

PR 26

(d)

studii și  
cercetări  
de  
**astronomie**

**2**

TOMUL 11  
1966

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMANIA

<https://biblioteca-digitala.ro/> / <https://www.astro.ro/>

## COMITETUL DE REDACȚIE

### *Redactor responsabil :*

C. DRÂMBĂ, membru corespondent al  
Academiei Republicii Socialiste România

### *Redactor responsabil adjunet :*

N. DINULESCU

### *Membri :*

CĂLIN POPOVICI

ELLA MARCUS

GHEORGHE CHIȘ

VICTOR NADOLSKI

GEORGE STĂNILĂ

CORNELIA CRISTESCU — *secretar de redacție*

Pentru completarea colecției și primirea la timp a revistei, reînnoiți abonamentul dv. pe anul 1967.

În țară abonamentele se fac la oficiile poștale, agențiile poștale, factorii și difuzorii de presă din întreprinderi și instituții.

Orice comandă din străinătate (numere izolate sau abonamente) se fac prin CARTIMEX, căsuța poștală 134—135, BUCUREȘTI, Republica Socialistă România, sau prin reprezentanții săi din străinătate.

Manuscrisele, cărțile și revistele pentru schimb, precum și orice corespondență se vor trimite pe adresa Comitetului de redacție al revistei „Studii și cercetări de astronomie”.

APARE DE 2 ORI PE AN

Adresa redacției :

*Observatorul astronomic,  
Str. Cușitul de argint  
nr. 5, București*

# STUDII ȘI CERCETĂRI DE ASTRONOMIE

Tomul 11, nr. 2

1966

## SUMAR

<i>STUDII</i>	<u>Pag.</u>
CONSTANTIN DRĂMBĂ, Observatorul astronomic din București. . . . .	187
NICOLAE I. DINULESCU, Activitatea Observatorului astronomic ca institut al Academiei (1951—1966) . . . . .	193
CONSTANTIN DRĂMBĂ, Nicolae Coculescu (1866—1952) . . . . .	201
CĂLIN POPOVICI, Observarea sateliților artificiali ai Pământului și folosirea observațiilor în scopuri științifice . . . . .	205
CĂLIN POPOVICI, Cercetări solare la Observatorul din București . . . . .	213
NICOLAE I. DINULESCU și VICTOR IONESCU-VLĂȘCEANU, Programarea la calculatoarele electronice a unor formule de astronomie . . . . .	219
LUDMILA RUSU, Concluzii asupra observațiilor efectuate în anii 1963—1964 la luneta reversibilă Zeiss . . . . .	233
ANCUȚA SERIAN, Sistemul instrumentului lunetei de treceri Zeiss a Observatorului din București . . . . .	241
Г. ОПРЕСКУ, М. ЧИОБАНУ и Л. НИСТОР, О системе пассажного инструмента Цейс, 1964—65 гг. . . . .	245
И. М. МИХАИЛЭ, Строение квазистационарных скоплений сферических с дисперсией масс, отличной от нуля . . . . .	249



# OBSERVATORUL ASTRONOMIC DIN BUCUREȘTI

## DIN ISTORICUL OBSERVATORULUI

1908 — 1951

La 1/14 aprilie 1908 a fost emis decretul prin care Nicolae Coculescu, profesor la Facultatea de științe din București, se numește în postul de director al Observatorului Astronomic și Meteorologic. Aceasta este data importantă când apare în mod concret hotărârea oficială de înființare a Observatorului Astronomic, destinat unui program sistematic de observații și prelucrări în domeniul astrometriei moderne, meridiană și fotografică.

Astronomia și meteorologia au avut o administrație unică din 1908 pînă în 1920, cînd Observatorul Astronomic și Meteorologic, depinzînd de Ministerul Instrucțiunii, se separă în două institute : Observatorul Astronomic aparținînd Universității din București și Serviciul meteorologic care a trecut din nou la Ministerul Agriculturii și Domeniilor, unde aparținuse în intervalul 1884—1908, avînd ca director pe Ștefan C. Hepites.

Subliniem că pe lângă preocupările sale multiple (meteorologia, magnetismul terestru, sistemul metric, seismologia), Ștefan C. Hepites a fost organizatorul unificării orei pe teritoriul țării. În acest scop el a comandat mica lunetă meridiană cu obiectivul de 67 mm diametru, care a fost construită de Casa „Société pour la construction des instruments, de physique”. La sfîrșitul anului 1892 s-a primit luneta, care a fost instalată în pavilionul orar (4 × 4 m) de către colonelul Constantin Căpităneanu, astronom și geodizian bine cunoscut și foarte apreciat. Pavilionul orar a fost construit în parcul în care se afla sediul Institutului meteorologic pe locul viei Bozianu, astăzi str. Cuțitul de argint nr. 5.

Începînd din 1888 s-au construit treptat pavilioanele în care s-a instalat Institutul meteorologic (str. Cuțitul de argint) care avusese primul sediu la școala de Agricultură din Herăstrău.

Luneta mică meridiană, pendula Fénon și mira colimatoare au asigurat determinarea, păstrarea și difuzarea orei pînă în 1926, cînd aceste determinări au început a se face cu ajutorul marelui lunete meridiane Gautier-Prin, și cu o instalație orară modernă, după cum vom vedea în cele ce urmează.

În orice caz, Ștefan Hepites are meritul deosebit de a fi realizat în țara noastră primul serviciu al orei, care a fost difuzată cu regularitate, în primul rînd la CFR și PTT.

Ștefan Hepites a achiziționat și un ecuatorial Bardou, de mici dimensiuni, avînd diametrul obiectivului de 10,8 cm și lungimea focală de 150 cm. Acest ecuatorial (construit la Paris) a folosit la observații asupra fotosferei Soarelui.

Cu aceste două modeste lunete s-au efectuat, începînd din 1893, observații Astronomice, pînă la dotarea cu lunete de mari dimensiuni a Observatorului Astronomic din București, înființat la 1908.

Lucrări de astronomie anterioare anului 1893 au fost efectuate cu scopul de a preciza harta țării. Aceste lucrări constau din determinarea coordonatelor geografice ale unui număr din ce în ce mai mare de puncte și localități. În legătură cu aceasta menționăm activitatea foarte susținută a lui Constantin Căpităneanu (1844—1893). În 1868 studiază astronomia la Observatorul din Paris, unde timp de un an urmează cursurile lui Loewy și în același timp face un stagiu de observații și calcule la serviciul meridian al Observatorului. Începînd din iulie 1868, Căpităneanu ia parte la lucrări importante ale serviciului meridian pînă în august 1870. Războiul îl determină a rămîne la Paris și lucrează alături de astronemi la observațiile necesare operațiilor militare. În condițiile grele ale asediului, Căpităneanu a cîștigat stîmna și simpatia colegilor săi astronemi. La începutul anului 1873, Căpităneanu îndeplinește un stagiu de cîteva luni pentru problemele geodeziei (instrumente, observații, calcule) în Italia la Institutul Topografic din Napoli, luînd efectiv parte la lucrări. În vara anului 1873, în calitate de căpitan de Stat-Major, Căpităneanu, înapoiat în țară, ia parte activă la operațiile geodezice pentru întocmirea hărții țării.

