

ЗАХАРИЈЕ М. БРКИЋ

*Zaharije M. Brkic*

**ПРИЛОГ ИСПИТИВАЊИМА СИСТЕМАТСКИХ  
УТИЦАЈА НА АСТРОНОМСКО  
ОДРЕЂИВАЊЕ ВРЕМЕНА**

**CONTRIBUTION AUX ÉTUDES DES INFLUENCES  
SYSTÉMATIQUES À LA DÉTERMINATION  
ASTRONOMIQUE DE L'HEURE**

par

ZAHARIJE M. BRKIĆ

ЗАХАРИЈЕ М. БРКИЋ

*Zaharije M. Brkic*

ПРИЛОГ ИСПИТИВАЊИМА СИСТЕМАТСКИХ  
УТИЦАЈА НА АСТРОНОМСКО  
ОДРЕЂИВАЊЕ ВРЕМЕНА

CONTRIBUTION AUX ÉTUDES DES INFLUENCES  
SYSTÉMATIQUES À LA DÉTERMINATION  
ASTRONOMIQUE DE L'HEURE

par

ZAHARIJE M. BRKIĆ

Београд, 1961

# С А Д Р Ж А Ј

## Први део

### ДОСАДАШЊЕ СТАЊЕ ПРОБЛЕМА

1. Увод	7
<b>2. Осврт на развој апаратуре за одређивање времена и на испитивање систематских утицаја на ово одређивање</b>	
Развој класичне опреме	12
Савремени инструмент и њихова тачност	14
Настојања у испитивању систематских утицаја на меридијанска посматрања	16

## Други део

### РЕЗУЛТАТИ ИЗВРШЕНЕ АНАЛИЗЕ НА АСТРОНОМСКОЈ ОПСЕРВАТОРИЈИ У БЕОГРАДУ

<b>3. Услови за одређивање времена на астрономској опсерваторији у Београду</b>	21
<b>4. Месне аномалије нагиба обртне осовине</b>	24
Сезонске и прогресивне промене	25
Дневне промене	30
Закључак	37
<b>5. Систематске разлике нагиба обртне осовине у зависности од положаја инструмента</b>	38
Прикупљена документација	38
Порекло ових систематских разлика	39
Закључак	42
<b>6. Систематске разлике часовникових стања у зависности од положаја инструмента</b>	43
Прикупљена документација	43
Порекло ових систематских разлика	44
Закључак	53
<b>7. Утицај јачине и правца ветра</b>	54
Утицај јачине ветра	54
Утицај правца ветра	58
Закључак	64
<b>8. Систематске разлике часовникових стања изведених из вечерњих и јутарњих посматрања</b>	65
Прикупљена документација	65
Утицај месних аномалија рефракције	70
Утицај јачине и правца ветра	74
Утицај систематских грешака каталога	82
Закључак	88
<b>Општи закључци</b>	88
<b>Литература</b>	95
<b>Résumé</b>	97

Овај рад завршен је 1957 године и 1958 одбрањен као докторска дисертација на Природно - математичком факултету Универзитета у Београду пред комисијом коју су сачињавали: *В. В. Мишкових*, *К. Ворењец* и *Т. Анђелић*, редовни професори Београдског универзитета.

Из техничких разлога рад је одштампан знатно касније. Овим се објашњава зашто у њему нису поменуте ни коришћене научне тековине које су се појавиле после 1957 године.

*»Ја не познајем тежега посла  
у читавој астрономији од прелаза  
са дискусије случајних грешака на  
изучавање систематских«.*

*(КАПТАЈН)*

Досадашње стање проблема

1. Увод. — Метода посматрања меридијанских пролаза, позната већ одавно, а која је знатно еволуирала са напретком оптике и технике, показала се као најпрецизнија за одређивање тачног времена (часовникова стања  $C_p$ ). Класични изрази *Ma yer*-ов

$$C_p = \alpha + \delta_a - [T_m + b \cos(\alpha \mp \delta) \sec \delta + a \sin(\varphi \mp \delta) \sec \delta \pm c \sec \delta],$$

*Hansen*-ов

$$C_p = \alpha + \delta_a - [T_m + b \sec \varphi \pm n (tg \delta - tg \varphi) \pm c \sec \delta]$$

и *Bessel*-ов

$$C_p = \alpha + \delta_a - [T_m + m \pm n tg \delta \pm c \sec \delta],$$

где су

$$m = b \cos \varphi + a \sin \varphi \quad \text{и} \quad n = b \sin \varphi - a \cos \varphi, —$$

познати сваки по својим преимућствима, везују часовниково стање за ректасцензије  $\alpha$  посматраних небеских тела. Зато од тачности часовне службе зависи непосредно и тачност одређивања положаја небеских тела  $a$ , преко ових, и тачност сопствених кретања некретница, која је у вези са низом проблема астрометрије; затим тачност основних астрономских констаната и, најзад, тачност географских дужина, као и свих астрономских и геодетских радова који се на њима заснивају.

Тачно одређивање часовникова стања, као основа савремене часовне службе, поред овако великог теориског значаја за саму астрономију, има данас и великих практичних примена. Задржаћемо се, краткоће ради, само на неколико њених основних примена у самој Астрономији.

Радови на одређивању положаја звезда из меридијанских посматрања трају, без већих прекида, већ три века. Последњих 100 година, углавном од *Bessela* на овамо, они претстављају веома хомоген материјал осетно веће тачности од раније, и то захваљујући не толико усавршавању употребљених инструмената, колико одређивању и елиминисању систематских грешака из посматраних координата. Овome знатно доприноси и пораст у тачности одређивања времена, нарочито за последње пола века, од како постоји Међународна часовна служба. *Ashers*-ов покушај из 1889 г. да од већег броја посматрачких каталога створи један изведени (рачунски) каталог веће тачности од сваког појединог од употребљених уродно је плодом. Његовом примеру убрзо следују амерички астрономи *B.* и *L. Boss* и, у новије време, *A. Kopff*, са својим Трећим фундаменталним каталогом, у коме су координате основних звезда достигле до данас највећу тачност.

Овоме каталогу треба прикључити и нови совјетски Каталог геодетских звезда и, најзад, Фундаментални каталог слабих звезда организован у међународној сарадњи који се налази у раду.

Сваки од ових фундаменталних каталога одређује на небеској сфери по један основни координатни систем који служи потребама, како Теориске астрономије и Небеске механике, тако и Практичне астрономије и Геодезије, те има изванредно велики теориски и практични значај. Тачност од 0."1 и већа, којој ове дисциплине теже, није међутим још у њима достигнута. Ово се види, с једне стране, по средњим случајним грешкама *Трећег фундаменталног каталога* [76] које просечно достижу 0."3 до 0."4, но покаткад и 1". С друге стране, то се види и упоређењем положаја звезда из истих зона одређених у разним фундаменталним каталозима који се систематски разликују и за по 0<sup>s</sup>.25.

Систематске грешке типа  $\Delta\alpha_a$ ,  $\Delta\alpha_b$ ,  $\Delta\delta_a$ ,  $\Delta\delta_b$  и  $\Delta\alpha_m$  ових каталога већ су више пута биле предмет подробних анализа. Но ове нису могле до краја објаснити њихови порекло, а још мање законитости њихових промена. Међутим са сигурношћу се данас зна да, на пр. систематска грешка типа  $\Delta\alpha_a$  долази од систематских колебања часовникова хода у току дана и у току године;  $\Delta\alpha_b$  од неправилности ослонаца обртне осовине инструмента, од бочне рефракције и бочне флексије дурбина;  $\Delta\delta_a$  од неједнакости месних аномалија рефракције у току године;  $\Delta\delta_b$  од саме месне рефракције, од неједнакости кружне поделе и флексије дубина, а  $\Delta\alpha_m$  од личне једначине сјаја. Знатан део ових систематских грешака улази у положаје звезда, међутим, још једном преко часовникова стања, а на овај начин улази и низ других до данас још мало испитаних систематских грешака. Зато је испитивање свих систематских утицаја на часовниково стање исто тако од великог значаја.

Треба сем тога поменути и систематске грешке које су у фундаменталне системе уношене преко одређивања положаја почетка од кога се мере ректасцензије ( $\gamma$  тачка) из посматрања Сунца, која су тешка и по својој природи различита од посматрања звезда. У данашње време чине се увелико покушаји да се положај овог почетка одреди везивањем за планетоиде чије су путање поуздано одређене, а који се посматрају сличним методама и под сличним условима као и звезде (*Фундаментални каталог слабих звезда*).

Најзад, због потребе у Небеској механици, инерциони систем, дефинисан једним фундаменталним каталогом, сме се кретати само равномерно и праволиниски, а то се не може постићи ако се положаји звезда ослањају на Сунце, које се и само креће на сложен начин у Галактичком систему. Зато се у последње време чине покушаји да се положаји звезда у фундаменталном систему вежу за правилне вангалактичке маглине, које су практично без сопственог кретања, те да се и овај извор систематских грешака уклони из фундаменталног система.

Само по себи је јасно да и тачност сопствених кретања „некретница“, која се изводе из разлика њихових положаја у току времена, зависи у многоме од систематских грешака каталога, а напома оних које оптерећују часовникова стања, јер се два положаја једне некретнице, раздвојена дугим временским размаком, могу упоредити тек пошто се оба ослободе систематских грешака о којима је напред било говора.

Изучавање законитости у кретању звезда и њихових асоцијација самим тим захтева добро познавање утицаја систематских грешака, колико на звездане положаје, толико и на часовниково стање.

Све фундаменталне астрономске константе изводе се из посматраних положаја Сунца, Месеца, планета и звезда, који су оптерећени систематским грешкама каталога и систематским грешкама одређивања времена, па се одатле јасно види од коликог је значаја одређивање ових грешака и изучавање законитости њихових промена за тачност слике света која се ствара преко фундаменталних астрономских констаната и њиховом употребом.

Тако, напр., основна јединица за дужину у Сунчевом систему добива се преко Сунчеве паралаксе, а ова преко паралаксе

$$p_0 = \frac{\delta_2 - \delta_1 - \Delta\lambda \frac{d\delta}{dt}}{\frac{Q_1}{a_0} \sin(\varphi_1 - \delta_1) + \frac{Q_2}{a_0} \sin(\delta_2 - \varphi_2)}$$

неке планете блиске Земљи, посматране са две станице ( $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ), са којих су измерене њене декланације ( $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ) или ректасцензије. Земљини полупречници ( $Q_1$ ,  $Q_2$ ), као и њен екваторски полупречник  $a_0$ , зависе од елемената Земљина сфероида, а  $\Delta\lambda$  је разлика географских дужина тих станица. Све ове величине као и измерене координате планете, зависе, посредно или непосредно, од систематских грешака часовникова стања и измерених положаја.

Слична је ствар и са Месечевом паралаксом, односно даљином, чије је тачно познавање од посебног значаја у вези са данашњим покушајима човекова савлађивања овог растојања.

Константа прецесије, чија се поправка,  $dp$ , добива из условних једначина типа

$$\begin{aligned} \cos b \mu_1 &= \pi x \sin l - \pi y \cos l + C \cos 2l \cos b + S \sin 2l \cos b + Q \cos b + \\ &+ dp [\cos \varepsilon_1 \cos b + \sin \varepsilon_1 \sin b \sin(l - l_1)] - \\ &- dE [\cos \varepsilon_2 \cos b + \sin \varepsilon_2 \sin b \sin(l - l_2)], \\ \mu_0 &= \pi x \sin b \cos l + \pi y \sin b \sin l - \pi z \cos b - \frac{1}{2} C \sin 2l \sin 2b + \\ &+ \frac{1}{2} S \cos 2l \sin 2b + dp \sin \varepsilon_1 \cos(l - l_1) - dE \sin \varepsilon_2 \cos(l - l_2), \end{aligned}$$

у којима основну улогу играју координате посматраних звезда  $l$  и  $b$  и њихова сопствена кретања  $\mu_1$  и  $\mu_0$ , ослобођена Сунчева кретања и обртања Галаксије, очигледно, преко ових величина, зависи од систематских грешака часовникова стања и звезданих положаја.

Константа нутације, чија се поправка  $dN$  изводи из посматраних координата звезда  $\alpha$  и  $\delta$  преко условних једначина типа

$$d\alpha_0 + \mu_\alpha t + n_\alpha dN = \alpha - \alpha_{app}$$

где је нутациони коефицијент

$$\mu_\alpha = -(1.717 + 0.745 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta) \sin \Omega - \operatorname{tg} \delta \cos \Omega,$$



или преко условних једначина типа

$$\varphi = z + \delta_0 + d\delta_0 + n_\delta + dN + \mu_\delta t + B,$$

где је

$$n_\delta = -0.745 \cos \alpha \sin \Omega + 1.000 \sin \alpha \cos \Omega,$$

зависи, како се види, такође од систематских грешака звезданих координата, а преко њих и од систематских грешака часовничкова стања.

Исти је случај и са константама аберације и рефракције, које такође зависе од координата посматраних звезда, дакле и од њихових систематских грешака, па и од систематских грешака у познавању времена.

Најзад, иако не на последњем месту, познавање времена са високом тачношћу од изванредне је важности и за одређивање географских дужина *Laplace*-ових тачака и астрономских тачака у астрогеодетским мрежама. А преко ових се долази до познавања тачног облика и димензија Земљиних и до ослонаца за триангулацију, као основу премера. Разлика географских дужина

$$\lambda = (T_A - T_B) + (C_A - C_B),$$

већ по својој дефиницији зависи како од показивања часовника  $T_A$  и  $T_B$  у два станицама А и В, тако и од њихових стања  $C_A$  и  $C_B$  сведених на исти тренутак. Наша посматрања извршена на разним *Laplace*-овим тачкама, као и посматрања других астронома, показују тенденцију груписања према посматрачу, употребљеном инструменту, или сличним месним условима. Тако напр.: више серија посматрања меридијанских пролаза истог посматрача, из којих је елиминисан ход часовника, показује изванредно слагање. Исто тако и више серија других посматрача, док се обе групе систематски разликују, каткад и за неколико десетих временске секунде. У овом смислу говоримо о добром унутрашњем слагању али рђавом спољашњем слагању посматрања или о високој унутрашњој али ниској спољашњој тачности њиховој. Док унутрашња тачност зависи од тзв. случајних грешака, спољашња зависи од грешака систематског карактера. Ове се последње каткад могу истаћи баш у разликама оваквих група посматрања која показују високу унутрашњу тачност, према њихова анализа захтева посебно организовања посматрања. У наведеном примеру очигледно су посредни личне једначине посматрачеве, али на сличан начин долазе до изражаја и систематске грешке које долазе од инструмента и његових мерних органа и, најзад, и систематске грешке које долазе од атмосфере, тј. од разноврсних аномалија рефракције.

Када се географске координате одређују са највећом прецизношћу и помоћу великих инструмената, у циљу изучавања поларних и неполарних промена географских координата, изучавања померања Земљиних полова, њених континената, или неравномерности Земљине ротације, систематске грешке сва три порекла још осетније долазе до изражаја, јер се истичу из материјала у коме је достигнута већа унутрашња тачност.

Због свега тога је веома деликатно испитивање систематских грешака инструментског или личног карактера, као и аномалија рефракције (које каткад могу достићи у укупном износу и  $0.3^s$  и са савременим инструментима), од великог и теориског и практичног значаја.

Са наглим развојем радиотехнике и електронике у последње време дошло је до конструкција нових посматрачких инструмената, нових прибора за регистровање времена и нових апарата, како за његову емисију, тако и за пријем. Конструисан је већ кварцни, и атомски часовник. Прибори за одржавање, регистровање, емитовање и пријем времена до те мере су данас усавршени, да обезбеђују тачност од  $0.001^s$ , и већу. Сами посматрачки инструменти најновије конструкције нису још ову тачност достигли, али су јој се знатно приближили.

Но ако су наша мерења, захваљујући савршенству савремене технике, и достигла ову високу тачност у погледу унутрашњег слагања појединачних резултата у серијама мерења, тачност која десет пута премаша тачност класичне апаратуре и која би била сасвим довољна да се дође до нових закључака у изучавању поменутих природних појава, спољашња тачност њихова, баш због постојања систематских грешака сва три поменута порекла, и данас је далеко мања.

Ова чињеница упућује данас астрономе да се још више и са још оштријом критичношћу посвећују проблему изналажења систематских грешака инструмената и разних систематских утицаја, чијим би се познавањем могла повисити тачност у одређивању времена, а са овом и поузданост самог инерцијонног система и истраживања која су са њим у вези.

С обзиром на значај савремене часовне службе и на расположиву опрему, творац и организатор нове Астрономске опсерваторије у Београду, проф. *В. В. Мишковић*, од самог њеног почетка поставио је солидне темеље нашој часовној служби и добар део њене активности наменио изучавању промена њених географских координата, а тиме и стварању научне подлоге, с једне стране, за астрономске радове у земљи, с друге стране, за претстојеће монтирање Опсерваторијиних фундаменталних инструмената и организацију службе каталога, за коју она спада међу најопремљеније опсерваторије у Европи.

За потребе часовне службе и службе промена географских координата довршен је, после Другог светског рата, Опсерваторијин т. зв. астрогеодетски павиљон, са једним крилом у првом вертикалу и другим у меридијану. Првобитно намењен потребама наставе Астрономије, павиљон је сад, према овој адаптацији, примио пасажни инструмент и зенит-телескоп, односно велики универзални инструмент и *Sartorius*-ов мали астролаб са призмом.

1950 године, кад је професор *В. В. Мишковић* поново именован за управника Опсерваторије, при првој посети установи скренуо је пажњу на неизбежне, неповољне последице које ће несиметричност и оваква оријентација павиљона имати за резултате посматрања високог степена тачности. И саветовао ми је да предузем одређивања времена из двоструких, вечерњих и јутарњих серија, као и низ других врста испитивања систематских грешака: прво инструмента; затим његова стуба; павиљона; а нарочито аномалија рефракције као последица анизотропности атмосферских слојева око инструмента. Испитивањима сам приступио 1 јануара 1951 године, а двоструке серије одређивања времена почео сам 1 јануара 1952 године. Но на овакав начин посматрало се нажалост само две године — 1952 и 1953 — због недостатка посматрачког и помоћног (рачунског) особља које он условљава.

Међутим већ из овако прикупљеног посматрачког материјала пошло ми је за руком да откријем низ систематских грешака пасажног инструмента и поменутог павиљона, као и неке аномалије у рефракцији и да проучим законитости њихових промена. Ово опет, уз предузете мере техничког карактера, омогућило ми је да повисим степен тачности Опсерваторијине часовне службе до нивоа осталих светских опсерваторија и тако допринесем њеном укључењу у међународну мрежу часовне службе.

Посматрачки материјал и непосредни закључци изведени из њега у поменутом временском размаку објављени су у *Bulletin-у Астрономске опсерваторије у Београду* [64], па зато неће бити овде поновљени. Предмет овог рада је систематско излагање постигнутих резултата у погледу изучавања поменутих систематских грешака пасажног инструмента и других систематских утицаја у одређивању времена који могу бити од општег значаја.

Професору *В. В. Мишковићу* дугујем захвалност како за савете око организовања истраживачких радова, тако и за оне око оформљења овог рада.

## 2. Осврт на развој апаратуре за одређивање времена и на испитивање систематских утицаја на ово одређивање.

Развој класичне опреме. — Први меридијански инструмент у данашњем смислу речи конструише *Olaf Römer* крајем XVII века по повратку са Париске опсерваторије у Копенхаген [45]. Али тек после дужег времена овај инструмент уводе и друге опсерваторије и метода меридијанских пролаза коначно преовлађује над методом једнаких висина, која је дотле уживала опште признање. Добро позната преимућства методе меридијанских пролаза над методом једнаких висина први је истакао *Johan Bernoulli* 1771, у свом *Зборнику* објављеном у Берлину [2]. Тек после овога метода меридијанских пролаза добила је опште признање. *Bernoulli* је први истакао и чињеницу да је прецизност израде меридијанских инструмената критична за ову методу. Још дуго времена, међутим, сматрало се да непрецизне резултате добивене овом методом треба приписати њеним недостацима, све док израда прецизних часовника са клатнима није показала да су ту биле у питању неправилне промене хода часовника ниске прецизности које су доводиле до великих грешака при одређивању координата звезда. Оне су нарочито долазиле до изражаја при апсолутном њиховом одређивању везивањем за Сунце, јер су тада били дужи временски размаци који су раздвајали ове две врсте посматрања иначе различитих по својој природи.

Други велики корак у повишењу тачности меридијанских посматрања учињен је када су *Mayer* [1], *Hansen* [5], и нарочито *Bessel* [3], крајем XVIII и почетком XIX века, поставили егзактну теорију меридијанског инструмента и показали како се могу обрачунати утицаји нетачности: азимута, нагиба и колимације, тј. отстапања од природног координатног система, на резултате посматрања.

Трећи велики корак учињен је проналаском и применом, половином прошлог века (Американци *G. P. Bond* [7] и *S. C. Walker* [6]) електромагнетног хронографа за регистровање посматрања. Он је на један објективнији начин заменио дотле универзалну *Bradley*-еву методу процене тренутка посматрања видом и слухом.

Међутим још је 1795 године *Maskelyne* приметио да иста посматрања двојице астронома, ослобођена свих дотле познатих систематских грешака, садрже разлике које прелазе границе случајних грешака и долазе од личних утицаја посматрача, од њима својствених начина посматрања, од недостатка и начина реаговања вида и нервног система, условљене њиховом физичком и физиолошком природом. Разлике ових личних грешака први су брижљиво испитали *Bessel* [4], *Hartman* [10], *Plantamour* и *Hirsch* [9], *C. Wolf* [13] и *Kayzer* [14]. А преглед свих радова на овом проблему до 1865 дао је *Radau* [11]. Но тек кад је *C. Wolf* [12], пре осамдесетак година утврдио да се ове разлике систематски појављују и код регистровања пролаза звезда преко кончанице, и код посматрања тренутних појава (окултације), и при мерењу на непомичним поделама (надир, мира, колиматор...), па било да се регистровање врши *Bradley*-евом методом, било хронографски, дозрело је било време да се потраже начини још објективнијег регистровања меридијанских пролаза.

Хамбуршки конструктор *Repsold* први је реализовао безлични микрометар 1889 године [15], којим је учињен четврти крупни напредак у повишењу тачности меридијанске астрономије. Већ при одређивању разлика географских дужина Берлин—Потсдам 1891 он је доказао своју велику вредност. Истина каснијим радовима *Littel*-овим [24], *Stoyko*-вим [78], као и испитивањима које смо са *Б. Шеварлићем* [55] извршили на једном новом диспозитиву за одређивање и испитивање личних грешака при посматрању меридијанских пролаза 1947 г., открило се и потврдило да систематске личне грешке постоје и при употреби безличног микрометра, само се ред њихове величине спушта са  $0.1$  или  $0.2$  на  $0.01$  или  $0.02$

Скоро паралелно са открићем безличног микрометра, 1891, *Schnauder* долази на идеју да елиминише колимациони утицај обртањем меридијанског инструмента око алхидадне осовине у средини посматрања пролаза сваке звезде. Поступак се убрзо показао користан у пракси и опште је био прихваћен још од тренутка кад се почело са израдом малих преносних типова пасажног инструмента, које је, нарочито почетком овог века, са успехом реализовао немачки конструктор *Bamberg*.

Савремени, преломљени типови ових инструмената, код којих се микрометар налази на крају шупље обртне осовине, а зрак после пролаза кроз објектив доспева у окулар после тоталног одбијања од једне правоугле призме у прекрету инструмента, — омогућили су знатно удобније, па тиме и тачније посматрање, јер посматрач не мења свој положај према инструменту са променом деklinације звезде.

Почетком овог века уведено је и аутоматско кретање покретног микрометарског конца, најпре на Париској [21] и Капској опсерваторији [23], затим и на другим великим опсерваторијама, електромотором чију брзину посматрач једним диференцијалним уређајем, у току самог пролаза, прилагођава брзини привидног кретања звезде лика у жижној равни. И овај технички напредак у меридијанској астрономији допринео је повишењу њене тачности, нарочито апстрахујући дејства једносмерних сила посматрачеве руке на ручице микрометарског котура.

Унутрашња тачност посматрања меридијанских пролаза са оваквом, т. зв. класичном апаратуром, достигла је у другој четвртини нашег века  $0.01$ . Упркос томе, спољашња њихова тачност често није премашала ни



0.<sup>s</sup>05, што је од случаја до случаја варирало са местом посматрања, врстом посматрачког павиљона и другим месним условима. Више аутора са краја прошлог и почетка овог века, као *Bauschinger* [18], *Kienle* [20] и др., бавили су се питањима аномалија рефракције и салском рефракцијом, која је нарочито критична за тачност одређивања меридијанских пролаза и којој је приписан већи део систематских грешака у посматрању. Било је у то време и других аутора, као *Швајцер* [8], *Albrecht* [17, 19], *Блохин* [28], *Белмајев* [29] и *Дњепровски* [30], који су спољна неслагања у резултатима пролаза делимично објаснили једностраним топлотним утицајем посматрача на инструмент, или уопште постојањем једног хоризонталног градијента температуре, у простору инструмента и око њега, као и још неким инструментским недостацима који у току самог посматрања доводе до деформација инструмента и до његових отступања од природног координатног система, о којима дотле није вођено рачуна. Из свих ових и многих мање значајних радова види се да ови утицаји могу довести до систематских грешака од више стотих временске секунде упркос знатно бољег унутрашњег слагања резултата посматрања меридијанских пролаза, тј. знатно мањих случајних грешака.

Настојања да се ове грешке избегну и да се уопште повиси тачност одређивања времена последњих деценија кретала су се у два правца. Према конструкцији нових посматрачких инструмената и прибора за регистравање и одржавање времена, који ће загарантовати већу тачност и посматрача обезбедити што је могуће више и од систематских утицаја, и према организацији таквих специјалних истраживања која ће нас довести до са знања о реду величине појединих систематских грешака које се јављају при одређивању времена, о њиховом пореклу, и најзад, о законима њених промена, како би се посматрања меридијанских пролаза могла очистити или заштитити од њених утицаја.

Савремени инструменти и њихова тачност. — Да би се избегао утицај личних грешака, чија је промена подложна још довољно испитаним законима, и да би се нашло средство за објективнију оцену тренутака меридијанских пролаза, чињени су још 1891 у Џорџтауну први покушаји за одређивања ових пролаза на непокретној фотографској плочи у жижиној равни пасажног инструмента [16], но тада се није могло ићи даље од 3.<sup>m</sup>6 привидне величине. Ови су покушаји 1901 настављени у Гетингену [22, 31] и тада су регистровани трагови звезда све до осме привидне величине. Но метода се није показала довољно експерименталном за практичну употребу.

Са овом методом постигнут је успех 1929 године кад се прешло на снимања покретном фотографском камером на зенитском телескопу Вашингтонске опсерваторије [35]. 1952 године усавршени велики фотографски зенитски телескоп постављен на Отавској и Токиској опсерваторији [70, 71, 60] довео је до веома велике унутрашње тачности од 0.<sup>s</sup>004 за поправку часовника и још веће за географску ширину, које се једновремено на њему одређују. Последњих година ови сложени и скупи инструменти, чије је кретање синхронизовано са кварцним часовником, а читав рад за време снимања аутоматизован благодарем примени савремених тековина електронике, уведени су и на Нешателској, Гринвичкој и Рич-

мондској опсерваторији, а претстоји његово постављање и на Опсерваторији у Пулкову.

Међутим, док су се овакви инструменти показали врло корисни за изучавање промена географских ширина, не изгледа да ће на њих систематски прећи посматрачи часовних служби због њихове велике скупоће. Осим тога, ограничавајући се на уске зенитске зоне, подложни су грешкама [66] и не пружају материјал који би се могао искористити за поправку фундаменталног система, као што је случај са пасажним инструментима. Најзад, и поред све објективности фотографске плоче, ни ова метода није слободна од личних грешака, које се увлаче при њиховом мерењу.

Сличан случај је и са новим *Danjon*-овим безличним астролабом [73], који је поручило 20 великих опсерваторија за радове у Међународној геофизичкој години, који покретањем призме продужава тренутак коинциденције ликови звезда и тиме повећава тачност одређивања времена на 0.<sup>s</sup>009 [74]. Но и он се ограничава само на једну зону одређену алмукантаром  $Z = 30^\circ$  за дату станицу и само на сјајније звезде.

Због свега тога најповољнију перспективу има данас објективни метод регистравања меридијанских пролаза фотоћелијом у жижиној равни пасажног инструмента [66]. Прве огледе са оваквом регистрацијом вршили су још 1924 г. у Паризу *Ferrié*, *Jouast* и *Mesny* [25], но због слабо развијене електронике и средстава за појачање импулса они су били решили питање само за пролазе најсјајнијих звезда. Из истих разлога није много даље отишао ни *B. Strömgen* 1925 и 1933 [27, 38]. Ово је потпуно разумљиво када се зна да на пасажном инструменту са отвором од 90 мм светлосни ток звезде нулте величине достиже тек  $10^{-8}$  л. м., а од звезде седме величине 631 пут мање, што одговара јачини струје од  $10^{-15}$  Ампера! Стога је тек са проналаском изванредно осетљиве фотоћелије „мултипликатора“ и савремених појачала пошло за руком *Н. Н. Павлову* [39, 40, 47 и 56] астроному Пулковске опсерваторије, да дефинитивно разради ову методу за практичну примену. Из његова извештаја [77] на Регионалном саветовању источно-европских земаља о радовима у часовним службама и службама ширине у МГГ, одржаном априла 1957 на Пулковској опсерваторији, види се да вероватна грешка пролаза једне зенитске звезде сведене на екватор, изведена из 1000 посматрања, износи 0.<sup>s</sup>005, а да унутрашња тачност часовникова стања изведена из 10 посматраних пролаза по овој методи достиже  $\pm 0.<sup>s</sup>0023$ .

Да би се при овим новим методама посматрања меридијанских пролаза обезбедила и спољашња тачност, тј. да би се умањило у истој мери и утицај систематских грешака инструментског порекла, предложена су у последње време четири разна типа нових пасажних инструмената. Први тип предложио је *Danjon* [44]. Полазећи од тога да се морају вршити оваквим инструментом мерења са тачношћу од 0.1—0.2 микрона, ако се жели да достигне тачност 0.<sup>s</sup>001 у одређивању времена, *Danjon* сматра да се мора обезбедити од еластичних и нееластичних деформација у самом инструменту за време посматрања. Зато предлаже контролу постојаности његове оптичке осовине и визуре специјалним оптичким додацима инструменту.

Сам *Павлов* предложио је, у сарадњи са познатим оптичарем *Максумовим* [47], нови мениски пасажни инструмент, који је знатно мањи и

стабилнији од пасажног инструмента класичног типа, јер се користи Максудовљева конструкција мениског телескопа. И овај инструмент предвиђен је, разуме се, за фотоелектрично регистровање меридијанских пролаза.

Постоји и недавни пројект академика В. П. Линика [48] за конструкцију новог типа пасажног инструмента који ће са веома високом тачношћу регистровати пролазе на принципу интерференције.

Најзад ваља поменути и нову конструкцију хоризонталног пасажног инструмента Гриничке опсерваторије [54] који се састоји из два дурбина, којима се елиминише колимација без обртања инструмента. Зрак од звезде улази у непомичне стабилне дурбине кретањем једног система огледала које се региструје.

Сви ови нови инструменти налазе се још, неки у пројектовању, неки у конструисању или испитивању, па се засада још ништа не може рећи колико ће они допринети повишењу спољне тачности у посматрању меридијанских пролаза.

Но већ са досада оствареним унапређењима у класичној опреми за посматрање меридијанских пролаза приближили смо се у одређивању времена тачности од  $0.001$  коју нам гарантују савремени инструменти за одржавање времена (*Short-ов* и кварцни часовник) и апаратуре за регистровање посматрања и пријем часовних сигнала (хроноскоп са цезијумовом лампом, *Colnel-ов* типохронограф, електронски бројач и катодни осцилограф).

Но како ће се због скупоће ове модерне опреме за одређивање, одржавање и регистровање времена још дуго одржати у употреби на многим опсерваторијама класична апаратура, то проблем изучавања систематских грешака пасажних инструмената, нарочито оних што потичу од апаратуре и месних аномалија рефракције, остаје још увек актуалан. Он ће то остати и кад нова опрема буде уведена на свима опсерваторијама, јер се без овог сталног испитивања не може обезбедити спољашња тачност у одређивању времена, упркос лаког начина да се унутрашња тачност провери из сваке серије посматрања. Осим тога он ће то бити и са разлога што нам је још непозната спољашња тачност коју ће обезбеђивати нови инструменти који су још у фази конструисања и испитивања и, најзад, због тога што поред инструмента у достизању ове тачности велику улогу играју стуб, посматрачки павиљон и читава његова околина.

Настојања у испитивањима систематских утицаја на меридијанска посматрања. — Напред је већ поменут низ радова из прошлог века о испитивањима систематских утицаја на меридијанска посматрања, и то како оних који долазе од посматрача, тако и оних од инструмента и од месних аномалија рефракције.

Са организовањем централе Међународне часовне службе, са седиштем на Париској опсерваторији, која је почела 1910 године прва са емисијама часовних сигнала, а од 1919 г. добила и међународну легализацију, започела је нова ера у настојању да се повиси тачност у одређивању времена одређивањем и елиминисањем различитих систематских грешака. Радови А. Lambert-а [32] и М. Stoyko-а [33] пружили су нумеричке методе

да се неке од ових систематских грешака одреде и елиминишу при образовању дефинитивних поправака емисија часовних сигнала. Тако се дошло до појма „дефинитивног времена“, најтачнијег које се може практично одредити. Са повећавањем броја опсерваторија које су учествовале и учествују у Међународној часовној служби N. Stoyko је усавршио и нумеричке методе за одређивање систематских грешака у одређивању времена на појединим опсерваторијама, грешака које се могу одредити из упоређења времена примљених емисија на њима са дефинитивним временом Међународне часовне службе.

Они се налазе резимирани у I и II поглављу његове тезе [78]. Елиминишући сезонске утицаје које на одређивање времена, преко лонгитуда опсерваторија, врши померање Земљиних полова, водећи рачуна о *Kiturinom* члану, бочној рефракцији, променама атмосферског притиска изнад континената и океана, променама у брзини простирања радиоталаса и, најзад, о дисиметрији простора, нашао је он у остацима отступања сезонске варијације које је у целини приписао непосредном утицају Сунца на Земљину кору. Видећемо касније да је неким ауторима пошло за руком да раздвоје неке систематске утицаје на одређивање времена, као и да наши радови на Астрономској опсерваторији у Београду претстављају изврстан даљи корак у овом настојању.

Е. Esclangon је у два маха [26] испитивао тачност одређивања времена из меридијанских пролаза. У првом раду изложио је интересантне резултате својих испитивања на Стразбуршком меридијанском кругу. Организујући честу проверу инструментских констаната између посматраних пролаза помоћу подесно постављених колиматора и мира, служећи се за проверу нагиба надиром, а користећи велики број мерења ради обезбеђења од случајних грешака, он је одредио ред величине тренутних и прогресивних флукуација инструмента и показао је да износи  $0.004$  са максималном амплитудом од  $0.02$ . Даље је нашао да кочење инструмента у тренутку регистровања пролаза може довести и до деформација које имају за последицу систематске грешке реда  $0.03$ . Вршећи испитивање под разним условима павиљона и времена, показао је даље да атмосферске промене могу довести до систематских утицаја од  $0.01$  за једну серију од 10—15 пролаза, но изузетно ови утицаји могу доводити и до систематских грешака од  $0.05$ .

Због свега тога он препоручује честу контролу инструмента за време посматрачке серије на горње начине, затим посматрање са откоченим инструментом и најзад промену времена посматрања и контроле инструмента у току серије, како не би дошло до привидних слагања резултата увлачењем систематских грешака једнаких вредности, па каже: „Оваква одређивања подложна су у великој мери систематским грешкама своје врсте, које је тешко издвојити и које је врло тешко уочити у савреном слагању добивених резултата“.

Даље аутор изражава мишљење да систематске грешке у положајима фундаменталних звезда могу достићи и  $0.05$ , па код одређивања географских дужина препоручује посматрање истих звезда гдегод се то може. Најновије исправке система  $FK_3$  [76] дале су за право аутору.

Esclangon је у поменутом раду указао и на прогресивне флукуације, како инструментата, тако и атмосфере, и на ред њихове величине. Међутим

није се бавио испитивањима која би довела до законитости у овим систематским грешкама.

