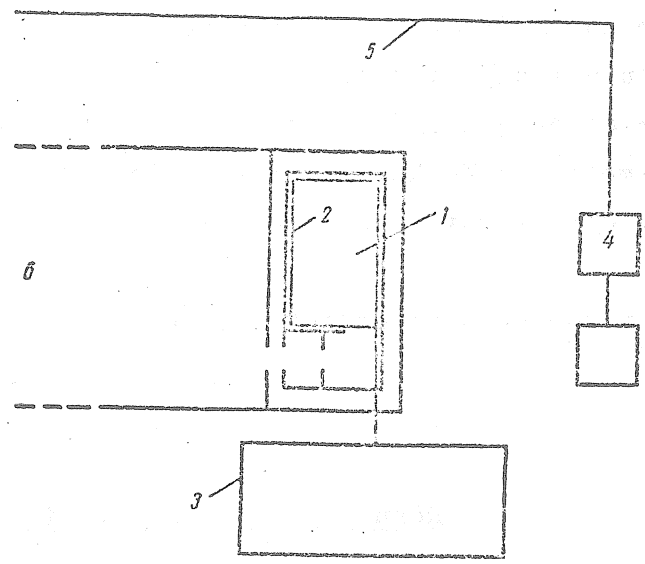


Fig. 2 Schéma de disposition du contour de la mise à la terre par rapport au bâtiment et des sources d'obstacles : 1- est la salle; 2- le contour intérieur de la mise à la terre; 3- le contour extérieur de la mise à la terre; 4- est le transformateur; 5- est le câble à haute tension; 6- est le bâtiment de la station séismique.

Un système de réglage thermique automatique a été mis en action en novembre 1966. Il a été réalisé d'après le modèle de Talgar et est constitué de quatre spirales branchées depuis quatre générateurs indépendants des thermomètres de contact. Les spirales sont placées dans un corridor entre parois. Les générateurs ont été réglés sur la température de 23°. Une semaine après le branchement du système à l'intérieur de la salle, la température s'est rétablie à 24° et s'est maintenue dans la suite avec une précision de 0°1 - 0°2 par jour à l'exception de certains cas desquels nous parlerons plus bas.

Les constantes de l'appareil ont été déterminées plusieurs fois au cours de 1966 : au début des observations et lors d'interruptions forcées de l'enregistrement.

La valeur de la division a été obtenue

a) par calibration à l'aide des billes et

b) d'après la variation des différences de la force de pesanteur sur le polygone gravimétrique de Novosibirsk où les valeurs de la force de pesanteur sont connues avec une précision allant jusqué 0,01 mgal.

Dans les deux cas on a obtenu des valeurs voisines (table 1).

TABLE 1

Résultat de la calibration

Date	moyenne des observations	n	E.Q.M.	Poids
29.VI 1966	17.259	6	± 0.014	1
6.VII	17.246	6	± 0.001	15
9.VII	17.234	6	± 0.005	8
1.X	17.207	10	± 0.017	1
4.XI	17.232	10	± 0.004	4
8.XI	17.238	16	± 0.004	4
16.X polygone	17.242	2	-	15

La moyenne pondérée de toutes les mesures est égale à 17241 mgals pour une grande division (100 petites).

Au cours de 1966, la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre a été déterminée trois fois. Sa valeur ne dépasse pas 3 mm.

Pour déterminer la valeur de cet effet, nous nous sommes assurés qu'il peut amener à l'assymétrie du graphique des corrections de la non-linéarité. C'est pourquoi il est souhaitable de faire au centre de l'échelle un réglage de la résistance photographique sur le faisceau. Le graphique des corrections qui se rapporte à la dernière détermination est donné sur la figure 3.

Le retard instrumental a été déterminé à la fin des observations. Le tambour de l'enregistreur au moment des mesures était branché sur une grande vitesse 60 mm/h. On a réparti la bande en courts traits par intervalles de 3 min., en faisant des coupures de courte durée des contacts de la lampe du galvanomètre.

Nous constatons sur la figure 4 que le système entre en régime en 10 min. Les ordonnées de la courbe sont corrigées de l'allure de la marée, ce qui n'est pas difficile à faire puisque les mesures ont été faites sur la partie linéaire de l'enregistrement. En même temps, on a éliminé la dérive de l'appareil et c'est pourquoi le coefficient du retard instrumental a été calculé d'après la formule simplifiée (table 2)

$$\tau = \frac{\Delta t \ lg\, e}{lg(y_0' - y_0) - lg(y_5 - y_i)}, \quad \Delta\tau = t_i$$

Le retard de phase correspondant à la valeur moyenne est pour les ondes principales : $K_1 = -0°7$; $O_1 = -0°7$; $M_2 = -1°4$; $S_2 = -1°5$.

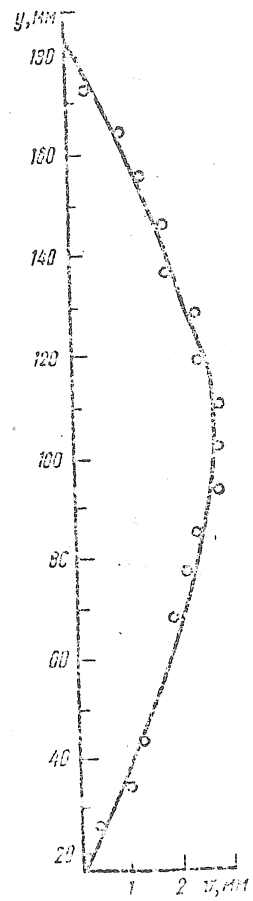


Fig. 3 Corrections de non-linéarité de l'échelle du galvanomètre en fonction de la valeur de l'ordonnée y (le 6.X.1966).

Le coefficient d'étalonnage a été déterminé par deux procédés : par paires de déplacements - la méthode de Pertsev [2] et par séries de déplacements - méthode de Lecolazet [4] .

On a déterminé expérimentalement l'intervalle de temps admis entre les déplacements : 15 min.

Le schéma de Pertsev a donné les coefficients d'étalonnage avec une grande dispersion. Dans la réduction on a pris la valeur moyenne de 0,003907 et 0,003929.

On a obtenu un enregistrement continu d'une durée d'une demi-année : du 5.XII.1966 au 31.V.1967.

La dérive de l'appareil pour une demi-année a été de 726 mm ou 2.8 mgl (en moyenne 0.01 mgl par jour).

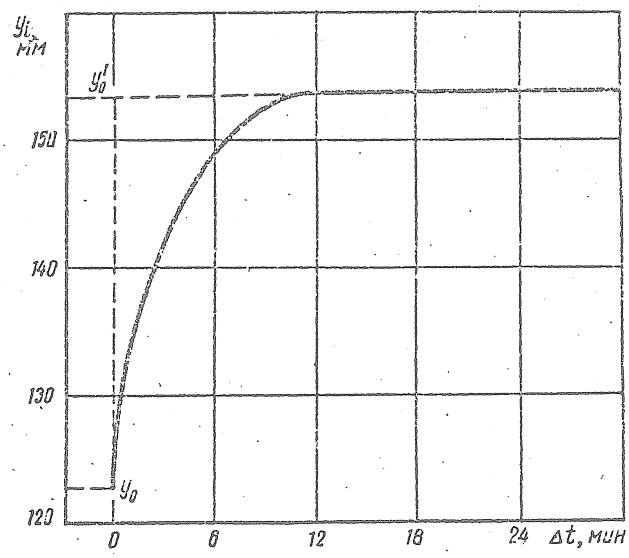


Fig. 4 Amortissement de l'impulsion pour la détermination du retard instrumental.

Sans tenir compte de la dérive		En tenant compte de la dérive	
30.I 1967	0.004008 mgl/mm		0.004076 mgl/mm
31.I	0.003987		0.004073
I.II	0.004206		0.003850
17.II	0.005912		0.004389
22.II	0.002886		0.002778
8.III	0.004854		0.004388
Moyenne	-0.004209	Moyenne	- 0.003907

Les résultats obtenus par séries de déplacements ont une meilleure convergence.

21.X 1966	0.003940 mgl/mm
9.I 1967	0.003896
16.I	0.003917
11.III.	0.004060
25.III	0.003916
5.IV	0.003845
Moyenne -	0.003929

La première réduction (méthode Lecolazet) d'une série de six mois d'observations a été faite à la main par le préparateur principal E.V. Tourine.