Preocupări pentru astronomie au mai existat la noi, dar ele nu au condus la fixarea unei activități temeinice. Astfel, Constantin Brîncoveanu trimisese ca bursier, la Observatorul din Paris, pe Chrisantie Notara, care a fost elevul lui Cassini. Notara a publicat în 1716 un tratat de astronomie în care apar coordonatele (longitudine și latitudine) orașului București. Cartea a apărut la Paris în limba greacă.

Lucrări teoretice de mecanică cerească, deosebit de importante, au fost realizate de Spiru Haret, Constantin Gogu și Nicolae Coculescu, între anii 1876—1895. Acești trei distinși precursori ai astronomiei românești au adus contribuții fundamentale la problemele pe care le-au rezolvat, iar soluțiile date de ei au atras atenția și aprecierea savanților contemporani cu ei.

Spiru Haret (1851—1912) a obținut la 30 ianuarie 1878 gradul de doctor în științe matematice la Facultatea de științe din Paris.

În teza pe care a prezentat-o, *Sur l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires*, Spiru Haret a reluat problema stabilității sistemului planetar, de care se ocupaseră Laplace, Lagrange și Poisson. Laplace în 1773 și Lagrange în 1776 au arătat că în expresia axei mari a orbitei unei planete nu apar termeni seculari, dacă se consideră puterile de primul ordin ale maselor perturbatoare. Poisson în 1816 a extins rezultatul și pentru puterile de ordinul doi ale maselor perturbatoare. Considerînd puterile de ordinul trei ale maselor perturbatoare, Spiru Haret găsește că în expresia axei mari apare un termen secular. În vol. I din *Leçons de mé-*

*canique céleste*, Henri Poincaré scrie „En 1876, M. Spiru Haretu montra l'existence des termes en  $\mu^3 t$  et ce résultat causa un grand étonnement...”

Rezultatul obținut de Haret arată că problema stabilității sistemului planetar nu poate fi rezolvată cu metoda perturbațiilor și acest fapt a determinat o nouă orientare în cercetarea ulterioară a problemei stabilității.

Constantin Gogu (1854—1897) a obținut la 1882 gradul de doctor în științele matematice la Facultatea de științe din Paris prezentînd ca teză lucrarea *Sur une inégalité lunaire à longue période due à l'action perturbatrice de Mars*. În câteva lucrări Gogu studiază în continuare perturbațiile mișcării Lunii și prin rezultatele obținute el se face cunoscut ca un foarte abil cercetător. Solicitat de Félix Tisserand (director al Observatorului din Paris, 1892—1896), profesor de mecanică cerească la Universitatea din Paris, Gogu întreprinde calculele necesare pentru a decide cu privire la obiecția pe care a formulat-o Stockwell contra lucrării *Théorie du mouvement de la Lune*, a lui Delaunay, publicată în două volume (1866). Gogu stabilește că obiecția lui Stockwell nu era întemeiată.

Nicolae Coculescu (1866—1952) a obținut la 5 noiembrie 1895 gradul de doctor în științele matematice la Facultatea de științe din Paris, prezentînd ca teză lucrarea *Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice*.

În lucrarea sa, Coculescu extinde la un caz mai general calculele efectuate în aceeași problemă, de Henri Poincaré. Rezultatul interesant obținut de Coculescu este citat de Poincaré în primul din cele trei volume ale lecțiilor sale de mecanică cerească.

La 1 noiembrie 1895, Nicolae Coculescu este numit profesor de astronomie și mecanică cerească la Universitatea din București. Prof. N. Coculescu în timp de 42 ani a desfășurat o activitate intensă, contribuind prin lecțiile sale foarte clare și prin tratatele de astronomie și de mecanică cerească publicate, la buna formare a studenților săi, cărora urmărirea să le transmită pasiunea sa pentru astronomie. Această pasiune a avut-o și Nicolae Coculescu : cînd el ajunge la Paris (în decembrie 1889, ca bursier) începe activitatea sa la Observator, unde participă la observații și calcule, iar în același timp studiază problemele teoretice ale mecanicii cerești.

Nicolae Coculescu a participat la observarea eclipsei totale de Soare de la 16 aprilie 1893, ca membru al expediției franceze, condusă de Deslandres, expediție care s-a instalat la Foundiougne în Senegal.

Meritul deosebit al prof. Coculescu constă în grija pe care a manifestat-o pentru înființarea unui Observator astronomic, bine dotat. În 1908 a fost realizată această dorință a prof. Coculescu, care se bucura de autoritate și prestigiu.

În 1908 a început clădirea pavilionului principal în care au fost instalate succesiv : marele ecuatorial, Merz-Prin în 1912 și marea lunetă meridiană, Steinheil-Prin în 1926 (întîrziere cauzată de declanșarea primului război mondial în 1914).

Marele ecuatorial este o lunetă dublă, avînd două obiective Merz : obiectivul vizual, avînd diametrul de 38 cm, cu lungime focală de 590 cm, și un obiectiv fotografic, avînd diametrul de 38 cm, cu lungime focală de

600 cm. În 1920 a fost instalată pe acest ecuatorial o cameră fotografică cu obiectiv Zeiss (triplet, 16—80 cm).

Marea lunetă meridiană are obiectiv Steinheil, cu diametrul de 19 cm și lungimea focală de 235 cm și posedă micrometru impersonal, automat, și două cercuri pentru determinarea declinațiilor, cu diviziuni din cinci în cinci minute de arc. Fiecare cerc de declinație are diametrul de 1 m și este prevăzut cu 6 microscopae.

Ca instalație orară, Observatorul din București a folosit pînă în 1957 două pendule fundamentale (Leroy pentru timp sideral și Riefler pentru timp mijlociu), așezate la temperatură și presiune constantă, cu reglare automată.

Cronograful imprimant Gautier-Prin a asigurat înregistrarea observațiilor de trecere la meridian, efectuate cu luneta Steinheil-Prin.