И *E. Guyot*, у својој тези [34], долази до истог реда величине за систематске грешке које долазе од инструмента и означава са  $0.805$  тачност одређивања времена са класичном апаратуром. Ове грешке он нарочито приписује азимуту пасажног инструмента, на који утиче инсолација преко температурског дејства на земљиште. Користећи податке мерења температуре на разним дубинама на Опсерваторији у Нешателу и њихову промену у току дана, он изводи закључак о потреби дубоких стубова за пасажне инструменте и доброј њиховој заштити од осунчавања. Но он истиче да се само један део ових систематских грешака може објаснити дејством температурских промена на азимут стуба, тј. инструмента. У првом одељку нашег рада ми смо се позабавили овим истим дејством на нагиб. Но, као ни *Esclangon*, ни *Guyot* се не упушта у подробно изучавање прогресивних и сезонских промена систематских инструментских грешака и у њихову изучавању ограничава се само на азимут.

*М. С. Зверјев* је у два своја рада [51, 52], у којима је сажео и многа своја ранија делимична испитивања, отишао корак даље од свих напред приказаних радова проучавајући свестраније инструментске, личне и атмосферске систематске промене, као и низ случајних грешака при посматрању пасажним инструментом и њихове утицаје на одређивање времена, тежећи нарочито да истакне законитости промена ових утицаја у току године. Он је био у преимућству над претходним ауторима, јер је располагао посматрачким материјалом од више посматрача, са два различита инструмента и прикупљеним при разним условима, кроз период од 1941 до 1944 године, на Опсерваторији у Свердловску, камо је евакуисана Московска опсерваторија (ГАИШ) за време Другог светског рата.

Посматрајући у првој глави систематске разлике у стањима часовника зависне од реда посматрања на пасажном инструменту (EW или WE) *Зверјев* изводи закључак да оне долазе од топлотног дејства посматрачева на инструмент и да зато при посматрањима треба инструмент заштитивати од овог дејства.

У другој глави сажео је он испитивања систематских инструментских и личних грешака на стање часовника и нашао да се оне пењу до  $0.808$  и да трпе промене истог реда, но да далеко већи део њихов долази од промена у самом инструменту, у ком смеру препоручује даља подробнија испитивања.

Даље је аутор проанализирао утицај нагиба ваздушних слојева на стање часовника и дошао до закључка да од њега, као ни од дејства ветра, не долазе осетни систематски утицаји, осим у случају неповољног распореда зграда у близини посматрачког павиљона.

Као општи закључак *Зверјев* наводи да треба одређивање времена у часовним службама увек вршити паралелно на два инструмента, јер су систематске грешке код увежбаних посматрача и правилно постављених павиљона и инструмената, углавном инструментског порекла. Из слагања резултата добивених на два инструмента може се тада изводити довољно поуздан закључак о спољашњој тачности резултата.

Радови извршени 1952 и 1953 године на Астрономској опсерваторији у Београду засновани су на посматрањима истим инструментом, но са два посматрача и у различита доба дана у погледу атмосферских утицаја, у раним вечерњим и раним јутарњим часовима. У другом делу овог рада биће изложени резултати изведени из ових радова у којима ће бити истакнуте и раздвојене неке систематске грешке при одређивању времена, објашњено њихово порекло, одређен њихов ред величине и испитане законитости њихових годишњих промена. У том смислу овај рад претставља извештај нов допринос у односу на досадашња испитивања ове врсте. Поред закључака од општег интереса и значаја он садржи, као што ће се видети, и низ закључака од битне важности за часовну службу Астрономске опсерваторије у Београду, у вези са условима под којима се одвијају њени редовни посматрачки радови.

### Резултати извршене анализе на Астрономској опсерваторији у Београду

3. Услови за одређивање времена на Астрономској опсерваторији у Београду. — Априла 1950 године премештен је у нови Астрогеодетски павиљон *Bamberg-ов* пасажни инструмент № 63131 ( $O = 10$  см,  $f = 100$  см) и постављен на западном стубу меридијанског крила, у меридијану западног стуба меридијанског павиљона. Пре то што су предузета редовна меридијанска посматрања за потребе Часовне службе и Службе промена географских дужина, извршен је низ предрадњи и посматрања, с једне стране у циљу везивања за стари стуб, а с друге стране, у циљу побољшања општих услова рада и обезбеђења потребне прецизности посматрања. За разлике географских координата стари-нови стуб нађене су вредности

$$\Delta \varphi = 2''.75 \text{ и } \Delta \lambda = -0.''021.$$

Нови хронограф, израђен у Опсерваторијиној радионици и намењен регистровању посматрања, постављен је такође у новом павиљону и брижљиво испитан.

У исто време у Часовној кабинџи, у подруму Главне зграде, извршене су такође потребне измене, да би се обезбедила што већа тачност у одржавању времена. На стубу је остављен само основни часовник *R 507*, који ради на сталној температури и под сталним притиском, како би се обезбедило од раније примећених утицаја осталих часовника монтираних на истом стубу.

Програм редовних посматрања на пасажном инструменту обухватао је, као и раније, два задатка: одређивање стања основног часовника, из кога се изводило полудефинитивно време Опсерваторије и полудефинитивне корекције примљених емисија часовних сигнала. За ову последњу сврху свакодневно је био обезбеђиван и пријем по 4 емисије часовних сигнала станица: Москва  $6^h 06^m$ , Pontoise  $8^h 06^m$ , Rugby  $10^h 06^m$  и Rugby  $18^h 06^m$  TU.

Посматрања су вршила у раним вечерњим часовима наизменично два посматрача — *З. Бркић* и *Л. Митић*. Посматрачки програм сваке серије састојао се од 10—12 пролаза часовних звезда са деklinацијама од  $0^\circ < \delta < 70^\circ$ , распоређених приближно симетрично око зенита, тј. тако да у условним једначинама *Mauger-ова* типа

$$C_p = a_{app} - [T_m + \beta \cos(\varphi - \delta) \sec \delta + a \sin(\varphi - \delta) \sec \delta + R \sec \delta],$$

буде коефицијент  $\Sigma M = \Sigma \sin(\varphi - \delta) \sec \delta \approx 0$ . Из њих су извођена стања основног часовника  $C_{p_i}$  посебно из сваке посматране звезде. На

тај начин су серије биле практично ослобођене азимута инструмента и већих случајних и систематских грешака у посматрању полара, као и утицаја неправилности ослонаца обртне осовине [86, 87]. Положаји посматраних звезда узети су у систему  $F K_3$ .

Нагиб је одређиван читањем либеле, обешене на обртној осовини пре и после обртања инструмента, и то при посматрању сваке звезде. А посматрања су наизменично следила редом EW, WE, или обрнуто. Према томе посматрачки материјал је омогућио како извођење систематских разлика у нагибу  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ , тако и систематских разлика у стањима часовника  $\Delta = C_{rEW} - C_{rWE}$  у зависности од реда посматрања.

Ради контроле понашања азимута инструмента посматрање су још и две до три поларе. Азимут је извођен на три начина: комбиновањем доњих и горњих пролаза полара, комбиновањем полара са екваторским звездама и из средње северне и средње јужне часовне звезде. Касније је задржан само последњи начин за извођење азимута инструмента.

Тако реорганизована служба почела је крајем 1950 године. Но већ после првих посматрачких серија почела су се појављивати извесна неочекивана неслагања у резултатима посматрања. Одмах је пала сумња на јаке утицаје месних услова, на првом месту на температурске промене, што је било и потврђено дискусијом посматрања извршених 1951 године.

Између осталих испитивања ми смо тада били одабрали емисију часовних сигнала ТМАз у 9<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> TU, коју су у току 1951 године редовно примале многе опсерваторије које учествују у Међународној служби као и наша Опсерваторија. Од ових првих одабрали смо две најстарије по свом учешћу — Париску и Потсдамску, да бисмо нашу Часовну службу упоредили са њиховом. У том циљу образовали смо разлике изведених полудефинитивних поправака свих примљених емисија горе поменуте станице на све три опсерваторије, затим њихове разлике у смеру Београд—Париз (Bl—Pa) и Потсдам—Париз (Pt—Pa) и, најзад, средње вредности ових разлика по месецима. Последње податке обухвата таблица која је ниже дата у 0.<sup>s</sup>001.

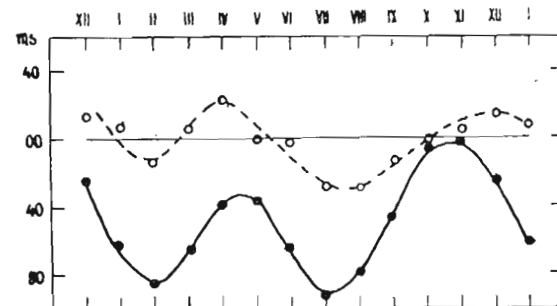
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Моу.
Bl—Pa	-62	-84	-66	-39	-36	-64	-92	-80	-47	-7	-1	-24	-50
Pt—Pa	+7	-13	+6	+25	0	-2	-28	-29	-14	0	+5	+14	-2

Ход ових разлика приказан је још очигледније на слици 1, где горња крива претставља ток разлика Потсдам—Париз, а доња ток разлика Београд—Париз. С доње криве се јасно истиче њена полугодишња периодичност са израженим минимумима у сезонама и максимумима у полусезонама. Ова тенденција запажа се, истина, и код разлика две старе опсерваторије, но знатно је мање изражена, а у средњој годишњој вредности износи само 0.<sup>s</sup>002.

Међутим средња вредност разлике између Београда и Париза достиже велики износ, од  $-0.<sup>s</sup>050$ . Ход самих кривих указивао је на сезонске метеоролошке утицаје на стање часовника изведено из посматрања преко инструментских констаната, а ред величине амплитуде последње криве налагао нам је хитно и неодољно истраживање најпре у овом правцу.

Како је наш посматрачки програм међутим био тако састављен да се у средњој вредности серије поништавао утицај азимута инструмента на стање часовника заједно са свим његовим аномалијама, предузели смо мере да извршимо испитивање аномалија нагиба у функцији температуре и других метеоролошких чинилаца.

Да би се лакше истакао утицај и осталих метеоролошких елемената на инструмент, како непосредно, тако и преко аномалија рефракције изазваних евентуалним јаким зрачењима самог павилјона несиметричног облика, од 1952 и 1953 године је, као што је већ поменуто, удвостручен број серија увођењем раних јутарњих посматрања. При том је исти посматрач посматрао и јутарњу и вечерњу серију које падају истог датума. У доњој табlici приказан је број посматраних вечерњих (S) и јутарњих (M) серија по месецима за 1952 и 1953 годину, као и укупан број посматраних серија.



Сл. 1

Из овако сразмерно обилатог и добро распоређеног посматрачког материјала извучени закључци дати су у другом делу овог рада.

Поред удвајања броја посматрања, вршено је 1953 године и одређивање нагиба либелом на обртној осовини сваки сат, преко целог дана и ноћи, обртањем самог инструмента.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
1952 г.	M	7	4	10	13	3	12	16	8	11	10	10	3	107
	S	7	3	10	14	7	16	22	16	14	14	13	7	143
1953 г.	M	2	10	14	9	10	9	14	6	11	10	6	10	111
	S	7	11	22	13	17	15	21	18	20	16	13	19	192

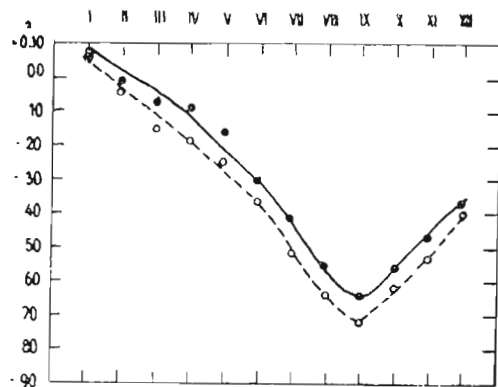
Тако прикупљен посматрачки материјал омогућио је да се изврши његова анализа и не само из њега изведу закључци о разним врстама систематских грешака, којима су оптерећена посматрања меридијанских пролаза и дође до њихова реда величине, већ и да се истакну извесне уочљиве законитости њихових промена од општег значаја и од посебног значаја за услове посматрања на Београдској опсерваторији.

4. Месне аномалије нагиба обртне осовине. — Овде ћемо приказати резултате анализе посматрачког материјала из 1952 године у погледу систематских промена нагиба. Најпре ћемо се осврнути на примећене систематске разлике између вечерњег и јутарњег нагиба, а затим на њихову везу са температуром околног ваздуха.

У том циљу, образовали смо средње месечне вредности нагиба како за вечерње ( $\beta_s$ ), тако и за јутарње серије ( $\beta_m$ ), изравнали их методом тежишта и формирали њихове разлике ( $\Delta\beta = \beta_m - \beta_s$ ). Ове вредности дате су у следећем прегледу у  $0.^\circ 001$ :

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Моу
$\beta_m$	+59	-3	-75	-85	-163	-302	-413	-558	-642	-563	-474	-374	-294
$\beta_s$	+70	-39	-153	-186	-247	-366	-518	-642	-718	-618	-534	-394	-362
$\beta_m - \beta_s$	-11	+36	+78	+101	+84	+64	+105	+84	+76	+55	+60	+20	+68

На сл. 2 која је ниже дата приказане су (пуном кривом) промене јутарњег нагиба и (испрекиданом кривом) промене вечерњег нагиба у току 1952 године. Са ње се јасно види да су јутарњи нагиби систематски већи од вечерњих. За средњу годишњу вредност разлика ових нагиба добива се износ од  $0.^\circ 068 = 1.^\circ 02$ .



Сл. 2

Да бисмо истакли разлике између средњих вредности нагиба везаних за јутарње серије и нагиба везаних за вечерње серије, које раздваја ноћ, образовали смо средње месечне вредности разлика нагиба за вечерње и јутарње серије посматране истих ноћи  $\Delta_n = \beta_m - \beta_s$ . У 1952 години било је 75 двоструких серија ове врсте. С друге стране образовали смо средње месечне вредности разлика нагиба  $\Delta_d = \beta_m - \beta_s$  за јутарње и вечерње серије, које раздваја дан. Оваквих двоструких серија било је у 1952 години 63. Вредности  $\Delta_n$  и  $\Delta_d$  изравнате су методом тежишта.

Ако упоредимо разлике средњих месечних вредности нагиба образоване на један и други начин, видимо, прво, да су разлике  $\Delta_d'$  систематски веће по апсолутној вредности од разлика  $\Delta_n'$  и друго, да су разлике ових разлика све истог знака. То се јасно запажа из следећег прегледа, где су упоређени подаци  $\Delta_n'$  и  $\Delta_d'$  и дате њихове разлике за све месеце, као и њихове односне средње годишње вредности у  $0.^\circ 001$ .

1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Моу
$\Delta_n'$	+11	+72	+103	+103	+93	+81	+72	+69	+70	+57	+56	+3	+66
$\Delta_d'$	+42	+130	+122	+120	+97	+91	+91	+87	+89	+87	+83	+45	+90
$\Delta_n' - \Delta_d'$	-31	-58	-19	-17	-4	-10	-19	-18	-19	-30	-27	-42	-24

Види се јасно да средња годишња вредност разлика  $\Delta_n' - \Delta_d'$  износи  $-0.^\circ 024$  и да се пење чак до  $-0.^\circ 058$ . Ако приметимо да се вредност нагиба у Mayer-ову обрасцу за часовничко стање множи коефицијентом  $N = \cos(\varphi - \delta) \sec \delta$ , који се креће у границама од 0.710—2.645, а за ширину Астрономске опсерваторије у Београду и њен посматрачки програм износи 1.409, постаје јасно да наведене разлике нису никако занемарљиве. Према томе несумњиво произилази да су у испитиваном случају промене нагиба које се односе на јутарње и вечерње серије систематски веће када ове две серије раздваја дан но кад их раздваја ноћ.

Сезонске и секуларне промене. — Исти подаци омогућили су нам да утврдимо, поред ноћних промена нагиба, и њихове сезонске промене као и једну секуларну промену. Следећи преглед обухвата средње месечне вредности нагиба  $\beta_m$  у  $0.^\circ 001$  с једне стране, и температуре  $T_m$  с друге стране, у току 1952 године.

1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\beta_m$	+65	-45	-67	-168	-196	-265	-462	-717	-734	-616	-448	-403
$T_m$ °C	-0.7	-0.7	+1.0	+14.1	+15.0	+17.5	+21.7	+23.1	+15.5	+9.9	+4.5	-0.4

Ове вредности јасно показују периодичност промена нагиба са амплитудом од  $\pm 0.^\circ 400$ , а супротног смера од промена температуре. Осим тога се види да се минимум нагиба догађа на око 30 дана после односног годишњег максимума температуре, који за 1952 годину износи  $+23.^\circ 1$  C.

Али се може такође констатовати да су периодичне промене праћене једном секуларном променом чији је узрок било врло тешко одгонетнути без накнадних испитивања.

Секуларни члан, за који смо накнадно утврдили да се истиче и у 1951 години, може долазити од неравномерног слегања стуба са дужом периодом (стуб се више година нагиње на једну страну, а затим на другу страну), или од кретања самог земљишта стално у истом правцу, или пак долази од самог инструмента и то првенствено од корективног завртња који служи за ректификавање нагиба.

Да бисмо ово последње испитали ми смо првог јануара 1953 године окренули инструмент за  $180^\circ$  и, током целе 1953 и 1954 године, пратили



нагиб. Године 1955 окренули смо само либелу за  $180^\circ$  на обртној осовини и даље наставили са праћењем нагиба.

Средње месечне вредности нагиба за 1953, 1954 и 1955 годину изведене из ових мерења дате су у овом прегледу у  $0.001$ .

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1953	+140	+095	-020	-205	-375	-685	-0970	-1065	-1035	-0955	-0850	-0700
1954	+002	-075	-185	-325	-575	-900	-1160	-1235	-1235	-1150	-1050	-0915
1955	+410	+340	+255	+150	-125	-320	-0440	-0540	-0595	-0500	-0365	-0250

Из горњег прегледа се види да је ток нагиба остао исти као и 1951 и 1952 године. Зато нисмо сматрали за потребно да горње податке наносимо на график ради очигледнијег истицања. Из овога јасно проистиче да секуларни члан, о којем је реч, не долази од инструмента, јер би после обртања инструмента, односно либеле, по природи ствари ток нагиба морао бити обрнутог смера.

Значи овај узрок требало је тражити на другој страни.

Према саветима професора *Мишковића*, крајем 1952 године постављена је једносекундна *Talcott*-ова либела на сам стуб за миру, који се налази у непосредној близини посматрачког инструмента (удаљен од њега 4 m E и 50 m N). Стање овако постављене либеле праћено је 1953, 1954 и 1955 године и одређиван је нагиб самог стуба. Преглед извршених мерења дат је у доњој табlici у  $0.001$ .

Година	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1953	0534	1200	1754	2667	3200	4134	4334	5000	5667	6067	6334	6667
1954	7000	7467	7734	8000	8000	8000	8134	8134	8934	9334	9667	9667
1955	9667	10000	10000	9867	10000	9667	9667	9667	10000	9867	10000	10134

Из пргледа се јасно истиче супротна тенденција у односу на претходну таблицу. У посматрачком павиљону стуб се нагињао према западу, јер је у поменутом времену нагиб опадао, а на стубу мирном, у заклону, види се из последњег прегледа да се западни крај издизао. Из овога јасно следи да секуларни члан не може долазити од неког померања целог терена, већ да долази од самог стуба и то од његова неравномерног слегања.

Да бисмо оценили општи карактер, тј. главну тенденцију промене нагиба, издвојили смо секуларни део од сезонских промена. Праволиниски тренд у нагибу може се по годинама испитивања претставити овим изразима:

$$\begin{aligned}
 1951 \text{ године} & \quad \beta = + 0^s.092 - 0^s.062 t, \\
 1952 \text{ „} & \quad \beta = + 0^s.052 - 0^s.060 t, \\
 1953 \text{ „} & \quad \beta = + 0^s.148 - 0^s.108 t, \\
 1954 \text{ „} & \quad \beta = + 0^s.001 - 0^s.113 t, \\
 1955 \text{ „} & \quad \beta = + 0^s.381 - 0^s.084 t,
 \end{aligned}$$

где је време  $t$  изражено у месецима.

Из горњих израза види се да је коефицијент правца овог тренда стално негативан и да се у току времена мења. Одатле се може закључити да се стуб не нагиње константно.

1951 године стуб инструмента нагнуо се према западу за око  $11''$ , што одговара слегању земљишта за  $0.05$  мм; за исто толико и у 1952 години. 1953 године за  $19''$ , што одговара  $0.09$  мм; 1954 за  $20''$ , односно  $0.1$  мм и 1955 за  $15''$ , односно  $0.07$  мм.

Из прегледа се види да та налегања на једну или другу страну годишње износе око  $0.1$  мм (слегања која су равномерна за астрономе нису од интереса).

На исти начин издвојили смо праволиниски тренд у нагибу мирног стуба на коме се налазила само уграђена либела и за њега добили по годинама испитивања ове вредности:

$$\begin{aligned}
 1953 \text{ године} & \quad \beta = + 0^s.221 + 0^s.576 t, \\
 1954 \text{ „} & \quad \beta = + 6^s.851 + 0^s.229 t, \\
 1955 \text{ „} & \quad \beta = + 9^s.787 + 0^s.014 t,
 \end{aligned}$$

Из прегледа се види да су коефицијенти правца тренда позитивни и да су врло велики у односу на претходне, који се односе на стуб инструмента. Ово сматрамо да долази услед тога што је мирин стуб подигнут 1947 године, за разлику од стуба инструмента који је подигнут 1934 године, осим тога, мирин стуб је изложен атмосферским талозима који се сливају низ стуб под стуб и тиме потпомажу његовом бржем неравномерном слегању. Даље се из прегледа горњих једначина види да се издизање западног краја стуба приближава максимуму и тежи већ да се враћа натраг.

Приближно годишње слегање је:

$$\begin{aligned}
 1953 \text{ године за } 100'' & \quad \text{што одговара } 0.5 \text{ мм,} \\
 1954 \text{ „ „ } 40'' & \quad \text{„ „ } 0.2 \text{ мм,} \\
 1955 \text{ „ „ } 2'' & \quad \text{„ „ } 0.01 \text{ мм.}
 \end{aligned}$$

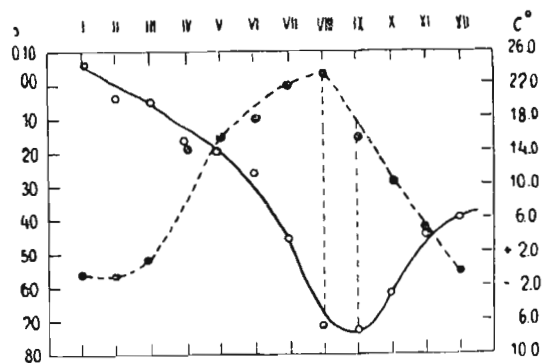
Свега за три године  $142''$ , што одговара  $0.71$  мм. Док за исте те три године промена нагиба стуба са инструментом износи  $54''$ , што одговара  $0.36$  мм. Одавде јасно произилазе и мере које се при грађењу стубова за астрономске инструменте морају предузимати за њихово обезбеђење од секуларних промена нагиба. Но о томе ће бити говора у закључку.

Пређимо сада на резултате наших испитивања сезонских промена нагиба.

Утицај температурских промена нагиба изведен из података посматрања у 1952 години илустрован је сл. 3. На њој крива извучена непрекидном линијом претставља ход нагиба, а крива извучена испрекиданом ход температуре.

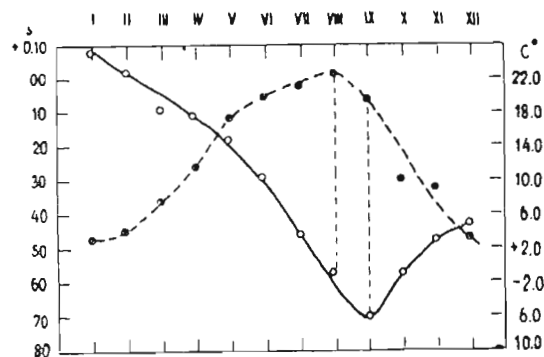
Да бисмо проверили ове резултате применили смо исту анализу на редовна посматрања за одређивање времена извршена у 1951 години. Доња таблица укратко приказује средње месечне вредности нагиба и температуре у посматрачком павиљону изведене из посматрачких серија у  $0.001$ .

1951	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\beta$	+ 88	+ 31	- 92	- 101	- 176	- 287	- 450	- 570	- 700	- 576	- 470	- 427
$T^{\circ}C$	+ 3.1	+ 4.1	+ 7.6	+ 11.8	+ 17.4	+ 20.2	+ 21.4	+ 22.7	+ 19.6	+ 10.3	+ 9.3	+ 3.4



Сл. 3. Утицај температурских промена на нагиб.

Слика 4 приказује ход ових вредности у току 1951 године. Примећује се да ове криве јако личе на односне криве за 1952 годину, приказане на слици 3. Напосе налазимо исто закашњење као и у 1952 години од око 30 дана између екстремума температуре и нагиба.



Сл. 4. Ход нагиба и температуре у 1951 години.

Ако се задовољимо да ове криве претставимо, тј. апроксимирамо изразима облика

$$\beta = \beta_0 + a \sin(t + \alpha) \quad \text{и} \quad T = T_0 + b \sin(t + \gamma),$$

методом најмањих квадрата добивамо једначине:

$$\beta = -0.300 + 0.348 \sin(t + 41^{\circ}.7) \quad \text{и} \\ T = 13^{\circ}.1 + 9^{\circ}.6 \sin(t + 263^{\circ}.4), \quad (1)$$

за 1951, и једначине,

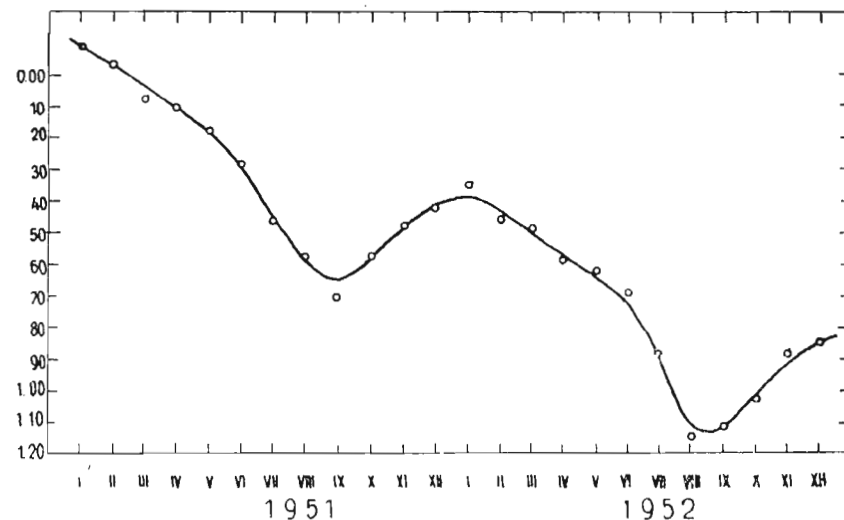
$$\beta = -0.307 + 0.361 \sin(t + 42^{\circ}.8) \quad \text{и} \\ T = +9^{\circ}.5 + 11^{\circ}.7 \sin(t + 264^{\circ}.1) \quad (2)$$

за 1952 годину.

Из једначина (1) добивамо сада тачнију вредност за горе поменуто закашњење екстремума нагиба према екстремуму температуре од 41.7 дана, из једначина (2) закашњење од 41.3 дана, која се међу собом добро слажу.

Релативни максимум нагиба у епохи минимума температуре за 1951 годину није се могао добити непосредно, јер се крајем те године морао ректификовати нагиб обртне осовине, да би се вратио на вредност блиску нули.

Да бисмо истакли ход промене нагиба кроз обе године, повели смо рачуна о вредности за коју смо нагиб ректификовали, па смо тада добили криву претстављену на слици 5. На њој се сад јасно истиче сва правилност овога хода.



Сл. 5. Ход нагиба у периоду 1951 — 1952 године.

Ове периодичне промене сезонског карактера долазе од периодичног колебања самог тла, које носи стуб са инструментом, услед инсолације површинских слојева и провођења овако примљене топлоте у дубину земљишта.

Да бисмо показали да уочене промене нагиба долазе од температурских колебања слоја на коме почива стуб, користимо *Fourier*-ову диференцијалну парцијалну једначину провођења топлоте кроз хомогено изотропно земљиште

$$\frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2},$$

где је  $T$  температура,  $t$  време,  $x$  дубина слоја,  $k$  коефицијент проводљивости топлоте.

Ако претпоставимо да се у току времена  $t$  температура  $T$  на површини земљишта мења према закону

$$T - T_m = A_0 \cos \frac{2\pi t}{s},$$

где је  $T_m$  средња температура у временском размаку  $s$ ,  $A_0$  амплитуда температурских промена, а  $s$  њихова периода (у нашем случају година дана) и да амплитуда, као што експерименти показују, приближно експоненцијално опада са дубином  $x$ , а температура  $T_x$  са дубином  $x$  се мења по закону

$$T_x - T_m = A_0 e^{-px} \cos \left( \frac{2\pi t}{s} - \epsilon \right),$$

онда за уочени случај горња парцијална диференцијална једначина даје следеће решење:

$$x = 2t \sqrt{\frac{\pi k}{s}}, \quad (a)$$

За земљиште на којем лежи Астрономска опсерваторија у Београду,  $k = 0,0067$ ,  $p = 0,0039$ .

Узмемо ли за  $t$  напред изведено закашњење од 41,7 дана за 1951 и 41,3 за 1952 годину изражено у временским секундама, интеграл (а) даје нам за дубину  $x$  вредности

$$x = 186 \text{ см за } 1951 \text{ годину, и}$$

$$x = 184 \text{ см за } 1952 \text{ годину.}$$

Како је ово приближна дубина темеља нашег стуба, то је очигледно да уочена колебања нагиба долазе углавном од термичког колебања слоја на којем лежи стуб.

Одатле се може закључити да стубови за пасажне, а тим пре и за фундаменталне инструменте, морају имати знатно дубље темеље, који се спуштају и до 5—6 метара испод површине тла. Разуме се да се при њиховом фундаирању из истог разлога, а не само због избегавања преношења вибрација, мора отклонити и сваки додир са стубом слојева који леже изнад слоја на коме почива стуб.

Дневне промене. — Да бисмо боље осветлили зависност између нагиба ( $\beta$ ) и температуре ( $T$ ) у току дана и ноћи вршили смо у свима годишњим добима по неколико дана, непрекидна мерења температуре

и нагиба на сваки сат. Павиљон је притом отворан у 18 часова, а затваран у 6 часова, како би се још истакао и начин на који се врши изједначавање унутрашње температуре са спољном и брзина овог процеса, па евентуално утврдило и време потребно за ветрење павиљона, као и временски размак у коме су посматрања најмање подложна систематским утицајима температуре и њене дневне промене. Тако смо ова мерења извршили 1953 и 1954 године у сва четири годишња доба:

1953 године:

Лети	9, 10, 16, 17, 18 и 23 11, 12, 13 и 21	јула августа	10 дана
У јесен	14, 15, 16, 17, 20 и 21 10, 14, 17 и 18	октобра новембра	10 дана

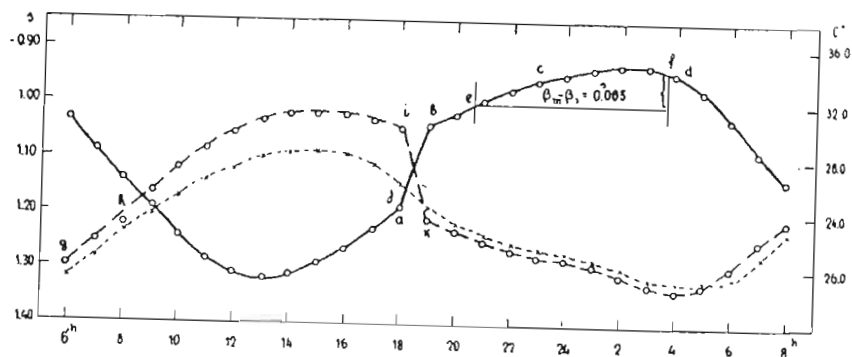
1954 године:

Зими	13, 25, 27, 28 и 30 15, 16, 25, 26 и 27	јануара фебруара	10 дана
У пролеће	8, 10 и 14	маја	3 дана

Поред мерене температуре у посматрачком павиљону ( $T_p$ ) мерена је температура спољног ваздуха ( $T_s$ ) ван павиљона (метеоролошки закљон удаљен 50 метара од посматрачког павиљона), образоване су разлике ове две температуре ( $T_p - T_s$ ) и посматрана промена либелине нуле ( $M_0$ ) при сваком мерењу. Средње вредности свих ових података образоване засебно за свако годишње доба дате су у прегледу на страни 32.

Из ових прегледа очигледна постаје зависност између промена температура и промена нагиба.

Веза између температуре и нагиба још се очигледније истиче са графика на сл. 6—9 израђених према претходној табlici за свако годишње доба. Са њих се јасно уочава обрнут однос промена температуре и нагиба, као и дневна периодичност обе мерене величине.



Сл. 6

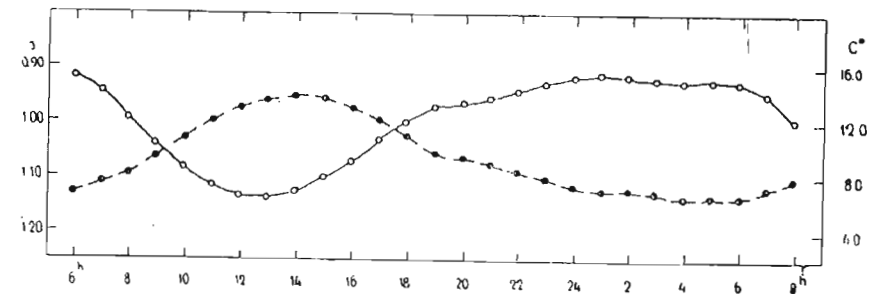
Са Сунчевим изласком источни се крај инструмента јаче загрева од западног и што се Сунце више ближи меридијану и инсолација постаје јача, повећава се и издизање источног краја инструмента, због чега нагиб за све време опада. Минимум достиже са Сунцем у близини меридијана да у току поподнева, са опадањем Сунчеве висине и осунчавања, процес узме обрнут ток, у смеру спуштања источног а издизања западног краја инструмента. У тренутку отварања павиљона (18<sup>h</sup>) у летњем периоду запажа се нагао скок нагиба (*ab*) због извијања инструмента услед наглог изједначавања унутрашње и спољашње температуре које траје око 1 сат. У ноћном периоду промена нагиба узима обрнут ток, да се око поноћи појави максимум ове криве. Због благе промене нагиба око максимума (тј. око поноћи) очигледно је за посматрање најповољнији размак (*cd*) од 1 сат пре поноћи до 4 сата после поноћи, у коме је утицај температурских промена на нагиб минималан и не прелази 0.<sup>s</sup>020 у летњем периоду.