TABLE 2

Résultats de la détermination du retard instrumental

t_i	y_i	y'_0-y_i	$tg(y'_0-y_i)$	$tg(y'_0-y_0)$	знамен.	Δt tge	τ
I.5	I35.3	I8.0	I.2553	I.4800	0.2247	0.6514	2.899
3.0	I42.2	II.I	I.0453	I.4800	0.4347	I.3029	2.997
4.5	I46.2	7.I	0.8513	I.4800	0.6287	I.9542	3.108
6.0	I49.0	4.3	0.6335	I.4800	0.8465	2.6057	3.078
7.5	I5I.7	I.6	0.204I	I.4800	I.2759	3.2572	2.553

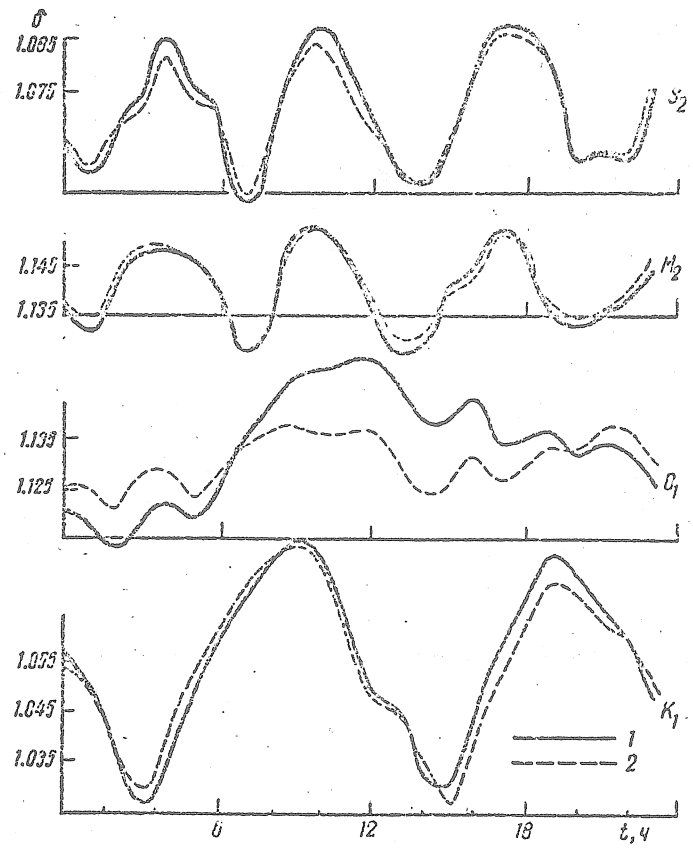


Fig. 5 Variations de δ au cours d'un jour 15.III.1967 pour la marée

1- avec la dérive

2- avec la dérive éliminée

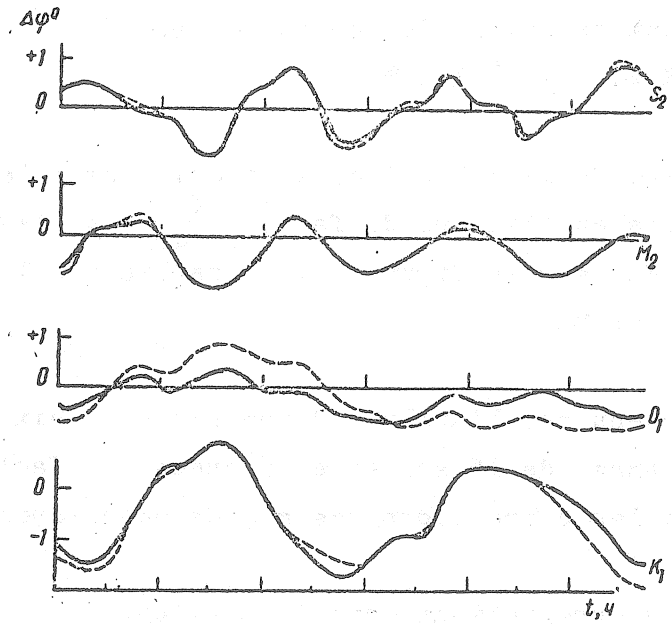


Fig. 6 Différence des phases $\Delta\varphi$ au cours d'un jour 15.III.1967. Mêmes désignations que sur la figure 5.

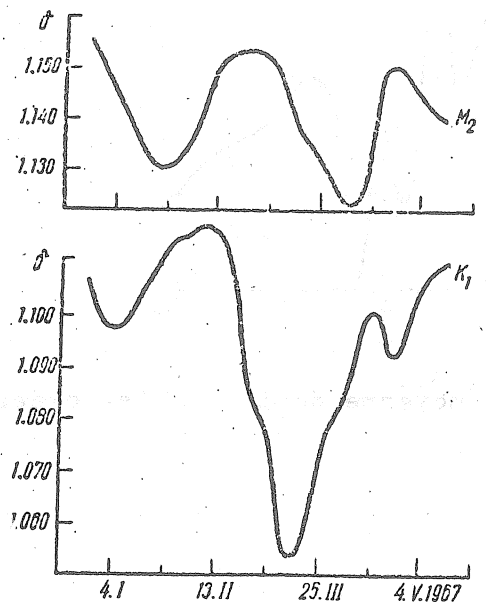


Fig. 7 Variations des facteurs δ (M2) et δ (K1) de décembre 1966 à mai 1967.

Comme nous le constatons par la figure 6, les variations de au cours du jour sont dans les limites suivantes : pour l'onde K_1 $\pm$ 2,5 %; M_2 $\pm$ 1.3 %; S_2 $\pm$ 1.4 % .

Pour chaque date de la table 3 on a calculé les valeurs moyennes pour toutes les ondes et l'allure du facteur δ_{moy} est indiqué sur la figure 8; nous donnons sur la figure 7 les graphiques illustrant la table 3 pour les ondes K_1 et M_2.

Ainsi, on a obtenu par l'analyse d'une série de six mois d'observations la valeur moyenne (de 15 séries et 6 ondes) du facteur gravimétrique δ = 1.138 ou, avec les corrections des marées océaniques, 1.163.

On continue les observations dans la station.

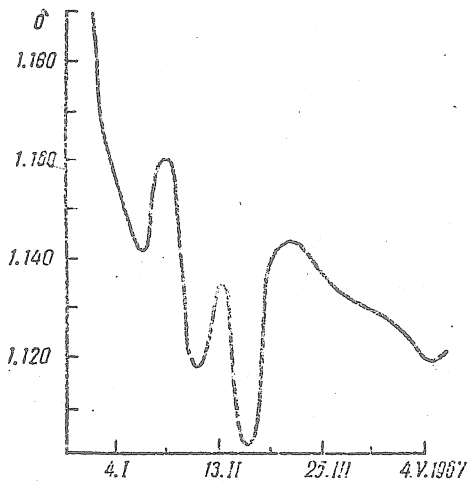


Fig. 8 Variation de δ (moyenne de toutes les ondes) de décembre 1966 à mai 1967.

TABLE 3

Résultats de l'analyse de la marée

Дата	δ						$\Delta\varphi$					
	K_1	O_1	Q_1	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	Q_1	M_2	S_2	N_2
25.XII 1966	1.103	1.147	1.292	1.155	1.280	1.262	-1°.8	-0°.2	+8°.0	-1°.4	+0°.0	+0°.4
4.I	1.098	1.127	1.182	1.146	1.194	1.217	-0.8	+1.1	-1.1	-1.1	+0.4	-4.3
14.I	1.103	1.161	1.082	1.195	1.162	1.201	-0.9	+0.8	-7.5	-1.0	-0.4	-3.6
24.I	1.113	1.168	1.282	1.180	1.157	1.168	-0.7	-0.2	-2.5	-1.3	-0.2	-5.4
3.II	1.116	1.159	1.116	1.136	1.111	1.078	+0.2	-2.8	+4.9	-2.6	-1.0	+3.0
13.II	1.118	1.136	1.141	1.149	1.139	1.127	+0.9	-2.4	+7.7	-2.2	-0.1	+4.6
23.II	1.097	1.114	1.048	1.152	1.109	1.103	+1.3	-1.8	+5.8	-2.6	-0.2	+1.2
5.III	1.078	1.104	1.225	1.152	1.097	1.160	+0.1	-0.6	+2.8	-0.8	+0.1	-4.7
15.III	1.054	1.130	1.040	1.141	1.075	1.127	-0.4	-0.2	+1.8	+0.2	+0.3	-3.5
25.III	1.078	1.140	1.252	1.138	1.098	1.138	+0.6	+1.0	-1.0	-0.7	-1.3	-3.8
4.IV	1.083	1.144	1.197	1.122	1.098	1.150	+1.4	+1.3	-0.6	-0.4	-2.1	-0.2
14.IV	1.101	1.120	1.117	1.135	1.116	1.124	+2.2	+0.8	-1.6	-0.7	-2.0	-4.2
24.IV	1.092	1.128	1.094	1.150	1.129	1.174	+2.1	+0.2	+0.6	-1.3	-1.0	+0.2
4.V	1.103	1.118	1.064	1.142	1.160	1.182	+2.0	+0.6	-3.2	-1.1	-0.1	+0.2
14.V	1.110	1.108	1.088	1.139	1.156	1.133	+1.9	+0.3	+1.5	-1.2	-0.7	-0.1
Moyenne de 15 séries	1.096 ±0.005	1.133 ±0.005	1.164 ±0.028	1.141 ±0.002	1.135 ±0.011	1.157 ±0.012	+0.6 ±0.3	-0.1 ±0.3	+1.0 ±1.1	-1.2 ±0.2	-0.6 ±0.2	-1.3 ±0.8

L'analyse harmonique de la marée sans la dérive a donné pratiquement les mêmes résultats.

BIBLIOGRAPHIE

1 Volkov V.A. Dans le livre : "Etude des marées terrestres". Edit. de l'Institut de Physique de la Terre Schmidt, 1964

2 Pertsev B.P. Dans le livre : Recherches gravimétriques, 1961, 1, 1.

3 Gridniev D.G. Thèse de l'auteur, 1966.

4 Lecolazet R., Steinmetz L. Boll. geofis. teorica ed appl. 1960, 2, 5.

Traduction.

VARIATIONS DE MAREES DE LA FORCE DE PESANTEUR A SIMFEROPOL DE 1964 à 1966.

P.S. KORBA

Rotation et déformations de marées de la Terre - I Kiev 1970 pp. 199-206

ПРИЛИВНЫЕ ВАРИАЦИИ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В СИМФЕРОПОЛЕ В 1964-1966 гг.