În 1933 Observatorul din București a fost dotat cu instalații pentru recepția semnalelor orare, în vederea participării la determinările mondiale de longitudini (octombrie—noiembrie 1933).

Instalația de recepție a semnalelor orare a fost construită sub conducerea ing. Ciril Petrescu, care a depus o activitate intensă și rodnică pentru asigurarea celor mai bune condiții de funcționare. Astfel a început la Observatorul din București activitatea serviciului orar, care a continuat și după terminarea determinărilor mondiale de longitudini din 1933. La aceste instalații a adus o contribuție valoroasă Mircea Marcopol, mecanicul șef al Observatorului.

Prof. Coculescu a prevăzut cu un deosebit simț de răspundere rolul pe care trebuia să-l îndeplinească Observatorul Astronomic, căruia i-a fixat o dublă destinație: efectuarea de lucrări legate de practica necesară studenților ce urmau cursul de astronomie și de mecanică cerească și totodată efectuarea unor lucrări importante de astronomie meridiană și fotografică. Reținem de aici grija ce a depus prof. Coculescu pentru realizarea unui Observator astronomic bine dotat precum și pentru pregătirea și selecționarea viitorilor astronomi. Cu adîncă recunoștință vom păstra totdeauna vie în memoria noastră imaginea marelui profesor.

Preocupat de formarea primilor astronomi, prof. Coculescu trimite cîțiva dintre elevii săi în Observatoare franceze. Dintre aceștia cităm pe acad. Gh. Demetrescu și pe prof. Maria Teohari. Tîmp de 55 ani (1908—1963), acad. Gh. Demetrescu a contribuit substanțial și permanent la dezvoltarea Observatorului din București al cărui director a fost (1943—1963). În intervalul 1937—1943, director al Observatorului a fost acad. Constantin Popovici, mai înainte profesor de astronomie la Universitatea din Iași. El a obținut rezultate importante în cercetările sale asupra problemelor de dinamică (stabilitatea mișcărilor), asupra problemelor privind existența și unicitatea soluțiilor ecuațiilor integrale. Studiile sale asupra refracției astronomice constituie contribuții noi în această problemă. Prof. Popovici a stabilit o majorantă a vîrstei sistemului solar prin luarea în considerare a presiunii luminii solare.

În perioada inițială au lucrat ca astronomi la Observatorul din București: Avram Teodosiu, Alexandru Georgiadi, Traian Popp, Spiridon Plachide.

Următoarea generație de astronomi, elevi ai prof. Coculescu, au intrat succesiv la Observator: Constantin Drâmbă la 1 martie 1928, Gheorghe Petrescu la 1 noiembrie 1928, Călin Popovici la 1 septembrie 1930, Nicolae Dinulescu la 15 septembrie 1930, Virgil Claudian a funcționat la Observator în intervalul 1 septembrie 1929—1 octombrie 1930 iar apoi în învățământ.

Prof. Gh. Demetrescu se preocupă de realizarea unui program substanțial, atât la ecuatorialul fotografic, cât și la luneta meridiană. Determinarea erorilor diviziunilor celor două cercuri de declinație a început în iulie 1929 și a fost terminată în iulie 1932, inclusiv calculele, folosindu-se metoda Bruns, prelucrată de prof. Demetrescu, în scopul obținerii unor rezultate mai bune. Fiecare cerc de declinație conține 4320 diviziuni din 5 în 5 minute de arc. Numărul mare de diviziuni face ca metoda Bruns să nu fie aplicabilă acestor cercuri. Prof. Demetrescu împarte lucrarea în două etape succesive. În prima etapă au fost obținute lecturile la microscopie pentru diviziunile corespunzătoare gradelor și jumătăților de grad, iar în a doua etapă restul de diviziuni. Pentru studiul unui cerc au fost efectuate 472 300 lecturi la microscopie, iar pentru cele două cercuri aproape un milion de lecturi.

Metoda Bruns, prelucrată de prof. Demetrescu, a condus la obținerea unui număr de șase valori individuale pentru corecția fiecărei diviziuni de grad întreg sau jumătate grad și nouă valori individuale pentru corecțiile celorlalte diviziuni. Erorile patratice, mijlocie și probabilă, au fost următoarele:  $0'',055$  respectiv  $0'',037$  pentru un diametru izolat, adică pentru două diviziuni diametral opuse, de  $0'',032$  respectiv  $0'',022$  pentru o lectură a unui singur cerc la șase microscopie, de  $0'',022$  respectiv  $0'',015$  pentru o lectură a ambelor cercuri cu 12 microscopie. Aceste valori dau o idee despre precizia bună obținută în determinarea corecțiilor diviziunilor, fapt care a avut o consecință favorabilă în alcătuirea de cataloage stelare mai ales ale acelor cataloage fundamentale, la care a fost solicitat Observatorul din București, după transferarea de la Universitatea ca institut al Academiei (1 iunie 1951).

În 1956 serviciul orar al Observatorului a fost prevăzut cu instalații noi pentru determinarea și păstrarea orei, în vederea participării la lucrările Anului Geofizic Internațional, care au început la 1 iulie 1957.

La marele ecuatorial al Observatorului au fost efectuate lucrări de astronomie fotografică, în special determinări de poziții precise ale micilor planete și ale cometelor. Acest program permanent a fost întocmit și condus de prof. Gh. Demetrescu încă din 1912, când a fost pus în funcțiune marele ecuatorial. Observatorul din București a adus o importantă contribuție în acest domeniu de activitate. Lucrările de astronomie fotografică s-au extins după trecerea Observatorului la Academia Republicii Socialiste România, cuprinzând teme legate de întocmirea Catalogului de stele slabe, în colaborare cu Observatorul din Pulkovo.

Prof. Gh. Demetrescu și Prof. Maria Teohari au efectuat lucrări privind activitatea solară (pete, grupuri de pete, numere Wolf) folosind în acest scop ecuatorialul Bardou. Studiul sistematic al activității solare a început din 1955 și s-a dezvoltat, după cum se va arăta mai departe.

La Observatorul din București au efectuat lucrări practice studenții care urmau la Universitate cursul de astronomie (în anul doi) și cursul de

mecanică cerească (în anul trei), ambele predate de către prof. Nicolae Coculescu. La această activitate a depus o grijă deosebită prof. Traian Popp, care a funcționat ca astronom la Observator în intervalul 1 ianuarie 1919—1 ianuarie 1929.

Menționăm că prof. Popp a fost și autorul unui manual de astronomie pentru școlile secundare, scris cu claritate și cu competență. Aceste lucrări s-au efectuat fără întrerupere continuându-se și astăzi după trecerea Observatorului la Academie pe baza unui program dezvoltat, în care se cuprinde și practica de vară a studenților timp de patru săptămâni.