Преглед температуре и нагиба за сваки сат дана и ноћи

h	Л е т о					Ј е с е н				З и м а		П р о л е ће	
	$\beta$	$T_p$	$T_s$	$T_p - T_s$	$M_o$	$\beta$	$T_p$	$T_s$	$T_p - T_s$	$\beta$	$T_p$	$\beta$	$T_p$
0	ms	°	°	°	ms	ms	°	°	°	ms	°	ms	°
0	-0945	20.7	20.8	-0.1	076	-0912	7.5	8.0	-0.5	+17	-4.9	-472	9.6
1	0934	20.2	20.4	-0.2	079	0907	7.2	7.6	-0.4	+25	-5.1	-465	9.4
2	0929	19.5	19.9	-0.4	082	0909	7.2	7.6	-0.4	+27	-5.3	-456	9.3
3	0911	18.8	19.4	-0.6	083	0917	7.0	7.4	-0.4	+26	-5.4	-457	9.3
4	0944	18.5	18.9	-0.4	085	0922	6.7	7.2	-0.5	+26	-5.3	-460	9.6
5	0976	18.9	18.8	+0.1	089	0918	6.8	6.8	0.0	+25	-5.2	-471	9.9
6	1025	20.1	19.4	+0.7	102	0920	6.7	6.7	0.0	+22	-5.1	-486	10.5
7	1083	21.9	20.7	+1.2	117	0945	7.4	7.2	+0.2	+14	-5.1	-505	11.3
8	1136	23.4	22.7	+0.7	129	0993	8.1	8.2	-0.1	+08	-4.5	-530	12.3
9	1188	25.6	24.0	+1.6	130	1040	9.5	9.5	0.0	-09	-3.5	-557	13.3
10	1237	27.4	25.3	+2.1	124	1083	10.9	11.0	-0.1	-35	-2.2	-578	14.0
11	1279	28.8	26.4	+2.4	113	1115	12.1	12.2	-0.1	-61	-0.9	-593	14.5
12	1306	29.9	27.3	+2.6	100	1132	13.0	13.1	-0.1	-78	0.0	-598	15.0
13	1315	30.7	27.9	+2.8	086	1139	13.6	13.7	-0.1	-86	+0.6	-600	15.3
14	1308	31.2	28.3	+2.9	074	1126	13.8	13.8	0.0	-83	+0.8	-597	15.5
15	1289	31.4	28.4	+3.0	062	1101	13.7	13.3	+0.4	-76	+0.7	-578	15.7
16	1262	31.2	28.2	+3.0	052	1072	13.0	12.2	+0.8	-60	+0.1	-570	15.6
17	1226	30.8	27.6	+3.2	044	1029	12.2	11.1	+1.1	-44	-0.8	-570	15.3
18	1186	30.2	26.0	+4.2	044	1000	11.1	10.1	+1.0	-28	-1.9	-555	14.8
19	1038	23.7	24.4	-0.7	053	0971	9.8	9.5	+0.3	-18	-2.7	-538	14.0
20	1015	22.7	22.9	-0.2	064	0963	9.4	9.2	+0.2	-17	-3.2	-519	13.3
21	0991	22.0	22.3	-0.3	070	0951	9.0	9.0	0.0	-09	-3.7	-501	12.0
22	0972	21.5	21.7	-0.2	070	0938	8.4	8.5	-0.1	-02	-4.2	-489	10.8
23	-0954	21.1	21.3	-0.2	072	-0923	7.9	8.3	-0.4	+11	-4.5	-481	10.2

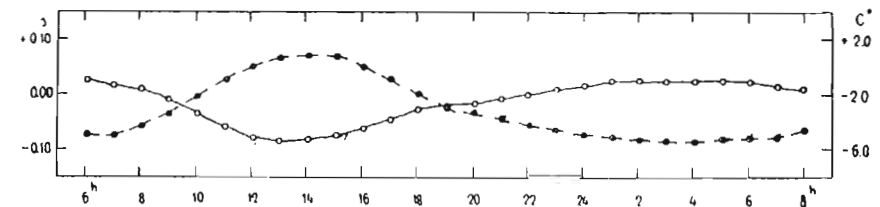
Са исте криве види се још да разлику у нагибу (*ef*) између 20<sup>h</sup> и 3<sup>h</sup>, када су просечно падале средине наших посматраних вечерњих и јутарњих серија, износи 0.<sup>s</sup>065, што у потпуности објашњава систематске разлике

нагиба у вечерњим и јутарњим серијама које уносе систематске грешке и на одређивање времена.



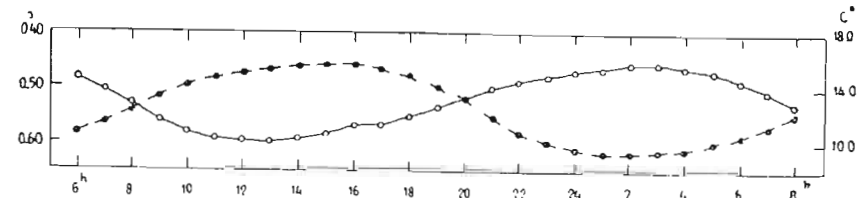
Сл. 7.

Ако упоредимо графике 6 и 8 видимо да су амплитуде и кривих температуре и кривих нагиба максималне у летњем, а минималне у зимском периоду и да њихове апсолутне вредности (ових година) износе 13<sup>s</sup>0С за



Сл. 8.

температуру и 0.<sup>s</sup>390 за нагиб у летњем, а 6.<sup>s</sup>2С за температуру и 0.<sup>s</sup>111 за нагиб у зимском периоду. У полусезонама амплитуде оба елемента достижу међувредности.



Сл. 9.

Одавде се види, прво, да се мора за сваку звезду примењивати тренутни нагиб, који одговара њеном пролазу и да се применом средњег нагиба за читаву серију уносе систематске грешке и, друго, да се због нели-

неарности промена температуре и нагиба не може усвојити један константни коефицијент промене нагиба у функцији промене температуре, као што то неки аутори чине.

Осим тога са графика се још да јасно уочити и систематско за-  
 шњење екстремума кривих промена температуре за екстремумима кривих  
 промена нагиба, које је такође највеће у летњем (око 2<sup>h</sup>), а најмање у зим-  
 ском (око 1<sup>h</sup>), и које се да објаснити топлотном инерцијом инструмента,  
 која је највећа лети, при највећим разликама између спољне и унутрашње  
 температуре.

Но свакако је најинтересантније кретање разлике између спољне и  
 унутрашње температуре, како у току дана и ноћи, тако и кроз годишња доба.

У летњем периоду (сл. 6) са затварањем павиљона у 6<sup>h</sup> незнатна  
 разлика од 0.07 C између спољне и унутрашње температуре одржава се око  
 2 часа (gh), а затим се она поступно повећава са апсорпцијом топлоте у  
 металним кровним конструкцијама, да у тренутку отварања павиљона у 18<sup>h</sup>  
 достигне свој максимум (ij) од 4° C. У размаку наглог изједначавања  
 спољне и унутрашње температуре (ik), који износи око 1 часа ове се тем-  
 пературе потпуно изједначе и остају приближно једнаке кроз целу ноћ,  
 до самог затварања павиљона у 6<sup>h</sup>. Неосетно нижа температура павиљона  
 од спољашње у току ноћи, приказана на графицима, долази услед тога  
 што је спољашња температура мерена са термометра у метеоролошком  
 заклону, где је ова температура систематски виша од спољне баш за доби-  
 вени износ.

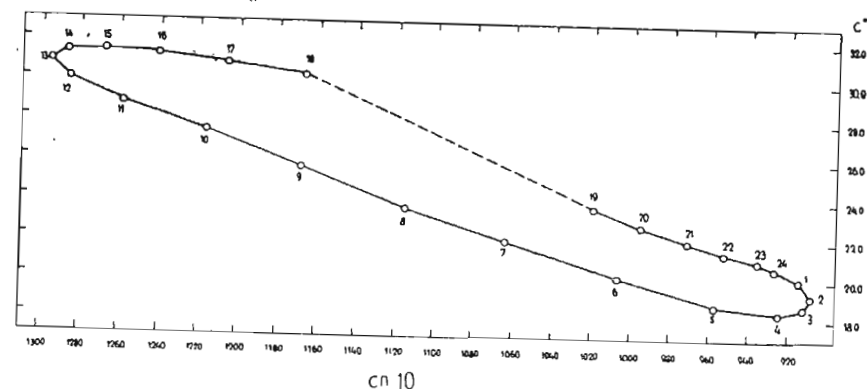
Загревање у самом инструменту, у току дана, под описаним условима  
 још је веће но у унутрашњости павиљона, па је и разлика између темпера-  
 туре инструмента и температуре спољног ваздуха у тренутку отварања па-  
 виљона већа од 4° C. Због његове топлотне инерције исто тако је дужи  
 и размак изједначавања температуре инструмента и спољне температуре но  
 што је размак изједначавања унутрашње температуре павиљона са спољном,  
 и из вишегодишњег искуства са овим павиљоном знамо да овај размак  
 износи око 3 часа. Отуд очигледно произилази и потреба да се врши веш-  
 тачко ветрење павиљона, или још боље, да се вештачким путем темпера-  
 тура инструмента у току целог дана одржава на нивоу спољне температуре  
 у тренутку посматрања. Само под свим условом могло би се очекивати  
 потпуно обезбеђење од систематских утицаја температурских разлика из-  
 међу температуре инструмента и спољне температуре на нагиб, а преко  
 овога и на одређивање времена.

Са слике 7 види се да се у јесењем периоду разлика између унутра-  
 шње и спољне температуре пре подне држи око нуле, а поподне достиже  
 незнатан износ. Исто тако и у пролетњем периоду. У зимском се не запажа  
 скоро никаква разлика, па су у овом периоду мерења била редукована.

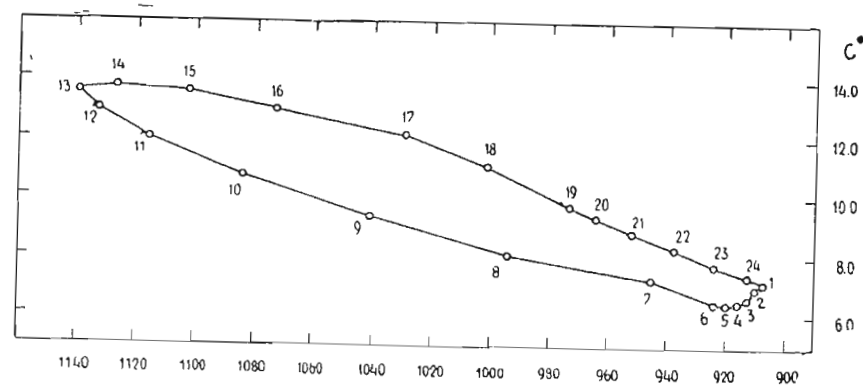
Слика 10 приказује промену нагиба у непосредној функцији промена  
 температуре у летњем периоду. Са ње се још боље но са слике 6 запажа  
 неравномерност промене нагиба, као и супротан смер ових промена после  
 13 часова, односно после 2 часа, затим велики скок у периоду отварања  
 павиљона у 18 часова.

Слика 11 приказује исту функцију у јесењем периоду. Законитост  
 промена остаје иста, а смањена површина контуре указује на знатно сма-  
 њење амплитуде испитиваних промена које носе карактер дневне перио-  
 дичности.

Како промене либелине нуле могу доводити до знатних привидних  
 промена нагиба, ако су оне осетне у току посматрања једне звезде, на слици  
 12 графички смо претставили промену либелине нуле у летњем периоду,

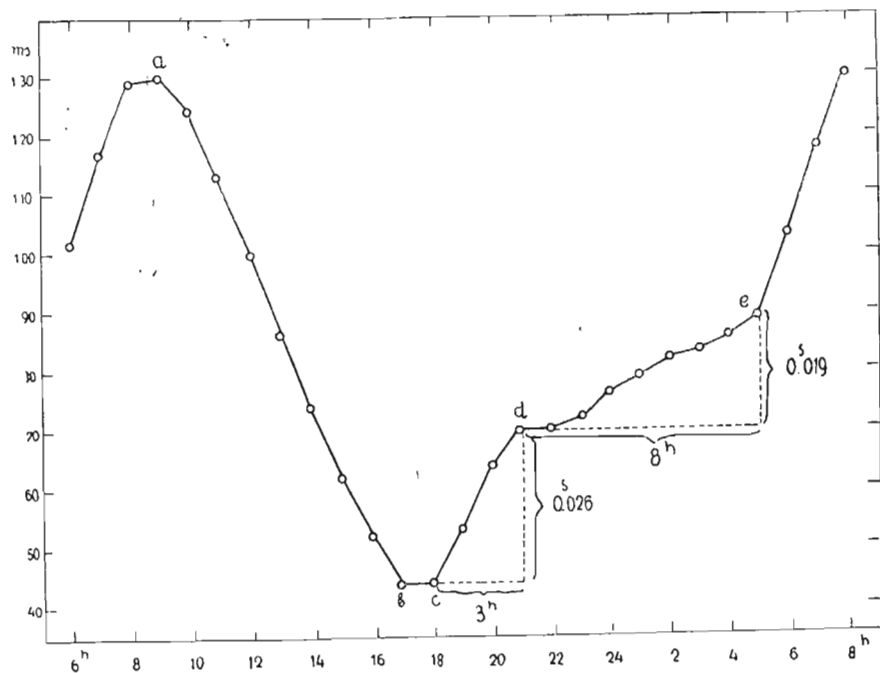


у коме је она најизразитија. Са ње се види да либелина нула трпи у затво-  
 реном павиљону велике и брзе промене са максимумом (a) од 0.8130 око 9<sup>h</sup>,  
 и минимумом (b) од 0.8043 око 17<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. После отварања павиљона мења  
 се смер промена либелине нуле и њена вредност расте, такође нагло, за све  
 време док се не успостави термичка равнотежа између либеле и њене око-



лине. Јасно се види да овај процес траје око 3 сата, а за то време либелина  
 нула промени се по апсолутној вредности за 0.8026. У размаку (de) од 8<sup>h</sup>,  
 почев од 21<sup>h</sup> па до 5<sup>h</sup>, промене су релативно благе и у размаку посматрања  
 једне звезде не изазивају мрљиве утицаје на време. Укупна промена ли-  
 белине нуле у овом размаку (8<sup>h</sup>) не прелази 0.8019. У остала годишња  
 доба ове су промене још мањих амплитуда и брзина.

Да бисмо још ближе изучили зависност између температуре и нагиба обртне осовине пасажног инструмента извршили смо хармониску анализу кривих које приказују токове промена оба елемента и добили ове изразе за нагиб  $\beta$  и температуру  $T$ , засебно за свако годишње доба:



Сл. 12.

$$\beta = -1^{\circ}.103 + 0^{\circ}.190 \sin(t + 87^{\circ}.6) + 0^{\circ}.023 \sin(2t + 232^{\circ}.1) \pm 9 \pm 14 \pm 3.7 \pm 14 \pm 34.8,$$

$$\beta = -0^{\circ}.997 + 0^{\circ}.110 \sin(t + 70^{\circ}.9) + 0^{\circ}.032 \sin(2t + 257^{\circ}.3) \pm 6 \pm 8 \pm 4.2 \pm 8 \pm 14.3,$$

$$\beta = -0^{\circ}.017 + 0^{\circ}.051 \sin(t + 54^{\circ}.5) + 0^{\circ}.015 \sin(2t + 241^{\circ}.7) \pm 1 \pm 2 \pm 2.4 \pm 2 \pm 6.5,$$

$$\beta = -0^{\circ}.526 + 0^{\circ}.071 \sin(t + 64^{\circ}.9) + 0^{\circ}.009 \sin(2t + 302^{\circ}.0) \pm 1 \pm 1 \pm 0.8 \pm 1 \pm 6.4,$$

$$T = +24^{\circ}.6 + 5^{\circ}.8 \sin(t + 244^{\circ}.7) + 1^{\circ}.0 \sin(2t + 35^{\circ}.6) \pm 0^{\circ}.3 \pm 0^{\circ}.4 \pm 39^{\circ}.5 \pm 0^{\circ}.4 \pm 22^{\circ}.9,$$

$$T = +9^{\circ}.70 + 3^{\circ}.40 \sin(t + 231^{\circ}.4) + 0^{\circ}.9 \sin(2t + 50^{\circ}.1) \pm 0^{\circ}.03 \pm 0^{\circ}.05 \pm 0^{\circ}.8 \pm 0^{\circ}.05 \pm 3^{\circ}.2,$$

$$T = -3^{\circ}.00 + 3^{\circ}.00 \sin(t + 231^{\circ}.3) + 0^{\circ}.80 \sin(2t + 40^{\circ}.3) \pm 0^{\circ}.04 \pm 0^{\circ}.06 \pm 1^{\circ}.1 \pm 0^{\circ}.06 \pm 4^{\circ}.3,$$

$$T = +12^{\circ}.50 + 3^{\circ}.30 \sin(t + 233^{\circ}.5) + 0^{\circ}.20 \sin(2t + 252^{\circ}.9) \pm 0^{\circ}.04 \pm 0^{\circ}.05 \pm 0^{\circ}.9 \pm 0^{\circ}.05 \pm 14^{\circ}.3,$$

Лето

Јесен

Зима

Пролеће

Лето

Јесен

Зима

Пролеће

За епоху узето је 0<sup>h</sup> ср. евр. вр. Бројеви испод констаната у *Fourier*-овим полиномима претстављају њихове стандардне грешке. Из њих се види да су константе поуздано одређене. Из свију израза види се да је доминантан дневни члан, који је у амплитуди реда 0.<sup>s</sup>1 код нагиба, а 4<sup>°</sup>С код температуре. Запажа се и полудневни члан, који је реда 0.<sup>s</sup>02 за нагиб и 0.<sup>°</sup>7С за температуру. Остали чланови нису ни дати јер су занемарљиви у односу на први.

Даље се из изведених израза види да се амплитуде, како код нагиба, тако и код температуре, мењају скоро у истом односу кроз годишња доба. На пример, амплитуда дневног члана у нагибу из лета у јесен опала је 1.7 пута, а исто толико пута и амплитуда дневног члана температуре. Амплитуде полудневних чланова опале су у истим сезонама респективно 0.7 и 1.1 пута.

Ова законитост је нешто поремећена ако се изведе из осталих годишњих доба, што долази од нехомогености посматрачког материјала у овим сезонама. На пример, зими мерења температуре и нагиба нису увек вршена преко целе ноћи при отвореном павиљону због тешких атмосферских услова.

Фазни углови дневних чланова се кроз сва годишња доба приближно међусобно слажу, и то како за нагиб тако и за температуру. И фазни углови полудневних чланова слажу се међу собом код нагиба, док се код температуре запажа извесно отступање само у пролећем периоду. Оно је изазвано знатно мањим бројем мерења извршених у овом периоду (3 дана у односу на 10 дана у осталим сезонама).

Закључак. — Претходна анализа недвосмислено показује да су примећене промене нагиба између вечерњих и јутарњих серија последица промена температуре ваздуха око инструмента и у њему. Разлике  $\Delta_n - \Delta_d$  показују јасно да један од узрока неслагању између нагиба изведених из узастопних серија треба тражити у металним кровним конструкцијама посматрачког павиљона. Ма да су оне обложене изнутра лесонитом снабденим мањим отворима, од којих се очекивало да ће обезбедити колико толико природно кружење ваздуха, проветравање унутрашњости посматрачке сале је несумњиво незнатно. Због тога треба увече много више времена да се успостави топлотна равнотежа у инструменту него ујутру. То усталом потврђују и друге разлике нагиба  $\Delta_n - \Delta_d$ . Да би оне ишчезле, или се барем нешто умањиле, треба преправити кровне конструкције, тако да загарантују непрекидну топлотну равнотежу око инструмента и увести вештачко ветрење павиљона.

Сезонске промене нагиба долазе од сезонског клађења самог стуба изазвано његовим плитким фундаментом у слојевима који сами врше сезонско таласање изазвано инсолацијом. Темељи стубова за пасажне инструменте морају се градити бар 5—6 метара испод површине тла. Ово утолико пре важи и за стубове за фундаменталне астрономске инструменте.

Постојање секуларног члана у нагибу који долази од неједнаког слегања стуба по целој површини његове основе доводи до закључка да дубина стуба мора ићи до веома чврсте подлоге, да се посматрачки павиљон мора обезбедити од сливања атмосферских талога у темељ стуба шарпама и ровићем око павиљона, као и дренажом за одвођење површинске воде. Сам



стуб треба да буде од препечене цигле везане танким и једнаким слојем малтера специјална састава, од бетона или најбоље од тврдог монолита. У првом и другом случају ваља рачунати са процесом везивања и слегања бар за годину дана, јер смо видели да је осетљивост нагиба према неравномерном слегању изванредно велика. Ова искуства могу бити од користи у тренутку у коме се налазимо, наиме, непосредно пред пројектовањем и грађењем три већа павиљона за фундаменталне инструменте на Београдској опсерваторији.

##### 5. Систематске разлике нагиба обртне осовине у зависности од положаја инструмента.

Прикупљена документација. — Систематске разлике у нагибу обртне осовине инструмента у функцији његова положаја, тј. реда обртања (EW или WE) у току посматрања, открио је Швајцер још 1846, при одређивању географске ширине Москве [8]. После тога приметио их је и на њих већи број посматрача указивао, било при одређивању времена, било при одређивању ректасцензија, дакле, и при употреби пасажних и при употреби меридијанских инструмената. Највеће вредности за ове систематске разлике нашли су: Швајцер  $(+0.011 \pm 0.005)$  [8], Albrecht  $(-0.026)$  [17], Блохин  $(-0.014 \pm 0.005)$  [28] и Дњепровски  $(-0.018 \pm 0.002)$  [30]. Но, било је и случајева (Albrecht [19] 1903 у Потсдаму и Бакулин [79] 1947-49 у Москви), када су се оне спуштале до нуле. Средња вредност ових разлика изведена из посматрања 59 посматрача у току последњих 100 година, износи  $-0.0055 \pm 0.0006$  [57].

С обзиром на облик у коме ова систематска грешка улази у израз за одређивање ректасцензије и на њену горњу просечну вредност њен утицај на ректасцензије може прећи  $0.010$ , што није ни мало занемарљиво у односу на степен тачности који се данас захтева и постиже у овој врсти посматрања. Може се, истина, приметити да ће при наизменичном реду посматрања меридијанских пролаза (EW, WE) средња вредност часовникова стања  $S_{pm}$  изведеног из једне серије бити ослобођена овог систематског утицаја, али не треба губити из вида да ће ово бити само делимично, јер ће у посматраним серијама, да би био испуњен услов  $M \approx 0$  увек бити мањи број северних звезда са великим Mayer-овим коефицијентима, који ће реметити изравнавање. С друге стране, упркос многим досадашњим истраживањима порекло ове систематске грешке још није довољно осветљено, бар извесних њених компонената. Осим тога, вредности добивене за њене компоненте које су досад изучаване не слажу се увек међу собом. Стога смо сматрали корисним да унесемо у комплекс наших истраживања, предузетих у циљу повишења тачности часовне службе наше Астрономске опсерваторије [57], и изучавање систематских грешака нагиба ове врсте. У том циљу из мерених нагиба при пролазу сваке звезде срачунали смо средње нагибе обртне осовине за све посматране серије, па смо образовали систематске разлике ових нагиба  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ , и нашли њине средње вредности по месецима кроз цео поменути двогодишњи период. Затим смо систематске разлике  $\Delta\beta$  изравнали методом тежишта, како би се боље истакла правилност у њиховом току. Ове податке дају доље таблице за 1952 и 1953 годину у  $0.0001$ .

1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
п	14	7	22	27	17	28	38	26	25	24	24	10	Σ	262
Δβ'	-12	-28	-57	-66	-72	-71	-66	-54	-41	-44	-54	-58	Мод.	-52 ± 4

$$\Delta\beta' = \beta_{EW} - \beta_{WE} = -0.0052 \pm 0.0004$$

1953	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
п	9	22	36	22	27	24	35	24	31	26	19	29	Σ	304
Δβ'	-56	-54	-60	-59	-59	-52	-52	-62	-63	-72	-67	-60	Мод.	-60 ± 4

$$\Delta\beta' = \beta_{EW} - \beta_{WE} = -0.0060 \pm 0.0004$$

Из ових таблица види се јасно да ове разлике нису оптерећене ни систематским ни сезонским променама. Средње годишње вредности њихове, као и дефинитивна средња вредност

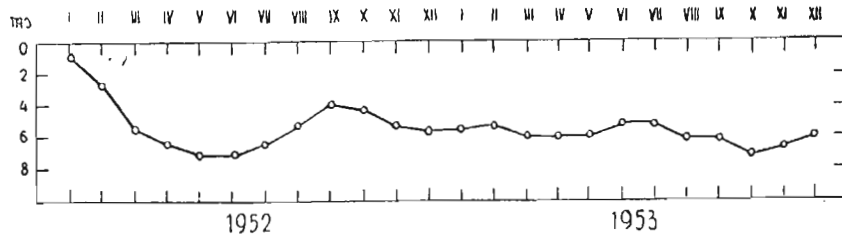
$$\Delta\beta' = \beta_{EW} - \beta_{WE} = -0.0056 \pm 0.0003$$

изведена из свих посматрања (566 серија), слаже се добро са средњом вредношћу  $(-0.0055)$  изведеном из посматрања извршених у току последњих 100 година. Одатле произилази да дефинитивно нађена вредност за  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  може да се сматра за добру и за реалну меру реда величине ове систематске грешке, бар за преносне типове пасажних инструмената.

Ради очигледнијег истицања тока систематских разлика  $\Delta\beta'$  ове су нанете и на график, приказан на слици 13 изломљеном кривом са истоименом ознаком. Са ове криве упадљиво се истиче систематски карактер ових разлика као и њихова уједначеност у току обе године. Осим тога види се да се систематске разлике  $\Delta\beta'$  у нагибу, које долазе од промене реда посматрања, крећу у границама  $1.2 < \Delta\beta' < 7.2$  милисекунде.

Порекло ових систематских разлика. — Разни аутори су се бавили и питањем порекла ове систематске грешке. Сам Швајцер као и већина посматрача после њега, већ од почетка својих истраживања, приписивали су ову систематску разлику неједнаком топлотном утицају посматрачевом на либелине носаче. То је значило да је промена нагиба која долази од овог утицаја привидна и да се испољава у виду систематске грешке нагиба. На тај начин је објашњен и негативан знак разлике  $\beta_{EW} - \beta_{WE}$  за обешене либеле, као и њен позитиван знак који је добио Швајцер служећи се либелом која почива на обртној осовини. Неки су истраживачи приписивали ову разлику инерцији либелина межура. Међутим, систематска природа ове грешке, утврђена на великом броју инструмената различитих типова, искључује могућност овог узрока, који по својој природи може пре доводити до случајних грешака. Блохин [28] је извршио серије експеримената у току којих је либела била заштићена од сваког топлотног утицаја који може потицати од посматрача. Из ових експеримената извео је закључак да разлика потиче искључиво од овог узрока, чији је систематски карактер несумњив. Међутим, из сличних експеримената Бељајева [29] излази да је претходни утицај безначајан и да, према томе, узрок појави треба

тражити на другој страни. Међутим из истраживања Зверјева [52] извршених 1941—1945 излази да бар једна компонента ове систематске разлике потиче од топлотног дејства посматрачева на либелине носаче. Питање је делимично расветљено захваљујући експериментима које је Пиљник [62] извршио од 1950 до 1951 године. Овај је аутор испитивао ход ове систематске разлике кад се инструмент излаже само с једне стране променљивом топлотном режиму. Ти експерименти су несумњиво истакли топлотне утицаје на привидне промене нагиба. Квантитативна је анализа, међутим, показала да загревање које долази од посматрача може да објасни само један део уочене систематске разлике, која између осталог зависи од дужине либелиних носача, као и од конструкције инструмента, која може више или мање штитити либелу од посматрачева топлотног утицаја.



Сл. 13.

Истраживања која је у овом погледу извршио Васиљев [80] на фотоелектричном пасажном инструменту показала су такође постојање систематске разлике  $\Delta\beta$  реда  $0^s.0040$ . Аутор их је објаснио зрачењем западног краја инструмента, који је увече јаче загрејан, у правцу источног, услед кога се либелин мехур помера у истом смеру и доводи до привидних промена нагиба.

У овом погледу ми смо отишли корак даље стављајући у програм истраживања, поред одређивања систематске разлике  $\Delta\beta$  из редовних вечерњих посматрачких серија и одређивања ове систематске грешке ван посматрачких серија у извесним периодима сваки сат у току читавог дана и ноћи, и најзад њихово одређивање из ванредних јутарњих посматрачких серија. Овако прикупљена документација омогућила нам је, као што ће се одмах видети, да изведемо још неке закључке.

Да бисмо елиминисали и одредили посматрачев утицај на ову систематску разлику и добили материјал из кога се може посматрачев утицај издвојити од других утицаја који доводе до ове систематске грешке, ми смо вршили у првој половини 1954 године серије одређивања разлика  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ . Мерења су вршена у размацама од 1 часа преко целог дана и ноћи независно од астрономских посматрања. Читања су вршена дурбином утврђеним у вертикалном положају и у положајима KE-KW-KE. Читања либеле вршена су два минута после обртања инструмента. Из ова три читања извођене су систематске разлике  $\Delta\beta$  и добијено је за средњу вредност из 45 дана мерења  $\Delta\beta = -0^s.0038$ .

Ова мерења, као и њихове средње вредности, разликују се осетно од мерења извршених у току астрономских посматрања. Одатле се може за-

кључити да један део ове систематске разлике треба доиста приписати посматрачевом топлотном утицају на либелине носаче.

Додајмо на крају да су мерења извршена ван посматрачких серија вршена увек при истом правцу визуре ( $Z = 0$ ), како би се елиминисао утицај евентуалне неједнакости и неправилности ослонаца обртне осовине на систематске разлике нагиба које су испитиване. Међутим, остала је необјашњена још једна компонента ове разлике, која је објашњена после анализе ове систематске разлике извођене напореда из вечерњих и јутарњих серија.

У току ових експеримената вршена су и одређивања времена из вечерњих и јутарњих серија посматрања на истом инструменту. Том приликом констатована је и систематска разлика између вредности  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  изведених у току вечерњих и оних изведених у току јутарњих серија. Средње месечне вредности ових разлика (у  $0^s.0001$ ), изравнате методом тежишта, обухваћене су укратко за 1952, 1953 г., као и средње вредности за обе године у следећем прегледу.

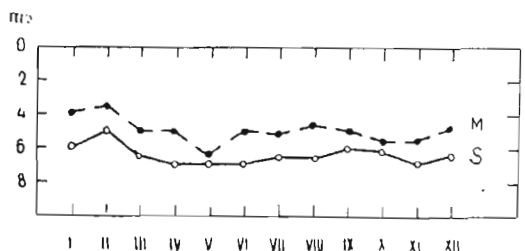
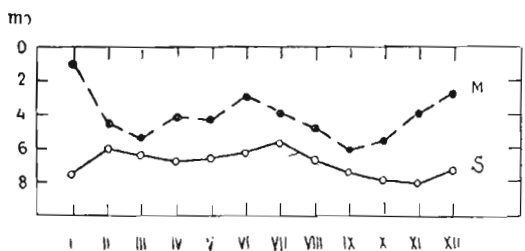
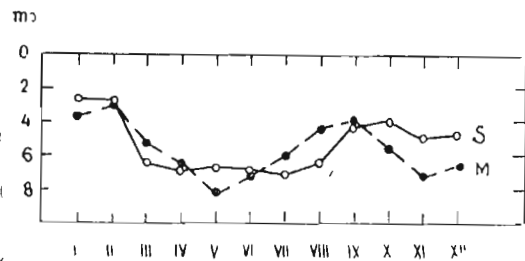
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
1952	M	-37	-30	-52	-64	-81	-72	-61	-44	-40	-55	-72	-66	-56
	S	-25	-29	-63	-67	-66	-71	-71	-63	-42	-41	-50	-47	-53
1953	M	-10	-46	-54	-42	-44	-31	-40	-48	-62	-57	-40	-27	-42
	S	-75	-61	-66	-70	-67	-64	-58	-69	-76	-80	-82	-75	-70
1952/53	M	-39	-36	-49	-49	-63	-51	-52	-46	-50	-56	-55	-48	-50
	S	-59	-50	-65	-69	-67	-67	-65	-66	-60	-62	-69	-64	-66

Ове вредности графички су приказане на слици 14 на којој први пар кривих приказује систематске разлике изведене из вечерњих и јутарњих серија у 1952; други пар кривих односне разлике изведене из 1953 г., а трећи пар средње вредности ових разлика за обе године. Јасно се запажа преплитање првог пара кривих, као и очигледна раздвојеност другог пара са преовлађивањем вечерњих вредности. Ова је раздвојеност разуме се нешто мања у трећем пару, но ипак довољно изражена. Исто тако се јасно запажа са свију кривих, нарочито са првог пара, полугодишња периодичност систематских разлика  $\Delta\beta$ .

Да би се добро разумели ови резултати треба додати да су у 1953 години топлотни услови у току посматрачких серија били нешто бољи. С једне стране, посматрачка сала је била редовно ветрена на 2—3 часа пре сваке серије, с друге стране, у покретној кровној конструкцији начињено је 19 отвора намењених да олакшају слободно кружење ваздуха и, према томе, изједначење спољне и унутрашње температуре. У 1952 години, напротив, ови услови нису били још остварени.

Како полугодишња периодичност, тако и преовлађивање вечерњих вредности  $\Delta\beta$ , после уклањања посматрачева утицаја, долазе од несиметричног зрачења околних предмета на инструмент. У нашем посматрачком павиљону овакво зрачење је нарочито изражено, јер се са западне стране.

инструмента а на удаљености од само 1 метра налази вид, док се са источне стране, после отварања кровне конструкције, налази потпуно празан простор. Осим тога у наставку западног зида налази се читаво западно крило павиљона са великом металном кровном конструкцијом.



Сл. 14.

**Закључак.** — На крају можемо рећи да из извршених истраживања произилази да је систематска разлика  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  у привидним променама нагиба обртне осовине пасажних инструмената врло сложено питање. Она се састоји из више компонената, од којих су само неке могле да се проуче до данас, и то

$$\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE} = \Delta\beta_T + \Delta\beta_P + \Delta\beta_t + \Delta\beta_s + \Delta\beta_{s-m}.$$

Прва долази од хоризонталног температурског градијента; друга од притиска који посматрач врши на стуб; трећа од неправилности ослонаца обртне осовине; четврта од топлотног утицаја посматрача; пета као функ-

ција неједнакости спољне и унутрашње температуре око инструмента и показује се у разликама ове систематске грешке у вечерњим и јутарњим часовима. Прва од ових компонената може се у нашем случају занемарити. Друга је елиминисана предострожностима које су предузете да се заштити стуб. Трећа, која код савремених инструмената не износи више од  $0.001$  до  $0.002$  такође је елиминисана распоредом мерења. Топлотни утицај посматрачев може се, као што смо показали, одредити, па дакле и он елиминисати. Тако је издвојена само последња компонента чије смо порекло објаснили из вечерњих и јутарњих мерења несиметричним зрачењем зграде на инструмент. Из показаних мерења може се и она одредити и такође елиминисати из редовних меридијанских посматрања.

Одређивање њено је веома тешко, дангубно и скупо, па још увек остаје као боља алтернатива обезбеђење од ње путем изградње потпуно симетричних посматрачких павиљона, како по облику зграде, тако и по облику и положају њених унутрашњих делова и са овог разлога, дакле, треба у том правцу усмерити и преправку Астрогеодетског павиљона Астрономске опсерваторије у Београду.

#### 6. Систематске разлике часовникових стања у зависности од положаја пасажног инструмента. —

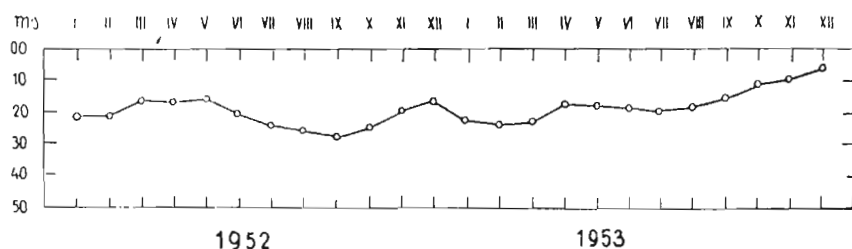
Прикупљена документација. — У наставку наших радова на испитивању промена нагиба обртне осовине пасажног инструмента у зависности од реда посматрања, чије смо резултате изложили у претходном параграфу, продужили смо испитивање промена часовникових стања изведених из посматрања на истом пасажном инструменту и из истог посматрачког материјала у зависности од реда посматрања. Резултати ових испитивања сажети су у овом параграфу. С обзиром на распоред мерења овај је посматрачки материјал по својој природи могао да послужи, како за извођење систематских разлика у нагибу  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ , тако и за извођење систематских разлика у стањима часовника  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  зависних од реда посматрања, EW, односно WE.

	1952			1953		
	$\Delta$	n	$\Delta'$	$\Delta$	n	$\Delta'$
I	-21.3	13	-21.1	-27.6	9	-22.6
II	-20.8	7	-21.1	-32.5	20	-23.9
III	-21.0	20	-16.5	-18.3	36	-22.9
IV	-12.1	27	-16.3	-21.7	22	-17.6
V	-17.6	17	-16.0	-13.4	27	-18.0
VI	-18.7	28	-20.4	-19.9	24	-18.4
VII	-22.8	38	-23.7	-21.3	34	-19.9
VIII	-30.8	24	-25.4	-17.8	24	-18.6
IX	-24.2	25	-27.6	-16.3	31	-16.0
X	-28.1	24	-24.3	-14.0	26	-11.2
XI	-20.4	23	-19.8	-4.7	19	-10.2
XII	+ 1.3	10	-16.7	-9.9	29	-6.3

Средње месечне вредности срачунатих систематских разлика  $\Delta$ , за 1952 и 1953 годину посебно, дате су у табели на страни 43.