П.С. Корба.

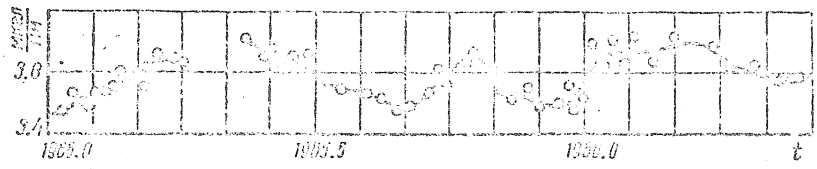
Вращение и приливные деформации Земли. Киев I 1970 Стр. 199-206

Les observations des variations de marées de la force de pesanteur à Simféropol ont été réalisées à la station séismique depuis août 1964 jusqu'en mai 1966 par le gravimètre GS 11 n° 159. La méthode, les conditions d'observations et aussi les résultats préliminaires de l'analyse harmonique obtenus par 21 séries de trois jours et 7 de 30 jours sont publiés en [1][2] . Nous donnerons les résultats définitifs de la réduction des données d'observations pour tout le temps de fonctionnement du gravimètre à la station.

L'enregistrement est réalisé sur papier photographique avec une vitesse de 6mm/heure. L'échelle est en moyenne 3,8 Mkgl/mm.

Au début, au milieu et à la fin des observations on a fait l'étalonnage du gravimètre à l'aide du système à bille. On a obtenu trois valeurs de division de l'échelle du gravimètre qui divergent entre elles dans les limites des erreurs (moins de 0,1 %). Les résultats de la détermination de l'échelle d'enregistrement sur la bande au moment des observations régulières sont donnés sur la figure où chaque point représente la valeur moyenne obtenue pour deux à trois déplacements faits après 40 min.

Les valeurs de l'échelle d'enregistrement pour avril 1965 ne sont pas portées sur le dessin puisqu'à ce moment le gravimètre avait une sensibilité moindre.



Courbe de variation de l'échelle de l'enregistrement

Comme nous le constatons par le graphique, l'échelle a subi des variations périodiques irrégulières qui dépassent l'amplitude de la divergence accidentelle. Ces variations sont apparemment en relation avec la dérive du galvanomètre enregistreur et aussi avec ses corrections et sont provoquées partiellement par la sensibilité inégale des photoéléments de l'appareil dans les différentes parties et partiellement par la non-linéarité de l'échelle du galvanomètre même.

Les données d'observations ont été réduites par séries mensuelles d'après les méthodes de Matveyev [3] et Pertsev [4] . Dans le but d'expliquer l'influence des variations de l'échelle d'enregistrement on a effectué deux fois l'analyse par la méthode de Matveyev. On a pris la première fois pour chaque série une valeur constante de la sensibilité (moyenne de tous les déplacements du mois donné) et la seconde fois l'échelle de l'enregistrement a été lue chaque jour sur une courbe adoucie. Les résultats sont donnés dans la table 1.

Nous donnons dans la première ligne, les résultats avec sensibilité constante et dans la deuxième ligne (soulignées) les constantes harmoniques obtenues en utilisant une sensibilité variable. Nous donnons à la fin de la table la moyenne vectorielle des constantes harmoniques pour les deux variantes calculées en tenant compte des poids déterminés en fonction de la valeur de recouvrement entre les séries d'après la formule $p = k - \frac{\Delta}{2}$ (k est la durée de la série des observations en jours, Δ est la valeur de recouvrement de la série donnée avec les voisines). On a introduit dans la phase observée $x^{(+)}$ la correction d'à peu près 3,5 min due au retard instrumental (provoqué par le fort amortissement du galvanomètre enregistreur) qui a été déterminée expérimentalement d'après les courbes de rétablissement du système gravimètre-galvanomètre dans une nouvelle position d'équilibre [5] .

(+) $x > 0$ correspond au retard de la marée terrestre observée par rapport à la marée théorique.

TABLE 1

Résultats de l'analyse harmonique par la méthode de Matveyev

Date du début de la série	Q_1		O_1		K_1				N_2		M_2		S_2		μ_2	
	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
17.I.1965	0,949	-26°6	I,069	-2°7	I,II4	- 7°,8	0,560	+ 28°7	0,957	+ 2°,5	I,I74	+ I°,2	I,825	+ 9°,9	I,787	- 68°,I
	0,968	-24,8	I,078	-2,7	I,I20	- 7,8	0,707	+ 24,8	0,975	+ 3,9	I,I80	+ I,2	I,884	+ 9,8	I,676	- 6I,2
7.II	0,785	-II,I	I,055	-5,0	I,I58	-I2,0	2,8I4	+I6I,I	0,860	+ 2,7	I,I82	- 0,3	I,862	+ 7,I	0,545	- 46,7
	0,72I	-I8,9	I,046	-4,8	I,I54	-I2,I	2,498	+I62,4	0,882	+ 5,9	I,I88	- 0,7	I,875	+ 7,7	0,705	- 76,I
1.III	0,906	-I5,4	I,I92	+I,5	I,848	- 3,9	I,866	+ I0,0	0,968	+ I,8	I,I57	+ 0,8	I,800	+ 4,4	0,55I	+45,8
	0,7I0	-I6,8	I,2I0	+I,6	I,829	- 3,I	I,220	- 9,4	0,896	- 4,4	I,I47	+ 0,I	I,8I8	+ 5,8	I,I89	+II0,6
7.IV	I,I59	- I,6	I,I58	-2,6	I,I92	+ 5,7	I,204	- I4,6	I,I68	+ 9,8	I,I78	+ 0,I	I,I99	+ I,7	I,644	- 20,2
	I,229	-I2,8	I,I56	-I,8	I,208	+ 3,7	8,I97	+ 25,9	I,I85	- 8,9	I,I60	- 0,7	I,28I	- 2,I	0,278	+ 7,6
6.V	I,205	-II,2	I,I48	-I,3	I,I99	+ 8,9	8,047	+ 28,2	I,I8I	- 4,2	I,I55	- 0,6	I,228	- 2,8	0,202	+ 2,6
2.VI	I,883	+ 6,6	I,I54	+I,I	I,280	+ 8,6	2,004	+ 2,9	I,288	+ 0,8	I,I89	+ I,I	I,4I7	- I,8	I,568	- 8,0
	I,344	+ 4,0	I,I47	+I,4	I,230	+ 8,8	I,788	- 4,7	I,294	- I,4	I,I84	+ I,6	I,40I	- I,I	I,I98	+ 0,2
30.VI	I,296	- I,6	I,I85	-0,7	I,I88	+ 2,0	0,428	- 30,6	I,I27	- I,0	I,I87	+ 0,2	I,256	+ 0,I	I,770	+ 6,I
	I,275	- 8,I	I,I82	-0,8	I,I87	+ 2,I	0,466	- 46,8	I,II7	- 2,4	I,I89	+ 0,3	I,255	+ 0,4	I,654	+ 2,8
I.VIII	I,2I6	+ 2,0	I,I88	-I,8	I,I80	+ 5,8	I,888	+ I7,4	I,209	+ 6,I	I,I97	- 0,2	I,304	- I,0	I,6II	+ I8,0
	I,202	+ I,9	I,I89	-I,6	I,I82	+ 5,8	I,802	+ I8,2	I,I88	+ 5,8	I,I98	- 0,2	I,304	- I,2	I,49I	+ I8,8
29.VIII	I,065	+ 8,2	I,I24	+2,2	I,082	+ 3,2	0,88I	- 6,5	I,044	- 0,4	I,I6I	+ 0,8	I,2I5	+ I,2	I,I88	- I8,0
	I,068	+ 8,2	I,I09	+2,0	I,067	-3,I	0,907	+ 0,2	I,I02	+ I,7	I,I63	+ 0,5	I,204	+ 0,6	I,042	- 8,2
26.IX	I,427	+ I,0	I,I55	+2,9	I,03I	- I,5	I,0I9	- 42,7	I,I99	- 4,9	I,I98	- 0,I	I,I87	+ I,0	I,I05	+ 4,7
	I,440	+ 2,2	I,I56	+2,8	I,032	- I,5	I,020	- 87,7	I,2I8	- 8,5	I,I99	- 0,2	I,I88	+ I,0	I,086	+ 7,I
24.X	I,I99	+ 4,I	I,I46	+0,5	I,056	- 4,9	I,268	+ 85,8	I,I85	+ I,2	I,I78	+ I,I	I,I63	0,0	I,029	+ 5,2
	I,I68	+ 8,4	I,I68	+0,8	I,068	- 5,0	I,I88	+ 88,9	I,I57	+ 2,2	I,I86	+ 0,9	I,207	+ 0,2	I,I59	- 9,7
2I.XI	I,II5	+ I,I	I,I88	+I,6	I,099	- 8,5	I,228	- 7,0	I,I92	+ I,6	I,I72	+ 2,0	I,204	- I,6	I,804	+ 7,6
	I,049	+ 0,8	I,I24	+I,6	I,088	- 8,5	I,054	- I8,0	I,I86	+ I,6	I,I59	+ I,9	I,I99	- I,8	I,420	- 6,2
I9.XII	0,958	+ 4,7	I,I98	-0,9	I,090	- 4,2	0,587	+ I9,0	I,072	+ 5,8	I,I50	+ 0,8	I,200	- 2,2	I,548	+ 2,9
	I,I2I	+ 4,8	I,I98	-0,8	I,I08	- 4,8	I,092	+ 22,0	I,I48	+ 4,4	I,I66	+ 0,5	I,I8I	- 2,4	I,296	- 9,2
I6.I I966	I,27I	- 2,9	I,I85	- 0,5	I,I46	- 8,8	I,634	- 8,5	I,285	+ 2,2	I,I88	+ I,I	I,247	- 4,7	0,986	+ 52,9
I6.II	I,2I4	- 8,8	I,I74	- 2,5	I,I97	- 9,6	I,079	+ 6,9	I,207	- 2,4	I,I76	- 0,4	I,230	- 8,4	I,284	+ 8,9
	I,I4I	- 5,0	I,I62	- I,9	I,285	- I,6	I,020	- 8,6	I,I94	- 5,2	I,I7I	- 0,5	I,242	- 2,5	I,86I	- I4,5
28.III	I,I62	- 8,4	I,I64	- 2,0	I,287	- I,5	I,042	+ 0,6	I,207	- 5,I	I,I70	- 0,7	I,248	- 2,4	I,252	- I7,4
22.IV	I,II8	- 8,4	I,I89	+ 0,4	I,202	+ 2,8	I,52I	- 9,6	I,I66	+ 2,I	I,I52	+ 0,4	I,249	- 2,4	I,560	+ 5,6
	I,I68	- 8,4	I,I50	+ 0,3	I,2I8	+ 2,5	I,542	- 8,8	I,20I	+ I,5	I,I6I	+ 0,5	I,256	- 2,4	I,480	+ 6,2
Moyenne vector. m	I,I478 ± 4I4	-2,68 ±I,72	I,I530 ± 89	-0,48 ±0,47	I,I580 ± I94	-I,39 ±I,82	I,2079 ± I525	+4,22 ±5,72	I,I4I4 ± 254	+ 0,9I ± 0,99	I,I720 ± 42	+ 0,42 ± 0,I7	I,2600 ± I5I	-0,I2 ±0,88	I,I649 ± I093	- 2,58 ± 5,40
Moyenne vector. m	I,I4I6 ± 45I	- 2,66 ±I,59	I,I535 ± 95	-0,4I ±0,52	I,I578 ±I92	-I,88 ±I,33	I,I898 ±I340	±2,68 ±5,9I	I,I447 ± 258	+ 0,8I ± I,02	I,I739 ± 4I	+ 0,40 ± 0,I8	I,2495 ± I52	0,0I ±0,92	I,0968 ± I052	- 3,I7 ± 6,20