Prin construirea noului local al Universității din București se prevede un Observator Astronomic al catedrei de astronomie, care va folosi atât studenților cât și cercetătorilor.

Alte lucrări efectuate la Observator în această primă etapă de care ne ocupăm se referă la : metoda de calcul pentru prezicerea eclipselor de Soare (subiectul lucrării de teză prezentată la 13 martie 1915 de Gh. Demetrescu pentru obținerea titlului de doctor în științe matematice la Facultatea de științe din București), studiul pe cale fotografică al precesiei și nutației axei de rotație a Pământului (subiectul lucrării de teză prezentată la 8 decembrie 1937 de Ion Curea pentru obținerea titlului de doctor în științe matematice la Facultatea de științe din Cluj), determinări ale latitudinii folosind marea lunetă meridiană (Nicolae Dinulescu și Călin Popovici), determinări ale elementelor orbitelor primilor patru sateliți ai planetei Jupiter (Gheorghe Petrescu), punerea în evidență în problema celor trei corpuri a unor soluții în care coordonatele și vitezele se exprimă prin serii de puteri în raport cu argumentul  $(t-t_0)^{1/2}$ , serii convergente în domeniul valorii  $t_0$  a timpului, când are loc o ciocnire dublă imaginară (Constantin Drâmbă), studiul și o nouă determinare a apexului solar (Călin Popovici).

Activitatea desfășurată la Observator în intervalul 1908—1951, ca institut al Universității din București, a fost suspendată în 1941 din cauza celui de-al doilea război mondial. Atât la marea ecuatorial cât și la marea lunetă meridiană au fost demontate părțile importante și așezate la adăpost spre a fi protejate de pericolul bombardamentelor aeriene.

Lucrările au reînceput în 1945 în ritm redus, pînă la 1 iunie 1951, când Observatorul Astronomic din București este transferat de la Universitate, la Academie. De la această dată a sporit baza materială prin instalarea de instrumente noi în vederea unor lucrări importante de fizică solară, de fotometrie, observarea și studiul mișcării sateliților artificiali ai Pământului, determinări orare etc. Numărul cercetătorilor și tehnicienilor a crescut treptat.

Ca director al Observatorului în intervalul 1943—1963, acad. Gh. Demetrescu a fost în același timp și șef al catedrei de astronomie la Universitatea din București, contribuind la formarea de cadre tinere, care au fost introduse în cercetare la Observator pe baza unei judicioase selecționări.

Condițiile favorabile asigurate de Academia Republicii Socialiste România au determinat la Observatorul din București o activitate sistematică, pe baza planurilor de cercetare (planuri anuale și de perspectivă) ale căror teme formează obiectul unor colaborări internaționale.

## ACTIVITATEA OBSERVATORULUI ASTRONOMIC CA INSTITUT AL ACADEMIEI

(1951 — 1966)

În luna iunie 1951 Observatorul Astronomic a trecut sub conducerea Academiei; el a căpătat o nouă organizare, astfel creîndu-se condiții prielnice de lucru colectivului acestei instituții, ceea ce a dus la o dezvoltare considerabilă a activității din cadrul ei.

În perioada scursă de la această dată, pe lângă realizarea planurilor anuale de cercetare, personalul științific al Observatorului a participat la lucrările Anului Geofizic Internațional, care a început la 1 iulie 1957; e de subliniat faptul că, în toamna anului 1956, Observatorul a fost vizitat de tovarăși din Conducerea Partidului nostru, unde timp de câteva ore s-au interesat îndeaproape de activitatea desfășurată în Observator.

Cu acest prilej s-au arătat realizările obținute, ca și greutățile întâmpinate, în primul rînd în domeniul bazei materiale. Conducerea Partidului, în urma acestei vizite, a satisfăcut în întregime cererile privind înzestrarea materială a Observatorului, și astfel baza materială a acestuia, în continuă creștere în anii regimului socialist, a devenit și mai puternică; în asemenea condiții prielnice, colectivul de cercetare, sporit și el mereu, a depus eforturi susținute, ceea ce a dus la realizări din ce în ce mai substanțiale, multe din problemele studiate fiind cercetate în colaborare internațională.

Succesele obținute de cercetătorii Observatorului Astronomic se încadrează în bilanțul realizărilor strălucite obținute de poporul nostru sub înțeleapta îndrumare a Partidului Comunist Român, pe drumul desăvîșirii construirii socialismului în țara noastră.

În perioada ce urmează anului 1951, cercetarea din cadrul Observatorului Astronomic din București este orientată spre direcțiile principale de dezvoltare ale cercetării științifice trasate de Congresele Partidului nostru. La elaborarea planurilor tematice s-a ținut seama ca ele să aibă un nivel cît mai apropiat de cel modern, în afara observațiilor și prelucrarea lor introducîndu-se și unele probleme cu caracter teoretic, pe lângă altele menținute din planurile anterioare; de asemenea un factor important de care s-a ținut seama la alcătuirea tematicii au fost mijloacele și

forțele științifice existente, eforturile fiind concentrate pe o tematică strînsă. Totodată s-au făcut eforturi susținute pentru o repartizare cît mai judicioasă a activității științifice între forțele de cercetare și eliminarea risipei de personal de cercetare. O cerință în elaborarea planurilor de cercetare a fost și aceea privind micșorarea cheltuielilor de cercetare prin coborîrea fondului de salariu pe temă.

Direcțiile principale de cercetare în această perioadă au fost următoarele :

1. Determinarea timpului uniform și studiul teoretic al rotației Pămîntului considerat deformabil.
2. Alcătuirea de cataloage stelare.
3. Studiul suprafeței solare.
4. Studiul de stele variabile.
5. Cercetări privind sateliții artificiali.

În afara lucrărilor care sînt orientate în direcțiile expuse mai sus, la Observatorul Astronomie se întreprind cercetări și asupra altor probleme, cu deosebire în sectoarele de astrometrie.

Dăm mai departe pe sectoarele secțiilor de astronomie și de astrofizică problemele și temele înscrise în planurile tematice din anii 1951—1966.

Astfel, la sectorul de oră, longitudini și latitudini există o problemă, și anume : determinarea timpului universal uniform, cu următoarele trei teme :

1. *Studiul teoretic al ecuațiilor Euler generalizate și al ecuațiilor elasticității, aplicate la mișcarea de rotație și la deplasarea polilor, în cazul Pămîntului deformabil*, la care lucrează trei cercetători. Această temă a fost introdusă în planul de cercetare din 1961 ; în anii trecuți au fost obținute unele rezultate care au constituit obiectul mai multor comunicări făcute atît în cadrul Observatorului Astronomic, cît și la unele manifestări științifice din străinătate.