Ступци  $\Delta'$  претстављају изравнате вредности ових систематских разлика методом тежишта, а ступци  $n$  дају укупан број посматрачких серија у сваком месецу.

Ток ових систематских разлика графички је приказан на слици 15 кривом  $\Delta'$  са које се још јасније истиче систематски карактер ове разлике која варира у уоченом периоду у границама  $6.3 < \Delta' < 27.6$  милесекунада око средње вредности  $\Delta'_m = -18.9$  са средњом квадратском грешком  $\pm 0.001$ , знатно нижег реда од саме разлике  $\Delta'_m$  што указује на реалност ових систематских разлика. Што се тиче апсолутних вредности средње разлике, она је реда који се не може сматрати занемарљивим при посма-



Сл. 15.

трањима меридијанских пролаза под савременим условима, где се тежи тачности од  $\pm 0.001$ .

Порекло ових систематских разлика. — Да бисмо открили порекло систематске разлике  $\Delta$  часовникових стања зависне од реда посматрања, прво смо покушали да их објаснимо утицајем истоимених систематских разлика у нагибу.

Просечно трипут мања апсолутна вредност систематских разлика  $\Delta\beta$  од средње вредности систематских разлика  $\Delta$  јасно указује да систематске разлике  $\Delta$  не потичу, или бар не у потпуности, од систематских разлика  $\Delta\beta$  у нагибу, јер се ове последње не могу толико повећати коефицијентом  $N = \cos(\varphi - \delta) \sec \delta$ . Ово тим пре, што се из условних једначина

$$Cp = a_{app} - [T_m + \beta \cos(\varphi - \delta) \sec \delta + a \sin(\varphi - \delta) \sec \delta + R \sec \delta]$$

види да би се утицај систематске разлике  $\Delta\beta$  на  $Cp$  морао појављивати са промењеним знаком, што није случај. Остају значајни други узроци као претјжни за објашњење порекла систематских разлика  $\Delta$  у часовниковим стањима.

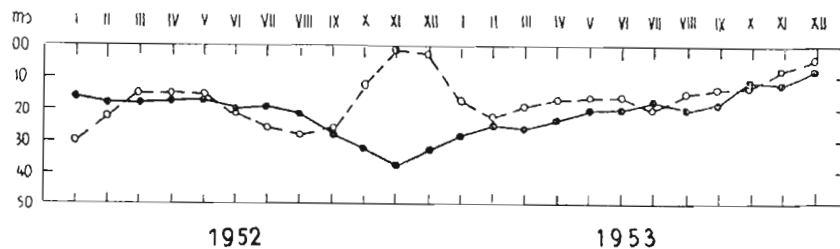
Даље трагање за пореклом систематских разлика  $\Delta$  усмерили смо на испитивању утицаја личних грешака посматрача на ове систематске разлике. У том циљу образовали смо средње вредности часовникових стања  $Cp$  за сваку поједину серију, и то како првог тако и другог посматрача, затим систематске разлике  $\Delta = Cp_{EW} - Cp_{WE}$ , сваке серије, и то како за једног тако

и за другог посматрача и, најзад, средње вредности ових систематских разлика за све месеце у 1952 и у 1953 години засебно за сваког посматрача. Ове последње податке даје доња таблица у ступцима Б и М.

	1952						1953					
	Бркић			Митић			Бркић			Митић		
	Б	n	Б'	М	n	М'	Б	n	Б'	М	n	М'
I	14.2	9	16.0	37.4	4	30.0	17.7	4	28.6	34.8	5	17.9
II	23.2	4	18.5	17.6	3	23.9	30.8	9	25.7	33.8	11	22.7
III	21.1	8	18.2	21.0	12	15.1	24.6	14	26.6	14.3	22	19.9
IV	14.8	13	17.6	9.6	14	15.3	25.8	12	23.2	16.8	10	16.9
V	18.5	9	17.1	16.6	8	15.0	18.4	11	20.1	10.0	16	16.4
VI	18.7	11	20.2	18.7	17	20.5	15.0	10	20.4	23.3	14	16.7
VII	21.9	19	19.6	23.8	19	25.9	24.8	17	18.1	17.7	17	19.3
VIII	1.9	2	21.7	33.4	22	28.3	19.0	12	20.0	9.9	3	15.3
IX	23.9	17	28.6	24.8	8	26.8	24.6	6	18.4	14.4	25	14.0
X	38.2	14	32.7	13.8	10	12.5	13.6	10	11.4	14.3	16	13.3
XI	39.2	11	38.1	3.1	12	0.9	1.4	10	11.9	8.4	9	8.3
XII	34.6	4	33.7	25.3	6	2.6	17.8	15	8.0	1.5	14	4.2

У истој табели ступци Б' и М' дају ове податке изравнате методом тежишта, како би се лакше могла уочити карактеристика њиховог двогодишњег тока.

Најзад су изравнате систематске разлике Б' и М' сваког посматрача нанете на график приказан на слици 16, односним изломљеним кривим са истоименим ознакама и тако је њихов ток приказан на очигледан начин. Њихов уједначени ток у читавом уоченом периоду, изузев аномалије од септембра 1952 до фебруара 1953, као и испреплетаност обе криве на целом току, указује на то да промена посматрача није вршила утицај на разлике  $\Delta$ , па да ове и не зависе од личних утицаја.



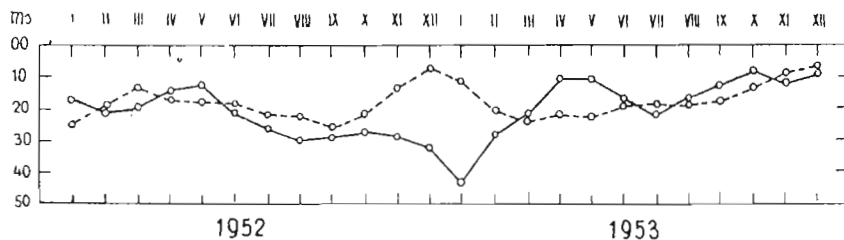
Сл. 16.

Да бисмо даље испитали да разлике  $\Delta$  не долазе од систематски различитих услова при посматрању вечерњих и јутарњих серија, извели смо средње вредности свих серија, средили их засебно за вечерње, а засебно

за јутарње, и образовали средње месечне вредности, како вечерњих, тако и јутарњих серија, независно од посматрача. Ове вредности дају други и четврти стубац у доњој табlici, поред којих ступци  $n$  дају број односних серија.

	1952						1953					
	Јутро	n	Вече	n	Изравнато		Јутро	n	Вече	n	Изравнато	
					J'	B'					J'	B'
I	-10.8	7	-33.5	6	-17.3	-24.9	-62.0	2	-17.3	7	-43.6	-10.8
II	-23.2	4	-17.6	3	-21.6	-20.5	-38.7	9	-27.3	11	-27.9	-21.4
III	-29.3	9	-14.2	11	-20.0	-13.3	-16.1	14	-19.7	22	-21.8	-23.7
IV	-12.5	13	-11.8	14	-15.1	-17.2	-12.5	8	-27.0	14	-10.6	-21.9
V	+8.3	4	-25.5	13	-12.8	-18.1	-1.4	10	-20.5	17	-10.8	-22.3
VI	-20.2	12	-17.6	16	-21.9	-19.4	-19.7	9	-19.9	15	-16.6	-19.5
VII	-30.8	16	-17.1	22	-26.3	-21.9	-26.1	13	-18.3	21	-22.2	-18.6
VIII	-26.4	8	-32.9	16	-29.7	-22.5	-17.4	6	-18.0	18	-17.1	-19.4
IX	-30.4	11	-19.2	14	-29.1	-26.7	-6.4	11	-21.8	20	-12.7	-17.7
X	-29.7	10	-26.9	14	-27.7	-21.6	-16.9	10	-12.3	16	-8.1	-12.6
XI	-22.8	10	-18.5	13	-28.8	-13.7	+3.1	6	-8.3	13	-12.1	-8.9
XII	-45.9	3	+21.6	7	-32.6	-7.8	-16.4	10	-6.5	19	-9.1	-7.3

Ступци 6 и 7 у истој табlici дају исте податке изравнате методом тежишта у циљу њиховог очигледнијег графичког претстављања на слици 17.

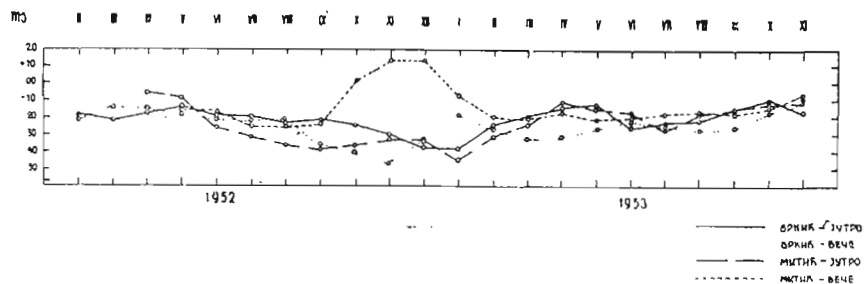


Сл. 17

Из уједначености и слабе променљивости тока две изломљене криве на овом графику, које одговарају систематским разликама  $\Delta'$  изведеним из вечерњих, односно јутарњих серија, као и из одсуства сваке систематске разлике између  $\Delta'$  вечерњих и  $\Delta'$  јутарњих серија, види се јасно да систематске разлике  $\Delta'$  односно  $\Delta$ , не долазе ни од различитих атмосферских услова при посматрањима у вечерњим и јутарњим часовима. Поновљена аномалија у истом периоду као и на претходном графику показује, осим тога, да не долази од личних утицаја посматрача, јер се она овај пут јавља и када се није водило рачуна о раздвајању ових утицаја по посматрачима, што значи да њен узрок треба тражити негде на трећој страни.

Да би се приближило пореклу ове аномалије запажене од септембра 1952 до фебруара 1953 године изведене су вредности систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  засебно за сваког посматрача, и то како из вечерњих, тако и из јутарњих серија. Исте су дате у миллисекундама респективно за посматраче *Митића* и *Бркића* у доњим двама таблицама.

Изравнате вредности разлика  $\Delta$  из ових таблица нанете су на график приказан на слици 18.



Сл. 18.

	Митић						1952						1953					
	Јутро	n	Вече	n	Изравнато		Јутро	n	Вече	n	Изравнато		Јутро	n	Вече	n	Изравнато	
					J'	B'					J'	B'						
I	—	—	-33.5	6	—	—	-62.0	2	-16.6	3	-43.0	-6.2						
II	—	—	-17.6	3	—	-22.0	-42.0	4	-29.1	7	-29.5	-19.1						
III	-36.6	3	-15.8	9	—	-13.7	-13.1	7	-14.9	15	-22.4	-18.6						
IV	-4.8	5	-10.3	9	-5.1	-16.8	-19.0	4	-15.3	6	-10.0	-15.4						
V	-17.5	2	-27.9	6	-7.9	-16.7	-1.9	7	-16.3	9	-12.4	-19.0						
VI	-22.2	8	-15.6	9	-24.7	-17.8	-21.9	5	-24.1	9	-15.7	-17.4						
VII	-39.7	7	-14.5	12	-31.6	-22.7	-25.1	7	-12.6	10	-25.2	-15.7						
VIII	-34.6	6	-32.9	16	-37.1	-23.6	-42.2	1	+6.3	2	-16.1	-14.9						
IX	-36.4	4	-13.2	4	-38.6	-21.1	-5.0	8	-18.8	17	-12.4	-14.8						
X	-49.8	3	+1.6	7	-33.8	+3.4	-18.3	5	-12.5	11	-9.0	-15.1						
XI	-25.4	7	+16.6	6	-30.6	+15.1	-2.0	2	-10.2	7	-9.2	-7.8						
XII	-9.8	1	+32.1	5	-31.1	+15.0	-1.6	4	-0.9	10	—	—						

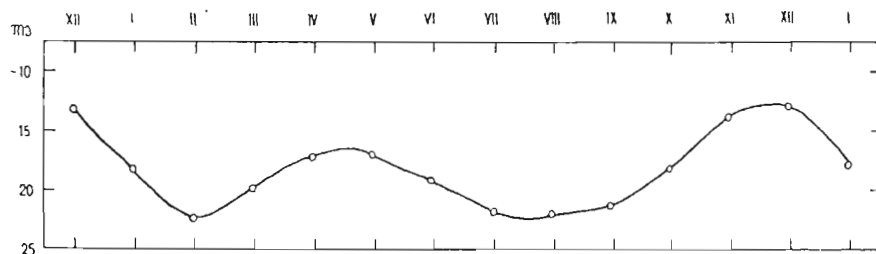
Са њега се види још јасније но из таблица потпуна сагласност кривих систематске разлике  $\Delta$  изведене из јутарњих посматрања једног и из јутарњих посматрања другог посматрача и из вечерњих посматрања посматрача *Бркића*. Аномалија се појављује само на кривој ове систематске разлике изведене из вечерњих посматрања посматрача *Митића* и може се објаснити само чињеницом што овај посматрач пре вечерњих посматрања у овом периоду није вршио дуже ветрење посматрачке просторије, сматрајући да оно није потребно у дотично годишње доба.

Бркић	1952						1953					
	Јутро	п	Вече	п	Изравнато		Јутро	п	Вече	п	Изравнато	
					Ј'	В'					Ј'	В'
I	-10.8	7	—	—	—	—	—	-17.7	4	-37.3	-17.7	
II	-23.2	4	—	—	-19.4	—	-26.5	5	-24.2	4	-22.3	-25.2
III	-25.7	7	+11.2	1	-20.7	—	-19.2	7	-30.1	7	-19.2	-30.9
IV	-15.1	8	-7.1	5	-17.8	-14.5	-12.0	5	-35.6	7	-13.0	-30.1
V	-1.0	2	-23.4	7	-13.4	-17.9	0.1	3	-25.3	8	-10.7	-25.4
VI	-16.2	4	-20.1	7	-18.8	-21.1	-17.0	4	-13.7	6	-25.6	-21.7
VII	-23.9	9	-20.2	10	-18.9	-20.2	-30.4	7	-23.5	11	-21.4	-22.3
VIII	-1.9	2	—	—	-22.7	-20.9	-12.5	5	-25.1	14	-20.3	-26.0
IX	-27.0	7	-21.6	10	-21.3	-35.6	-9.9	3	-39.3	3	-13.0	-24.0
X	-21.1	7	-55.4	7	-23.8	-39.4	-15.4	5	-11.9	5	-7.0	-15.2
XI	-22.8	4	-48.6	7	-28.3	-46.1	+5.6	4	-6.1	6	-14.1	-9.6
XI <sub>1</sub>	-64.3	2	-4.8	2	-36.6	-32.3	-26.2	6	-10.8	9	—	—

Начинимо ли, напоследку, средње вредности систематских разлика  $\Delta$  за обе године и изравнамо ли их методом тежишта, долазимо до њихових средњих месечних вредности приказаних у следећем прегледу.

	$\Delta$	п	$\Delta'$
I	-23.7	22	-18.1
II	-29.4	27	-22.8
III	-19.3	56	-20.3
IV	-16.4	49	-17.1
V	-15.0	44	-17.0
VI	-19.2	52	-19.4

	$\Delta$	п	$\Delta'$
VII	-22.1	72	-22.0
VIII	-25.0	48	-22.2
IX	-19.8	56	-21.8
X	-20.8	50	-18.3
XI	-13.3	42	-14.3
XII	-7.0	39	-13.1



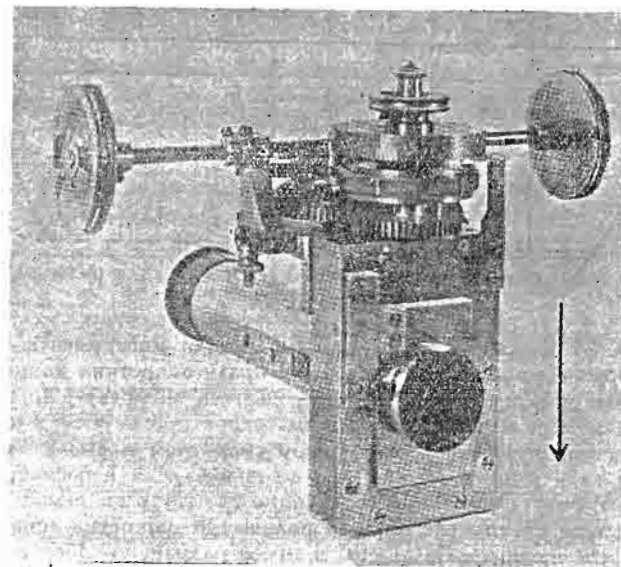
Сл. 19.

Овако образоване изравнате вредности ових систематских разлика  $\Delta'$ , које даје последњи стубац претходне таблице видимо графички приказане кривом на слици 19.

Са ове криве јасно се истиче полугодишња периодичност систематске разлике  $\Delta$ , са јасно израженим максимумима у пролетњој и јесењој и ми-

нимумима у земској и летњој сезони. Ове тенденције треба сматрати јасно израженим стога што је, због великог броја посматрања и због изравнавања, крива довољно слободна од случајних грешака.

До систематске разлике  $\Delta$  истог реда величине дошао је при сличним испитивањима у Свердловску и М. С. Зверјев [52], па је исту у целости приписао флексији обртне осовине изазване топлотним утицајем посматрачевим. Наше је мишљење да је овде пре једним делом у питању посматрачев притисак на микрометар, који изазива флексију осовине на оном крају где се налази посматрач и спуштање микрометра. Спуштање већ од 1 до 2 микрона било би довољно да објасни систематску разлику  $\Delta$  оног реда и оног смера који је истакнут у овом раду. Овом утицају суперпонује се и утицај једног конструктивног недостатка самог микрометра, о коме ће мало касније бити више говора. Што се тиче периодичне променљивости разлике  $\Delta$ , сезонског карактера, мишљења смо да се она може објаснити зрачењем околних предмета на инструмент, као и периодичним променама овог зрачења у току године. На ово нам указује и горња аномалија, од септембра до фебруара, која се појавила код једног посматрача услед слабог проветравања посматрачког павиљона. Топлотно дејство околних предмета на инструмент и његове делове може бити још јаче, а очигледно и променљиво са општим температурским променама.

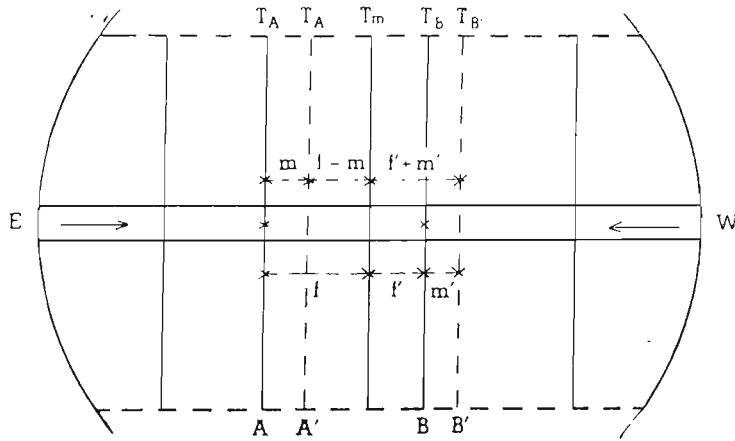


Сл. 20.

Најзад један од најјачих извора ове врсте систематских грешака, по нашем мишљењу, треба тражити у самој конструкцији окуларног микрометра и њеним недостацима. Опруге које смањују мртви ход микрометарског завртња, а које се ослањају о рам са покретним концем (слика 20)



реагују на један начин при завртању микрометра, а на други начин при његову одвртању, тј. при посматрању из источног или из западног положаја, поготову ако се мазиво у микрометарској кутији згуснуло и постало лепљиво или се још и запрашило [81]. Код типова инструмената какав је био употребљен откривен је, сем тога, и конструктивни недостатак микрометра који се у томе састоји што није онемогућено клизање његова вретена у сопственом правцу у микрометарској чаури (у правцу стрелице сл. 20). До овог клизања у правцу у коме се и сам покретни конач креће, према нашем мишљењу, може доћи због преносних зупчаника, преко којих се њихово обртно кретање преноси на сам микрометарски завртањ за мерење, ако су трунке прашине, реда величине и 1 микрона, запале међу зупце преносних зупчаника и ако се мазиво згуснуло. Ово може изазвати и кроз дужи временски размак (док се распоред зрна не измени) систематске грешке поменутог типа и реда величине.



Сл. 21

На сл. 21 приказано је поље вида пасажног инструмента. Кад се посматрање врши из положаја  $E$ , звезда се прати покретним концем, у смеру одвртања микрометарског завртња, до његова положаја  $A$ , притом сва страна тела која се налазе међу зупцима супротстављају се дејству опруга и изазивају поменуто клизање у смеру супротном кретању лика звезде. У тренутку када је звезда допраћена до положаја  $A$  и посматрач престао са праћењем, опруге микрометра слободно дејствују на рам са покретним концем и док се инструмент обрне у положај  $W$  покретни конач под овим дејством пређе из положаја  $A$  у  $A'$  и пређе размак  $m$ . Због тога праћење из положаја  $W$  инструмента не почиње од конца  $A$ , већ од његова положаја  $A'$  и иде у супротном смеру, тј. у смеру завртања микрометарског завртња. Због тога је тренутак пролаза кроз средњи идеални конач при реду посматрања  $E W$

$$T_{mEW} = \frac{T_A + f \sec \delta + T_{A'} - (f - m) \sec \delta}{2} = \frac{T_A + T_{A'}}{2} + \frac{m}{2} \sec \delta,$$

где су размази  $f$  и  $m$  дати у временској мери. Часовниково стање је тада

$$C_{PEW} = \alpha - \left[ T_m + \frac{m}{2} \sec \delta + Ma + N\beta + R \sec \delta \right],$$

или краће

$$C_{PEW} = U - Ma - \frac{m}{2} \sec \delta.$$

Кад посматрање почиње из положаја  $W$  инструмента, звезда се прати покретним концем у смеру завртања до извесног положаја  $B$ . На аналог начин као и у претходном случају, и из истих разлога, по престанку праћења, а за време обртања инструмента у други положај, покретни конач под дејством опруге прелази из положаја  $B$  у положај  $B'$ . Он се помера у општем случају за изванредан износ  $m'$  који не мора бити једнак померању  $m$ , али се померања врше увек у истом смеру. Из другог положаја праћење звезде почиње стога од положаја  $B'$  и иде у смеру одвртања микрометарског завртња.

Очигледно је да ће се на аналог начин претходном добити, при реду посматрања  $WE$ , за тренутак пролаза звезде кроз средњи идеални конач израз

$$T_{mWE} = \frac{T_B + f' \sec \delta + T_{B'} - (f' + m') \sec \delta}{2} = \frac{1}{2} (T_B + T_{B'}) - \frac{m'}{2} \sec \delta,$$

а за стање часовника

$$C_{PWE} = \alpha - \left[ T_m - \frac{m'}{2} \sec \delta + Ma + N\beta + R \sec \delta \right],$$

или краће

$$C_{PWE} = U - Ma + \frac{m'}{2} \sec \delta.$$

Одатле јасно следи да је разлика коју испитујемо

$$\Delta = C_{PEW} - C_{PWE} = -\frac{1}{2} (m + m') \sec \delta,$$

тј. оптерећена пуним износом клизања рама са покретним концем услед наведеног недостатка микрометра, чији утицај расте са секансом деклинације од екватора ка небеском полу.

С обзиром на конструктивне податке нашег инструмента налазимо да линеарном клизању  $\frac{m + m'}{2}$  од 1.5  $\mu$ , одговара разлика

$$\Delta = C_{PEW} - C_{PWE} = 0''.3 = 0^s.020,$$

колико по реду величине одговара и необјашњеним остацима наших систематских разлика овог типа.

Да бисмо утврдили карактер промене ових систематских разлика у зависности од деклинације посматраних звезда потребно је било образване разлике

$$\Delta = C_{mEW} - C_{mWE},$$

где је

$$C_{m_{EW}} = \frac{1}{m} \sum_1^m C_{i_{EW}},$$

$$C_{m_{WE}} = \frac{1}{n-m} \sum_1^{n-m} C_{i_{WE}},$$

а  $C_i = \alpha_i - [T_i + \beta_i \cos(\varphi - \delta_i) \sec \delta_i + a \sin(\varphi - \delta_i) \sec \delta_i + R_i \sec \delta_i]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , уредити по све већим деклинацијама. Како ово није било могуће због саме структуре ових разлика, то смо образовали резидуе

$$\Delta C_i = C_m - C_i,$$

где је

$$C_m = \frac{1}{n} \sum_1^n C_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

и издвојили посматрања извршена по реду  $EW$ , тј.

$$\Delta C_{m_{EW}} = C_m - C_{m_{EW}},$$

од разлика

$$\Delta C_{m_{WE}} = C_m - C_{m_{WE}}.$$

И једне и друге сада је лако било уредити по деклинацијама посматраних звезда. Како су међутим наше разлике, као што се види,

$$\Delta = C_{m_{EW}} - C_{m_{WE}} = \Delta C_{m_{WE}} - \Delta C_{m_{EW}},$$

то смо на овај начин постигли и сређивање по деклинацијама разлика  $\Delta$  које нас интересују.

Отступања часовникова стања од средњег стања серије уређена по деклинацијама од по  $5^\circ$  и реду посматрања  $EW$ , односно  $WE$  за 1952 и 1953 годину дата су у доњем прегледу у милсекундама.

$\delta$	$\Delta C_{m_{WE}}$	$n$	$\Delta C_{m_{WE}}$	$n$	$\Delta$	$\Delta \cos \delta$	$\delta$	$\Delta C_{m_{EW}}$	$n$	$\Delta C_{m_{WE}}$	$n$	$\Delta$	$\Delta \cos \delta$
	ms		ms		ms	ms		ms		ms		ms	ms
$7^\circ$	+ 3.0	148	- 6.2	135	- 9.2	- 9.1	$37^\circ$	+ 6.2	150	- 5.7	158	- 11.9	- 9.5
12	+ 3.1	98	- 9.2	53	- 12.3	- 12.0	42	+ 4.6	186	- 12.7	209	- 17.3	- 12.9
17	+ 8.6	108	- 7.3	102	- 15.9	- 15.2	47	+ 5.6	366	- 14.1	370	- 19.7	- 13.4
22	+ 7.3	193	- 6.7	185	- 14.0	- 13.0	52	+ 9.8	207	- 12.8	218	- 22.6	- 13.9
27	+ 9.5	188	- 2.9	167	- 12.4	- 11.0	57	+ 14.8	284	- 10.7	299	- 25.5	- 13.9
32	+ 7.1	153	- 3.6	131	- 10.7	- 9.1	62	+ 18.6	192	- 11.4	202	- 30.0	- 14.1

Из њега се виде разлике  $\Delta C_{m_{EW}}, \Delta C_{m_{WE}}$ , као и разлике  $\Delta$  односно  $\Delta \cos \delta$  које нас интересују; у њој  $n$  означава број мерења из којих су подаци изведени.

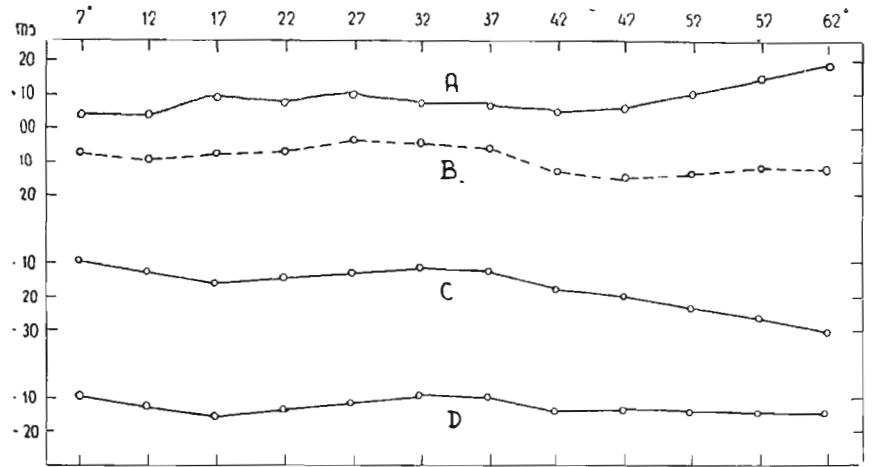
Криве  $A$  и  $B$  на слици 22 претстављају токове резидуа  $\Delta C_{m_{EW}}, \Delta C_{m_{WE}}$ .

Из чињенице да се подаци не ређају симетрично у односу на апсцисну осовину, што би морало следити кад би били изазвани само личним грешкама, неправилностима ослонаца обртне осовине и грешкама каталога типа  $\Delta \alpha_s$ , јасно произилази неједнако реаговање микрометра при завртању и одвртању, тј. при посматрању из источног и из западног положаја.

Крива  $C$  приказује ток систематских разлика  $\Delta$ . Њен праволиниски тренд одређен по методи најмањих квадрата дат је изразом

$$\Delta = C_{p_{EW}} - C_{p_{WE}} = -0^s.0015 \delta - 0^s.0084, \quad \pm 3 \quad \pm 19$$

где је  $\delta$  изражено у јединицама од по  $5^\circ$ .



Сл. 22.

Бројеви исписани испод изведених констаната дају њихове стандардне грешке. Оне указују на реалност одређених коефицијената.

Крива  $D$  приказује ток вредности  $\Delta \cos \delta$  последњег ступца у горњем прегледу. Ток ове криве одређен методом најмањих квадрата претстављен је изразом

$$\Delta \cos \delta = -0^s.0002 \delta - 0^s.0109, \quad \pm 2 \quad \pm 11$$

где је  $\delta$  изражено у истим јединицама.

Из њега се види, као и са слике, да је праволиниски тренд нове криве практично сведен на нулу, тј. да систематске грешке типа  $\Delta = C_{p_{EW}} - C_{p_{WE}}$  расту сразмерно са  $\sec \delta$  од екватора ка полу. Овакав пораст систематске грешке са деклинацијама међутим долази од меридијанске конвергенције, па је само привидан, а права систематска грешка је константа  $\Delta$ , чију смо промену сезонског карактера раније већ истакли.

Закључак. — Из досадашњих наших истраживања систематских разлика часовникових стања  $\Delta = C_{p_{EW}} - C_{p_{WE}}$  можемо извести ове закључке:

Систематске разлике часовникових стања које долазе од реда посматрања тога су реда величине да се при савременом стању и тачности часовних служби не могу занемаривати, као што је досада чињено.

Значај испитивања ових систематских разлика, које се јављају при извођењу часовникова стања из меридијанских пролаза, за повишење тачности часовне службе према томе је несумњив.

Значај ових испитивања исто је тако важан и при извођењу прецизних географских дужина, а нарочито при одређивању ректасцензија звезда и при изради звезданих каталога.

Систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  не долазе од личних грешака посматрача.

Систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  не долазе од систематских разлика у атмосферским условима између вечерњих и јутарњих посматрања за која се зна да изазивају систематске грешке друге врсте у стањима часовника. Према томе није вероватна ни осетна дневна периодичност систематских разлика  $\Delta$ .

Систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  имају полугодишњу периодичност са израженим максимумима у пролеће и јесен и израженим минимумима у лето и зиму.

Систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  могу долазити делимично од посматрачева притиска на микрометар, преко флексије обртне осовине инструмента.

Систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  могу долазити од мртвог хода микрометра.

Систематске разлике  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  могу долазити од зрачења околних предмета на инструмент, и то преко непосредног температурског утицаја на његове делове. За овај утицај зна се да има периодичну променљивост.

Најзад, већи део ових разлика долази од клизања микрометарског завртња у сопственом правцу у његовој чаури и мења се пропорционално са  $\sec \delta$ .

### 7. Утицај јачине и правца ветра. —

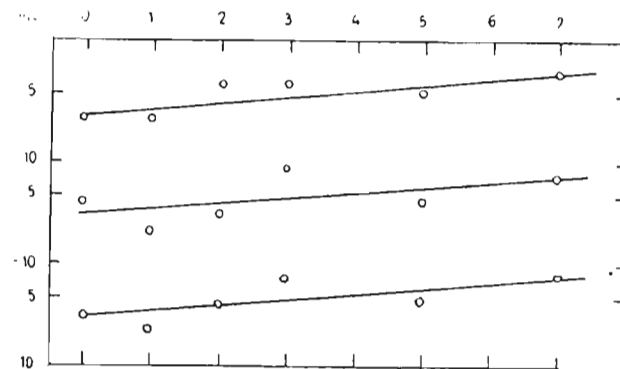
Утицај јачине ветра. — Ограничићемо се прво да истакнемо утицај јачине ветра како на систематску разлику  $\Delta \beta$ , тако и на систематску разлику  $\Delta$ . У том циљу систематске разлике  $\Delta \beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  израчунате за сваку посматрачку серију меридијанских пролаза, како у 1952 тако и у 1953 години, уредили смо према брзини ветра мереној у м/сек. У табели на стр. 55 дати су ови подаци као и средње вредности систематских разлика  $\Delta \beta$  за обе поменуте године (у последњем ступцу) уређене према брзини ветра као аргументу (први стубац). У заградама је дат број посматрачких серија из кога је сваки податак изведен.

На односни начин срачунате су и систематске разлике у стањима часовника  $\Delta = Cr_{EW} - Cr_{WE}$  за сваку серију и у табели (стр. 56) уређене према брзини ветра рачунаој на исти начин као аргументу. Као и за систематске разлике у нагибу, и овде су рачуни изведени за сваку годину посебно и на крају су образоване средње вредности систематских разлика  $\Delta$  за обе поменуте године. У заградама је дат број посматрачких серија из кога је сваки податак рачунат.

Ове су разлике нанете без изравнавања на графике приказане на слици 23.

Wm/sec	1952		1953		1952 — 1953	
	$\Delta \beta$	n	$\Delta \beta$	n	$\Delta \beta$	n
	ms		ms		ms	
0	-6.8	28	-5.5	16	-6.3	44
1	-6.9	79	-7.7	114	-7.4	193
2	-4.6	75	-6.4	59	-5.4	134
3	-4.3	26	-3.0	29	-3.6	55
4-6	-5.0	42	-5.5	59	-5.3	101
7-9	-3.4	5	-3.4	14	-3.4	19
		255		291		546

Са прва три графика, слика 23а, на којима су респективно нанети подаци другог, трећег и четвртог ступца таблице  $\Delta \beta$ , види се јасно њихов праволиниски ход, као и обрнути однос између апсолутне вредности систематске разлике  $\Delta \beta$  и јачине ветра.



Сл. 23 а.

Са друга три графика, слика 23б, на којима су нанети односни ступци таблице  $\Delta$  види се такође јасно систематски линеарни ход разлике  $\Delta$ , као и обрнути однос између њене апсолутне вредности и брзине ветра.

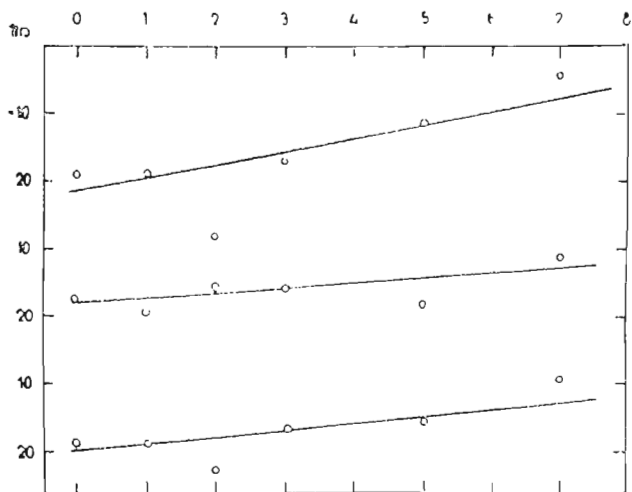
Полазећи од података из таблице  $\Delta \beta$ , а користећи методу најмањих квадрата, претставили смо већ истакнуту линеарну зависност између  $\Delta \beta$  и брзине ветра једначинама

$$\begin{aligned} \Delta \beta &= 0^{\circ}.0004 W - 0^{\circ}.0064, & n &= 255; \\ &\pm 1 \quad \pm 6 \\ \Delta \beta &= 0^{\circ}.0004 W - 0^{\circ}.0063, & n &= 291; \\ &\pm 2 \quad \pm 10 \\ \Delta \beta &= 0^{\circ}.0004 W - 0^{\circ}.0065, & n &= 546; \\ &\pm 2 \quad \pm 7 \end{aligned}$$

респективно за 1952, 1953 и средњу вредност из обе ове године, где  $n$  означава број посматрачких серија. Испод изведених констаната дате су њихове стандардне грешке које указују на њихову реалност. Из ових се

Wm/sec	1952		1953		1952 — 1953	
	$\Delta$	$n$	$\Delta$	$n$	$\Delta$	$n$
	ms		ms		ms	
0	-19.6	28	-17.4	16	-18.8	44
1	-19.0	79	-19.6	114	-19.3	193
2	-28.7	75	-16.0	59	-23.1	134
3	-17.1	26	-16.6	29	-16.8	55
4-6	-11.8	42	-18.7	59	-15.8	101
7-9	-4.4	5	-11.4	14	-9.6	19
		255		291		546

израза још боље види сталност њихова коефицијента правца, што се може објаснити сталношћу посматрачева топлотног утицаја на либелу.