TABLE 2

Résultats de l'analyse harmonique par la méthode de Pertsev

Date du début de la série	O_1		K_1		N_2		M_2		S_2	
	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$	δ	$\varkappa$
17.I.1965	I,046	-2°,4	I,084	-7°,3	I,II5	- 2°,3	I,I86	+ I°,7	I,3II	+ 11°,1
7.II	I,054	-3,8	I,I56	-II,8	0,79I	+ 7,9	I,I69	- 0,3	I,346	+ 8,I
27.II	I,I73	+I,0	I,330	- 4,8	0,895	0,0	I,I58	+ 0,4	I,286	+ 4,0
7.IV	I,I78	-2,9	I,215	+ 5,0	I,328	- I,9	I,I84	+ 0,6	I,I98	+ I,3
5.V	I,I55	-I,4	I,214	+ 4,I	I,I85	- 3,3	I,I5I	+ 0,4	I,23I	- 2,8
2.VI	I,I49	+0,8	I,229	+ 4,6	I,405	+ 2,9	I,I87	+ I,8	I,403	- 3,0
28.VI	I,I86	-I,I	I,I94	+ 2,4	I,203	- 4,I	I,I82	+ 0,I	I,269	- 0,I
I.VIII	I,I80	-I,4	I,I83	+ 6,5	I,099	+ 4,6	I,203	- 0,6	I,30I	- I,8
29.VIII	I,II4	+2,3	I,068	+ 2,7	I,I45	+ I,3	I,I74	+ 0,5	I,208	- 0,2
26.IX	I,I60	+3,5	I,04I	- I,5	I,308	- 4,4	I,I93	+ I	I,I80	0,0
24.X	I,I56	+0,2	I,064	- 4,7	I,278	+ 4,9	I,I88	+ I,4	I,I97	- 0,I
2I.XI	I,I28	+2,I	I,036	- 3,4	I,I95	+ 0,2	I,I59	+ 2,I	I,200	- I,8
I9.XII	I,I88	+0,I	I,I00	- 4,0	I,200	+ 7,5	I,I6I	+ 0,9	I,200	- 2,8
I6.I.1966	I,I92	+0,3	I,I48	- 8,6	I,276	+ 3,8	I,I83	- 0,I	I,248	- 4,5
I5.II	I,I72	-2,5	I,I89	- I0,2	I,224	+ 0,6	I,I8I	+ 0,3	I,227	- 3,I
28.III	I,I64	-2,7	I,292	- I,3	I,260	- 3,0	I,I65	- 0,9	I,244	- 2,7
22.IV	I,I55	-0,I	I,218	+ 2,7	I,247	+ 3,6	I,I6I	+ 0,3	I,263	- 2,8
Moyenne vector. m	I,I526 ±95	-0,39 ±0,48	I,I587 ±I96	- 0,30 ±I,37	I,I970 ±336	- I,30 ±0,92	I,I760 ±36	+ 0,5I ±0,2I	I,2475 ±I40	- 0,47 ± 0,96

TABLE 3

Ecarts quadratiques moyens entre les méthodes de Matveyev et Pertsev pour une série

Ecarts	O_1	K_1	N_2	M_2	S_2
$\Delta\delta$ %	1,1	1,0	7,0	0,7	1,0
Δz^0	0,5	0,4	3,9	0,5	0,8

BIBLIOGRAPHIE

1 Korba P.S. Dans le livre Marées Terrestres "Naouka Doumka, L, 1966

2 Aksientieva Z.N., Korba P.S., Tchouprounova O.V. Géophysique et Astronomie, 1967, 11

3. Matveyev P.S. Publ. Marées Terrestres "Naouka Doumka", K, 1966

4 Pertsev B.P. Izv. Ac. des Sc. URSS - Série géoph. 1958 n° 8

5 Korba P.S., Ditchko I.O. DAN Ukraine 1965, n° 8

6 Pariiskii N.N. et autres. Publ. "Etude des marées terrestres" 3 Publ. Ac. des Sc. URSS, 1963

7 Balenko V.G. Travaux de l'Observ. Gravim. de Poltava, XI Edit. Ac. des Sc. Ukraine, 1962

8 Pariiskii N.N. et autres. Publ. Recherches gravimétriques, 1, Edit. Ac. des Sc. URSS, 1960

9 Pertsev B.P., Ivanova M.V. Publ. Etudes des Marées terrestres 4 Edit. Ac. des Sc. URSS, 1964

10 Barsenkov S.N. et autres. Publ. Etude des marées terrestres 4 Edit. Ac. des Sc. d'URSS, 1964

11 Pariiskii N.N. Publ. Recherches gravimétriques 1 Edit. Ac. des Sc. URSS, 1960.

Traduction.

OBSERVATIONS CLINOMETRIQUES A LA STATION DE "CHEVTCHENKOVO" DANS LA REGION DE POLTAVA

V.G. BALENKO, A.M. KOUTNII, A.N. NOVIKOVA

Rotation et déformations de marées de la Terre - Kiev vol. 2 pp. 41-57 1970.

НАКЛОНОМЕРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА СТАНЦИИ "ШЕВЧЕНКОВО" КАРЛОВСКОГО РАЙОНА ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ.

В.Г. Баленко, А.М. Кутный, А.Н. Новикова.

Вращение и приливные деформации Земли.
Киев II 1970 Стр. 41-57.

La station clinométrique de "Chevtchenkovo" est la deuxième station du profil Kiev-Poltava-Artemovsk dans laquelle on a réalisé des observations. Elle est située à la limite d'un petit village Chevtchenkovo de la région de Poltava. Les observations régulières ont commencé en août 1966 et se sont terminées en septembre 1968.

Puisque le relief des environs de la station clinométrique influence sensiblement la qualité de l'enregistrement et également la valeur des constantes harmoniques obtenues des ondes de marées, le lieu d'aménagement de la station clinométrique a été choisi avec un soin particulier. Dans un rayon de quelques kilomètres de la station s'étend une plaine, il n'y a pas de ravins, de fleuves ni non plus de constructions massives, pas de routes avec un mouvement intense de transport, pas d'enclos pour le bétail et d'autres sources d'obstacles. Le niveau des eaux souterraines est à une profondeur de 20 à 30 m.

Pour installer les clinomètres, on a creusé un puits d'une profondeur de 16 m et d'un diamètre de 1,2 m (fig. 1). Pour l'isolation thermique elle a été partagée en cinq sections identiques par des cloisons en bois, avec des couvercles ronds, remplis à l'intérieur d'ouate minérale et goudronnés à l'extérieur. L'épaisseur des cloisons est de 15 cm. Dans celles-ci il y a des bouches d'accès qui se ferment par des bouchons en bois. On descend par des escaliers métalliques qui pendent sur les cloisons. La section supérieure

est faite de briques. Les sections inférieures creusées dans l'argile et la terre argileuse ne sont pas fixées. Les couvercles d'isolation thermique sont en linteaux de béton armé dont les bouts sont murés dans des niches creusées dans les murs de la galerie. Près de la surface, la galerie est fermée par un couvercle en béton armé et remplie d'une couche de sol d'une épaisseur de 60 à 80 cm. Il n'y a aucune construction au-dessus de la galerie. Sur le fond on a construit un pilier en briques de forme rectangulaire d'une surface de 80 x 50 cm et d'une profondeur de 50 cm. La surface du pilier se trouve au même niveau que le fond de la galerie.