Așa după cum se știe, Observatorul din București, prin sectorul de oră, longitudine și latitudine, face parte din „Observatorul mijlociu mondial” și este dorit ca acest sector să fie utilat și cu noi orologii cu cuarț.

2. *Studiul și determinările timpului astronomic dedus din rotația Pămîntului, observații, recepția semnalelor orare, prelucrarea datelor de observare, interpretarea și alcătuirea Buletinului T.U.<sub>2</sub>*; la efectuarea acestei teme participă 9 cercetători. Rezultatele obținute se publică în Buletinul T.U.<sub>2</sub> care se trimite ca schimb de publicații la 32 de observatoare din alte țări. Există un protocol de colaborare bilaterală cu Academia R.S. Cehoslovacă și de asemenea Sectorul menține relații de colaborare cu Biroul Internațional al Orei de la Paris (BIH).

Acest birou a fost înființat în mod oficial în 1919 și sarcina sa e de a centraliza toate observațiile orare și de a deduce din ele ora cea mai precisă, în timp universal, pentru fiecare din semnalele emise de către stațiile mondiale.

După cum este bine știut, timpul universal difuzat de BIH nu e uniform, deoarece Pămîntul nu se comportă ca un corp rigid supus numai gravității universale; deja secunda de timp universală a fost înlocuită prin secunda de timp a efemeridelor măsurată practic prin observațiile mișcării Lunii printre stele. Este prevăzută o nouă schimbare în definiția

secunde, care va fi dată de un etalon fizic de frecvență; aceasta nu va însemna că nu va mai fi nevoie de obținerea timpului universal, deoarece nevoile vieții curente, ale navigației, geodeziei etc. o cer. Și, în plus, compararea timpului universal cu timpul atomic va fi în continuu necesară pentru a da iregularitățile rotației Pământului; va fi nevoie deci ca și sectorul de oră longitudini și latitudini de la Observator, pentru a fi la nivelul cercetărilor orare cele mai înaintate din lume, să fie înzestrat cu un astrolab Danjon, cu cel puțin două orologii cu cuarț, iar mai târziu chiar cu un ceas atomic.

3. *Studiul sistemului lunetei de treceri*; la această temă participă patru cercetători, tema fiind inițiată în anul 1965.

Înainte de a trece la expunerea problemelor și temelor cu care se ocupă alte sectoare ale Observatorului Astronomic, să ne oprim puțin asupra astronomiei fundamentale, care, departe de a-și fi pierdut importanța, o dată cu nașterea și dezvoltarea astrofizicii va avea un rol din ce în ce mai important în astronomie, așa cum va reieși din cele ce urmează.

Astronomia de poziție are un lung trecut, ea fiind una din cele mai vechi științe. Istoria ei începe aproape o dată cu aceea a oamenilor și observațiile mișcărilor simple ale astrilor au contribuit la formarea concepțiilor de lege științifică. Însă timpul descoperirilor ușoare și spectaculoase a trecut de mult, iar problemele astronomiei fundamentale sînt puține și anevoioase. Ea este în primul rînd o știință de observație, teoria apărînd mai târziu pentru a interpreta observațiile. Totul aici se bazează pe măsurători care cer a fi continuate fără întrerupere timp îndelungat. Ca exemplu se poate da determinarea constantei de nutație, care se bazează pe un program de observații întins pe 20 de ani, și la fel și întocmirea catalogului de stele slabe, pentru a cărui definitivare va trebui un interval de timp și mai lung.

Problema importantă care aparține domeniului astronomiei fundamentale o constituie definiția practică a unui sistem de axe absolute în înțelesul mecanicii clasice, adică a unui sistem în care legile generale ale dinamicii să fie valabile.

Direcțiile axelor absolute nu pot fi materializate și singura posibilitate existentă e aceea de a le situa printre pozițiile stelelor. E suficient deci de a avea o tabelă care dă la un moment dat pozițiile și mișcările proprii pentru un număr oarecare de stele într-un sistem absolut. Această lucrare a catalogului de stele fundamentale, a cărei ultimă formă FK4 (al 4-lea catalog fundamental), stabilit de astronomii germani de la „Recheninstitut” din Heidelberg, a înlocuit versiunea FK3, la 1 ianuarie 1962. Catalogul FK4 conține pozițiile și mișcările proprii a 1535 de stele, calculate după observații făcute între anii 1815 și 1950. Sistemul absolut este acela al ecuatorului și echinoxului mijlociu din 1950,0, direcțiile stelelor fiind acelea pe care ele le-ar avea dacă ar fi văzute din centrul de masă al sistemului solar.

Cu ajutorul catalogului fundamental, multe din probleme sînt soluționate prin observația direcției relative a unui obiect ceresc în raport cu stelele fundamentale care îl înconjoară; în acest mod sînt stabilite cataloagele de poziție și mișcările proprii ale stelelor slabe.

O astfel de problemă privind alcătuirea de cataloage e cuprinsă în planul tematic de cercetare pe 1966 al sectorului de astrometrie meridiană.

Problema aceasta e înscrisă sub denumirea de crearea unui nou sistem de referință pentru stele și are tema următoare : studiul diferențial al pozițiilor stelelor pentru catalogul de stele slabe. Terminarea prelucrărilor în ascensie și declinație, problemă luată în cercetare începînd din anul 1953, se execută în colaborare internațională, existînd și un protocol de colaborare cu unele observatoare astronomice din U.R.S.S. prin intermediul Academiei de Științe a U.R.S.S.

Problema alcătuirii unui catalog de stele slabe a fost pentru prima dată discutată la conferința de astronomie de la Observatorul din Pulkovo în 1932, cînd s-a emis ideea de a se folosi asteroizii în locul Soarelui și planetelor mari pentru definirea planurilor fundamentale ; de asemenea un mare număr de nebuloase extragalactice servesc pentru determinarea mișcărilor proprii ale stelelor, așa că se poate afirma că aceste nebuloase formează un sistem inerțial, mișcărilor lor proprii fiind foarte mici.

Observatorul din București ia parte la această importantă problemă. Astfel catalogul de stele fundamentale (FKSZ), cuprinzînd 645 stele cu declinațiile cuprinse între  $-30^\circ$  și  $+90^\circ$ , a fost terminat în 1956 și a fost publicat în 1957. Observațiile stelelor din catalogul KSZ în număr de 3859 stele în zona de declinații  $-10^\circ$  la  $+10^\circ$  au fost terminate în 1962, iar în 1966 este prevăzută terminarea calculului. De menționat că Observatorul din Pulkovo a trimis Observatorului din București efemeridele stelelor și efectuarea calculului termenilor de refracție pentru observațiile din perioada 1959—1962.