Сл. 23.6

Из сличних података мерења, извршених на Опсерваторији у Свердловску, на пасажним инструментима *Bamberg* и *Heyde*, које је анализирао М. С. Зверјев [52], извели смо аналоге једначине

$$\Delta \beta = 0^s.0006 W - 0^s.0053, \quad \text{Bamberg}, \quad n = 247; \\ \pm 5 \quad \pm 14$$

$$\Delta \beta = 0^s.0004 W - 0^s.0059, \quad \text{Heyde}, \quad n = 253; \\ \pm 4 \quad \pm 16$$

$$\Delta \beta = 0^s.0003 W - 0^s.0052, \quad \text{оба инструмента}, \quad n = 500. \\ \pm 5 \quad \pm 21$$

Из њих се види, упркос нешто непоузданијим подацима, да су коефицијенти праваца ових линеарних зависности истог реда величине као и наши. Одатле се може закључити да се зависност између промена систематских разлика  $\Delta \beta$  у функцији брзине ветра не мења са местом посматрања и употребљеним инструментом. Овим се на још један начин потврђује закључак да систематске разлике  $\Delta \beta$  долазе углавном од топлотног утицаја посматрачева на либелу, који је једноличан и независан од места и инструмента. Одавде јасно произилази и потреба да се код ових типова инструмената поклони више пажње заштити либеле и њених носача од поменутих утицаја.

На сличан начин приказали смо линеарне везе између систематских разлика  $\Delta$  и брзине ветра, садржане у табелици  $\Delta$ , једначинама

$$\Delta = 0^s.0023 W - 0.0239, \quad n = 255; \\ \pm 8 \quad \pm 16$$

$$\Delta = 0^s.0007 W - 0.0188, \quad n = 291; \\ \pm 3 \quad \pm 14$$

$$\Delta = 0^s.0013 W - 0.0214, \quad n = 546; \\ \pm 4 \quad \pm 16$$

респективно за 1952, 1953 и средњу вредност из обе ове године. Из њих се види да су коефицијенти поуздано одређени и да се мењају из године у годину. Овим се потврђује још једном наш закључак изведен у параграфу 6 да систематске разлике  $\Delta$  имају други карактер и друге узроке него разлике  $\Delta \beta$  и да највећим делом долазе од описаног недостатка самог микрометра.

На исти начин обрадили смо и податке М. С. Зверјева сакупљене на Опсерваторији у Свердловску са два различита типа пасажног инструмента *Bamberg* и *Heyde*, па смо добили да се систематске разлике типа  $\Delta$  могу у овом случају претставити изразима:

$$\Delta = 0^s.0012 W - 0^s.0156, \quad \text{Bamberg}, \quad n = 186; \\ \pm 7 \quad \pm 28$$

$$\Delta = 0^s.0036 W - 0^s.0394, \quad \text{Heyde}, \quad n = 159. \\ \pm 5 \quad \pm 20$$

Из њих се такође види да ове систематске разлике зависе од самог инструмента, тј. од конструктивних карактеристика њихових микрометара.

Овим је на недвосмислен начин доказано да систематске разлике  $\Delta\beta$  долазе искључиво од топлотног утицаја посматрача на либелу и њене носаче, а да систематске разлике  $\Delta$  долазе углавном од конструктивних карактеристика микрометра, којима се прикључује и топлотни утицај околних предмета на поједине делове микрометра.

Исто тако се са графика јасно истиче и приближно четвороструко већа апсолутна вредност систематске разлике  $\Delta$  од односне систематске разлике  $\Delta\beta$  за сваку брзину ветра, што се не може објаснити утицајем разлике  $\Delta\beta$  на разлику  $\Delta$ , због вредности коефицијента  $N$  у *Mayer*-ову обрасцу, који за нашу географску ширину и наш посматрачки програм не прелази вредност 1.5. Знатно веће систематске разлике  $\Delta$  од систематских разлика  $\Delta\beta$  и овде се могу објаснити конструктивним недостатком самих микрометара. Карактеристична је и чињеница да у распону од мирне атмосфере до ветра брзине 9 м/сек систематске разлике  $\Delta\beta$  опадају на половину, а систематске разлике  $\Delta$  просечно исто толико.

Утицај правца ветра. — Још је интересантнији утицај правца ветра на систематске разлике  $\Delta\beta$  и  $\Delta$ . Да бисмо и ово извели из срачунатих систематских разлика  $\Delta\beta$  за сваку посматрачку серију, образовали смо средње вредности за разне правце, тј. све азимуте ветра, од  $0^\circ$  до  $360^\circ$  за по  $22.5^\circ$ , рачунајући азимуте од правца севера у смеру казаљке на часовнику. Овако уређене систематске разлике  $\Delta\beta$  изравнали смо затим методом тежишта, ради јаснијег истицања систематичности њихова тока при графичком претстављању. Доња таблица садржи ове податке за 1952 и 1953 годину, као и њихове средње вредности за обе године.

Ступци  $n$  садрже број посматрачких серија из којих је односни податак изведен.

		1952			1953			1952 — 1953			
Правца ветра		$\Delta\beta$	$n$	$\Delta\beta'$	$\Delta\beta$	$n$	$\Delta\beta'$	$\Delta\beta$	$n$	$\Delta\beta'$	
	°	ms		ms	ms		ms	ms		ms	
0	0.0	N	— 10	7	— 6.8	— 7	12	— 6.7	— 8.3	19	— 7.7
2	22.5		— 5	12	— 5.4	— 8	17	— 7.1	— 6.6	29	— 7.5
4	45.0	NE	— 2	10	— 3.4	— 6	10	— 7.7	— 4.2	20	— 5.8
6	67.5		— 1	4	— 3.7	— 9	8	— 7.3	— 6.5	12	— 5.6
8	90.0	E	— 6	11	— 5.1	— 7	8	— 7.2	— 6.3	19	— 6.3
10	112.5		— 5	28	— 5.2	— 7	42	— 5.6	— 6.3	70	— 5.4
12	135.0	SE	— 5	45	— 4.8	— 5	60	— 5.0	— 4.7	105	— 4.9
14	157.5		— 4	33	— 4.7	— 4	48	— 4.4	— 3.9	81	— 4.6
16	180.0	S	— 6	9	— 4.8	— 8	8	— 4.4	— 6.5	17	— 4.6
18	202.5		— 7	6	— 7.4	— 7	4	— 6.6	— 6.8	10	— 7.0
20	225.0	SW	— 10	9	— 8.6	— 5	7	— 4.8	— 7.8	16	— 6.8
22	247.5		— 9	10	— 7.8	— 4	12	— 5.8	— 6.0	22	— 6.8
24	270.0	W	— 6	15	— 7.3	— 8	13	— 6.8	— 6.9	28	— 7.0
26	292.5		— 8	13	— 6.3	— 8	19	— 8.9	— 7.8	32	— 7.6
28	315.0	NW	— 5	15	— 6.4	— 12	11	— 7.9	— 8.2	26	— 7.2
30	337.5		— 6	13	— 6.8	— 6	19	— 7.7	— 5.9	32	— 7.3
32	360.0	N	— 10	7	— 6.8	— 7	12	— 6.7	— 8.3	19	— 7.7

У наредној табlici сврстане су на сличан начин израчунате средње вредности систематских разлика  $\Delta = \overline{C_{\text{Pew}}} - \overline{C_{\text{PWE}}}$  за свака  $22.5^\circ$  азимута ветра и њихове изравнате вредности  $\Delta'$ , како за 1952 и 1953 годину, тако и њихове средње вредности за обе године. Ступци  $n$  дају, као и у претходној табlici, број посматрачких серија из којих је односни податак изведен.

		1952			1953			1952 1953			
Правца ветра		$\Delta$	$n$	$\Delta'$	$\Delta$	$n$	$\Delta'$	$\Delta$	$n$	$\Delta'$	
	°	ms		ms	ms		ms	ms		ms	
0	0.0	N	— 21.3	7	— 19.1	— 20.1	12	— 16.8	— 20.6	19	— 17.7
2	22.5		— 11.6	12	— 12.4	— 18.3	17	— 15.6	— 15.5	29	— 14.3
4	45.0	NE	— 7.2	10	— 12.8	— 5.8	10	— 14.2	— 6.5	20	— 13.6
6	67.5		— 30.4	4	— 10.6	— 16.1	8	— 14.7	— 20.8	12	— 12.7
8	90.0	E	— 6.0	10	— 18.3	— 24.5	8	— 12.4	— 14.2	18	— 14.9
10	112.5		— 21.0	28	— 20.1	— 9.5	42	— 16.4	— 14.1	70	— 18.1
12	135.0	SE	— 23.1	45	— 20.0	— 20.1	60	— 16.5	— 21.4	105	— 17.9
14	157.5		— 14.8	33	— 19.8	— 18.2	48	— 18.6	— 16.8	81	— 19.2
16	180.0	S	— 22.3	9	— 18.6	— 10.3	8	— 19.2	— 16.6	17	— 19.0
18	202.5		— 34.1	6	— 31.7	— 49.2	4	— 25.2	— 40.1	10	— 28.9
20	225.0	SW	— 39.6	9	— 25.9	— 28.7	7	— 26.5	— 34.8	16	— 26.2
22	247.5		— 6.8	9	— 26.3	— 17.7	12	— 19.9	— 13.0	21	— 23.2
24	270.0	W	— 29.9	15	— 21.0	— 17.3	13	— 16.8	— 24.1	28	— 18.7
26	292.5		— 20.5	13	— 23.4	— 16.0	19	— 16.3	— 17.8	32	— 19.9
28	315.0	NW	— 19.5	15	— 21.5	— 15.5	11	— 14.8	— 17.8	26	— 17.8
30	337.5		— 24.8	13	— 21.8	— 13.1	19	— 15.7	— 17.9	32	— 18.5
32	360.0	N	— 21.3	7	— 19.1	— 20.1	12	— 16.8	— 20.6	19	— 17.7

Најзад, да би било јасно повезано дејство јачине и правца ветра на обе систематске разлике  $\Delta\beta$  и  $\Delta$ , срачунали смо и у следећој табlici дали брзине ветра  $v$  за свака  $22.5^\circ$  његова правца, као и изравнате вредности  $v'$  како за 1952 и 1953 годину, тако и њихове средње вредности за обе године. Ступци са ознаком  $n$  дају број дана из којих је израчуната средња брзина ветра за сваки наведени правец, па се он може узети и као фреквенција ветра дотичног правца.

Ради јаснијег истицања њихових промена у зависности од правца ветра, изравнати подаци  $\Delta\beta'$ ,  $\Delta'$  и  $v'$ , како за 1952 тако и за 1953 годину, из претходних таблица нанети су на односна три графика приказана на слици 24.

На слици 25 приказане су средње изравнате вредности  $\Delta\beta'$ ,  $\Delta'$  и  $v'$  систематских разлика у нагибу, стању часовника, као и брзина ветра за обе уочене године, распоређене по правцима ветра, да не би графици на сл. 24 били преоптерећени.

На овим графицима још јасније се запажају карактеристичне промене систематских разлика у нагибу и стању часовника које долазе од

праваца ветра, јер су оне још мање оптерећене случајним грешкама. Задржимо се засад само на најупадљивијим карактеристикама систематских разлика  $\Delta\beta'$  и  $\Delta'$  у зависности од правца ветра, које се могу прочитати са ових графика.

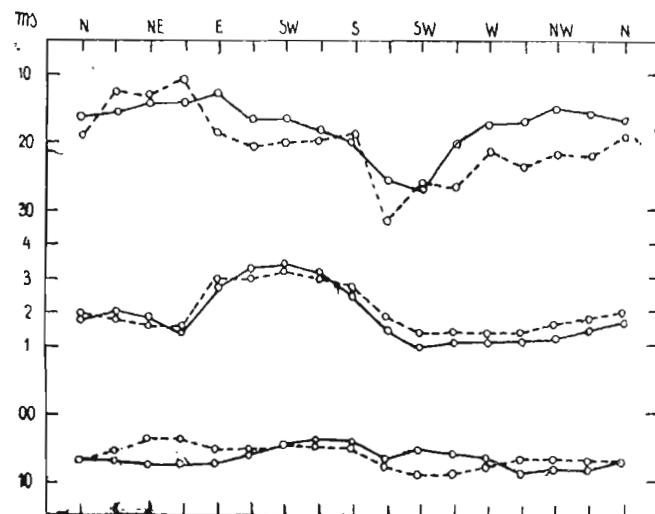
		1952			1953			1952 — 1953			
Правац ветра		v	n	v'	v	n	v'	v	n	v'	
0	0.0	N	2.3	7	2.0	12	1.8	2.1	19	1.7	
2	22.5		1.8	12	1.8	2.1	17	2.0	29	1.9	
4	45.0	NE	1.4	10	1.6	1.9	10	1.7	20	1.7	
6	67.5		1.5	4	1.6	1.0	8	1.5	12	1.5	
8	90.0	E	1.7	11	3.0	1.4	8	2.9	1.6	19	3.0
10	112.5		3.7	28	3.0	3.6	42	3.3	3.6	70	3.2
12	135.0	SE	2.9	45	3.2	3.4	60	3.3	3.2	105	3.2
14	157.5		3.1	33	3.0	2.9	48	3.1	2.9	81	3.0
16	180.0	S	2.7	9	2.8	2.0	8	2.6	2.4	17	2.7
18	202.5		1.3	6	1.9	1.0	4	1.4	1.2	10	1.7
20	225.0	SW	1.5	9	1.4	0.8	7	1.0	1.2	16	1.2
22	247.5		1.4	10	1.4	1.2	12	1.3	1.3	22	1.3
24	270.0	W	1.4	15	1.4	1.6	13	1.3	1.5	28	1.3
26	292.5		1.3	13	1.4	1.1	19	1.2	1.2	32	1.3
28	315.0	NW	1.6	15	1.6	0.8	11	1.2	1.3	26	1.4
30	337.5		1.9	13	1.8	1.5	19	1.4	1.6	32	1.6
32	360.0	N	2.3	7	2.0	12	1.8	2.1	19	1.7	

Југоисточни ветар (Кошава) са азимутом  $135.0^\circ$ , који у Београду достиже максималну јачину и фреквенцију, што се види и са другог графика 24 и 25, очигледно изазива само један незнатан максимум у систематској разлици нагиба  $\Delta\beta'$ , а скоро никакав утицај у систематској разлици часовникова стања  $\Delta'$ . Док, напротив, југозападни ветар, са азимутом око  $200^\circ$ , који у Београду има само незнатну јачину и фреквенцију, изазива изразити минимум и на кривој  $\Delta\beta'$  и на кривој  $\Delta'$ , тј. на обема испитиваним систематским разликама.

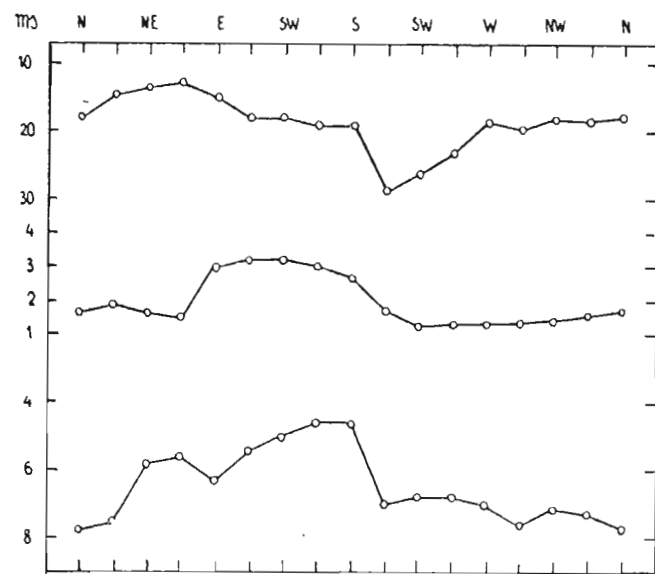
Ове и друге аномалије у зависности систематских разлика  $\Delta\beta'$  и  $\Delta'$  од правца ветра, као што ћемо одмах видети могу се јасно протумачити обликом самог павиљона и његовом оријентацијом у односу на правце ветрова.

Код идеално симетричног посматрачког павиљона и распореда предмета у њему и око њега природно би било очекивати да ће ветрови супрот-

них правца (чији се азимути разликују за  $180^\circ$ ) подједнако утицати на систематске разлике  $\Delta\beta'$  и  $\Delta'$ , бар када су приближно једнаке јачине. Да бисмо испитали да ли је ово у нашем случају било остварено, образовали



Сл. 24



Сл. 25



смо разлике  $\Delta \Delta'$  систематских разлика  $\Delta'$  које одговарају супротним правцима ветрова. Но, да би се имала јасна претстава и о томе да евентуалне разлике  $\Delta \Delta'$  није изазвала различита брзина или фреквенција ових ветрова, образовали смо разлике и ових величина  $\Delta v'$  и  $\Delta n$  за све супротне ветрове. Ови подаци су дати у доњој табlici.

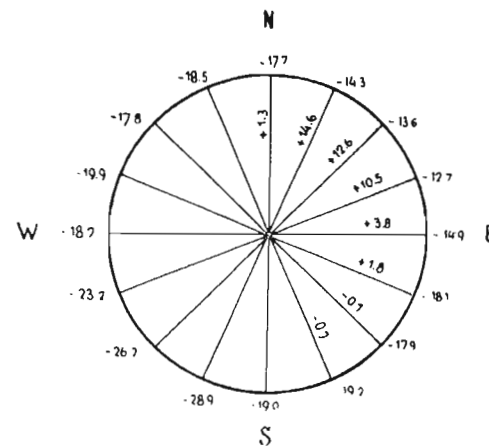
	$\Delta \Delta'$	$\Delta v'$	$\Delta n$
	ms		
N — S	+ 1.3	1.0	2
NNE — SSW	+ 14.6	0.2	13
NE — SW	+ 12.6	0.5	4
ENE — WSW	+ 10.5	0.2	9
E — W	+ 3.9	1.7	10
ESE — WNW	+ 1.8	1.9	36
SE — NW	- 0.1	1.8	79
SSE — NNW	- 0.7	1.4	49

На слици 26 исписани су, место односних правца ветрова, систематске разлике  $\Delta'$  које одговарају тим правцима, а на односним полупречницима разлике  $\Delta \Delta'$  систематских разлика  $\Delta'$  за супротне правце ветрова. Са слике 26 јасно се уочава преобладајућа вредност систематске разлике  $\Delta'$  при ветровима југозападног правца реда величине  $0.^\circ 030$ , а осетно слабија при ветровима осталих правца.

Разлике  $\Delta \Delta'$  систематских разлика  $\Delta'$  преобладајуће су за правац југ југозапад — север североисток, реда величине  $0.^\circ 015$ , знатно мање за правац запад — исток реда величине  $0.^\circ 004$ , и безначајне за правац југоисток — северозапад и суседне правце реда величине  $0.^\circ 001$ .

Објашњење ових аномалија постаје јасно ако у слику 27 уцртамо скицу астрогеодетског павиљона Астрономске опсерваторије у коме су вршена посматрања која користимо. Ако средиште круга ставимо у средиште стуба пасажног инструмента на коме су вршена посматрања и дуж његових полупречника који одговарају правцима ветрова, као потага, сразмерно нанесемо односне вредности систематских разлика  $\Delta'$ , постаје јасно да разлике  $\Delta \Delta'$  достижу максимум баш за онај правац, или за оне правце, којима стоји на путу павиљонско крило које се протеже дуж меридијана и које лежи југозападно од стуба на коме се налази пасажни инструмент. Ветрови који дувају из југозападног правца разбијају се о ово крило и не допиру непосредно до инструмента да ублаже систематске разлике  $\Delta'$ , па је у том случају максимално дејство зрачења лименог крова меридијанског крила павиљона на делове инструмента. Ветрови североисточног

правца дувају непосредно на инструмент и зато до максимума ублажују систематску разлику  $\Delta'$ . Отуд разлика  $\Delta \Delta'$  систематске разлике  $\Delta'$  за правце југ југозапад — север североисток достиже максимум.



Сл. 26.

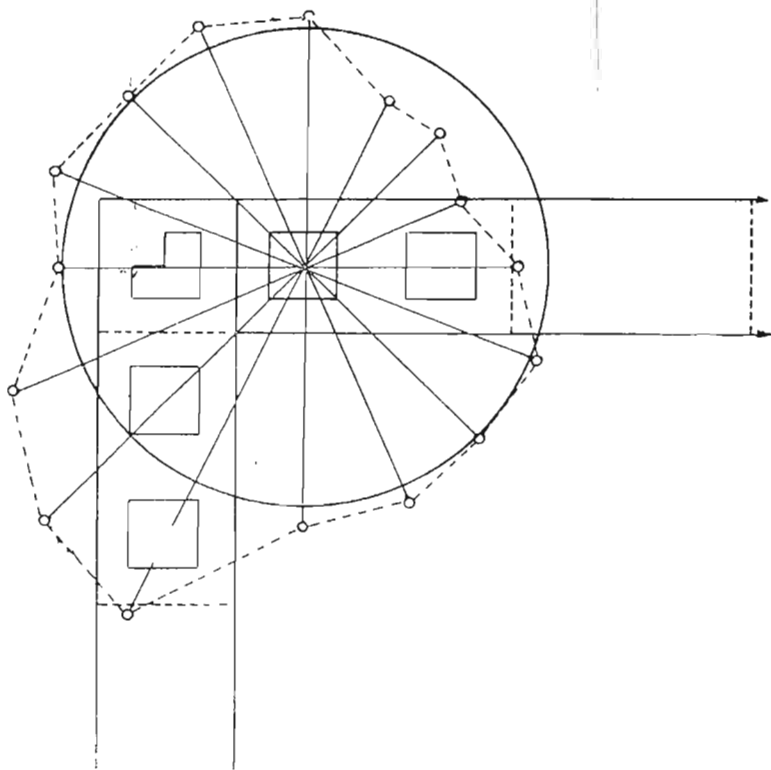
Ветрови западног и источног правца разбијају се скоро подједнако на крилу павиљона које се протеже у првом вертикалу у коме се налази инструмент, но ипак више ветрови западног но ветрови источног правца због конструкције овог крила. Зато ветрови ових правца мање различито ублажују топлотно зрачење западног и источног дела крила на инструмент, па је и разлика  $\Delta \Delta'$  за ове правце знатно мања.

Ветрови северозападног и југоисточног правца, као и њима суседних правца, подједнако не наилазе ни на какве препреке, па зато они највише ублажују систематске разлике  $\Delta'$ , као што се види из таблице  $\Delta$ , а разлика њихових дејстава на разлику  $\Delta'$  је управо безначајна, као што се види са слике 26 и 27.

Но ма како било очигледно истакнуто дејство правца ветра на систематске разлике часовникових стања  $\Delta'$  и на разлике  $\Delta \Delta'$  ових разлика за супротне ветрове, може се оправдано поставити питање да нису знатно веће разлике  $\Delta \Delta'$  за ветрове југ југозападног и север североисточног правца но за остале због тога, што се они више разликују у брзини или у фреквенцији од осталих супротних струјања, па претеже дејство струје са већом брзином или фреквенцијом.

И на ово питање одговориће подаци из трећег и четвртог ступца претходне таблице, из којих већ на први поглед јасно произилази да се баш поменути ветрови, који изазивају најјачу разлику  $\Delta \Delta'$  најмање ра-

зликују и у брзини и у фреквенцији, док се ветрови југоисточног и североисточног правца, који доводе до најмање разлике  $\Delta \Delta$  разликују баш највише и у брзини и у фреквенцији.



Сл. 27.

Закључак. — Очигледно, дакле, различито дејство супротних ветрова на систематску разлику часовникових стања  $\Delta = Cr_{ew} - Cr_{we}$  не долази од различитих брзина и фреквенција њихових, но од облика и распореда самог павиљона, тј. предмета око инструмента. Овим је доказана претпоставка, истакнута у последњем параграфу, да до систематских разлика  $\Delta \beta$  и  $\Delta$  не долази само од топлотног зрачења посматрачева на либелу и друге делове инструмента, но још и више од топлотног зрачења околних предмета на либелу и још више на остале делове инструмента.

Други закључак нарочито важан за Астрономску опсерваторију је, да при садашњој тачности часовних служби, њен астрогеодетски павиљон не одговара захтевима који се траже од павиљона са основним инструментом Положајне астрономије (за пасажни инструмент), како због своје не-

симетричности, тако и због ниских лимених кровова и бетонске подлоге и тротоара, који својим зрачењем врше велико топлотно дејство на делове инструмента, а по свој прилици доводе и до већих аномалија у рефракцији.

#### 8. Систематске разлике часовникових стања изведене из вечерњих и јутарњих посматрања. —

Године 1942 Шчеглов је, на Ташкентској опсерваторији [82], испитивао систематску промену часовникових стања из ранијих и каснијих вечерњих серија. Нажалост размак између њих износио је свега око 2 часа, а посматрања су вршена само у току 2 месеца (од 18 јула до 16 септембра), те је из оваквог програма могао извући углавном само закључак да ране вечерње серије дају систематски већа стања за око  $0.008$ .

Године 1952, у време у које падају и наша посматрања, извршила је Шакирова [83] на Ташкентској опсерваторији, на инструменту истог типа као што је и наш ( $0 = 10$  см,  $f = 100$  см), низ посматрања вечерњих и јутарњих серија, симетрично око поноћи са размаком који се кретао око 5.5 часова, и дошла до истог резултата као и Шчеглов са допунским закључком да систематска разлика између часовникова стања изведена из вечерњих и јутарњих серија расте са размаком између њих. Нажалост посматрачки период који је могла да искористи и овде је износио само 7 месеци (од 10 априла до 4 новембра), тако да се постигнути резултати не могу сматрати потпуним.

Године 1954 вршена су на Гриничкој опсерваторији [67] посматрања вечерњих и јутарњих серија и запажене су извесне разлике, али им се није могла истаћи систематичност, па ни наћи право објашњење.

Најзад, прошле године, овакве је серије започела систематски да посматра и Париска опсерваторија, но са знатно већом фреквенцијом вечерњих но јутарњих серија, али резултати њени још нису објављени.

Све већи интерес за овакав посматрачки програм потврђује правилност нашег схватања, да су од великог значаја оваква изучавања за анализу грешака каталога, месних аномалија рефракције и других систематских утицаја на меридијанска посматрања, који нас је и потстакло на двогодишња посматрања вечерњих и јутарњих серија под условима изнетим у параграфу трећем и на дубље изучавање систематске грешке  $\Delta = Cr_s - Cr_m$  и тражење њена објашњења, о чему ће бити говора у овом параграфу.

Прикупљена документација. — Часовникова стања изведена из јутарњих серија свели смо помоћу часовникова хода на  $6^h$  ТУ, а стања изведена из вечерњих серија на  $18^h$  ТУ, како бисмо били што ближе тренуцима пријема часовних сигнала. Затим су нанета на праволинијски правоугли координатни систем засебно стања изведена из јутарњих и стања изведена из вечерњих серија, узимајући на апсцисној осовини један центиметар за један дан, а на ординатној 1 мм за  $0.005$  стања. Криве су графички изравнате и са њих су прочитане разлике  $\Delta = Cr_s - Cr_m$  за сваки дан у тренутку  $12^h$  ТУ, где индекс  $s$  одговара вечерњим, а  $m$  јутарњим посматрањима. С обзиром на напред речено, овим су разлике  $\Delta$  ослобођене утицаја личних грешака посматрача. Ове су разлике дате у таблицама за 1953 и 1952 годину.

1953	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
1	-3	+4	-35	-17	-23	+30	-16	-5	-11	+9	+22	+21
2	-2	+2	-37	-17	-20	+31	-19	-5	-11	+9	+22	+20
3	-1	0	-39	-19	-15	+32	-22	-6	-11	+9	+21	+19
4	0	-6	-39	-23	-10	+31	-23	-7	-11	+8	+18	+18
5	+1	-11	-38	-28	-4	+30	-25	-8	-12	+7	+13	+18
6	+2	-17	-32	-35	0	+27	-26	-9	-12	+6	+11	+20
7	+4	-23	-20	-36	+4	+22	-27	-11	-12	+5	+8	+21
8	+6	-26	-11	-36	+8	+5	-26	-13	-12	+3	+5	+25
9	+7	-28	-2	-34	+9	+2	-25	-15	-13	+2	-4	+30
10	+10	-32	+2	-28	+11	-1	-23	-17	-14	+1	-6	+32
11	+11	-34	+8	-13	+13	-5	-20	-20	-15	0	-6	+35
12	+14	-37	+11	-2	+14	-10	-17	-23	-16	-1	-6	+40
13	+16	-38	+13	+7	+16	-13	-15	-23	-17	-1	-5	+45
14	+19	-38	+13	+10	+17	-16	-15	-25	-18	-1	-3	+46
15	+21	-38	+12	+11	+18	-20	-17	-26	-19	-1	-1	+48
16	+22	-37	+11	+11	+18	-22	-20	-27	-20	-1	+1	+48
17	+24	-35	+8	+10	+18	-23	-22	-28	-21	-1	+5	+48
18	+28	-34	+5	+8	+18	-22	-23	-28	-22	0	+10	+48
19	+30	-28	-2	+1	+17	-22	-23	-28	-22	+1	+25	+47
20	+33	-5	-20	-6	+15	-21	-22	-28	-22	+2	+27	+46
21	+35	-2	-35	-8	+14	-15	-21	-28	-22	+3	+28	+45
22	+36	-2	-45	-12	+11	-11	-19	-28	-21	+5	+28	+42
23	+37	-2	-48	-17	+10	0	-14	-27	-20	+7	+28	+35
24	+37	-8	-50	-20	+8	+2	-11	-25	-19	+8	+27	+30
25	+37	-14	-51	-23	+5	+6	-9	-21	-15	+9	+25	+23
26	+36	-17	-52	-24	+2	+6	-7	-17	-5	+12	+26	+10
27	+27	-21	-52	-25	+2	+5	-6	-15	+7	+15	+26	+2
28	+24	-26	-52	-26	+3	+2	-5	-12	+9	+17	+25	0
29	+18		-50	-26	+6	-5	-5	-12	+9	+19	+23	-2
30	+10		-49	-25	+15	-11	-4	-12	+10	+21	+22	-4
31	+7		-40		+36		-4	-11		+22		-5
Мoy.	+18	-19	-23	-15	+8	0	-17	-18	-13	+6	+14	+27

Мoy = -0.0024

Из таблица се види да су ове разлике релативно велике, јер се у 1952 години крећу у границама од  $-0.041$  до  $+0.063$  са распоном од  $0.104$ , а 1953 у границама од  $-0.052$  до  $+0.048$  са распоном  $0.100$ . Релативно мала средња годишња вредност систематске разлике  $\Delta$  нарочито у 1953 години, када је вршено увек дуго проветравање павиљона пре сваке серије и када је она износила само  $-0.0024$ , као и периодична промена знака ове систематске промене, која се запажа већ из табличних пре-

1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
1	+15	+38	-24	+11	+21	-2	+27	+14	-5	+7	+17	+6
2	+18	+38	-24	+13	+19	0	+28	0	-3	+11	-9	+7
3	+23	+36	-25	+13	+17	+1	+29	-7	0	+15	-14	+7
4	+28	+35	-26	+12	+17	0	+29	-11	+2	+19	-15	+6
5	+35	+20	-27	+10	+17	-2	+29	-25	+5	+22	-16	+4
6	+42	+10	-29	+5	+18	-2	+28	-30	+8	+25	-15	+3
7	+52	+7	-31	0	+19	-1	+22	-36	+11	+30	-10	+1
8	+56	+4	-32	-7	+21	0	+10	-33	+13	+32	-8	0
9	+59	+5	-34	-9	+22	+2	+8	-30	+15	+35	-4	-2
10	+61	+10	-35	-5	+23	+4	+3	-25	+17	+38	+1	-3
11	+62	+13	-38	0	+25	+6	-5	-20	+18	+40	+10	-2
12	+63	+14	-39	+5	+26	+7	-9	-12	+18	+39	+20	0
13	+62	+12	-39	+7	+27	+7	-9	-2	+17	+37	+21	+2
14	+61	+9	-38	+15	+29	+4	-8	+6	+15	+35	+24	+5
15	+60	+6	-36	+20	+30	+2	-5	+13	+11	+32	+27	+9
16	+58	+3	-31	+24	+31	+1	-1	+18	+5	+29	+29	+11
17	+55	+1	-26	+25	+32	0	+3	+19	0	+26	+30	+14
18	+40	-2	-24	+25	+33	-1	+8	+18	-27	+23	+30	+16
19	+32	-4	-24	+15	+34	-1	+8	+18	-32	+21	+27	+18
20	0	-6	-26	+12	+34	-2	0	+18	-36	+16	+24	+19
21	-10	-9	-29	+12	+34	-2	-27	+17	-39	+14	+20	+18
22	-24	-11	-35	+13	+33	-1	-28	+16	-40	+14	+16	+17
23	-25	-13	-38	+15	+27	0	-29	+14	-41	+14	+14	+14
24	-23	-15	-35	+18	+19	+2	-28	+12	-39	+15	+8	+11
25	-18	-16	-30	+25	+10	+4	-25	+11	-34	+16	0	+8
26	-8	-17	-17	+30	0	+7	-2	+8	-26	+18	-3	+8
27	+9	-18	-5	+33	-22	+11	+8	+6	-15	+19	-3	+9
28	+23	-20	+1	+33	-23	+16	+15	+2	-4	+22	-3	+14
29	+34	-22	+5	+32	-22	+22	+18	-5	0	+23	0	+16
30	+38		+8	+30	-20	+25	+19	-7	+4	+24	+5	+17
31	+39		+9		-15		+18	-7		+24		+17
Мoy.	+30	+4	-25	+14	+17	+4	+4	-1	-6	+24	+7	+9

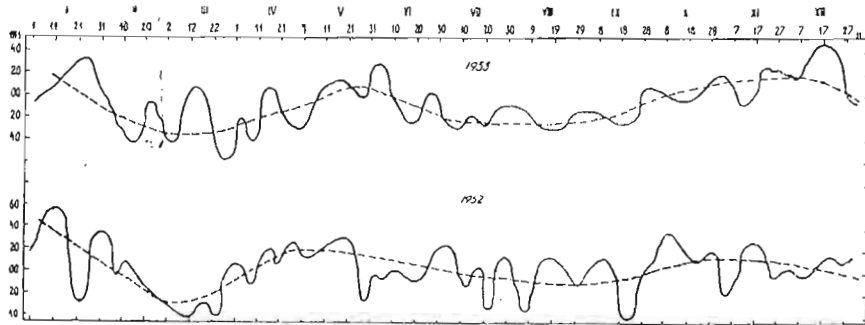
Мoy = -0.0068

гледа, указала је на њен сезонски карактер. Још ближе овај карактер одређују средње месечне њене вредности дате на дну сваке таблице. Но он постаје очигледан тек са кривих на слици 28 на које су нанети подаци из претходних таблица, као и са аналитичких претставника њихових:

$$\Delta = 0.0067 + 0.0039 \sin(t + 90^\circ.0) + 0.0154 \sin(2t + 144^\circ.2), (1952),$$

$$\Delta = 0.0024 + 0.0123 \sin(t + 125^\circ.0) + 0.0185 \sin(2t + 157^\circ.2), (1953).$$

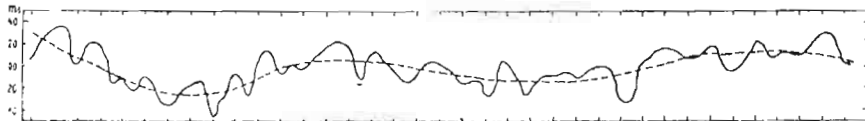
Из оба приказа годишњег хода систематске разлике  $\Delta = C p_s - C p_m$  запажају се, како годишња, тако и полугодишња њена компонента. Ова последња притом је доминантна, а и са кривих је полугодишња периодичност веома изразита. Преко сваког очекивања општи ток кривих из обе године изванредно се добро слаже, иако је у обема годинама јако поремећен повременим променама месних атмосферских услова који једини са великом и неправилном променљивошћу могу доводити до великог броја субекстремума знатне амплитуде.