L'expérience à la station de "Chevtenkovo" a montré que cet enfoncement du socle est insuffisant et il réagit longtemps sur le tassement des espèces après l'extraction de sol de la galerie. Les observations dans ces dernières stations ont confirmé la conclusion de P.S. Matveyev [1], [2] que pour diminuer les perturbations, l'enfoncement du socle dans le sol doit dépasser le rayon de la galerie. Avec un rayon de la galerie de 60 cm, l'enfoncement du pilier de 70 à 60 cm diminue déjà sensiblement les difficultés. Il est préférable de faire le socle rond, il faut renforcer les murs de la section inférieure, par exemple le couvrir de briques puisque les murs desséchés de la galerie se fissurent et se désagrègent, des tas d'argile tombent sur le socle et empêchent les observations.

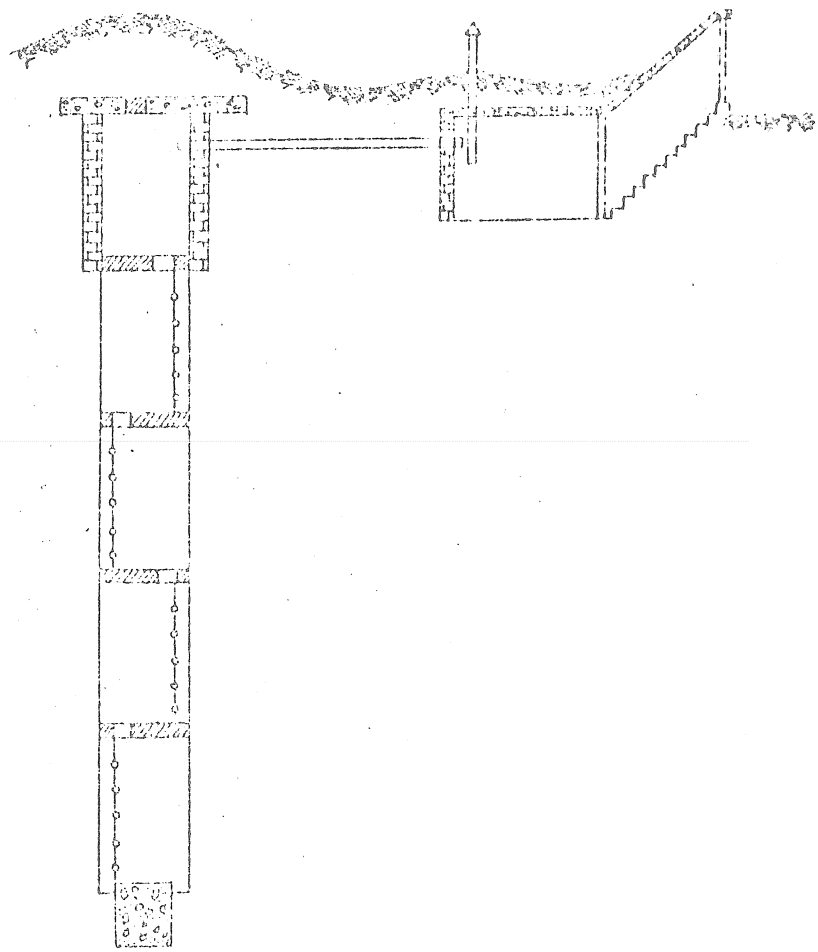


Fig. 1 Schéma de la station clinométrique "Chevtchenkovo"

Trois sections intercalaires non renforcées n'ont eu aucun signe de destruction après deux ans d'exploitation.

A 6 m du puits on a aménagé une salle d'enregistrement (voir fig. 1). Cette cave a une profondeur de 2 m et une surface de 2 x 1,5 m. Là sont placés l'enregistreur, les accumulateurs et les appareils auxiliaires. La cave et la galerie sont reliées par un tube en ciment d'asbeste enfoui dans le sol sur une profondeur de 0,5 m. Dans ce tube passent les câbles venant des clinomètres.

Les coordonnées géographiques du point sont déterminées par un théodolithe par observations des étoiles à hauteurs égales avec une précision de ± 0'5 et la direction Nord-Sud d'après l'observation de l'étoile Polaire. Cette direction est matérialisée par des repères des deux côtés de la galerie. Après la préparation du puits on a tendu entre les repères un fil avec lequel la direction nord-sud est transmise par les fils à plomb› sur le socle. La précision réelle de transmission de l'azimut sur le socle est environ de ± 5'.

Etalonnage des clinomètres

Les observations ont été réalisées à l'aide de deux séismoclinomètres d'Ostrovskii : le clinomètre HØ-06 dans l'azimut 0°(NS) et le clinomètre HØ-07 dans l'azimut 90°(EW). Les inclinaisons du côté "Sud" et "Ouest" correspondent à la valeur positive des ordonnées sur l'enregistrement.

En même temps que la mesure des inclinaisons on a enregistré la température dans la section inférieure, sur le socle. Les variations journalières de la température ne dépassaient pas 0.002°C.

Avant l'installation dans la station "Chevtchenkovo" les séismoclinomètres HØ-06 et HØ-07 ont fonctionné pendant deux ans dans la station de "Kiev-Petierskaïa Lavra" dans des conditions de grande humidité. C'est pourquoi après le retour à Poltava, les appareils ont été démontés et nettoyés. A la station de "Chevtchenkovo" les appareils ont été alimentés par

des accumulateurs alcalins. Pour utiliser le plus efficacement leur énergie on a remplacé les photo-éléments par de plus sensibles de la même marque ØЭCCY-10. Ce qui a permis de maintenir la sensibilité aux environs de $500 \frac{MM}{M.sec}$ avec une tension sur le spot de 1.1 à 1.3 v.

Avant l'envoi des clinomètres dans la station et après l'exécution des observations, ils ont été calibrés sur la plate-forme de l'Observatoire. La constante de courant n'a pas été déterminée à cause de l'absence d'un voltmètre précis.

Pour la calibration directe, les clinomètres ont été installés sur la plate-forme avec l'enregistreur, ils ont été amenés dans une position de fonctionnement. On a enregistré successivement sur du papier photographique avec un entraînement d'un tour pour 10 heures une série de 15 à 20 impulsions de l'horloge et une série analogue de 30 à 40 impulsions provenant de l'inclinaison de la plate-forme donnée par l'interféromètre. L'étalonnage a été fait la nuit pour diminuer le bruit et la dérive de l'enregistrement. On a trouvé par la comparaison des valeurs des impulsions moyennes de l'horloge et des inclinaisons de la plate-forme les corrections à la valeur de la notice de la constante des appareils. Les résultats de l'étalonnage sont donnés dans la table 1. La dépendance de leur sensibilité en fonction de la valeur des ordonnées sur la bande photographique empêche l'étalonnage des séismo-clinomètres HØ-06 et HØ-07. Nous avons fait un rapport sur certaines conséquences défavorables de ce phénomène à la réunion sur "l'Etude de la Terre comme une planète par les méthodes de géophysique et d'astronomie" à Poltava en 1967 [3].

A cause de la dérive il n'est pas possible de ramener le "centre de gravité" de toutes les impulsions en courant et d'après les inclinaisons de la plate-forme à un seul niveau sur la bande. C'est pourquoi l'écart des corrections d'une série à l'autre dépasse à peu près une fois et demi la convergence à l'intérieur de la série et les corrections données dans la table 1 sont dans les limites de leurs erreurs. Aussi, cela n'avait pas de sens de corriger d'après les données de la table 1 la valeur de la notice

de la constante électrique des appareils. De cette table il s'ensuit que l'utilisation de la valeur de la notice de la constante électrique a garanti la précision du calcul de la sensibilité à pas moins de 1,5%.

On peut augmenter la précision du procédé direct d'étalonnage après avoir changé la méthode d'expérience afin de diminuer l'influence négative de la variation de la sensibilité avec l'éloignement du bord inférieur de la bande. Pour cela il faut alterner les impulsions de l'horloge et en fonction des inclinaisons de la plate-forme. Dans ce cas, chaque paire d'impulsions sera placée à la même distance de la ligne fixe. Après avoir calculé pour chaque paire la correction de la constante électrique de l'appareil, nous pouvons obtenir la moyenne de celles-ci très peu perturbée par l'influence de la dépendance de la sensibilité du clinomètre en fonction de la position de l'enregistrement sur la bande. Nous utiliserons cette méthode également pour les étalonnages successifs des appareils.

Il convient de noter une bonne stabilité de la sensibilité des séismo-clinomètres du système d'Ostrovski. Les données de la table 1 témoignent de ce que pour HØ-06 et HØ-07, après le nettoyage, le réglage du système optique, le remplacement des photo-éléments et de l'élément normal de mercure, si la valeur de la constante électrique des appareils a changé ce n'est pas de plus de 1,5 %.