La sectorul de astrometrie meridiană se continuă și în 1966 observațiile privind alcătuirea de cataloage, aceste lucrări efectuîndu-se în colaborare internațională în cadrul Uniunii Internaționale Astronomice. Aceste cataloage sînt :

Catalogul stelelor sudice de referință și Catalogul stelelor strălucitoare, ambele în zona  $-10^\circ$  —  $-5^\circ$ , cuprinzînd un total de 1796 de stele ; de menționat că aceste lucrări au început în iulie 1962 și la ele participă 5 cercetători și 4 auxiliari.

În cadrul problemei înscrise sub denumirea de cataloage stelare figurează și tema următoare : observații diferențiale de stele duble, la care lucrează colectivul menționat mai înainte, aceasta efectuîndu-se în cadrul U.A.I.

O altă problemă înscrisă în planul sectorului de astrometrie meridiană o constituie studiul mării lunete meridiene, cu următoarele teme :

a) Studiul sistemului instrumentului după serii speciale de fundamentale, la care participă 2 cercetători și un auxiliar ; tema a fost înscrisă pentru prima dată în planul din 1953.

b) Studiul erorilor de diviziune ale cercurilor mării lunete meridiene ; această lucrare este efectuată de doi cercetători și patru auxiliari și a fost introdusă în 1965.

c) Studiul flexiunii mării lunete meridiene, la care lucrează un cercetător.

d) Trecerea catalogului FKSZ la sistemul FK4, lucrare care cade în sarcina unui cercetător de la acest sector.

În intervalul 1951—1966, temele sectorului de astronomie fotografică au fost strîns legate de partea fotografică a Catalogului de stele slabe și constă în determinarea pozițiilor precise a 10 planete mici alese

pentru orientarea planelor fundamentale și studiul ariilor cu nebuloase extragalactice pentru detectarea nebuloaselor, această din urmă temă fiind înscrisă pentru prima dată în planul tematic din 1966; la această temă lucrează 3 cercetători.

O altă problemă se referă la observațiile de mici planete și comete și determinarea pozițiilor lor precise și la fotometria micilor planete, tema ultimă fiind introdusă în 1965; cele două teme sînt cercetate, respectiv, de trei cercetători și doi cercetători.

În planul tematic al acestui sector a fost introdusă în 1966 problema privind studiul subsistemelor stelare, cu două teme: determinări de mișcări proprii în roiuri (observații), la care lucrează doi cercetători, și cinematica și dinamica subsistemelor stelare, care e sarcina a doi cercetători. Menționăm că, în afara planului tematic, la sectorul de astrometrie fotografică sînt continuate cercetările asupra refracției astronomice cu ajutorul noilor modele de atmosferă obținute cu rachetele și sateliții artificiali, făcîndu-se în ultimii ani mai multe comunicări ce au fost publicate în revistele de specialitate.

O altă preocupare din cadrul acestui sector este aceea referitoare la studiul metodei lui Laplace-Danjon, adoptată la determinarea orbitelor cometare; pînă acum au fost ținute mai multe comunicări ce au apărut și în revista „Studii și cercetări de astronomie”.

Secția de astrofizică, care a luat ființă în 1961, cu cele trei sectoare, sectorul solar, sectorul de fotometrie și sectorul de sateliți, și-au mărit neîncetat personalul, atîngînd în prezent cifra de nouă.

Problema studiată în sectorul solar e intitulată, „cercetări solare” și ea a început a fi cercetată începînd din anul 1955. Problema are trei teme:

a) Studiul vizual și fotografic al fotosferei și activității solare, care este efectuat de doi cercetători. Tema se efectuează în colaborare cu Observatorul din Pulkovo (U. R. S. S.) pe baza unui protocol; datele obținute la Observatorul din București sînt trimise și la alte observatoare din străinătate. Tema a fost trecută pentru prima dată în planul tematic din 1955.

b) Studiul cromosferei și al fenomenelor cromosferice cu consecințe geofizice; aceasta a început a fi cercetată din anul 1958, cînd a fost pus în funcție filtrul monocromatic  $H_{\alpha}$  Lyot — Oöhma, montat la ecuatorialul solar Zeiss. Această temă e cercetată în colaborare cu Academia de Științe a U. R. S. S. și cu Academia de Științe a R. S. Cehoslovacă pe baza a două protocoale încheiate de acestea cu Academia Republicii Socialiste România; rezultatele cercetărilor sînt trimise de asemenea și la observatoarele din Franța, S.U.A. și R.F.G.

La studiul acestei teme participă doi cercetători.

c) Observarea și studierea zonelor active solare în colaborare internațională; tema e înscrisă pentru prima dată în planul tematic din 1966 și ea e studiată de 3 cercetători, rezultatele urmînd a fi trimise în U. R. S. S. și Franța.

Activitatea din cadrul sectorului solar e de o importanță mare, deoarece ea trebuie dusă fără încetare, activitatea solară, după cum se știe, fiind legată direct de unele fenomene geofizice. E de menționat faptul că programul de urmărirea permanentă a activității solare nu ar avea o suficientă eficacitate dacă nu s-ar îndeplini în cadrul unei colaborări internaționale;

Observatorul din București face parte din rețeaua de observatoare care supraveghează neconținut activitatea solară prin temele înscrise în planul tematic și care au fost menționate mai sus.

La sectorul de fotometrie, înființat în 1961, prima problemă e constituită din cercetările fotometriei, care cuprind trei teme.

a) Studiul fotometric și spectrofotometric al fenomenelor solare; studiul e întreprins de un cercetător și e continuarea cercetărilor începute în 1961. Tema e studiată în colaborare cu Observatorul din Ondrejov (R.S. Cehoslovacă).

b) Studii de stele variabile (cu eclipsă și fizice), tema fiind introdusă în plan în 1957 și la realizarea ei participă trei cercetători. Această temă a fost studiată pînă în 1963 numai sub unele aspecte teoretice, ea începînd a fi studiată practic din 1963 cu ajutorul telescopului Zeiss montat.

c) Studiul fotometrului fotoelectric și aplicații la observarea stelelor variabile; la temă, care e trecută în planul de cercetare pentru prima dată în 1966, participă trei cercetători. Colectivul acestui sector a fost completat în 1966 cu un calculator și va putea deci să lucreze în condiții mai bune.