Сл. 28.

Како је општи ток систематске разлике  $\Delta$  подложен, као што се из овога види, сталним и стабилним систематским утицајима, јер се крива понавља скоро на исти начин у обема годинама, то смо, ради поузданијег њиховог даљег рашчлањавања и испитивања, образовали средње вредности систематске разлике  $\Delta$  из обе године, које даје таблица на страни 69.

Из ње се види да се средње вредности систематске разлике крећу у границама од  $-0.0043$  до  $+0.0040$  и да је средња двогодишња вредност њихова од  $+0.0022$  веома блиска нули. Карактеристика општег хода систематске разлике  $\Delta$ , као и њених поремећаја види се још јасније са графичког претставника њених средњих вредности за поменуте две године, који је дат на слици 29.



Сл. 29.

и са њеног аналитичког претставника

$$\Delta = +0.0021 + 0.0073 \sin(t + 125^\circ.0) + 0.0142 \sin(2t + 150^\circ.5), \quad (1952/53)$$

1952 — 1953

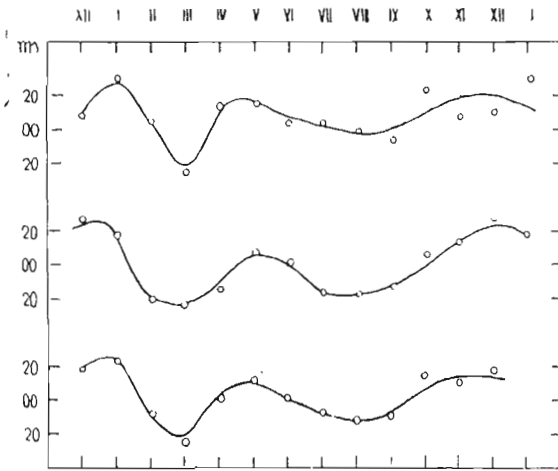
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms	ms
1	+ 6	+ 21	- 30	- 3	- 1	+ 14	+ 6	+ 4	- 8	+ 8	+ 20	+ 14
2	+ 9	+ 20	- 30	- 2	0	+ 16	+ 4	- 2	- 7	+ 10	+ 6	+ 14
3	+ 11	+ 18	- 32	- 3	+ 1	+ 16	+ 4	- 6	- 6	+ 12	+ 4	+ 13
4	+ 14	+ 14	- 32	- 6	+ 4	+ 16	+ 3	- 9	- 4	+ 14	+ 2	+ 12
5	+ 18	+ 4	- 32	- 7	+ 6	+ 14	+ 2	- 14	- 4	+ 14	- 2	+ 11
6	+ 22	- 4	- 30	- 15	+ 9	+ 12	+ 1	- 20	- 2	+ 16	- 2	+ 12
7	+ 28	- 8	- 26	- 18	+ 12	+ 10	- 2	- 24	0	+ 18	- 1	+ 11
8	+ 31	- 11	- 22	- 22	+ 14	+ 2	- 8	- 23	0	+ 18	- 2	+ 12
9	+ 33	- 12	- 18	- 22	+ 15	+ 2	- 8	- 22	+ 1	+ 18	0	+ 14
10	+ 35	- 6	- 16	- 16	+ 17	+ 2	- 10	- 21	+ 2	+ 19	- 2	+ 14
11	+ 36	- 10	- 15	- 6	+ 19	0	- 12	- 20	+ 2	+ 20	+ 2	+ 16
12	+ 38	- 12	- 14	+ 2	+ 20	- 2	- 13	- 17	+ 1	+ 19	+ 7	+ 20
13	+ 39	- 13	- 13	+ 7	+ 22	- 3	- 12	- 12	0	+ 18	+ 8	+ 24
14	+ 40	- 14	- 12	+ 12	+ 23	- 6	- 12	- 10	- 2	+ 17	+ 10	+ 26
15	+ 40	- 16	- 12	+ 16	+ 24	- 9	- 11	- 6	- 4	+ 16	+ 13	+ 28
16	+ 40	- 17	- 10	+ 18	+ 24	- 10	- 10	- 4	- 8	+ 14	+ 15	+ 30
17	+ 40	- 17	- 9	+ 17	+ 25	- 11	- 9	- 4	- 10	+ 12	+ 18	+ 31
18	+ 34	- 18	- 9	+ 16	+ 26	- 11	- 8	- 5	- 24	+ 12	+ 20	+ 32
19	+ 31	- 16	- 13	+ 8	+ 26	- 11	- 8	- 5	- 27	+ 11	+ 26	+ 32
20	+ 16	- 6	- 23	+ 3	+ 24	- 12	- 11	- 5	- 29	+ 9	+ 26	+ 32
21	+ 12	- 6	- 32	+ 2	+ 24	- 8	- 24	- 6	- 30	+ 8	+ 24	+ 32
22	+ 6	- 6	- 40	0	+ 23	- 6	- 24	- 6	- 30	+ 9	+ 24	+ 30
23	+ 6	- 8	- 43	- 1	+ 18	0	- 22	- 6	- 30	+ 10	+ 21	+ 24
24	+ 7	- 12	- 42	- 1	+ 14	+ 2	- 20	- 6	- 29	+ 12	+ 18	+ 20
25	+ 10	- 5	- 40	+ 1	+ 8	+ 5	- 17	- 5	- 24	+ 12	+ 12	+ 16
26	+ 14	- 17	- 35	+ 3	+ 1	+ 6	- 4	- 4	- 16	+ 13	+ 12	+ 9
27	+ 18	- 20	- 28	+ 4	- 5	+ 8	+ 1	- 4	- 4	+ 17	+ 12	+ 6
28	+ 24	- 23	- 26	+ 4	- 10	+ 9	+ 5	- 5	+ 2	+ 20	+ 11	+ 7
29	+ 26	-	- 22	+ 3	- 8	+ 9	+ 6	- 8	+ 4	+ 21	+ 12	+ 7
30	+ 24	-	- 20	+ 2	- 3	+ 7	+ 8	- 9	+ 7	+ 22	+ 14	+ 6
31	+ 23	-	- 16		+ 10		+ 7	- 9		+ 23		+ 6
Мож.	+ 24	- 8	- 24	0	+ 12	+ 2	- 6	- 10	- 9	+ 15	+ 11	+ 18

$$\text{Мож.} = +0.0022$$

Из овог израза се види да је амплитуда полугодишње компоненте двапут већа од амплитуде годишње компоненте. Исто тако се, упоређивањем овог израза са односним изразима за 1952 и 1953, запажа да се фазни углови скоро не мењају ни за једну ни за другу компоненту. Последња чињеница указује на то да је један од узрока разлике  $\Delta$  метеоролошког карактера, тј. строго везан за годишње доба, као што ће се из доње ана-

лизе ближе видети. Овај израз можемо сматрати за дефинитиван израз систематске разлике  $\Delta$  за нашу Опсерваторију. Он се може даље користити и за поправку свих изведених часовникових стања свођењем њиним на јутарње серије, за које ће бити на другом месту показано да су поузданије од вечерњих.

На слици 30 приказане су криве општег тока систематске разлике  $\Delta$  на основи њихових средњих месечних вредности, и то како за 1952 и 1953 годину, тако и средње вредности за обе године. Оваквим начином изравнавања отклоњена су многа случајна и краткопериодична отступања



Сл. 30.

њихова, па је општи ток постао још изразитији. Зато су нам ове криве послужиле за даљу анализу овако несумњиво утврђене систематске разлике  $\Delta$  са полугодишњом периодом. Полугодишњи члан, вероватно, долази од полусезона (пролећа и јесени), када се атмосферски услови враћају на исте вредности у оквиру једне исте године.

Из аналитичких претставника последње три криве

$$\Delta = +0^s.0067 + 0^s.0045 \sin(t + 131^{\circ}.4) + 0^s.0025 \sin(2t + 172^{\circ}.7), \quad (1952),$$

$$\Delta = -0^s.0027 + 0^s.0123 \sin(t + 131^{\circ}.4) + 0^s.0177 \sin(2t + 173^{\circ}.5), \quad (1953),$$

$$\Delta = +0^s.0021 + 0^s.0085 \sin(t + 132^{\circ}.1) + 0^s.0137 \sin(2t + 173^{\circ}.7), \quad (1952/53),$$

види се такође да се фазни углови сваке компоненте скоро не мењају, док њихове амплитуде варирају из године у годину са атмосферским условима.

Утицај месних аномалија рефракције. — У циљу подробније анализе систематских разлика изведених за 1953 годину и у циљу откривања њихових узрока образовали смо разлике  $O-C$  између посматрањем добивених вредности часовникових стања  $O$ , и рачунатих вредности њихових  $C$  у односу на дефинитивно време Међународне часовне слу-

жбе. Тако смо добили систематске разлике астрономског одређивања времена на нашој Опсерваторији у односу на дефинитивно време. Ова отступања, графички претстављена, показивала су знатне лично-инструментске грешке  $\Delta Cp$ , које смо са графика одредили и из ових отступања накнадно елиминисали. Њихову пореклу и узроцима посветићемо посебно пажњу. Тако смо добили отступања  $V = O - C - \Delta Cp$ , и то како за јутарње, тако и за вечерње серије. Средње месечне вредности ових отступања, и то како за јутарње серије  $V_m$  тако и за вечерње  $V_s$  дате су у доњој табелици у  $0^s.001$ .

	$V_m$	$n$	$V_s$	$n$	$V'_m$	$V'_s$	$V'_s - V'_m$	$\Delta$	$d$
	ms		ms		ms	ms	ms	ms	ms
I	- 7.0	2	- 1.6	7	- 0.8	+ 5.1	+ 5.9	+ 1.8	+ 1.2
II	+ 6.4	10	- 5.6	11	+ 7.8	- 1.4	- 9.2	- 1.9	- 1.0
III	+ 1.9	14	+ 0.7	22	+ 8.3	- 2.9	- 11.2	- 2.3	- 1.2
IV	+ 6.2	9	- 6.5	13	+ 4.8	- 0.2	- 5.0	- 1.5	- 1.0
V	- 5.0	10	+ 3.5	17	- 2.1	- 0.7	+ 1.4	+ 8	+ 9
VI	- 7.2	9	- 0.3	15	+ 3.0	- 2.9	- 5.9	0	+ 6
VII	+ 15.2	14	- 9.9	21	+ 9.5	- 5.8	- 15.3	- 1.7	- 2
VIII	+ 21.3	6	- 5.6	18	+ 13.6	- 4.4	- 18.0	- 1.8	0
IX	+ 7.3	11	+ 2.5	20	+ 0.7	- 1.2	- 1.9	- 1.3	- 1.1
X	- 18.9	10	- 1.1	16	- 7.7	- 0.9	+ 6.8	+ 6	- 1
IX	- 1.6	6	- 5.8	13	- 13.6	+ 3.5	+ 17.1	+ 1.4	- 3
XII	- 6.7	10	+ 13.7	19	- 9.9	+ 1.9	+ 11.8	+ 2.7	+ 1.5

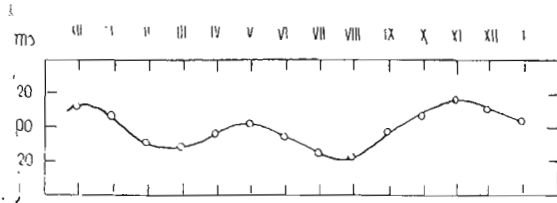
У ступцу означеном са  $n$  дат је број вечерњих, односно јутарњих серија, из којих је односни податак изведен. Даље су подаци  $V_m$  и  $V_s$  изравнати методом тежишта и дати у ступцима  $V'_m$  и  $V'_s$  како би се могла боље истаћи правилност њихова систематског тока са њихова графичког приказа. Већ из табличних вредности  $V'_m$  и  $V'_s$  види се да стања часовника одређена из јутарњих серија систематски отступају у једну страну, а стања одређена из вечерњих серија у другу страну у односу на дефинитивно време. Ако најзад образујемо разлике  $V'_s - V'_m$ , видимо већ из њихових табличних вредности да оне лети отступају у једну страну, а зими у другу од своје просечне вредности. Ако изравнате средње месечне вредности систематских разлика  $V'_s - V'_m$  нанесемо на график у истој размери као и на слици 30, добијамо криву приказану на слици 31, која има исти ток као и крива систематских разлика  $\Delta$  на слици 30, само са упола мањом амплитудом.

Ово је јасан доказ да један део систематске разлике  $\Delta$  долази од отступања  $V$ . Но притом њихов узрок тек ваља објаснити.

С обзиром на супротну тенденцију вредности  $V_s$  и  $V_m$  и на карактер горе истакнуте промене њихове разлике  $V_s - V_m$ , посредни су аномалије рефракције типа месне и собне рефракције, које су примећене са сличним карактером и на још неким опсерваторијама [72], [73].

На првој кривој (слика 32) претстављена су графички отступања  $V_m$  изведена из јутарњих серија, а на другој отступања  $V_s$  изведена из

вечерњих серија. Са њих се јасно истиче знатно већа амплитуда отступања  $V_m$  у јутарњим часовима, када долази до посматрања без дужег ветрења павиљона. Ако се упореде ове две криве јасно се истичу систематски супротни ефекти месних аномалија рефракције у јутарњим и вечерњим часовима, који могу долазити од несиметричности павиљона и од ексцентричног положаја инструмента у њему.



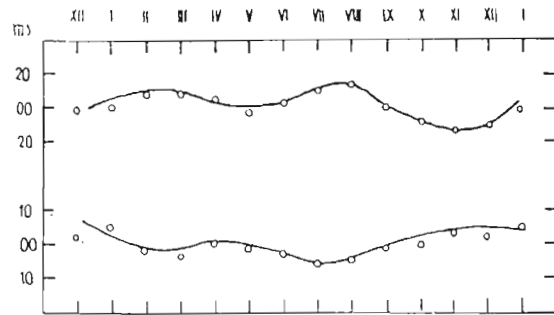
Сл. 31.

Из аналитичких претставника ове две криве,

$$V_m = 0^s.0011 + 0^s.0072 \sin(t + 318^{\circ}.4) + 0^s.0085 \sin(2t + 25.7),$$

$$V_s = -0^s.0008 + 0^s.0033 \sin(t + 105^{\circ}.7) + 0^s.0017 \sin(2t + 193.2),$$

истиче се годишњи и полугодишњи њихов члан и запажа да је амплитуда годишњег члана за јутарње серије двапут већа од амплитуде истоименог члана за вечерње серије, док се њихов фазни угао разликује за око  $180^{\circ}$ . Ове су разлике у карактеристикама између вечерње и јутарње криве још јаче изражене у полугодишњем члану.



Сл. 32.

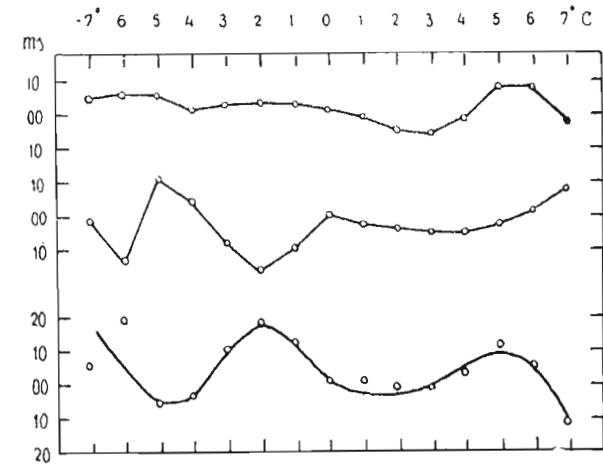
Да бисмо за ову претпоставку, која уосталом јасно проистиче са слике 31 и 32, добили још једну потврду, образовали смо отступања  $\Delta T$  читаних температура  $T_i$  на инструменту у средини сваке серије, од њи-

хове средње месечне вредности  $T_m$ , па смо отступања  $V_m$  и  $V_s$  уредили по аргументу  $\Delta T_i$  јер је познато да су месне аномалије рефракције, о којима је била реч, изразито функције температуре, пошто су неравномерна и несиметрична топлотна зрачења уствари и узрок ових аномалија. Овако сређени подаци дати су у доњој табlici из које се већ види правилан однос између отступања  $V$  и температурских промена  $\Delta T_i$ .

$\Delta T^{\circ}C$	$V_s$	n	$V_m$	n	$V_s - V_m$
	ms		ms		ms
-7	+4.8	6	-1.3	2	+6.1
-6	+6.2	9	-13.0	3	+19.2
-5	+5.6	6	+10.8	3	-5.2
-4	+1.6	21	+5.2	4	-3.6
-3	+2.7	20	-7.9	5	+10.6
-2	+3.6	19	-15.5	8	+19.1
-1	+2.8	10	-9.9	5	+12.7
0	+1.7	21	+0.2	8	+1.5

$\Delta T^{\circ}C$	$V_s$	n	$V_m$	n	$V_s - V_m$
	ms		ms		ms
+1	-0.5	11	-2.2	5	+1.7
+2	-4.7	13	-3.5	12	-1.2
+3	-6.1	14	-5.0	9	-1.1
+4	-1.7	7	-5.0	12	+3.3
+5	+8.0	6	-2.7	8	+10.7
+6	+7.7	6	+1.8	10	+5.9
+7	-2.5	3	+8.4	6	-10.9

У јутарњим серијама отступања  $V$  варирају од  $-0^s.0155$  до  $+0^s.0108$  кад се температурска отступања мењају од  $-7^{\circ}.0C$  до  $+7^{\circ}.0C$ . У вечерњим серијама отступања  $V$  крећу се од  $-0^s.0061$  до  $+0^s.0080$  за исту промену температурских отступања.



Сл. 33.

Зависност између температурских отступања  $\Delta T$  и отступања  $V$  још се јасније види са графика на слици 33.



Прва крива садржи податке  $V_s$  у функцији отступања  $\Delta T_i$ . Друга крива податке  $V_m$  у функцији отступања  $\Delta T_i$ . Обе у размери  $5 \text{ мм} = 1^\circ \text{C}$  (на апсцисној осовини) и  $1 \text{ мм} = 0.002$  (на ординатној осовини). Са њих се јасно истиче правилност зависности отступања  $V$  од  $\Delta T_i$ . Осим тога види се да су у јутарњим серијама велике промене отступања  $V$  баш у данима са температуром изнад средње месечне. Утицај зрачења павиљона на месне аномалије рефракције већи је кад је његова температура виша. Осим тога у јутарњим серијама он долази још до изражаја због отварања павиљона непосредно пред посматрање, а већ ранија искуства нас уче да слабо ветрење овог павиљона изазива велике поремећаје у посматрањима која се врше у њему. На трећем графику исте слике дата је зависност разлике  $V_s - V_m$  од температурских отступања  $\Delta T_i$ . Са ње се види још правилнија зависност између разлика отступања  $V_s - V_m$  и температуре којом се оне и објашњавају. Крива уосталом има изразиту полугодишњу периодичност, што се врло добро слаже и са особинама криве систематских разлика  $\Delta$ .

Утицај јачине и правца ветра. — У параграфу седмом ми смо већ истакли утицај ветра на стања часовника изведена из посматрања извршених у разним положајима пасажног инструмента (EW, WE) и показали његово дејство на либелу и друге делове инструмента.

Утицаји ветра на посматрања извршена пасажним инструментом преко аномалија рефракције испитивани су у последње време на још неколиким опсерваторијама: у Токију (1934—1937), у Свердловску (1942—1944), у Лењинграду (1948) и Потсдаму (1950—1955), и нису довела до коначних закључака.

Према упутствима за прикупљање посматрачких података у Међународној геофизичкој години [84] од свих опсерваторија и посматрачких станица захтевају се мерења температуре, брзине и правца ветра, а на програму обраде налази се и испитивање утицаја ветра на одређивање времена, па сматрамо да ће се тек овако масовним мерењима и систематски организованом обрадом овог проблема доћи до закључака трајније вредности.

Н. Krüger у Потсдаму [68] подвргао је упоређењу резултате до којих су дошли Miyadi у Токију [41], Долгов на Опсерваторији Лењинградског универзитета [58] и сам аутор у Геодетском институту у Потсдаму [85]. Служећи се рачуном корелације нашао је, упркос месног карактера утицаја ветра, изванредну сличност резултата постигнутих на овим трима међусобно јако удаљеним тачкама. Наиме, изразито јако дејство источних и западних ветрова (бочна рефракција) и знатно мање осталих на часовниково стање. Источни ветар изазивао је негативне, а западни позитивне систематске грешке. Miyadi и Krüger сматрају да је у питању привидно померање зенита проузроковано правом променом нагиба слојева услед ветра, дакле једна зенитска или месна рефракција, но која вероватно услед сличности конфигурације терена на све три тачке доводи скоро до идентичних ефеката.

У Токију, Лењинграду и Потсдаму није нађена зависност између јачине ветра и часовникова стања коју смо ми истакли у параграфу 7, а ни један аутор при овом испитивању није подвргавао анализи засебно вечерње и јутарње серије.

На овом месту изнећемо податке о утицају, како јачине, тако и правца ветра на отступања  $V$  (дефинисана на страни 62) која смо извели из посматрачког материјала о коме је било говора у параграфу 3. У доњем прегледу дата су отступања  $V$  уређена по брзинама ветра, где  $n$  означава број серија из којих је изведен односни податак  $V$ .

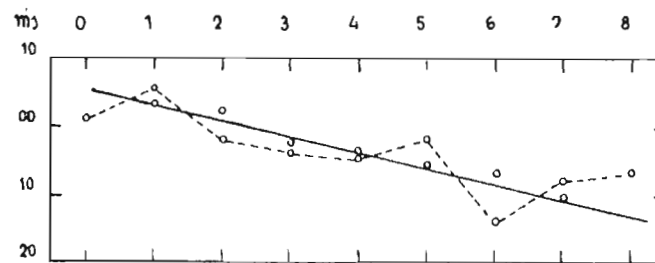
V m/sec	V	n	V'
	ms		ms
0	+ 1.1	16	—
1	+ 5.4	125	+ 3.0
2	— 1.9	57	+ 2.2
3	— 3.8	29	— 3.1
4	— 4.6	31	— 3.6
5	— 1.4	17	— 5.4
6	— 14.8	12	— 6.8
7	— 8.1	9	— 10.6
8	— 6.2	6	—

Последњи стубац даје изравнате вредности  $V'$  методом тежишта. Из овако сређених отступања  $V$  види се да се отступања  $V$  повећавају по апсолутној вредности са повећавањем брзине ветра и да се за ветрове од 0 до 8 метра у секунди крећу у границама од  $+0.003$  до  $-0.011$ , те да њихов утицај на одређивање времена није занемарљив.

Вредности  $V$  ових отступања мењају се линеарно са брзином ветра, па их можемо према датим подацима претставити изразом:

$$V = -0.0016 W + 0.0024.$$

Још очигледнији је овај закључак ако се подаци  $V$  и  $V'$  нанесу на праволиниски координатни систем, као на слици 34.



Сл. 34.

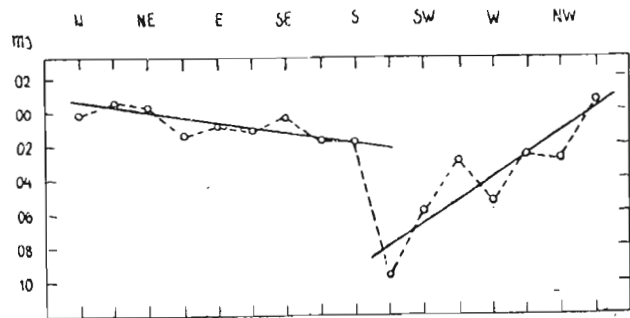
Још је интересантнији утицај правца ветра на астрономско одређивање времена. Да бисмо овај утицај ближе испитали покушали смо да утврдимо зависност између правца ветра и отступања ( $e$ ) посматраних од усвојених (полуdefinитивних) стања часовника, с једне стране, и зависно-

сти између правца ветра и отступања ( $V$ ) посматраних од дефинитивних (међународних) стања, с друге стране.

Отступања  $e = Cp - Cp'$ , где је  $Cp$  посматрано, а  $Cp'$  усвојено (полуdefinitивно) стање часовника, извели смо из целог посматрачког материјала прикупљеног у току 1952 и 1953 године, средили по правцима ветра (рачунајући његов азимут од N преко E, S, W до N од  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ) и за сваки правац извели његове средње вредности, као што приказује доњи таблични преглед у коме  $n$  означава број посматраних серија из којих је сваки поједини податак изведен, у  $0.0001$ .

D	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
e	00	+07	+05	-14	-07	-09	-02	-16	-17	-95	-58	-28	-52	-24	-27	+08
n	18	28	21	12	15	71	106	82	17	9	16	22	29	30	26	31

Из овог прегледа може се видети да сви источни ветрови, укључујући и правце N и S, дају отступања  $e_E = -0.0$  б, што се може сматрати занемарљивим, а сви западни, опет укључујући и правце N и S, дају отступање  $e_W = -0.0033$ . Изразита разлика између отступања  $e_W$  и  $e_E$  по нашем мишљењу долази до западног крила посматрачког павиљона које



Сл. 35.

се протеже дуж меридијана, тј. стоји баш на правцу југозападних ветрова. Ако податке горње таблице нанесемо на праволинијски координатни систем, као на слици 35, онда се јасније запажа велики скок отступања  $e$  при прелазу од правца S на правац SSW, који се једино може објаснити присуством поменутог павиљонског крила.

Ово има за последицу изразиту разлику у нагибу отсечака праве која претставља ток промене отступања  $e$  при источним и отступања  $e$  при западним ветровима. Оба тока могу се претставити изразима,

$$e_E = -0.0002 \theta + 0.0004 \quad \text{и} \quad e_W = +0.0013 \theta - 0.0080,$$

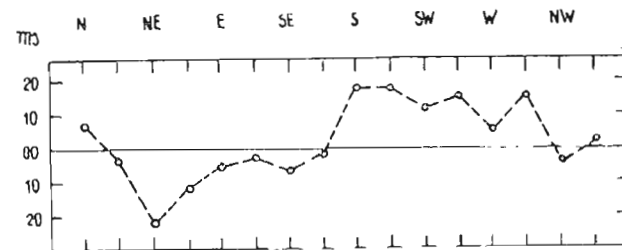
$\pm 1$                        $\pm 4$                        $\pm 3$                        $\pm 11$

где је за јединицу азимута  $\theta$  узето  $22.5^\circ$ . Бројеви испод одређених констаната претстављају њихове стандардне грешке, које указују на реалност одређених величина, нарочито компоненте  $e_W$  која је у нашем случају баш од нарочитог интереса.

Отступање  $V = O - C - \Delta Cp$ , где је  $O$  посматрано,  $C$  дефинитивно стање часовника, а  $\Delta Cp$  лично-инструментска систематска грешка његова, израчуната за 1953 годину, средили смо по азимутима ветра, као и у претходном случају. Средње вредности њихове за сваки правац ветра дате су у доњем прегледу у  $0.0001$  где је  $D$  правац ветра,  $V$  рачунато односно отступање,  $n$  број посматрачких серија из којих је претходно отступање изведено, а  $V'$  отступање изравнато преко тежишта. Са таблице се непосредно види да су сви источни ветрови изазивали отступања  $V$  у негативном смеру са средњом вредношћу  $V_E = -0.0025 \pm 0.0037$ , а сви западни ветрови позитивна отступања  $V$  са средњом вредношћу  $V_W = +0.0098 \pm 0.0026$ . Западни ветрови изазвали су утицај двапут јачег интензитета, што је лако објаснити самим обликом павиљона, као што ће се ниже видети.

D	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
V	+80	-28	-213	-110	-44	-21	-58	-15	+181	+178	+113	+156	+49	+158	-43	+14
n	12	16	11	8	8	42	61	49	8	4	7	12	13	19	11	19
V'	+17	-47	-105	-132	-37	-43	-34	-24	+23	+155	+146	+103	+125	+74	+57	+18

На слици 36 приказана су отступања  $V$  из горњег прегледа.

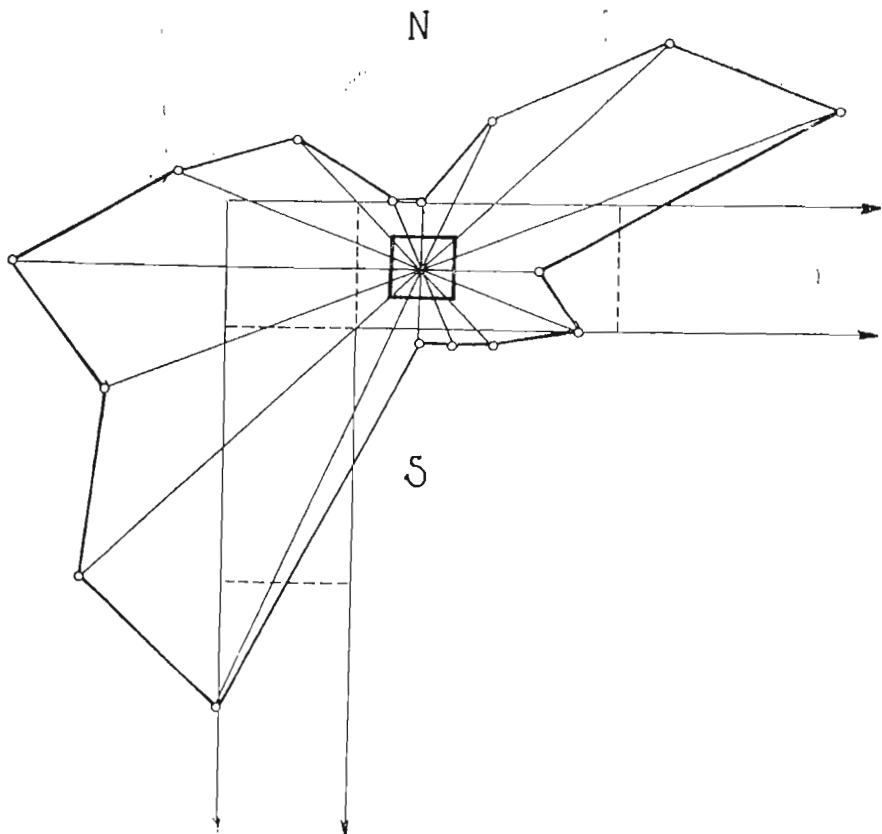


Сл. 36.

Са ове криве јасно се види да је минималан утицај ветрова од правца E до правца S, тј. од азимута  $90-180^\circ$ , тј. у сектору где нема у близини посматрачког павиљона никаквих објеката. Први велики и нагао скок од 18.5 милисекунда на кривој запажа се за правац NE у коме се на даљини од око 50 метара налази зграда Великог рефрактора висока око 20 метара са пречником металне куполе од 16 метара. Други нагао скок запажа се при прелазу од правца SSE ка правцу S у износу од 19.6 милисекунда. Овог пута долази још једном до изражаја меридијанско крило посматрачког павиљона на које се налази баш у означеном правцу. Оно се протеже на читавом сектору од правца S до WNW, тј. од азимута  $180^\circ$

до  $292^{\circ}.5$ . На том сектору одржава се максималан утицај скоро константан. Најзад са престанком овог крила запажа се опет нагао пад отступања  $V$  у износу од  $20.1$  милесекунде. Од овог правца па до правца  $N$  простира се опет један слободан сектор дуж кога су отступања  $V$  опет минимална.

Са слике 37 види се слика астрогеодетског павиљона са графиком чије се средиште поклапа са средиштем стуба пасажног инструмента, а на чијим



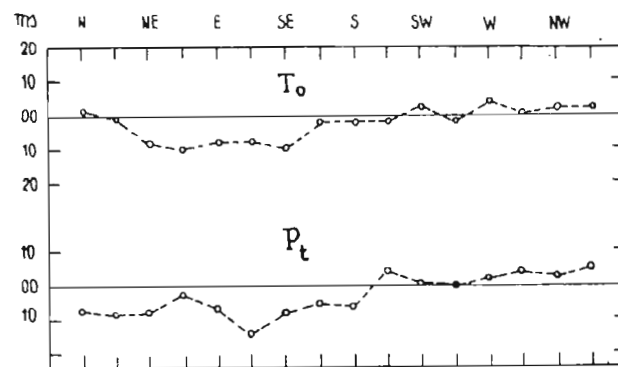
Сл. 37.

су полупречницима нанете вредности отступања  $V$  у зависности од правца ветра. Овим је на недвосмислен и очигледан начин истакнут, како по интензитету, тако и по правцу, утицај несиметричности астрогеодетског павиљона и суседних зграда на ова отступања преко бочне рефракције које потенцира дејство ветра.

Да бисмо још недвосмисленије истакли утицај несиметричности нашег посматрачког павиљона и уопште месне утицаје на одређивање времена, упоредили смо наше резултате са резултатима посматраним у Токију ( $T_o$ ), Потсдаму ( $P_t$ ) и делимично у Свердловску ( $S_v$ ) којима смо располагали (види горње референце).

Доња таблица садржи отступања  $V$  уређена по азимутима, односно правцима ветра за ове опсерваторије и на крају за Београд ( $B_l$ ).

D	$\theta$	$T_o$	$P_t$	$\theta$	$S_v$	$B_l$
	$^{\circ}$	ms	ms	$^{\circ}$	ms	ms
N	0.0	+ 0.8	- 7.8	0°	- 7.3	+ 8.0
NNE	22.5	- 0.4	- 8.7			- 2.8
NE	45.0	- 8.0	- 7.9			- 21.3
ENE	67.5	- 10.0	- 2.4			- 11.0
E	90.0	- 7.7	- 6.4	80	+ 0.3	- 4.4
ESE	112.5	- 7.1	- 13.4			- 2.1
SE	135.0	- 9.6	- 7.9			- 5.8
SSE	157.5	- 0.9	- 4.6	160	- 6.1	- 1.5
S	180.0	- 1.8	- 5.6			+ 18.1
SSW	202.5	- 0.9	+ 5.3	210	+ 3.7	+ 17.8
SW	225.0	+ 3.7	+ 1.6			+ 11.3
WSW	247.5	- 0.8	+ 1.3	250	+ 5.3	+ 15.6
W	270.0	+ 4.4	+ 3.1	270	+ 8.1	+ 4.9
WNW	292.5	+ 1.1	+ 4.9	290	- 2.8	+ 15.8
NW	315.0	+ 3.7	+ 3.9	320	- 1.0	- 4.3
NNW	337.5	+ 3.5	+ 6.5			+ 1.4
Moy.		- 1.9	+ 2.4			+ 2.5



Сл. 38.

На слици 38 претстављен је ток ових систематских отступања за по-бројане станице. Запажа се да за све станице источни ветрови дају негативна, а западни позитивна отступања. Но док су негативна отступања по апсолутним вредностима увек већа од позитивних за остале станице, за Београд је изразито супротан случај, што значи да до претежног утицаја долазе ветрови западних праваца. Ово се једино може објаснити несиметријом посматрачког павиљона, тј. утицајем западног (меридијанског крила).

У доњем прегледу дате су средње вредности отступања  $V$  у  $0.001$  за све источне ветрове ( $V_E$ ) и за све западне ветрове ( $V_W$ ), укључујући у оба случаја и граничне правце N и S, за станице Токио, Потсдам и Београд.

	$V_E$	$V_W$
	ms	ms
To	-5.0	+1.5
Pt	-7.2	+1.5
Bl	-2.5	+9.8

Из њега се види да су отступања  $V_E$  истог реда у Токију и Потсдаму, док су у Београду око 2.5 пута мања. Напротив, док су отступања  $V_W$  за Токио и Потсдам са своје стране опет истог реда, за Београд су она 6 пута већа.

Ниже су дата за исте опсерваторије систематска отступања  $V$  по квадрантима укључујући увек и граничне правце.

За прве две станице ова су отступања истог реда у сваком квадранту за себе, док се за Београд истичу отступања нарочито у трећем квадранту (азимут од  $180^\circ$  до  $270^\circ$ ) у коме се протеже западно крило посматрачког павиљона. Овим је још једном потврђена наша горња констатација.