Table 1

Date	Nombre de mesures	Sensibilité moyenne par clinomètre	Erreur relative %	Nombre de mesures	Sensibilité moyenne сам часов	Erreur relative % (X)	Correction à la sensibilité,
			Séismo-clinomètre HØ-06				
I4.IX I966	36	692.24	± I.00	I3	705.44	± 0.95	-I.9I ± I,38
9.IX I968	29	339.47	± 0.50	8	340.99	± I.00	- 0.45 ±I.I2
			Séismo-clinomètre HØ-07				
I6.IX I966	4I	455.56	± 0.65	I9	454.30	± 0.46	+0.28 ±0.70
I0.IX I968	34	32I.I2	± 0.29	I2	326.I5	± 0.5	-I.57 ±0.6I

(X) d'après les impulsions des horloges

Observation des inclinaisons de marées

Les appareils ont été descendus et installés sur un socle un mois après la fin des travaux d'aménagement dans la station. Au cours des quatre premiers mois, malgré des conditions atmosphériques favorables (fin de l'été et l'automne), l'enregistrement n'a pas convenu pour être réduit à cause de fortes perturbations. On a rétabli le déséquilibre dans les murs et les mouvements du sol se transmettaient sur le socle. Les perturbations avaient dans la plupart des cas le même caractère (fig. 2). Elles avaient l'aspect d'un saut plus ou moins prolongé. Cependant si on avait un enregistrement non perturbé de 14 jours, alors au moment de la réunion de l'enregistrement sur deux bandes (ligne pointillée sur la fig. 2), il devient clair qu'il n'y a pas eu de saut réel. On peut expliquer le mécanisme de la perturbation de la façon suivante. Sur la partie AB il se produit une accumulation de tensions et de déformations dans les roches entourant la mine. BC est une micro-fracture dans les roches. CS est la suite dans l'allure de laquelle l'enregistrement revient graduellement au cours de quelques heures dans sa position non perturbée. D'où il s'ensuit une conclusion assez inattendue - les terres argileuses se comportent comme un corps élastique et le temps de relaxation des tensions dans celles-ci se mesure en heures et peut-être aussi en jours. Ainsi, les propriétés élastiques des terres argileuses dans les conditions de leur gisement naturel et des échantillons sont différentes lors des recherches de laboratoire.

Il convient de noter que dans les parties AB et CD l'enregistrement apparaît non perturbé.

Malgré la profondeur (16m), la congélation de la surface de la terre et la chute d'abondants sédiments ont perturbé également la courbe de l'enregistrement des inclinaisons.

A la station de "Chevtchenkovo" ainsi qu'à la station de "Kievo-Petcherskaïa Lavra" on a observé la dépendance de la sensibilité des clinomètres HØ-06 et HØ-07 en fonction de la position de l'enregistrement sur la bande. On a reporté sur les graphiques (fig. 3 et 4) en axe des abscisses

la distance depuis la ligne fixe (cm) et en axe des ordonnées la relation de la sensibilité sur une distance donnée par rapport à la sensibilité dans la partie moyenne de la bande sur une distance de 9 à 10 cm depuis la ligne fixe.

La méthode de calcul des points des graphiques des figures 3 et 4 était la suivante. On a choisi sur l'enregistrement des inclinaisons les parties d'une durée d'environ 30 jours au cours desquelles la sensibilité moyenne de l'appareil était restée constante. Pour chaque partie de l'enregistrement toutes les impulsions ont été partagées en groupes en fonction de leur distance depuis la ligne fixe.

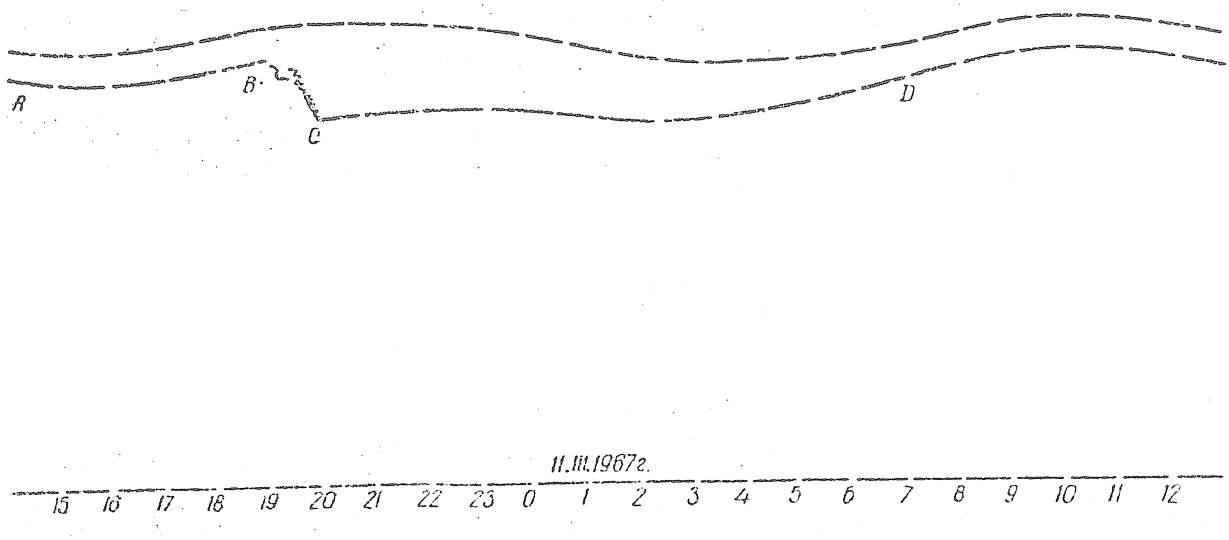


Fig. 2 Perturbation de l'enregistrement du clinomètre HØ-06.
La ligne pointillée est l'enregistrement correspondant pour 14 jours.

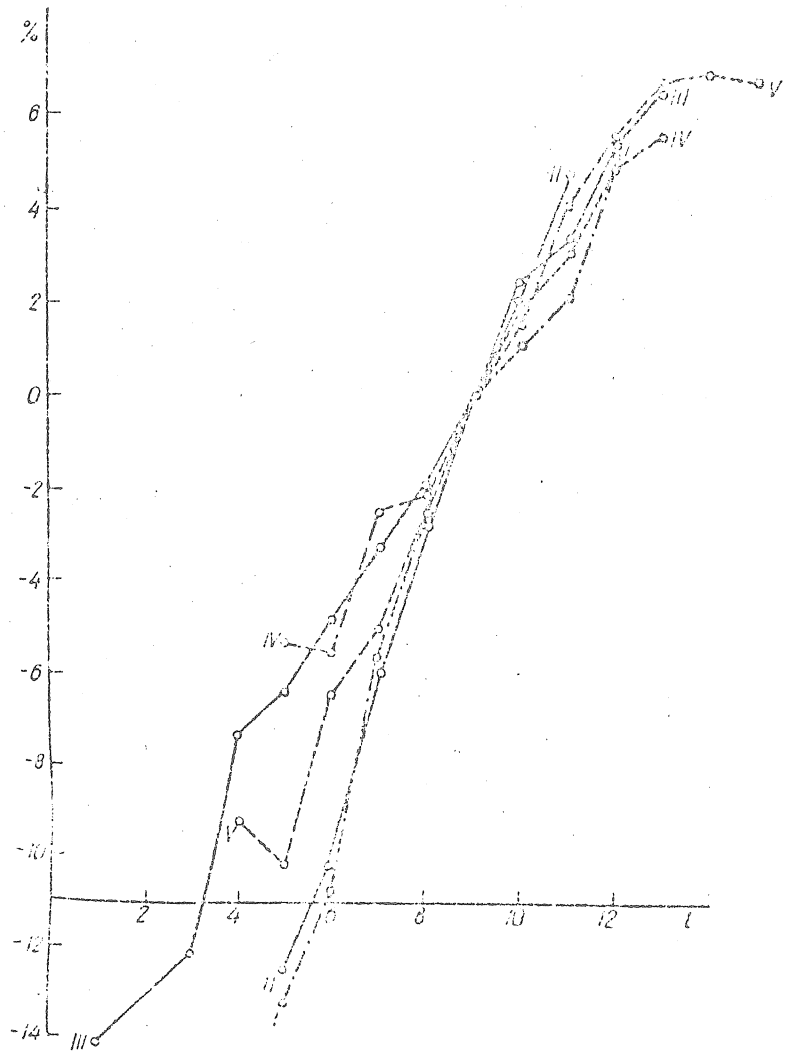


Fig. 3 Relation en (%) de la sensibilité à une distance donnée de l'enregistrement depuis la ligne fixe par rapport à la sensibilité dans la partie moyenne de la bande du clinomètre HØ-06.
Les intervalles de temps correspondant aux courbes du graphique sont indiqués dans la table 2.

On a rassemblé dans le premier groupe les impulsions sur une distance de 0 à 1 cm depuis la ligne fixe, dans le second les impulsions se trouvant à une distance de 1 à 2 cm de la ligne fixe etc... Comme il fallait s'y attendre, les impulsions de chaque groupe diffèrent relativement peu l'une de l'autre. Ensuite, on a calculé pour chaque groupe la valeur moyenne de l'impulsion et la relation de ces moyennes en pourcents par rapport à la sensibilité sur une distance de 9 à 10 cm depuis la ligne fixe. Ces valeurs sont reportées en ordonnées.