La sectorul de sateliți planul tematic a cuprins problema privind cercetările asupra sateliților artificiali, ea începînd a fi studiată încă din octombrie 1957, cînd a luat ființă stația de observare a sateliților. Problema conține următoarele teme:

a) Determinări de poziții vizuale ale sateliților artificiali, tema efectuîndu-se de doi cercetători și în colaborare cu observatoarele din Cluj și Timișoara; de asemenea sectorul colaborează și cu Consiliul Astronomic al Academiei de Științe al U.R.S.S. cu care are un protocol; menționăm că rezultatele observațiilor sînt trimise în toate țările socialiste și în S.U.A.

b) Determinări de poziții fotografice ale sateliților artificiali cu aplicații, tema fiind realizată de doi cercetători.

c) Prelucrarea observațiilor în vederea obținerii de date geofizice și geodezice; la temă lucrează doi cercetători și ea se realizează în colaborare cu Observatorul din Cluj și cu Direcția Topografică Militară; de asemenea există și o colaborare cu țările socialiste și COSPAR.

Așa după cum a reieșit din cele expuse mai înainte, Observatorul din București are o bogată activitate, numeroase teme din planul tematic fiind realizate în colaborare națională și internațională. Țara noastră este membră a Uniunii Astronomice Internaționale, care este una din cele 14 uniuni științifice grupate în I. C. S. U. (Consiliul Internațional al Uniunilor Științifice); e de menționat că 4 astronomi de la Observatorul din București sînt membri ai U.A.I.

Rezultatele cercetărilor efectuate în cadrul Observatorului Astronomic din București sînt publicate în revista Observatorului intitulată „Studii și cercetări de astronomie”, tipărită sub îngrijirea Editurii Academiei Republicii Socialiste România. Planul editorial al Observatorului mai cuprinde și următoarele publicații:

*Anuarul Observatorului din București.*

*Buletinul orar T.U.<sub>2</sub>*

*Observații solare* (în l. franceză).

În paginile revistei „Studii și cercetări de astronomie” se publică atît rezultatele observațiilor și ale prelucrărilor lor, cît și articole originale tratînd probleme de mecanică cerească, cosmogonie, astronomie stelară, astronomie fundamentală, astronomie fotografică, astrofizică și sateliți artificiali.

Dezvoltarea activității de cercetare de la Observatorul Astronomic din București a impus și mărirea numărului cercetătorilor și al celor auxiliari cercetării.

De la data trecerii Observatorului la Academia Republicii Socialiste România, cînd el a căpătat o mai bună organizare prin înființarea de secții și sectoare, numărul cadrelor și al sectoarelor a crescut și mai mult, ajun-gîndu-se în 1966 la cifra de 33 de specialiști. Astfel, pînă în anul 1957 (începutul Anului Geofizic Internațional), Observatorul avea două secții (secția de astronomie și cea de seismologie) și patru sectoare. În anul 1961 a luat ființă secția de astrofizică, numărul secțiilor ridicîndu-se la trei; în 1962, secția de seismologie a trecut la Centrul de cercetări geofizice, Observatorul rămînînd cu două secții.

În lumina celor expuse mai înainte, se poate conchide că dezvoltarea activității Observatorului, datorită sprijinului în continuă creștere al Academiei Republicii Socialiste România, a atins un nivel ridicat, ceea ce s-a reflectat și în multiplele colaborări internaționale ale Observatorului în tratarea unor probleme de mare actualitate științifică.

Prestigiul Observatorului a crescut în străinătate; la numeroase manifestări științifice cercetători de-ai noștri au luat parte în mod activ, iar Observatorul a fost vizitat de specialiști străini. Menționăm și sesiunile științifice ținute la Observator, ultima avînd loc între 16 și 18 noiembrie 1964, în cadrul căreia s-au prezentat 58 de comunicări științifice și referate.

Sesiunea științifică ce va avea loc în toamna aceasta, la care vor lua parte și 7 savanți străini, la 100 de ani de la nașterea fondatorului Observatorului Astronomic, profesorul Nicolae Coculescu, reprezintă mărturia postumă a celei mai profunde recunoștințe aduse de colectivul cercetătorilor din Observatorul Astronomic profesorului Nicolae Coculescu, întemeietorul Observatorului.

NICOLAE I. DINULESCU



## NICOLAE COCULESCU

(1866 — 1952)

Se împlinesc o sută de ani de la nașterea (31 iulie / 12 august 1866) lui Nicolae Coculescu, profesor de astronomie și mecanică cerească (1895—1937) la Universitatea din București, fondatorul și primul director (1908—1937) al Observatorului Astronomic din București.

Tatăl său, Nicolae Cocu, român din Macedonia, localitatea Clisura de pe malul lacului Ohrida, s-a stabilit la Craiova, unde în 1866 s-a născut Nicolae Coculescu. Ceilalți copii au fost : Paul, Eugenia și Leontina. Mama, Maria Dimitriu-Coculescu, severă și iubitoare de literatură, s-a preocupat în mod deosebit de educația copiilor.

Nicolae Coculescu termină la Craiova școala primară și cele 7 clase secundare, iar în toamna anului 1883 se înscrie ca student la Facultatea de Științe din București, cu dorința de a studia matematica și astronomia.

Profesorii săi la Universitate au fost : Constantin Gogu — geometria analitică, Dimitrie Petrescu — astronomia, Spiru Haret — mecanica rațională, David Emmanuel — algebra superioară și teoria funcțiilor, Jacques Lahovary — calculul infinitezimal, Grigore Ștefănescu — mineralogia, Emanoil Bacaloglu — fizică, Alexe Marin — chimia analitică.

Succesele deosebite obținute de Spiru Haret și de Constantin Gogu în probleme fundamentale de mecanică cerească — primul cu privire la stabilitatea sistemului planetar, al doilea cu privire la perturbațiile mișcării Lunii — au întărit pe Nicolae Coculescu în hotărîrea sa de a aprofunda studiul mecanicii cerești.

După terminarea la București în martie 1889 a studiilor universitare, Nicolae Coculescu, obținînd o bursă, pleacă la Paris. În decembrie 1889, Coculescu începe să lucreze ca stagiar la Observatorul din Paris, pentru a învăța să efectueze observații și calcule. Concomitent cu această activitate, Coculescu a întreprins cercetarea teoretică a unei probleme fundamentale de mecanică cerească, studiul funcției perturbatoare în problema celor trei corpuri. În acel timp, marele matematician Henri Poincaré descoperise metode noi pentru studiul problemelor de dinamică în general și de mecanică cerească în special. Acest fapt a avut o influență binefăcătoare asupra preocupărilor lui Nicolae Coculescu, care era atras de problemele mecanicii cerești încă din vremea studiilor la Universitatea din București.