	I	II	III	IV
	ms	ms	ms	ms
To	-5.1	-5.4	+0.9	+2.7
Pt	-6.6	-7.8	+1.1	+2.1
Bl	-6.3	-0.9	+13.5	+5.2

Отступање  $V$  за горње станице може се претставити изразима:

$$V = -0.0019 + 0.0060 \cos(\theta - 278.7) \quad \text{за Токио,}$$

$$V = -0.0024 + 0.0068 \cos(\theta - 272.5) \quad \text{за Потсдам,}$$

$$V = 0.0003 + 0.0055 \cos(\theta - 240.0) \quad \text{за Свердловск,}$$

$$V = 0.0025 + 0.0123 \cos(\theta - 238.0) \quad \text{за Београд.}$$

Из њих се види да је амплитуда за Токио, Потсдам и Свердловск истог реда величине, док је за Београд двапут већа. Даље се види да максималне утицаје у Токију и Потсдаму изазивају западни ветрови, а у Београду југозападни. Подаци за Свердловск не могу се сматрати довољно поузданим у овом погледу јер су изведени само из 8 праваца. Овако велико отступање у амплитуди за Београд, као и максималан утицај југозападних ветрова могу се једино објаснити већ реченим утицајима.

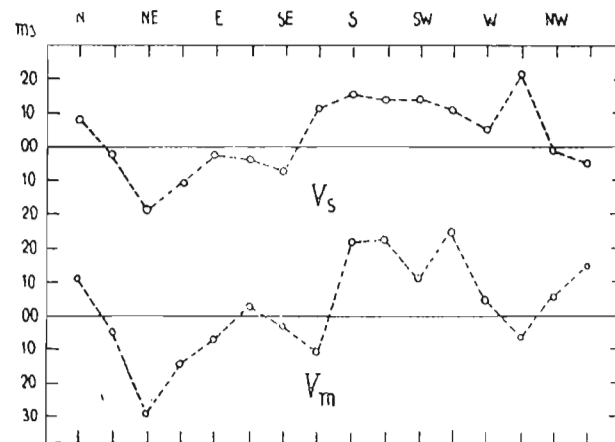
Утицај ветра на систематска отступања  $V$  може долазити од његова динамичког дејства на инструмент, од дејства на либелу и преко месне (зенитске) и собне рефракције. Очигледно да овде није у питању динамичко дејство ветра, јер су отступања  $V$  највећа баш за оне правце ветра од којих је инструмент најбоље заштићен самим меридијанским крилом посматрачког павиљона. Из испитивања П. Н. Долгова [58] пре и после пажљивог обезбеђења либеле излази да утицај ветра преко либеле није изразит.

По нашем мишљењу код нас је у питању дејство ветра преко месне (зенитске), а нарочито собне рефракције. Да бисмо у овом правцу извршили ближу анализу користили смо околност да је наш посматрачки програм обухватио и вечерње и јутарње посматрачке серије, чиме се за ова испитивања није располагало на другим опсерваторијама.

У доњем прегледу дата су систематска отступања  $V$  за Београд уређена по правцима ветра, и то засебно за вечерње ( $V_s$ ) и за јутарње серије ( $V_m$ ) у  $0.0001$ .

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
$V_s$	+72	-23	-194	-106	-22	-37	-75	+110	+153	+135	+140	+110	+51	+225	-07	-45
$V_m$	+103	-47	-205	-140	-80	+23	-38	-109	+218	+220	+102	+245	+45	-65	+60	+150

Ова су отступања још очигледније приказана на слици 39.



Сл. 39.

Из табличног и из графичког прегледа њихова види се да је општи ток промена  $V$  остао скоро непромењен. Међусобно слагање тока отступања  $V$  у вечерњим и јутарњим часовима још боље се види са њихових аналитичких претставника:

$$V_m = 0.0024 + 0.0134 \cos(\theta - 242.1),$$

$$V_s = 0.0030 + 0.0121 \cos(\theta - 235.8).$$

Максималне утицаје изазивају у оба случаја југозападни ветрови, и то са амплитудама истог реда величине.

Познато је да је утицај месне (зенитске) рефракције, као поремећаја нормалне рефракције, који долазе од нехомогених зрачења изазваних конфигурацијом терена или објектима на њему, претежан у вечерњим часовима, када још није успостављена термичка равнотежа између ових објеката и околног ваздуха. Из изложеног на страни 70 може се извести закључак да су утицаји на систематска отступања  $V$  који долазе од месне рефракције чак супротна знака у вечерњим и јутарњим часовима. Слагање утицаја ветра на отступања  $V$  у вечерњим и јутарњим часовима указује стога на околност да овде није у питању месна (зенитска) рефракција, већ да је знатно претежнији утицај собне рефракције, који долази баш од несиметричности и других конструктивних недостатака посматрачког павиљона. У прилог последњег закључка иде и већи скок на кривој која одговара јутарњим посматрањима, који се запажа између праваца SSE и SSW, од скока на вечерњој кривој. Дејство собне рефракције појачано је у овом „сумњивом“ правцу ујутру стога што је павиљон каткад отворан непосредно пре посматрања, па је изостало дуго његово проветравање које у вечерњим часовима приближава стање у павиљону термичкој равнотежи.

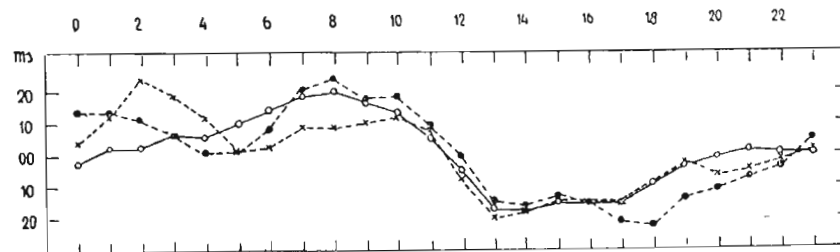
Дефинитивно објашњење ових сложених утицаја много ће допринети посматрачки материјал који се сада прикупља по програму Међународне геофизичке године, не само због многобројности станица и систематичности у организацији посматрања, већ и због тога што се на већем броју станица употребљава веома прецизан Данџон-ов безлични астролаб којим се ова испитивања не ограничавају на меридијанску раван, већ се проширују на све азимуте. Специјално ће овоме допринети станице на којима се врше и вечерња и јутарња посматрања.

Утицај систематских грешака каталога. — Највећи утицај на остатке систематских разлика  $\Delta$  несумњиво врше систематске грешке ректасцензија звезда из Основног каталога FK3 који смо користили, и то грешке типа  $\Delta\alpha_a$  пошто грешке типа  $\Delta\alpha_b$  не долазе до променљивог изражаја, јер на средње вредности часовникових стања изведених из серија симетричних звезда према зениту утиче само константна вредност грешке  $\Delta\alpha_b$  која одговара звезди са деклинацијом једнаком географској ширини места посматрања. Грешке  $\Delta\alpha_a$  међутим веома различито утичу на средње вредности часовникова стања изведена из појединих серија. Овај је утицај изразито променљив, нарочито када се стања изводе из вечерњих и јутарњих серија, а разлика овог утицаја зависи како од временског размака између вечерње и јутарње серије, тако и од фреквенције посматрања на разним ректасцензијама.

Да бисмо ближе испитали утицај грешке  $\Delta\alpha_a$  на систематску грешку  $\Delta = C_{p_s} - C_{p_m}$ , користили смо три савремена каталога високе прецизности: Фотоелектрични, Пулково 1930 и Николајев 1930 [58], од којих је фотоелектрични ослобођен личних грешака и систематских грешака микрометра. Приложена таблица даје вредности систематских грешака  $\Delta\alpha_a$  сваког појединог од ових каталога у односу на FK3, као и средње вредности грешака  $\Delta\alpha_a$  ових каталога у односу на FK3 за сваки час ректасцензије.

Годишњи ход све три систематске разлике још очигледније је претстављен кривом на слици 40, са које се види веома добро међусобно слагање све три вредности.

$\alpha$	F - FK <sub>3</sub>	P - FK <sub>3</sub>	N - FK <sub>3</sub>	Moy.	$\alpha$	F - FK <sub>3</sub>	P - FK <sub>3</sub>	N - FK <sub>3</sub>	Moy.
0h	-0 <sup>s</sup> .002	+0 <sup>s</sup> .014	+0 <sup>s</sup> .004	+0 <sup>s</sup> .005	12h	-0 <sup>s</sup> .005	-0 <sup>s</sup> .001	-0 <sup>s</sup> .008	-0 <sup>s</sup> .005
1	+3	+14	+12	+10	13	-18	-15	-20	-18
2	+3	+12	+24	+13	14	-19	-17	-17	-18
3	+7	+6	+19	+11	15	-15	-14	-14	-14
4	+6	+1	+12	+6	16	-16	-15	-15	-15
5	+10	+1	+2	+4	17	-16	-22	-16	-18
6	+14	+8	+3	+8	18	-10	-23	-9	-14
7	+19	+20	+9	+16	19	-4	-14	-4	-7
8	+20	+24	+9	+18	20	-2	-12	-7	-7
9	+16	+17	+10	+14	21	-0	-8	-5	-4
10	+13	+18	+12	+14	22	-1	-4	-3	-3
11	+5	+9	+6	+7	23	-1	-4	0	+1



Сл. 40.

Добро слагање, како у амплитуди, тако и у фазном углу, између све три криве види се и из њихових аналитичких израза:

$$\begin{aligned}
 F - FK_3 &= +0^s.0003 + 0^s.0142 \sin(t + 15^\circ.4) + 0^s.0051 \sin(2t + 169^\circ.7), \\
 P - FK_3 &= 0^s.0000 + 0^s.0163 \sin(t + 7^\circ.7) + 0^s.0071 \sin(2t + 140^\circ.7), \\
 N - FK_3 &= 0^s.0002 + 0^s.0139 \sin(t + 28^\circ.8) + 0^s.0021 \sin(2t + 150^\circ.9),
 \end{aligned} \quad (a)$$

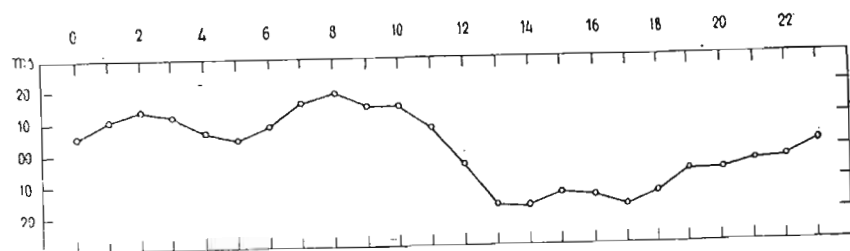
и то како у годишњем тако и у полугодишњем члану. Због доброг међусобног слагања ових трију вредности, с једне стране, и због чињенице да су употребљена три каталога рађена савременом прецизном апаратуром, како за посматрање тако и за регистровање, претпоставили смо да средње вредности систематских грешака  $\Delta\alpha_a$  из четвртог ступца треба углавном приписати фундаменталном каталогу FK3. Тако смо добили вредности грешака  $\Delta\alpha_a$  каталога FK3, чији утицај на грешку  $\Delta = C_{p_s} - C_{p_m}$  и желимо да испитамо.

На слици 41 претстављен је годишњи ток средње вредности  $\Delta\alpha_a$  са кога смо читали систематску грешку  $\Delta\alpha_a$  за средњи тренутак сваке посматране серије у циљу њене даље употребе у дискусији резултата.

Ова крива може се представити следећим аналитичким изразом:

$$\frac{1}{3} [F + P + N] - FK_3 = 0^s.0002 + 0^s.0139 \sin(t + 17^{\circ}.5) + 0^s.0049 \sin(2t + 165^{\circ}.7),$$

из кога се види, прво, да су у амплитудама и фазним угловима добро слаже са изразима (а). Осим тога види се да је средња годишња вредност систематске грешке  $\Delta\alpha_a$  реда  $0^s.0002$ , тј блиска нули, из чега произилази да грешка  $\Delta\alpha_a$  каталога неће утицати на средњу годишњу вредност систематске грешке  $\Delta = Cp_s - Cp_m$  ако су посматрања равномерно распоређена кроз целу годину и све ректасцензије посматране једнак број пута, како у вечерњим тако и у јутарњим серијама.



Сл. 41

После тога образовали смо средње месечне вредности систематских грешака типа  $\Delta\alpha_a$  за све посматране јутарње серије  $\Delta\alpha_{am}$  и за све посматране вечерње серије  $\Delta\alpha_{as}$  као и њихове разлике  $D = \Delta\alpha_{as} - \Delta\alpha_{am}$ , и то, прво, за све посматране серије (I), а затим само за оне ноћи када су посматране обе серије, и вечерња и јутарња (II). Следећи таблични прегледи дају ове разлике образоване на оба начина, и то како за 1953 годину (I и II), тако и за 1952 годину (III и IV) у милисекундама.

У 1953 години било је 86 ноћи са обе посматране серије и 172 овакве серије, док је укупан број ноћи био знатно већи (215), као и укупан број серија (301), пошто се због промењених атмосферских услова нису могле реализовати јутарње серије у свима ноћима у којима су посматране вечерње и обрнуто.

У 1952 години, на сличан начин, било је 75 ноћи са посматраним обема серијама и 150 оваквих серија, док је укупан број посматрачких ноћи износио знатно више (182), као и укупан број посматрачких серија (257).

I	1953	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moу
	$\Delta\alpha_{as}$	+10	+8	+12	+8	-8	-16	-15	-15	-8	-4	+1	+4	-2
	$\Delta\alpha_{am}$	-13	-15	-14	-15	-8	-5	+2	+12	+8	+14	+15	+4	-1
$D = \Delta\alpha_{as}$	$-\Delta\alpha_{am}$	+23	+23	+26	+23	0	-11	-17	-27	-16	-18	-14	0	-1

II	1953	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moу
	$\Delta\alpha_{as}$	+12	+9	+12	+9	-7	-15	-15	-15	-8	-6	+2	+1	-2
	$\Delta\alpha_{am}$	-18	-15	-16	-15	-8	-5	+2	+11	+8	+15	+14	+4	-2
$D = \Delta\alpha_{as}$	$-\Delta\alpha_{am}$	+30	+24	+28	+24	+1	-10	-17	-26	-16	-20	-12	-3	0

III	1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moу
	$\Delta\alpha_{as}$	+9	+7	+11	+9	-11	-17	-16	-11	-7	-4	0	+7	-2
	$\Delta\alpha_{am}$	-13	-15	-16	-15	-9	-5	+1	+8	+5	+14	+15	+5	-3
$D = \Delta\alpha_{as}$	$-\Delta\alpha_{am}$	+22	+22	+27	+24	-2	-12	-17	-19	-12	-18	-15	+12	+1

IV	1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moу
	$\Delta\alpha_{as}$	+8	+7	+13	+12	-14	-16	-16	-11	-8	-4	0	+6	-2
	$\Delta\alpha_{am}$	-14	-15	-16	-15	-9	-5	+1	+9	+5	+14	+16	0	-2
$D = \Delta\alpha_{as}$	$-\Delta\alpha_{am}$	+22	+22	+29	+27	-5	-11	-17	-20	-13	-18	-16	+6	0

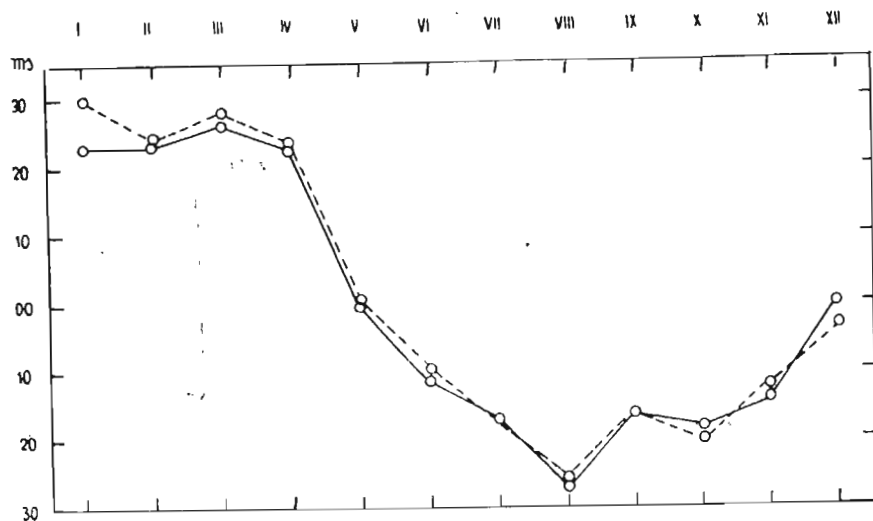
Фреквенција посматрања по месецима кретала се доста равномерно, с тим, што је у летњим месецима био нешто већи број вечерњих серија. Ово се може ближе видети са доње приложене таблице.

$\alpha$	0h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	4	4	5	6	2	4	10	4	7	6	7	6
M	4	4	3	4	2	1	7	5	4	2	4	5

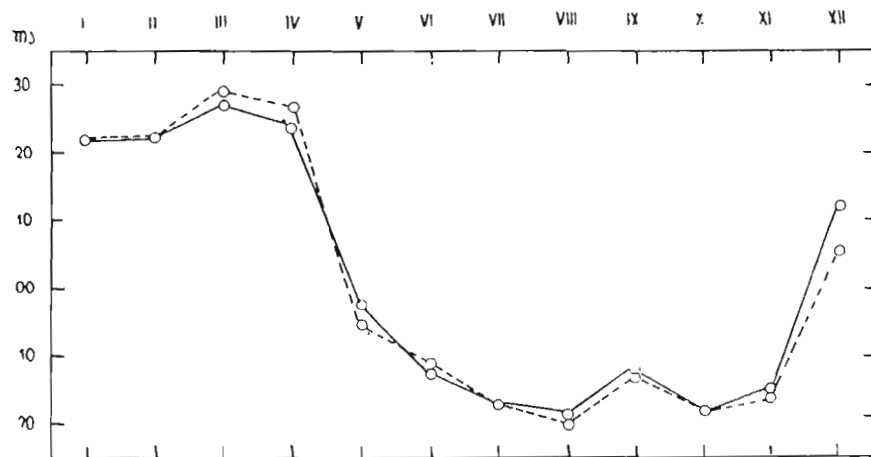
$\alpha$	12h	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	5	7	6	6	12	21	6	25	9	5	9	14
M	4	0	3	7	7	11	7	7	4	6	5	6

На слици 42 и 43 дате су респективно за 1953 и 1952 годину криве разлика систематских грешака  $\Delta\alpha_a$  у смеру вече-јутро  $D = \Delta\alpha_{as} - \Delta\alpha_{am}$ . Непрекидном кривом приказан је годишњи ток ове разлике за све серије, а испрекиданом само за ноћи са обе посматрачке серије, и вечерњом и јутарњом. Са обе слике се види изванредно добро слагање непрекидне криве са испрекиданом, из чега се може извести закључак да код оваквих испитивања врло корисно могу да послуже и оне вечерње серије, често многобројне у току године, које немају своје односне јутарње серије и обрнуто, и да овакве „једностране“ серије не треба одбацивати, као што се то понегде чини.





Сл. 42.



Сл. 43.

Аналитички претставници ове четири криве за 1953 годину:

$$D = \Delta\alpha_{as} - \Delta\alpha_{am} = -0^s.0006 + 0^s.0260 \sin(t + 43^{\circ}.6) + 0^s.0048 \sin(2t + 355^{\circ}.2),$$

$$D = \Delta\alpha_{as} - \Delta\alpha_{am} = -0^s.0002 + 0^s.0276 \sin(t + 45^{\circ}.4) + 0^s.0053 \sin(2t + 356^{\circ}.8),$$

и за 1952 годину:

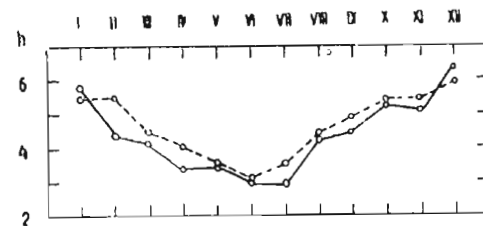
$$D = \Delta\alpha_{as} - \Delta\alpha_{am} = -0^s.0007 + 0^s.0251 \sin(t + 46^{\circ}.4) + 0^s.0052 \sin(2t + 343^{\circ}.3),$$

$$D = \Delta\alpha_{as} - \Delta\alpha_{am} = +0^s.0005 + 0^s.0244 \sin(t + 45^{\circ}.0) + 0^s.0062 \sin(2t + 353^{\circ}.5),$$

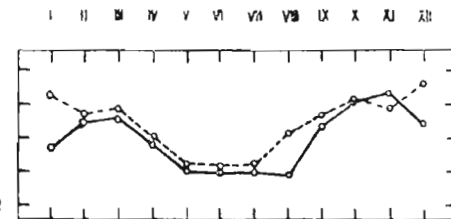
показују такође јасан годишњи ход ове разлике. Исто тако види се врло добро слагање, како у амплитуди, тако и у фазном углу, између све четири криве, што с једне стране потврђује наш горњи закључак о употребљивости и „једностранних“ серија, а са друге стране показује да се ове систематске грешке не мењају осетно из године у годину, што се и могло очекивати.

Осим тога и са кривих и из њихових аналитичких израза види се да годишњи ход разлике систематских грешака  $\Delta\alpha_a$  не ремети ни различита фреквенција посматрања по појединим месецима.

Услед годишње периодичности ових разлика њихове су средње годишње вредности једнаке нули, што се види из горњих табличних прегледа. Одатле се може закључити да се не могу изводити поуздани закључци из испитивања ове врсте, ако она не обухватају бар једну целу годину или више година. Исто се тако може закључити да при одређивању прецизних географских дужина систематске грешке ове врсте могу достићи и неколико стотих, ако је посматрачки размак мањи од године дана.



Сл. 44.



Сл. 45.

Напоследку на слици 44 и 45 дате су респективно за 1953 и 1952 годину криве, које показују колико су кроз читаву годину били удаљени од средње месне поноћи средњи тренуци вечерњих серија (непрекидне криве) и јутарњих серија (испрекидане криве) за оне ноћи када су посматране обе

серије. Са њих се види симетричност ових серија у односу на поноћ, као и то да се размак између вечерњих и јутарњих серија кретао у току године од  $4^h.2$  до  $13^h.0$ , што је зависило од дужине ноћи, и да је у средњу руку износио  $8^h.8$ .

Ова симетричност знатно је поремећена када се узму у обзир и „једностране“ серије. Међутим слагање кривих на слици 44 и 45 као и њихових аналитичких претставника показује да строга симетричност није неопходна за ова испитивања. Ово пружа у знатној мери одређене руке посматрачу при изради посматрачког програма.

**З а к љ у ч а к.** — Из приказане анализе извршених посматрања на пасажном инструменту, како вечерњих тако и јутарњих, јасно произилази: да систематске разлике између часовникових стања изведених из вечерњих и јутарњих серија могу достићи чак и  $0.^s1$ , дакле вредност 100 пута већу од тачности за којом се данас тежи у часовним службама и у радовима на звезданим каталозима, што значи да се о овим систематским отступањима мора водити рачуна код ових радова;

да та отступања изазивају месни услови, нарочито собна и месна (зенитска) рефракција. Зато се савремени посматрачки павиљони морају градити далеко од других зграда, потпуно симетрично и споља и изнутра, без масивних бетонских зиданих тротоара и тешких лимених кровова који појачавају зрачење;

да на ова отступања утичу месне аномалије рефракције, како преко температурских промена, које доводе до нагиба приземних слојева ваздуха, тако и преко промена у брзини и правцу ветра, које потенцирају или ублажују зрачење, а преко њега и саме аномалије у рефракцији;

да астрогеодетски павиљон Астрономске опсерваторије треба да претрпи веће преправке: меридијанско крило његово треба да буде срушено, тротоари и бетонске подлоге око њега да се покрију земљом, да се парапетним зидом прегради одељење пасажног инструмента од одељења за зенит-телескоп, заклоне инструменти од непосредног дејства ветра и зрачења у свима правцима и обезбеди што већа симетрија унутра, а по могућству и споља и, најзад, да се обезбеди непрекидно принудно проветравање његово ако у том павиљону треба да остану основни Опсерваторијини инструменти;

да треба при посматрањима високе тачности водити рачуна не само о померању Земљиних полова и неједнакости Земљине ротације, већ и о систематским грешкама употребљеног основног каталога.

## ОПШТИ ЗАКЉУЧЦИ

Осврћимо се на крају укратко на извршене радове и постигнуте резултате.

У параграфу 1 указано је на велики значај испитивања систематских грешака инструмента, посматрача и аномалија рефракције при одређивању времена и на значај ових испитивања за постизање веће тачности у одређивању положаја небеских тела, фундаменталних астрономских констаната и географских координата, као и за изучавање појава које су за њих везане.

У параграфу 2 дат је кратак осврт на развој апаратуре за одређивање времена и на испитивање систематских утицаја на ово одређивање. Указано

је на низ нових конструкција инструмената и прибора за одређивање, одржавање и регистровање времена и приказани су сви важнији радови на испитивању систематских утицаја који се јављају при меридијанским посматрањима.

У параграфу 3 истакнути су услови под којима је одређивано време на Астрономској опсерваторији у Београду и дати бројни подаци о употребљеном инструменту и посматрањима која су анализирана у овом раду. Указано је на нека примећена систематска отступања у одређивању времена и на посматрањима из 1951 године истакнута систематска разлика од  $-0.^s050$  између полудефинитивног времена Београдске и Париске опсерваторије која су аутора потстакла на даље трагање за узроцима систематских отступања при меридијанским посматрањима, на њихово изучавање и отклањање.

У параграфу 4 одређене су месне аномалије нагиба обртне осовине из прикупљене документације. Извршена су кроз целу 1952 и 1953 годину и вечерња и јутарња посматрања меридијанских серија. Утврђена је систематска разлика између вечерњих и јутарњих нагиба и нађено је да су јутарњи нагиби увек већи од вечерњих. Средња годишња вредност разлике износи  $0.^s068$  или  $1.''02$ , а распон се пење и до  $0.^s105$ . Ова разлика за серије које раздваја ноћ достиже средњу годишњу вредност од  $+0.^s066$ , а за серије које раздваја дан  $+0.^s090$ . Разлика њихова је систематски негативна, што значи да су промене нагиба које се односе на јутарње и вечерње серије систематски веће кад ове серије раздваја дан, но кад их раздваја ноћ. У средњој годишњој вредности ове се разлике разликују за  $-0.^s024$ .

Из истих мерења утврђена је годишња периодична промена нагиба са амплитудом од  $\pm 0.^s400$  у корелацији са променом температуре и то супротног смера од температурских промена. Нађено је да екстремуми нагиба за кашњавају за екстремумима температуре 41.5 дана. Откривена је и једна секуларна промена нагиба која је објашњена неравномерном слегњем стуба на основи паралелних мерења нагиба на инструменту и једном стубу удаљеном од посматрачког павиљона (4 метра Е и 50 метара N). Средња неједнакост слегања износила је од 1951—1955 просечно  $20''$  или  $0.1$  мм годишње за стуб са инструментом. Анализом ових мерења, као и допунским мерењима на самом инструменту, утврђено је да је искључена могућност клизања терена као узрок ове појаве, па је са овим отпала и потреба посебног и скупог испитивања да се утврди стабилност терена на коме почива Астрономска опсерваторија пре постављања њених фундаменталних инструмената.

Упоређењем добивених вредности за сезонске промене нагиба са теориским вредностима добивеним преко *Fourier*-ове парцијалне диференцијалне једначине утврђено је да ове промене долазе од сезонског колебања слоја на коме почива стуб инструмента, изазваног осунчавањем.

Мерењем температуре и нагиба сваки сат у току дана и ноћи, и то кроз сва четири годишња доба, нађена је дневна периодичност нагиба са фазном разликом од  $180^\circ$  према дневној промени температуре. Промене су објашњене неравномерним загревањем делова инструмента у току дана са привидним дневним кретањем Сунца. После отварања павиљона ( $18^h$ ), а у размаку од 1 сата запажен је скок нагиба реда величине  $0.^s150$  у летњем периоду. Нађено је да од  $23^h-4^h$  утицај температуре на нагиб достиже минималан износ од  $0.^s020$ , па је ово и најповољнији размак за

астрономска посматрања. Истакнуто је закашњење екстремума нагиба према екстремима температуре од  $0^{\text{h}}.5-2^{\text{h}}$ , зависно од годишњег доба. Ово је закашњење објашњено топлотном инерцијом инструмента. Утврђена је потреба непрекидног вештачког проветравања павиљона да би се ублажио овај систематски утицај температурских промена нагиба. Овај би се утицај свео на минимум ако би се у павиљону вештачки одржавала цео дан температура на нивоу спољне температуре у времену посматрања.

Овом дневном — периодичном — променом нагиба у функцији температуре објашњене су у потпуности напред нађене систематске разлике у нагибу између вечерњих и јутарњих серија. Осим тога, нађено је да се, без промена општег тока, смањују амплитуде промена нагиба у зимској сезони и полусезонама у односу на летње промене које су највеће. Но односи амплитуда дневног члана у нагибу и температури мењају се приближно константно кроз сва годишња доба. Напоследку *Fourier*-овом анализом нађен је и један полудневни члан реда  $0.^{\text{s}}020$  у нагибу, који одговара полудневном члану у температурским променама.

Истакнута је из истих мерења и дневна периодична промена либелине нуле са наглим падом између  $9-17^{\text{h}}$  од око  $0.^{\text{s}}1$ . После доброг проветравања ове су промене знатно блаже, тако да се могу занемарити у току посматрања једне звезде, због чега не долазе до јачег изражаја као систематске грешке при одређивању времена. Напротив, оне долазе до јачег изражаја тамо где се посматрања врше преко дана, као код нивелмана.

У параграфу 5, пошто је указано на низ ранијих истраживања, дат је и сопствени прилог изучавања систематских разлика у нагибу  $\Delta\beta = \beta_{\text{EW}} - \beta_{\text{WE}}$  у зависности од реда посматрања, чији је ред величине  $\Delta\beta = -0.^{\text{s}}0055$ .

Најпре је из свих мерења изведена средња вредност за разлику  $\Delta\beta$  која се сложила са горњом вредношћу, а затим је истакнута полугодишња периодичност у промени ове систематске грешке. Да би се ближе испитала компонента ове разлике, која долази од посматрачева топлотног дејства на либелине краке, вршена су одређивања ове разлике кроз дужи период, ван посматрачких серија, када је било искључено стално дејство посматрача, па су оне упоређене са разликама  $\Delta\beta$  изведеним у току посматрања и нађено је да само један део разлике  $\Delta\beta$  долази од посматрачева топлотног дејства. Користећи разлике  $\Delta\beta$  извођене кроз две године и из вечерњих и јутарњих серија, показано је даље да су ове разлике систематски веће по апсолутним вредностима у вечерњим, него у јутарњим часовима. Ред величина њихове разлике је просечно  $0.^{\text{s}}0016$ , но она се пење и до  $0.^{\text{s}}065$ . Ова разлика систематске разлике  $\Delta\beta$  у вечерњим и јутарњим часовима је објашњена несиметричним топлотним зрачењем павиљона на инструмент.

У параграфу 6 испитана је из истог материјала и систематска разлика  $\Delta = \text{Cr}_{\text{EW}} - \text{Cr}_{\text{WE}}$  која долази од реда посматрања и која је знатно већа од систематске разлике  $\Delta\beta$ . Нађено је да се она креће у границама од  $-6.3$  до  $27.6$  милисекунда и да у средњој вредности износи  $0.^{\text{s}}0189$ . Показано је да она није непосредна последица систематске грешке у нагибу  $\Delta\beta$  истог типа. Сређивањем систематских грешака  $\Delta = \text{Cr}_{\text{EW}} - \text{Cr}_{\text{WE}}$  по посматрачима и њиховим упоређењем показано је да оне не долазе ни од личног утицаја посматрачева. Даље је показано упоређењем ове систематске разлике изведене из вечерњих и из јутарњих серија да она не до-

лази ни од различитих услова при посматрању у вечерњим и јутарњим часовима, или бар да је овај утицај на њу неосетан.

Да би се приближило пореклу систематске разлике  $\Delta = \text{Cr}_{\text{EW}} - \text{Cr}_{\text{WE}}$  раздвојене су ове разлике за оба посматрача на вечерње и јутарње. Показало се у периоду од септембра 1952 до фебруара 1953 знатно оглушање, у току вечерњих посматрања, разлика  $\Delta$  једног посматрача од остале три криве, које су се добро међусобно слагале. Ово отступање је објашњено недовољним проветравањем павиљона у овом периоду од стране дотичног посматрача, који је сматрао да у то годишње доба није потребно дуже ветрење посматрачке сале. Тако је истакнут утицај несиметричног зрачења делова зграде на поједине делове инструмента услед кога је дошло до аномалних разлика  $\Delta$ .

Ток средњих вредности разлика  $\Delta$  показао је полугодишњу периодичност са израженим максимумима реда  $-0.^{\text{s}}015$  у пролеће и у јесен, и израженим минимумима реда  $-0.^{\text{s}}022$  у лето и у зиму. Један део систематске разлике  $\Delta$  може се објаснити и посматрачевим притиском на микрометар, који изазива флексију окуларног дела обртне осовине.

Најзад је откривен и конструктивни недостатак микрометра који се састоји у могућности клизања микрометарског завртња заједно са носачем покретног конца у правцу завртњева вретена, и то увек у смеру од микрометарског котура. Овај недостатак долази до неједнаког изражаја у разним сезонама у вези с температуром и влагом које дејствују на микрометар и његово мазиво, као и услед периодичних промена зрачења околних предмета на микрометар. Овај утицај ближе је испитан и показано је да мора да буде сразмеран  $\sec \delta$ , с друге стране је потврђено да су нађене систематске разлике  $\Delta$  пропорционалне са  $\sec \delta$ , што иде у прилог закључку да претежни део систематских разлика  $\Delta$  долази од откривеног недостатка микрометра. Систематска разлика  $\Delta$  за разлику од систематске разлике  $\Delta\beta$  на многим опсерваторијама није могла бити истакнута, што се сада може лако објаснити чињеницом да сви типови микрометра немају овај недостатак.

У параграфу 7 испитан је утицај брзине и правца ветра како на систематске разлике  $\Delta\beta = \beta_{\text{EW}} - \beta_{\text{WE}}$ , тако и на систематске разлике  $\Delta = \text{Cr}_{\text{EW}} - \text{Cr}_{\text{WE}}$ . Пошто су ове систематске разлике сређене по брзини ветра и нађени њихови аналитички претставници, утврђено је да ред величине коефицијената у овим изразима остаје исти из године у годину. Нађени су слични изрази и из мерења извршених у Свердловску, па се показало да су и њихови коефицијенти истог реда величине, независно од места, времена и типа инструмента. Овим је још једном потврђено да разлика  $\Delta\beta$  углавном долази од посматрачева топлотног утицаја на либелу.

Насупрот томе, нађени изрази за систематске разлике  $\Delta = \text{Cr}_{\text{EW}} - \text{Cr}_{\text{WE}}$  одређени у Београду и у Свердловску у функцији брзине ветра показали су да се њихови коефицијенти мењају из године у годину и од инструмента до инструмента, што иде у прилог ранијем нашем закључку да највећи део ових систематских разлика долази од откривеног конструктивног недостатка микрометра и његова утицаја који се мења у току времена у зависности од спољних услова.

Када су систематске разлике  $\Delta\beta$  и  $\Delta$  уређене по правцима ветра, показало се да се подаци изведени за 1952 годину врло добро слажу са оним из 1953 године и да најјачи утицај на ове систематске разлике врши ветар са правцем југ-југозапад (тј. са азимутом од  $220^\circ$ ) реда величине  $0.^\circ 030$ , док напротив југоисточни ветар, који у Београду достиже највећу брзину и фреквенцију, изазива минималан утицај. Ако се образују разлике систематских разлика  $\Delta$  за супротне правце ветра, запажа се да оне достижу максималну вредност реда величине  $0.^\circ 015$  за правце југ-југозапад-север-североисток, иако се ветрови ових праваца мање разликују и по брзини и по фреквенцији од супротних ветрова осталих праваца. Различито дејство супротних ветрова на систематске разлике  $\Delta$  не долази од различитих брзина и њихових фреквенција, но од облика самог павиљона и распореда објеката око инструмента. Овим је на још један начин доказан закључак из претходног параграфа да до систематских разлика  $\Delta\beta$  и  $\Delta$  не долази само од топлотног зрачења посматрачева на либелу и друге делове инструмента, но још и више од топлотног зрачења павиљона и објеката око инструмента, поготову ако је њихов распоред асиметричан.

Од посебног значаја је овај закључак за Астрономску опсерваторију у Београду, која мора извршити корениту преправку овог павиљона ако и даље жели да се у њему врше посматрања високе тачности за потребе међународне службе.