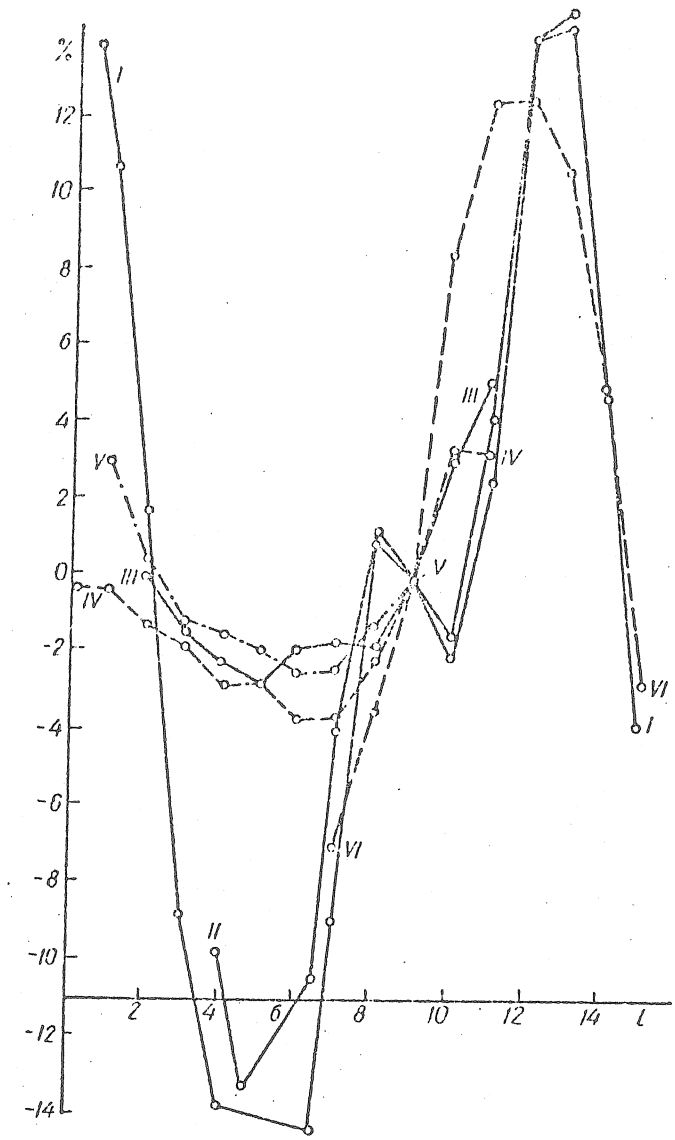


Fig. 4 Relation (en %) de la sensibilité à une distance donnée de l'enregistrement depuis la ligne fixe par rapport à la sensibilité dans la partie moyenne de la bande du clinomètre HØ-07. Les intervalles de temps correspondant aux courbes du graphique sont indiqués dans la table 2.

Si on tient compte qu'en s'éloignant du centre de la bande, le poids des points des graphiques des figures 3 et 4 diminue, on peut dire que pour le clinomètre HØ-06 la dépendance de la sensibilité en fonction de la position de l'enregistrement sur la bande au cours de toute la période des observations a changé peu et a une allure voisine de la linéarité.

Les graphiques de la figure 4 donnent une raison de croire que pour le clinomètre HØ-07 la dépendance indiquée plus haut a varié sensiblement au cours de la période des observations et a un aspect plus complexe que pour le clinomètre HØ-06.

En utilisant les graphiques des figures 3 et 4, nous nous sommes efforcés de trouver une corrélation entre l'aspect des courbes sur ces graphiques d'une part et la valeur du courant maintenant le levier du pendule dans une position d'équilibre et la valeur de la sensibilité moyenne d'autre part.

Il est apparu qu'il n'y a pas de corrélation entre l'aspect des courbes des figures 3 et 4 et la valeur du courant maintenant le pendule dans une position d'équilibre. La corrélation entre l'aspect des courbes et la sensibilité moyenne est remarquable dans les parties correspondantes de l'enregistrement des inclinaisons.

Nous donnons dans la table 2 les sensibilités moyennes pour les laps de temps correspondant aux graphiques des figures 3, 4. En comparant les courbes de la table 2 avec les courbes des figures 3, 4, on peut tirer la conclusion que pour le clinomètre HØ-06 les courbes deviennent plus aiguës au moment de l'augmentation de la sensibilité et pour le clinomètre HØ-07 l'amplitude des courbes diminue.

Dans un des travaux précédents [3] nous sommes arrivés à la conclusion que le système optique des clinomètres n'est pas responsable de la variation de la sensibilité en fonction de la position de l'enregistrement sur la bande. De ce qui a été dit plus haut, il s'ensuit que cette conclusion a été tirée malheureusement prématurément.

La corrélation que nous avons découverte témoigne de ce que cette dépendance varie avec l'augmentation de l'éclat de la tache lumineuse envoyée sur les photo-éléments. C'est pourquoi le centre optique constitue tout de même l'une des sources de la dépendance de la sensibilité lors du déplacement "du spot lumineux" en haut sur la bande. Cette dépendance est élevée pour certains appareils et très faible pour d'autres; pour le même appareil elle varie lors des mises au point successives et même au cours du temps c'est pourquoi il est très compliqué de l'étudier et de l'éliminer. Cependant il est tout à fait possible de diminuer l'influence négative de ce phénomène dans les limites de 1 %.

De août 1966 à septembre 1968, on a obtenu 15 séries mensuelles indépendantes pour chaque pendule utiles pour l'analyse harmonique. La première réduction de ces données a été réalisée avec le plus grand soin. On a établi le graphique de la sensibilité en fonction du temps d'après les impulsions de la sensibilité qui se déterminent après 6 heures. Tous les points suspects ont été étudiés à nouveau. La sensibilité entre les impulsions a été interpolée linéairement. On a déterminé deux fois les sauts par le procédé de combinaison et graphiquement puisque la combinaison des sauts peut parfois donner une erreur de quelques millimètres. Avant la multiplication des ordonnées par la sensibilité on en a éliminé le niveau moyen de sorte que les erreurs accidentelles dans la valeur de la sensibilité n'influencent pas le dernier signe conservé dans la valeur des ordonnées.

Table 2

Clino-mètre	Numéro de la courbe	Laps de temps étudié	Sensibilité moyenne MM / M sec.
НФ-06	I	6.II - 6.III 1967	314
	II	7.III - 6.IV	310
	III	2.IV - 2.V 1968	254
	IV	2.VI - 1.VII	260
	V	7.VII - 7.VIII	258
НФ-07	I	6.II - 6.III 1967	325
	II	7.III - 7.IV	323
	III	2.IV - 2.V 1968	484
	IV	2.V - 2.VI	480
	V	2.VI - 1.VII	503
	VI	7.VII - 7.VIII	473

Lors de la réduction des données, on a découvert que les brusques variations dans le niveau de l'enregistrement, si elles correspondent avec les centres de courbure de l'inclinaison introduisent des erreurs importantes dans les constantes harmoniques déterminées des ondes de marées. C'est pourquoi on a éliminé ces endroits, on a introduit des sauts mais ceux retranchés de quelques ordonnées sont interpolées. Ces améliorations ont été introduites dans trois séries pour chaque pendule. Nous donnons comme exemple dans la table 3 les constantes harmoniques des ondes de marées obtenues par la réduction de la première série d'enregistrement du clinomètre HØ-06 avant et après les améliorations indiquées plus haut des données de départ.

Les 30 séries mensuelles indépendantes ont été soumises à l'analyse harmonique par la méthode de P.S. Matveyev sur ordinateur M-220.

Table 3

Appareil HØ-06	O_1		K_1		N_2		M_2		S_2	
	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$
Avant l'amélioration	7.501	-97°.9	7.640	+184°.9	1.061	-25°.5	0.630	-10°.9	0.768	-17°.4
Après l'amélioration	1.115	+31°.6	1.438	+144°.1	0.149	+67°.2	0.645	+ 4°.8	0.771	-45°.3

Les résultats de l'analyse harmonique des données d'observations avec le clinomètre HØ-06 (composante NS) sont donnés dans la table 4. Nous donnons dans la table 5 les valeurs γ et x obtenues par la réduction des observations des inclinaisons avec l'appareil HØ-07 (composante EW).

Des données des tables 4 et 5 on peut tirer les conclusions suivantes :

1. La valeur γ pour l'onde semi-diurne M_2 a été obtenue pour les deux directions avec une précision d'au moins 1,5%. Cela correspond à la précision d'étalonnage et à l'influence des autres erreurs systématiques.

2. La valeur γ pour l'onde diurne O_1 a été obtenue dans la direction EW avec une précision d'environ 5% ce qui est insuffisant pour son utilisation dans les recherches géophysiques. Il est évident qu'il est impossible d'obtenir la précision exigée d'après les observations dans une seule station clinométrique avec une installation d'appareils dans un puits. Cependant la valeur de l'erreur obtenue donne une raison d'espérer qu'au moment de la réduction commune des observations dans plusieurs stations du profil on parvienne à obtenir les constantes harmoniques de l'onde O_1 avec une erreur ne dépassant pas 1%.

Table 4

N° de la série	Date du début de la série	O_1		K_1		N_2		M_2		S_2	
		γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$
I	6.II 1967	I.I54	+3I.6	I.438	+I44.I	0.I49	+66.8	0.645	+ 4.8	0.77I	- 45.3
2	7.III	I.493	+ 3.2	I.292	- 60.4	0.987	-42.4	0.664	- 8.5	0,565	- 80.5
3	I.IV	0.572	+I9.9	I.253	+I65.5	0.838	- 3.6	0.670	+ 2.7	0.9I8	- 38.3
4	I3.V	I.027	+I5.9	2.I08	+ 28.4	0.958	+ 2.4	0.706	+ 3.5	0.890	- 28.0
5	I2.VI	0.875	-50.3	I.523	+ I9.6	0.764	- 4.9	0.720	- 3.2	0.905	- 28.4
6	I0.VII	0.986	- 4.9	0.379	- 94.2	0.822	- 2.1	0.704	- 0.2	0.508	- 58.8
7	I8.VIII	0.620	- 4.0	3.492	- 54.4	0.489	+2I.2	0.666	- 0.3	0.670	- 5I.0
8	I7.IX	I.250	+2I.5	4.I56	- 7.0	0.768	- 4.5	0.708	+ 2.4	0.754	- 39.8
I9	I7.X	I.082	- 9.2	I.554	- 5.7	0.790	-II.I	0.760	+ 4.I	0.820	- 3I.6
I0	8.XI	0.652	-52.7	I.3I5	- 2I.9	0.724	- 8.0	0.70I	+ 3.6	0.793	- 3I.5
II	6.XII	I.58I	+39.0	I.292	- 44.7	0.782	-47.3	0.703	+ I.9	0.674	+ I0.8
I2	2I.I 1968	0.834	+I9.5	I.047	+ 20.8	0.657	+ 4.3	0.745	+ 2.0	0.629	- 36.0
I3	2.IV	0,739	+62.5	I.35I	+I69.8	0.633	+I3.4	0.707	- 0.5	0.850	- 34.6
I4	I.VI	0.4I0	-I4.8	0.298	- 2I.2	0.437	- 7.6	0.727	- 5.8	I.II8	- 5I.2
I5	7.VII	0.896	- 0.8	2.348	-I08.6	I.046	-I9.3	0.685	+ I.6	0.693	- 70.6
Moyenne vectorielle		0.836	+ 8.8	0.792	-27.4	0.676	- 8.4	0.699	+ 0.6	0.789	- 37.I
		±0.089	± 7.7	±0.363	±2I.8	±0.060	± 5.4	±0.008	± I.0	±0.049	± 4.0

Table 5

N° de la série	Date du début de la série	O_1		K_1		N_2		M_2		S_2	
		γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$	γ	$\varkappa$
I	6.II 1967	0.530	- 74°.4	I.2I8	+ 3I°.7	0.247	- 0°.I	0.697	+II.5	0.658	- 3.4
2	II.IV	0.709	- 5.3	I.I07	+ 8.8	0.7II	+I4.6	0.763	+ 6.3	0.729	+I4.I
3	I3.V	0.7I3	- 6.0	0.855	+ 2I.6	0.657	-25.9	0.657	+ 4.2	0.6I9	+II.0
4	I2.VI	0.69I	+ 0.2	0.782	+ 36.0	0.490	- 3.3	0.7I4	+ 2.5	0.605	+26.I
5	I8.VII	0.749	+ 5.3	0.60I	+ 29.6	I.024	+ 8.I	0.702	+ 4.8	0.636	+32.3
6	I7.IX	0.582	+ 4.8	0.969	+ I3.4	0.655	- 4.4	0.705	+ I.I	0.698	+I0.I
7	I7.X	0.532	+ 8.0	0.757	+ 34.5	0.769	+ 7.7	0.723	- 2.9	0.742	+ 6.7
8	8.XI	0.565	+ 0.5	0.656	- I.9	0.5I2	+ 9.8	0.683	+ 2.9	0.622	+ 5.4
9	6.XII	0.700	+ 3.8	0.77I	- 9.5	0.687	- 5.I	0.725	+ 0.5	0.609	+I2.5
I0	2I.I 1968	0.849	+ 3.2	0.653	- 0.8	0.585	+ 5.3	0.689	+ 7.4	0.573	+I6.8
II	2.IV	0.476	- 9.8	0.969	+ 3.2	0.337	-39.4	0.76I	+I4.9	0.5I4	+ 7.0
I2	2.V	0.849	+ 0.I3	0.872	+ 28.6	0.679	- 6.7	0.732	+ 3.7	0.594	+ 8.4
I3	I.VI	0.68I	+ 4.9	0.72I	+ 40.I	0.7I5	+ 6.7	0.750	+ 4.4	0.476	+I8.2
I4	7.VII	0.690	- I3.0	0.640	+ 49.5	0.638	+ 3.4	0.70I	+ 4.0	0.488	+35.5
I5	8.VII	0.749	- 0.7	0.760	- 3.7	0.769	+ 5.3	0.7I7	+ 5.9	0.526	+ 8.9
Moyenne vectorielle		0.643	- 3.2	0.742	+ I8.3	0.643	- I.6	0.7I2	+ 4.8	0.596	+I3.5
		±0.045	± 3.4	±0.052	± 4.7	±0.043	± 4.2	±0.007	± I.I	±0.024	± 2.4

3. Les valeurs des constantes harmoniques des ondes M_2 et N_2 se correspondent dans les limites de leurs erreurs.

4. Les ondes solaires K_1 et S_2 sont fort perturbées par l'onde météorologique. Ces perturbations influencent fortement et systématiquement uniquement la phase de l'onde S_2 et perturbent peu son amplitude. Cela se confirme par le fait que $\gamma(S_2)$ correspond dans les limites des erreurs avec $\gamma(M_2)$ et $\gamma(N_2)$

5. Les valeurs obtenues des constantes harmoniques des ondes de marées à la station "Chevtchenkovo" correspondent presque avec les valeurs analogues calculées par P.S. Matveyev pour les stations clinométriques de Vélikié Boudicha et Samotoevka sur le profil Kherson-Poltava-Soumi [1, 2] .

Pour l'onde M_2 nous avons construit d'après les données des tables 4 et 5 une ellipse de l'inclinaison anormale (fig. 5). Les paramètres de l'ellipse sont les suivants :

$$\Delta\eta_{NS} = 0''1518 \cdot 10^{-3} \cos(30t - 188°2) \qquad \Delta\eta_{EW} = 0''3700 \cdot 10^{-3} \cos(30t - 22°5)$$

Pour leur calcul on a pris comme valeur globale = 0.72. Les paramètres de l'ellipse trouvée et son orientation sont proches des valeurs obtenues dans d'autres stations clinométriques de la rive gauche de l'Ukraine.

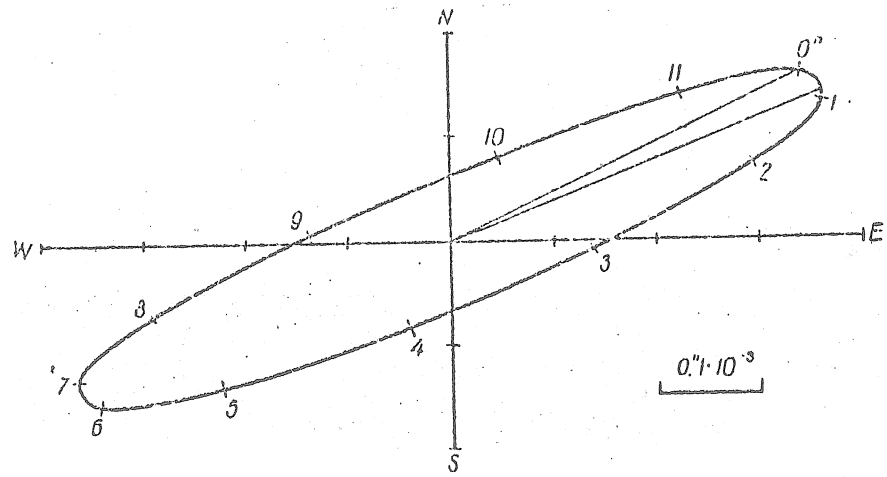


Fig. 5 Ellipse de l'inclinaison anormale dans la station de "Chevtchenkovo".

BIBLIOGRAPHIE

1. Matveyev P.S., Bogdan I.D., Lissenko G.M. Géophysique et astronomie, Bul. d'Inform. N° 11 "Naoukova Doumka" K, 1967

2. Matveyev P.S. Ce livre

3. Balenko V.G., Koutnii A.M., Novikova A.N. Dans le livre : Rotation et déformations de la Terre, vol. 1 "Naoukova Doumka" K, 1969.

DISTRIBUTION DU FACTEUR γ_{M2} (EW) EN EUROPE

Les résultats des mesures présentent en Europe une cohérence satisfaisante.

La carte ci-contre a été établie en réunissant les résultats des stations ci-après :

BELGIQUE		
	Kanne	0,915
	Sclaigneaux	0,871
	Dourbes	0,836
	Remouchamps	0,830
	Vielsalm	0,740
	Warmifontaine	0,800
LUXEMBOURG		
	Lux-Walferdange	0,889
FRANCE		
	St Marie	0,887
	Savonnières	0,881
	Bussang	0,825
	Paris	0,770
GFR		
	Erpel	0,908
	Bad Grund	0,791
	Berchtesgaden	0,820
DDR		
	Tiefenort	0,843
	Potsdam	0,770
	Freiberg	0,796
TCHECOSL.		
	Příbram	0,849
ITALIE		
	Roburent	0,817
	Costozza	0,804
	Genova	0,695
AUTRICHE		
	Graz	0,679
HONGRIE		
	Sopron	0,738
FINLANDE		
	Lohja	0,641
SUEDE		
	Dannemora	0,643

P. MELCHIOR.

$\gamma(M_2)$ EW

643
641
791
770
915
871
830
740
908
836
800
889
796
843
770
849
881
887
825
820
738
679
817
695
804