У параграфу 8 изложен је низ испитивања и закључака изведених из упоређења посматраних вечерњих и јутарњих серија. Утврђена је знатна систематска разлика између часовникових стања изведених из вечерњих и јутарњих серија, која је варирала у границама од  $-0.^\circ 040$  до  $+0.^\circ 063$  са веома малом средњом годишњом вредношћу од  $-0.^\circ 0024$ . Јасно је истакнута једногодишња и једна полугодишња компонента ове разлике. Ова последња компонента је притом нарочито наглашена са амплитудом од  $+0.^\circ 0142$  двоструко већом но код годишње компоненте. Фазни углови кривих које претстављају токове ове систематске разлике кроз 1952 и 1953 годину изванредно се добро слажу, што указује на стабилност екстремума њихових везаних строго за годишње доба и проузрокованих метеоролошким чиниоцима. Амплитуде обеју констаната лако се мењају из године у годину са променом интензитета ових чинилаца.

Стања изведена, како из посматрања вечерњих, тако и из посматрања јутарњих серија упоређена су са дефинитивним временом Међународне часовне службе, пошто су претходно елиминисане систематске грешке лично-инструментског карактера, па је на тај начин истакнута супротна тенденција ових отстапања ( $V = O - C - \Delta C_p$ ) у вечерњим од оне у јутарњим часовима. Ток ових отстапања показује годишњу и полугодишњу периодичност. Амплитуда годишњег члана јутарње криве ( $0.^\circ 0072$ ) двапут је већа од амплитуде истоименог члана вечерње криве, а њихови се фазни углови разликују за  $180^\circ$ . Ове су разлике у карактеристикама између вечерње и јутарње криве још јаче изражене у полугодишњем члану. Карактер промена ових отстапања указује на то да је њихово порекло у аномалијама рефракције, типа месне и собне рефракције. Знатно већа амплитуда јутарње криве долази од посматрања у јутарњим

часовима без претходног дужег ветрења посматрачког павиљона, па се одавде види да је на испитивана отстапања претежни утицај собне рефракције.

Пошто су образована отстапања температуре инструмента у трепутку посматрања од његове средње месечне температуре ( $\Delta T = T_m - T_i$ ) и отстапања  $V$  уређена према отстапањима  $\Delta T$ , нађено је да у јутарњим серијама отстапања  $V$  варирају од  $-0.^\circ 016$  до  $+0.^\circ 011$  када се  $\Delta T$  мења од  $-7^\circ$  до  $+7^\circ\text{C}$ , а у вечерњим од  $-0.^\circ 006$  до  $+0.^\circ 008$  за исту промену температуре. Овим је поступком још утврђено да се велика отстапања  $V$  у јутарњим серијама јављају у дане када је температура инструмента изнад средње месечне. Овим је потврђен и горњи закључак.

Даље је испитивана зависност између отстапања часовникова стања  $V$  од дефинитивног времена и брзине ветра и утврђена је линеарна зависност. За ветрове од  $0-8$  м/сек овај утицај се кретао у границама од  $+0.^\circ 003$  до  $-0.^\circ 011$ .

Утицај правца ветра испитиван је најпре на отстапањима  $e = C_p - C_p'$  часовникова стања од полудефинитивног времена Опсерваторије, па је нађено да сви источни ветрови дају незнатно отстапање  $e_E = -0.^\circ 0006$ , док западни ветрови дају осетно отстапање  $e_W = -0.^\circ 0033$ . Са графичких и аналитичких претставника ових зависности јасно се истиче скок отстапања  $e$  при прелазу са правца ветра  $S$  на правац  $SSW$ . Он се може једино објаснити присуством западног крила посматрачког павиљона на које се налази при овом прелазу и које баш заклања инструмент од југозападних ветрова.

Утицај правца ветра исто тако је испитан и на отстапањима  $V$  часовникова стања од међународног дефинитивног времена. Пошто су ова отстапања уређена по правцима ветра нађено је да је утицај источних ветрова износио само  $V_E = -0.^\circ 0025$ , док је западни достигао у средњој вредности  $V_W = +0.^\circ 0098$ . Са читавог тока овако утврђених отстапања  $V$  јасно се истакао велики скок њихов при истом прелазу са правца  $S$  на правац  $SSW$ . На свима секторима око павиљона на којима се налази слободан простор ова су отстапања била минимална. Скок се запажа и на правцима на којима се на удаљењу од 50 метара налази зграда Великог рефрактора. На истим правцима налази се после отварања и метална кровна конструкција која штити сам инструмент. Још се недвосмисленије истиче утицај западног крила посматрачког павиљона ако се упореде криве отстапања  $V$  уређених по правцима ветра изведене из материјала Токијске, Потсдамске и Свердловске опсерваторије са нашим. На свима њима источни ветрови изазивају негативна, а западни позитивна отстапања  $V$ , но на Београдској опсерваторији су због израженог несиметричног облика посматрачког павиљона отстапања која одговарају источним правцима ветрова око 2,5 пута мања, а отстапања која одговарају западним правцима око 6 пута већа но на поменутих опсерваторијама. Из аналитичких израза за ова отстапања на свим поменутих опсерваторијама, које је аутор извео, још се боље види да у Београду доминира југозападни правац, за разлику од осталих опсерваторија где доминира западни правац. И сама амплитуда за Београд је 2 пута већа но на осталим поменутих опсерваторијама.

Посматрања извршена у вечерњим и јутарњим часовима на Београдској опсерваторији омогућила су да се посматрају отстапања  $V$  у функцији правца ветра засебно у вечерњим и јутарњим часовима. Токови ове криве, као и њихови аналитички претставници, показали су да су и амплитуде и фазни углови обеју кривих истог реда величине. Одатле је изведен закључак да је овде претежнији утицај собне рефракције, јер месна (зенитска) рефракција изазива супротне ефекте у вечерњим и јутарњим часовима, што је посебно истакнуто на почетку дискусије посматрања обављених у вечерњим и јутарњим часовима.

Из читаве анализе може се извести закључак да се западно (меридијанско) крило посматрачког павиљона мора срушити ако се желе у њему да наставе радови високе тачности за потребе међународне службе.

На крају је испитан утицај систематских грешака употребљеног фундаменталног каталога  $FK_3$  на систематску разлику  $\Delta = \text{Cp}_s - \text{Cp}_m$ . У том циљу коришћена су три најновија прецизна посматрачка каталога: Пулковски фотоелектрични, Пулково 30 и Николајев 30 у односу на чију средину вредност смо посматрали систематско отстапање каталога  $FK_3$ . Вредности ових отстапања због високе тачности савремених каталога приписали смо каталогу  $FK_3$ . Пошто смо извели средње месечне вредности систематских грешака  $\Delta a_\alpha$  за све наше посматране вечерње и јутарње серије, као и њихову разлику  $D = \Delta a_{\text{веч}} - \Delta a_{\text{јут}}$  показало се да овај утицај може достићи и  $0.030$ , и то да је супротан на вечерњим и јутарњим серијама. Ниме се, дакле, може објаснити знатан део систематске разлике  $\Delta = \text{Cp}_s - \text{Cp}_m$ . Због његове годишње периодичности, његова је средња годишња вредност практично једнака нули, но зато појединачне серије оптерећује у великој мери. Одавде се још види да се при одређивању лонгитуда, ако се жели висока тачност, посматрања морају систематски вршити у размаку од године дана. У овом размаку практично се анулирају и утицаји са годишњом и полугодишњом периодом метеоролошког порекла.

## ЛИТЕРАТУРА

1. T. Mayer, *Astr. obs. Göttingen, 1756—1761.*
2. J. Bernoulli, *Recueil pour les astronomes*, t. I, Berlin, 1771.
3. F. W. Bessel, *Fundamenta astronomiae*, 1817.
4. F. W. Bessel, *Astr. Beobachtungen...*, Königsberg, Abt. VIII, 1823, XI, 1826, XVIII, 1836, Abb., III, 1876.
5. Hansen, *Astr. Nachr.*, VI, 1828.
6. S. C. Walker, *The amer. journ. of sc. and arts*, 2 ser., VII, 1849.
7. G. P. Bond, *Monthl. Not.*, XI, 1851.
8. G. Svajcer, *O širote Moskovskoi observatorii*, 1850.
9. Plantamour, Hirsch, *Détermination... de long. entre Genève et Neuchâtel*, Genève, 1864.
10. J. Hartmann, *Astr. Nachr.*, 1865.
11. M. Radau, *Moniteur sc. de Quesneville*, 1865.
12. C. Wolf, *Ann. de l'Obs. de Paris*, Mém., t. VIII, 1866.
13. C. Wolf, *Note dans l'Astr. pratique de Brünov*, 1869.
14. F. Kaiser, *Ann. der Sternw. Leiden*, t. II, 1870.
15. J. Repsold, *Astr. Nachr.*, 123, 177, 1889, 141, 279, 1896.
16. Georgetown College, *Obs. Publ.*, 1891, 1896.
17. Th. Abrecht, *Astr.-geod. Arbeiten I Ordnung*, Berlin, 1895.
18. J. Bauschinger, *Neue Ann. d. Sternw. München*, Bd. III, 1898.
19. Th. Abrecht, *Astr.-geod. Arbeiten I Ordnung*, Berlin, 1904.
20. H. Kienle, *Astr. Nachr.*, t. CCXIII, 361, 1921.
21. H. Renan, *Paris Mémoires*, 26, 1, 1910.
22. R. Trümpler, *Astr. Nachr.*, 193, 213, 1912.
23. D. Gill, *History and Descr. of the Cape Obs.*, 1913.
24. F. B. Littel, *Publ. of the Naval obs.*, vol. IX, 1915.
25. G. Ferrié, R. Jouaust, R. Mesny, *Proc. of the Inst. of Radio Eng.*, 1925.
26. E. Esclangon, *Ann. de l'Obs. de Strasbourg*, t. I, 1926.
27. B. Strömgren, *Astr. Nachr.*, 226, Nr. 5406, 1926.
28. N. Blohin, *Geodestist*, Nos 7—8, 1926.
29. J. I. Beljaev, *Izvestija GAO*, X, 97, 1926.
30. J. Beljaev, N. Dnjeprovskij, *Trudi GAO*, T. XXXIV ser. II, 1928.
31. W. Uhink, *Veröff. Göttingen Sternw.*, Nr. 1, 1928.
32. A. Lambert, *Bull. Horaire*, IV, 50, 1929, IV, 55, 1930.
33. N. Stoyko, *Bull. Horaire*, IV, 56, 1930.
34. E. Guyot, *Thèse*, Neuchâtel, 1931.
35. F. B. Littel, *Astr. Journal.*, 40, 7, 1929, 43, 9, 1933.
36. S. Kawasaki, *Monthly Notices*, 95, 33, 1934.
37. A. Schagger, *Astr. Nachr.*, 259, 125, 1936.
38. B. Strömgren, *Publ. Kobanhäns Obs.*, No 87, 1933.
39. N. N. Pavlov, *Izvestija AN SSSR*, ser. fiz., 4—5, 1937.
40. N. N. Pavlov, *Cirkuljar GAO*, 24, 1938.
41. M. Miyadi, *Tokio Astr. Obs. Report*, 1938—39.
42. A. Danjon, *Bull. Astr. t. XIII*, p. 3, 8—9.
43. A. A. Ilinič, *Geodestist*, No 8, 1940.
44. A. Danjon, *Bull. Astr.*, 9, 131, 1935, 13, 1, 1946.
45. A. Berry, *Kratkaja istorija astr.*, Moskva, 1946.
46. M. Milanković, *Istorija astr. nauke*, Beograd, 1948.
47. N. N. Pavlov, *Trudi GAO*, ser. 11, t. LIX, 1946.
48. V. P. Linik, *Dokladi AN SSSR*, 53, 201, 1946.
49. M. S. Zverjev, *Astr. žurnal*, t. XXIII, no 3, 1946.
50. J. P. Gorelov, *Soobšč. CAIS*, No 55, 1950.
51. M. S. Zverjev, *Trudi CAIS*, XVIII, 1, 1950.
52. M. S. Zverjev, *Trudi CAIS*, XVIII, 2, 1950.
53. B. M. Sevarlić, *Astr. i meteorol. saopštenja*, 7, 1950.
54. *Transactions of the IAU*, VII, 1950.
55. B. M. Sevarlić, Z. M. Brkić, *Astr. i met. saopštenja*, 7, 1950.
56. N. N. Pavlov, *Izvestija GAO*, t. 18, n. 146, 29, 1951.
57. Z. M. Brkić, *Bull. de l'Obs. astr. de Beograd*, XVII, 3—4, 1952.
58. P. N. Dolgov, *Opređeljenje vremena...*, Moskva, 1952.

59. W. Uhink, *Astr. Nachr.*, 281, 1, 1952.
60. Karaky, 23, 4, 1953.
61. J. Gorelov, *Soobšč. GAIS*, 90—91, 1953.
62. P. G. Piljnik, *Soobšč. GAIS*, 90—91, 1953.
63. *Bull. Horaire*, No 9, sér. E, 1953.
64. Z. M. Brkić, Lj. Mitić, *Bull. de l'Obs. astr. de Beograd*, t. XIX, n. 1, p. 18, n. 2, p. 19, n. 3, p. 4 et 18, 1954.
65. Z. M. Brkić, *Bull. de l'Obs. astr. de Beograd*, t. XIX, n. 3, p. 12, 15 et 21, 1954.
66. M. S. Zverjev, *Uspehi astr. nauk*, VI, 1954.
67. *Report of the Astronomer Royal*..., 1954.
68. H. Krüger, *Vermessungstechnik*, n. 10, 11, 1954, n. 2, 1955, n. 5, 1955.
69. V. V. Podobjed, *Trudi II astr. konf.*, 1955.
70. V. Mak-Klenahan, *Trudi II astr. konf.*, 1955.
71. V. E. Olensov, *Trudi II astr. konf.*, 1955.
72. *IAU Draft Reports*, 1955.
73. A. Danjon, *Bull. astr.*, XVIII, 4, 251, 1955.
74. L. Arbey, *Procès verbaux et mém. du V. Congrès int. de chronométrie*, I p. 129, 1955.
75. B. E. Brandt, *Trudi CNIIGA i K*, 112, 1956.
76. *Veröff. d. Astr. Rechnen-Instituts*, Heidelberg, 1957.
77. N. N. Pavlov, Die letzten Ergebnisse d. photoelektrischen Beobachtungen des Pul-kowoer Zeitdienstes (rukopis).
78. N. Stoyko, *Annales du Bureau des longitudes*, t. X., 1933.
79. A. Gorelov, *Soobšč. GAIS*, n. 90—91, 1953.
80. V. M. Vasiljev, *Astr. žurnal*, t. XXXI, n. 5, 1954.
81. F. N. Krasovskij, *Rukovodstvo po visšej geodezii*, m. 1.
82. V. P. Ščeglov, *Astr. žurnal*, t. XXIV, n. 1, 1947.
83. H. R. Sakirova, *Trudi Taškentskoj astr. obs.*, t. II, ser. 5, 1957.
84. *IGY Instruction manuel, part III, Longitudes and Latitudes*.
85. H. Krüger, *Vermessungstechnik, Heft 10*, 11, 1954, Heft 2, 1955.
86. S. N. Blažko, *Astr. žurnal*, t. XXII, n. 1, 1945.
87. M. S. Zverjev, *Astr. žurnal*, t. XXV, n. 4, 1948.

## Résumé

### CONTRIBUTION AUX ÉTUDES DES INFLUENCES SYSTÉMATIQUES À LA DÉTERMINATION ASTRONOMIQUE DE L'HEURE

par

Z. M. BRKIĆ

Dans le paragraphe premier on souligne le grand intérêt d'examen des erreurs systématiques d'instrument, d'observateur et celles provenant d'anomalies de réfraction pour la détermination de l'heure, pour l'obtention d'une plus haute précision dans les coordonnées des astres, des coordonnées géographiques et des constantes fondamentales d'astronomie, ainsi que pour l'investigation de phénomènes liés aux variations de coordonnées.

Dans le paragraphe deux on donne un aperçu sur l'évolution des instruments et accessoires pour la détermination de l'heure et sur l'examen d'influences systématiques à cette détermination. On a indiqué à toute une série de nouvelles constructions d'instruments et d'accessoires pour la détermination, la conservation et l'enregistrement de l'heure et on a présenté plusieurs travaux importants sur l'examen d'influences systématiques aux observations des passages méridiens.

Dans le paragraphe trois on donne les conditions sous lesquelles on déterminait l'heure à l'Observatoire de Beograd et les caractéristiques de l'instrument employé et des observations analysées dans ce travail. On a indiqué à certaines discordances remarquées pendant la détermination de l'heure déjà en 1951, on a trouvé une différence systématique de  $-0^{\text{s}}.050$  entre l'heure définitive de l'Observatoire de Beograd et de Paris qui a stimulé l'auteur à la recherche des causes des erreurs systématiques influant aux observations des passages méridiens et à une analyse plus profonde de ces erreurs.

Dans le paragraphe quatre on a déterminé les anomalies locales de l'inclinaison de l'axe des tourillons partant d'une propre documentation. Au cours des deux années, 1952 et 1953, on a observé des séries méridiennes du soir et du matin. On a constaté une différence systématique entre les inclinaisons du soir et du matin et on a trouvé les inclinaisons du matin toujours plus grandes que celles du soir. La valeur moyenne annuelle de cette différence atteint  $0^{\text{s}}.068=1^{\text{m}}.02$ , avec une amplitude même de  $0^{\text{s}}.105$ . Cette différence pour les séries séparées par la nuit atteint la valeur moyenne annuelle de  $+ 0^{\text{s}}.066$ , et pour celles séparées par le jour  $+ 0^{\text{s}}.090$ . Leur différence, de sa part, est systématiquement négative, ce qui signifie que les variations d'inclinaison se rapportant aux séries du matin et du soir sont systématiquement plus grandes quand les séries sont séparées par le jour, que quand elles sont séparées par la nuit. Dans la moyenne annuelle ces différences se distinguent de  $- 0^{\text{s}}.024$ .



Des mêmes mesures on a constaté une variation périodique, annuelle d'inclinaison avec amplitude de  $+ 0.5400$  en corrélation inverse avec les variations de température. On a trouvé que les extrêmes d'inclinaison retardent de 41.5 jours derrière les extrêmes de température. On a découvert aussi une variation progressive d'inclinaison qu'on a expliqué par l'affaissement irrégulier du pilier se servant des mesures simultanées d'inclinaison d'un autre instrument et de son pilier se trouvant éloignés 4 m vers E et 50 m vers N. La valeur moyenne d'affaissement a atteint de 1951—1955 en moyenne 20'' ou 0.1 mm par an pour le pilier principal avec l'instrument. Par l'analyse de ces mesures et des mesures complémentaires au même instrument on a trouvé que la possibilité du glissement du terrain fut exclue comme cause de ce phénomène. De cette manière sont devenus superflus les examens difficiles et chers de la stabilité du terrain de l'Observatoire avant le montage de ses instruments d'astrométrie fondamentale.

En comparant les valeurs obtenues pour les variations saisonnières d'inclinaison avec les valeurs théoriques respectives obtenues par l'équation différentielle de Fourier on a constaté que ces variations proviennent des fluctuations saisonnières de la couche sur laquelle repose le fondement du pilier d'instrument, des fluctuations provoquées par la variation d'insolation.

Par la mesure de la température et de l'inclinaison chaque heure le jour et la nuit, pendant toutes les quatre saisons, on a trouvé une périodicité diurne d'inclinaison avec la différence en phase de  $180^\circ$  par rapport à la variation diurne de la température. Les variations sont expliquées par le réchauffement inégal des pièces d'instrument au cours du mouvement diurne du Soleil. Après  $1^h$  du moment d'ouverture du toit (18<sup>h</sup>) on a remarqué un saut en inclinaison d'ordre de grandeur de  $0.5150$  dans la saison d'été. On a trouvé que de 23—4<sup>h</sup> l'influence de la température à l'inclinaison atteint le montant minimum de  $0.5020$ , de façon que c'est l'intervalle le plus favorable pour les observations. On a mis en évidence aussi le retard des extrêmes d'inclinaisons derrière les extrêmes de température de  $0.5—2.5^h$ , suivant la saison. Ce retard est expliqué par l'inertie thermique de l'instrument. On a constaté la nécessité d'une aération artificielle permanente du pavillon pour atténuer cette influence systématique de variations thermiques à l'inclinaison. Cette influence serait réduite au minimum si l'on conservait artificiellement jour et nuit la température au niveau de la température extérieure pendant l'observation.

Par cette variation diurne de l'inclinaison au fonction de la température on a complètement expliqué les différences systématiques trouvées plus haut entre l'inclinaison du soir et du matin. De plus on a trouvé que, sans changement d'allure générale, les amplitudes de la variation d'inclinaison se diminuent pendant l'hiver et les demi-saisons en comparaison avec les variations en été qui sont les plus grandes. Mais les rapports entre les amplitudes du membre diurne en inclinaisons et en température varient à peu près uniformément à travers toutes les saisons. Enfin, on a trouvé par l'analyse harmonique encore un membre demi-diurne d'ordre de grandeur de  $0.5020$  en inclinaisons qui correspond au membre demi-diurne en variations thermiques.

Des mêmes mesures on a mis en évidence aussi la variation diurne du zéro du niveau avec un abaissement précipité de  $0.51$  entre  $9^h$  et  $17^h$ . Après l'aération plus prolongée ces variations deviennent plus douces, de façon qu'on peut les négliger pendant l'observation d'une étoile ne s'apercevant pas comme erreurs systématiques remarquables dans la détermination de l'heure. Au contraire, elles

s'apportaient dans les observations pendant le jour, comme par exemple dans le nivellement.

Dans le paragraphe cinq on a donné une contribution à l'étude des différences systématiques en inclinaison  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  dépendant de l'ordre d'observations dont l'ordre de grandeur est  $\Delta\beta = - 0.50055$ .

On a d'abord déduit de toutes les mesures la valeur moyenne de différence  $\Delta\beta$  s'accordant bien avec la valeur ci-dessus; ensuite on a mis en évidence la périodicité demi-annuelle dans la variation de cette erreur systématique. Pour examiner de plus près la composante de cette différence qui vienne de l'influence thermique de l'observateur aux bras du niveau, on déterminait cette différence dans un intervalle plus prolongé, hors observations régulières, quand l'influence permanent d'observateur fut exclue, et elles étaient comparées aux différences  $\Delta\beta$  déduites au cours des observations astronomiques. On a trouvé qu'une seule partie des différences provienne de la dite influence d'observateur. En se servant des différences  $\Delta\beta$  déduites au cours de deux années, pendant des séries du soir, ainsi que pendant celles du matin, on a remarqué que ces différences sont systématiquement plus grandes par valeurs absolues aux heures du soir qu'au heures du matin. L'ordre de grandeur de leur différence est de  $0.50016$ , mais elle monte aussi jusqu'à  $0.50065$ . Cette différence de la différence systématique  $\Delta\beta$  est expliquée d'une radiation thermique assymétrique des murs du pavillon à l'instrument.

Dans le paragraphe six est examinée du même matériel la différence systématique  $\Delta Cp = Cp_{EW} - Cp_{WE}$  qui provienne de l'ordre d'observation et qui est considérablement plus grande que la différence systématique  $\Delta\beta$ . On a trouvé pour ses limites les valeurs de  $- 6.3$  et  $+ 27.6$  milisecondes et pour sa valeur moyenne  $- 0.50189$ . On a démontré qu'elle n'est pas une simple conséquence de l'erreur systématique en inclinaison  $\Delta\beta$  du même type. En rangeant les erreurs systématiques  $\Delta Cp$  suivant les observateurs et en les comparant, on a montré qu'elles ne proviennent ni de l'influence personnelle d'observateur. On a montré ensuite, en comparant ces erreurs déduites des séries du soir avec celles déduites des séries du matin, qu'elles ne proviennent ni des conditions différentes aux heures du soir et du matin ou, au moins, que cette influence à l'erreur  $Cp$  est insensible.

Pour s'approcher à la provenance de l'erreur systématique  $\Delta Cp$  on a séparé ces différences pour chaque observateur à celles du soir et à celles du matin. On a remarqué dans le laps du septembre 1952 au février 1953, et spécialement pour les valeurs du soir, un désaccord remarquable entre les différences  $\Delta Cp$  d'un observateur et les trois autres courbes qui s'accordait mutuellement bien. Ce désaccord est expliqué par l'aération insuffisante du pavillon dans ce laps de temps de la part de cet observateur, qui était d'avis que dans la saison nommée une longue aération de la salle d'observation n'est pas obligatoire. Ainsi on a mis en évidence l'influence de la radiation assymétrique des parties de l'édifice aux parties de l'instrument qui provoquaient les différences anormales.

Le cours des valeurs moyennes  $\Delta Cp$  a montré un caractère périodique avec périodicité semi-annuelle et les maxima accentués d'ordre de grandeur de  $- 0.5015$  au printemps et à l'automne et les minima d'ordre de grandeur de  $- 0.5022$  en été et en hiver. Une partie de la différence systématique  $\Delta Cp$  peut être expliqué par la pression d'observateur au micromètre, d'où provient la flexion de la partie oculaire de l'axe des tourillons.

Enfin on a découvert un défaut de construction du micromètre employé consistant en possibilité de glissement de la vis micrométrique avec le cadre portant le fil mobile en direction de la vis même et toujours en sens inverse du tambour. Cette défaut provoque les influences inégales dans les différentes saisons quand la température et l'humidité influant au micromètre, à son huile et ses ressorts sont aussi différentes. La radiation thermique des objets environants au micromètre montre aussi des variations périodiques au cours des saisons. Cette influence est examinée de plus près et on a montré qu'elle doit être proportionnelle au sécante de déclinaison. D'autre part, on a démontré du matériel d'observation que les différences systématiques trouvées  $\Delta C_p$  sont vraiment proportionnelles au  $\sec \delta$ , ce qui a confirmé la conclusion que la partie prépondérante des différences systématiques  $\Delta C_p$  provienne du défaut remarqué du micromètre. La différence systématique  $\Delta C_p$ , contrairement à la différence  $\Delta \beta$ , n'a pas pu être mis en évidence aux plusieurs observatoires, ce qu'on peut maintenant expliquer par le fait que tous les types de micromètres ne possèdent pas ce défaut.

Dans le paragraphe sept on a examiné l'influence de la vitesse et de la direction de vent tant aux différences systématiques  $\Delta \beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ , qu'aux différences systématiques  $\Delta C_p = C_{pEW} - C_{pWE}$ . Après avoir rangé ces différences suivant la vitesse du vent et après avoir trouvé leurs représentants analytiques, on a conclu que l'ordre de grandeur des coefficients dans ces expressions reste le même d'année en année. On a trouvé les expressions similaires des observations exécutées à Sverdlovsk et on a trouvé pour les coefficients respectifs le même ordre de grandeur ne dépendant ainsi ni d'emplacement, ni de la période d'observation, ni de type d'instrument. De cette façon on a confirmé encore une fois que la différence  $\Delta \beta$  provienne principalement de l'influence thermique de l'observateur au niveau.

Au contraire, les expressions trouvées pour les différences systématiques  $\Delta C_p$  déterminées à Beograd et à Sverdlovsk au fonction de la vitesse de vent ont montré que leurs coefficients varient avec le temps et avec instrument, ce qui confirme notre conclusion antérieure que la plus grande partie de ces différences systématiques provienne du défaut de construction remarqué du micromètre et de son influence, qui varie à son tour avec les conditions extérieures.

Après avoir rangé les différences systématiques  $\Delta \beta$  et  $\Delta C_p$  suivant les directions de vent on a remarqué que les données déduites pour l'an 1952 se concordent très bien avec celles obtenues pour l'an 1953 et que l'influence la plus forte à ces différences systématiques exerce le vent de direction sud-sudouest (avec l'azimut de  $220^\circ$ ). L'ordre de grandeur de cette influence est  $0.030$ . Le vent sudouest atteignant à Beograd la vitesse et la fréquence maxima, au contraire, exerce la plus petite influence. Si l'on forme les différences des différences systématiques  $\Delta C_p$  pour les vents de sens inverse, on remarque qu'elles atteignent la plus grande valeur d'ordre de grandeur de  $0.015$  pour les sens sud-sudouest et nord-nordest, quoique les vents de ces directions se distinguent moins, tant suivant la vitesse que suivant la fréquence des autres vents de sens inverse. L'influence différente des vents de sens inverse aux différences systématiques  $\Delta C_p$  ne provient pas de leurs différentes vitesses et fréquences, mais de la forme du pavillon même et de la distribution des objets autour de l'instrument. Ainsi on a confirmé d'une autre manière la conclusion du paragraphe précédent que les différences systématiques  $\Delta \beta$  et  $\Delta C_p$  ne viennent pas seulement de la radiation thermique de l'observateur au niveau et aux autres parties de l'instrument, mais encore plus de la radiation

thermique du pavillon et des objets autour de l'instrument, surtout si leur distribution est asymétrique. Cette conclusion a un intérêt tout special pour l'Observatoire de Beograd qui devra faire des réparations et adaptations radicales de ce pavillon s'il veut garantir la haute précision aux observation que l'on y fait pour le Service International de l'Heure (SIH).

Dans le paragraphe huit on a exposé toute une série d'examens et de conclusions déduites de la comparaison des séries observées le soir et le matin. On a constaté une différence systématique remarquable entre les états de la pendule déduites des séries du soir et de celles du matin qui variait dans les limites de  $-0.040$  à  $+0.063$  avec la valeur moyenne annuelle très petite de  $-0.0024$ . On a clairement mis en évidence une composante annuelle et une semi-annuelle de cette différence. Cette dernière est surtout accentuée avec une amplitude de  $+0.0142$ , deux fois plus grande que celle de la composante annuelle. Les phases des courbes représentant les cours de cette différence systématique en 1952 et 1953 s'accordent mutuellement très bien, ce qui indique à la stabilité de leurs extrêmes liés strictement aux saisons et provenant des influences météorologiques. Les amplitudes des deux coposantes varient légèrement d'année en année avec la variation de l'intensité de ces influences.

Les états déduits, tant des séries du soir que de celles du matin, ont été comparés avec l'heure définitive du SIH après l'élimination des erreurs systématiques du caractère personnel et instrumental. Ainsi on a mis en évidence la tendance contraire de ces différences ( $v = O - C - \Delta C_p$ ) dans les heures du soir et du matin. Le cours de ces différences montre la périodicité annuelle et semi-annuelle. L'amplitude du membre annuel de la courbe du matin ( $0.0072$ ) est deux fois plus grande que celle du membre correspondant de la courbe du soir, et leurs phases se distinguent de  $180^\circ$ . Ces différences dans les caractéristiques de la courbe du soir et de celle du matin sont encore plus accentuées dans le membre semi-annuel. Le caractère des variations de ces différences montre que leur provenance est dans les anomalies de réfraction de type de la réfraction locale et de salle. La plus grande amplitude de la courbe du matin vient de la courte aération précédant les observations du matin, d'où provient que l'influence de la réfraction de la salle y est prédominante.

Après avoir formé les différences entre les températures de l'instrument au moment d'observation et sa température moyenne mensuelle ( $\Delta T = T_m - T_i$ ) et après avoir classé les différences  $V$  suivant les différences  $\Delta T$ , on a trouvé que les différences  $V$  varient pour les séries du matin de  $-0.016$  à  $+0.011$  pendant que les  $\Delta T$  varient de  $-7^\circ$  à  $+7^\circ C$  et pour les séries du soir de  $-0.006$  à  $+0.008$  pour la même variation de la température. Par ce procédé on a trouvé aussi que les grandes différences  $V$  dans les séries du matin apparaissent aux jours quand la température de l'instrument est plus élevée que la moyenne mensuelle. Par ce fait on a confirmé la conclusion donnée ci-dessus.

Ensuite on a examiné la dépendance entre les différences  $V$  et la vitesse de vent et on a trouvé que cette fonction est linéaire. Pour les vents de  $0-8$  m/sec cette influence variait de  $+0.003$  à  $-0.011$ .

L'influence de la direction de vent on a examiné d'abord sur les différences  $e = C_p - C_p'$  entre l'état de la pendule observé et demi-définitif et on a trouvé que tous les vents de l'est provoquent une déviation insensible  $e_E = -0.0006$ , tandis que les vents de l'ouest donnent une déviation sensible  $e_W = -0.0033$ . Des représentants graphiques et analytiques de cette dépendance on remarque clairement un saut de la grandeur  $e$  quand on passe de la direction S à la direction

SSW. Il peut être expliqué seulement par la présence de l'aile ouest du pavillon d'observation, qui se trouve à cette direction et qui protège l'instrument des vents de la direction sudouest.

L'influence de la direction de vent est examinée aussi sur les différences  $v$  entre l'état observé et définitif (déduit du SIH). Après avoir classé ces différences suivant les directions de vent on a trouvé que l'influence des vents d'est n'atteignait que  $v_E = - 0.0025$ , tandis que celle des vents d'ouest atteignait en moyenne  $v_W = + 0.0098$ . La courbe des différences  $v$  montre aussi un saut remarquable en passant de la direction S à SSW. A tous les secteurs autour du pavillon qui ne sont pas occupés par les objets cette différence est très petite. On remarque aussi un saut dans la direction où se trouve à 50 m de distance l'édifice du réfracteur, de 65 cm d'ouverture. Dans la même direction se trouve la toiture métallique ouverte qui protège l'instrument. L'influence de l'aile ouest du pavillon est encore plus évidente si l'on compare les courbes des différences  $v$  rangées suivant les directions de vent déduites des observations faites aux observatoires de Tokio, Potsdam et Sverdlovsk avec les nôtres. De toutes les courbes on remarque que les vents d'est provoquent les déviations  $v$  négatives et les vents d'ouest les déviations  $v$  positives; mais à l'Observatoire de Beograd, à cause de la forme tout à fait asymétrique du pavillon, les valeurs  $v$  correspondant aux vents d'est sont 2,5 fois plus petites et celles correspondant aux vents d'ouest 6 fois plus grandes qu'aux observatoires nommés. Des expressions analytiques pour ces déviations à chaque observatoire cité, que l'auteur a déduites, on voit encore mieux qu'à Beograd la direction sudouest est prédominante, tandis qu'aux autres observatoires considérés c'est la direction ouest. L'amplitude même pour Beograd est deux fois plus grande qu'aux observatoires cités.

Les observations faites aux heures du soir et du matin à l'Observatoire de Beograd ont donné la possibilité d'analyser les déviations  $v$  au fonction de la direction de vent séparément dans les heures du soir et dans celles du matin. L'allure des deux courbes ainsi que leurs expressions analytiques ont montré que les amplitudes et les phases des deux courbes sont du même ordre de grandeur. On en a conclu qu'y est prédominante l'influence de la réfraction de salle, parce que la réfraction locale (zénithale) provoque les effets contraires aux heures du soir et du matin, ce qui fut souligné à part au commencement de la discussion d'observations effectuées aux heures du soir et du matin.

De toute analyse on peut tirer la conclusion qu'il faut enlever l'aile ouest du pavillon se prolongeant suivant le méridien si l'on veut y continuer les travaux de haute précision pour les besoins du SIH.

En fin on a examiné l'influence des erreurs systématiques du catalogue fondamental employé FK3 à la différence systématique  $\Delta C_p = C_{p_s} - C_{p_m}$ . Dans ce but on s'est servi des trois nouveaux catalogues de haute précision: Poulkovo (photoélectrique), Poulkovo 30 et Nicolaïev 30. Nous avons considéré les erreurs systématiques du FK3 par rapport au catalogue moyen idéal formé des trois nommés plus haut. Les valeurs des différences systématiques, à cause de la haute précision des catalogues contemporains, nous avons attribuées au catalogue FK3. Après avoir déduit les valeurs moyennes mensuelles des erreurs systématiques

$\Delta \alpha_\alpha$  pour toutes nos séries du soir et du matin, ainsi que leur différence  $D = \alpha_{\alpha_s} - \alpha_{\alpha_m}$ , il s'est montré que cette influence peut atteindre 0.030 étant de signe contraire aux heures du soir et du matin. Elle peut donc bien expliquer une partie remarquable de la différence systématique  $\Delta C_p$ . A cause de sa périodicité annuelle sa valeur moyenne annuelle est pratiquement nulle, mais néanmoins elle affecte remarquablement les séries individuelles. On en voit encore que pendant les déterminations des longitudes des lieux prétendant à une haute précision, il faut prolonger l'intervalle d'observation à un an entier. Dans ce laps s'annulent pratiquement les influences à périodicité annuelle et semi-annuelle de provenance météorologique.