La Observatorul din Paris, Nicolae Coculescu este foarte apreciat. Cu ocazia eclipsei totale de Soare din 16 aprilie 1893, Nicolae Coculescu este solicitat să participe la expediția condusă de Deslandres. Tînărul astronom român a trimis o notă asupra acestui fenomen, care a fost publicată în „Analele Academiei Române”, tomul XVI, sub titlul *Eclipsa totală de Soare de la 5 (16) aprilie 1893, observată la Foundiougne (Senegal)*. Extragem un pasaj din această notă... „Satisfacțiunea ce simte observatorul în aceste momente este nemărginită. Mai mult ca oricînd e cuprins de admirațiune pentru cea mai exactă dintre științe și pentru geniile care au creat-o“ ...Aceste rînduri ne arată cît de impresionat a fost tînărul Coculescu de fenomenul observat.

La 5 noiembrie 1895, Nicolae Coculescu obține gradul de doctor în matematici la Facultatea de Științe din Paris, unde a prezentat ca teză lucrarea *Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice*. Comisia a fost alcătuită din Félix Tisserand ca președinte, avînd ca examinatori pe Paul Appell și pe Henri Poincaré.

În lucrarea aceasta, Nicolae Coculescu reușește a evalua partea principală a coeficienților de ordin înalt din dezvoltarea în serie a funcției perturbatoare, extinzînd la un caz mai general calculele efectuate de Poincaré. Tînărul savant român a dovedit o deosebită îndemînare și cunoștințe temeinice în teoria funcțiilor de variabilă complexă, pe care le-a aplicat cu succes la problema ce îl preocupa. Nicolae Coculescu studiasse lucrările lui Cauchy și ale lui Darboux, care i-au folosit în rezolvarea problemei. Cînd au apărut în 1905 cele trei volume *Leçons de mécanique céleste* ale lui Henri Poincaré, marele geometru citează rezultatele obținute de N. Coculescu.

Înainte de prezentarea tezei în 1895, Coculescu a publicat trei note în „Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris”. În primă notă, *Sur la stabilité du mouvement dans un cas particulier du problème des trois corps*, tomul 114, p. 1339—1341, din 1892, el se ocupă de stabilitatea mișcării în cazul problemei restrînse a celor trei corpuri. Considerînd una din curbele echipotențiale (Hill) și un invariant integral al problemei, Coculescu demonstrează că mișcarea celui de-al treilea corp (corpul cu masă neglijabilă) este stabilă, atît în sensul lui Hill, cît și în sensul lui Poisson. Celelalte două note publicate în *Comptes rendus* (tomul 118, p. 59, și tomul 120, p. 32) se referă direct la lucrarea de teză, adică la dezvoltarea în serie a funcției perturbatoare.

La 1 noiembrie 1895, Nicolae Coculescu este numit profesor suplinitor de astronomie și mecanică cerească la Universitatea din București. Pentru definitivarea sa prin concurs în funcția de profesor, a fost numită o comisie avînd ca președinte pe Neculai Culiănu, profesor de astronomie la Universitatea din Iași, iar ca membri pe Spiru Haret și David Emmanuel, profesori la Universitatea din București. Comisia se întrunește în mai 1896 și constată că prof. Coculescu poate fi numit profesor titular fără îndeplinirea formalităților de concurs, avîndu-se în vedere lecțiile predate, deosebit de clare și riguroase și care au deșteptat un viu interes. Timp de 42 de ani (1895—1937), Nicolae Coculescu a desfășurat o activitate exemplară ca profesor, atît prin lecțiile sale atrăgătoare, cît și prin manualele

de astronomie și de mecanică cerească pe care le-a publicat. Prof. Coculescu a transmis studenților săi pasiunea pentru studiul astronomiei și a format mulți elevi care s-au consacrat acestei discipline.

Un merit deosebit revine prof. Coculescu prin întemeierea în 1908 a Observatorului Astronomic din București, învingînd multe piedici, datorită autorității lui și prestigiului de care se bucura. Cu un deosebit simț de răspundere, prof. Coculescu a prevăzut rolul pe care trebuia să-l îndeplinească Observatorul Astronomic, fixîndu-i o dublă destinație : efectuarea de lucrări pentru practica necesară studenților ce urmau cursurile de astronomie și de mecanică cerească, precum și dezvoltarea observațiilor moderne în țara noastră pe baza unui program sistematic.

Clădirea principală a Observatorului a fost terminată în 1908 și este situată în parcul care astăzi se află pe str. Cuțitul de Argint nr. 5. Încă din 1908, prof. Coculescu a comandat cele două instrumente importante : marele ecuatorial Merz-Prin (cu obiectiv fotografic 38—600 cm și cu obiectiv vizual 38—590 cm), instalat în 1912, și marea lunetă meridiană Steinheil-Prin (obiectiv 19—235 cm), instalată în 1926, cu întârziere din cauza primului război mondial.

În același timp, prof. Coculescu s-a preocupat de formarea astronomilor și a trimis treptat la specializare pe cîțiva dintre studenții săi. Dintre aceștia cităm pe acad. Gh. Demetrescu și pe prof. Maria Teohari. Timp de 55 de ani (1908—1963), acad. Demetrescu a contribuit substanțial la dezvoltarea Observatorului din București, al cărui director a fost (1943—1963), urmînd după acad. Constantin Popovici, care a fost director în intervalul 1937—1943. Prof. Maria Teohari a lucrat la Observator în intervalul 1908—1930.

În perioada inițială au mai lucrat la Observatorul din București ca astronomi : Avram Teodosiu (1909—1926), Constantin Pîrvulescu (1912), Alexandru Georgiade (1913—1920), Traian Popp (1919—1929), ca meteorologist Spiridon Plachide (1918—1947).

Din următoarea generație de astronomi, elevi ai prof. Coculescu, au intrat succesiv la Observator : Constantin Drămbă (1928), Gheorghe Petrescu (1928), Virgil Claudian (1929), Nicolae Dinulescu (1930), Călin Popovici (1930).

Fiind dotat cu instrumente mari și care comportau o foarte bună precizie, la Observatorul din București au fost efectuate lucrări importante sub direcția prof. Coculescu și sub îndrumarea permanentă a prof. Demetrescu, care la 1 martie 1928 a fost numit prim astronom și vicedirector al Observatorului. Dintre aceste lucrări menționăm programul sistematic al determinărilor precise, pe cale fotografică, ale pozițiilor de mici planete și comete în coordonate ecuatoriale, observarea fenomenelor solare sferice, determinări orare, participarea la determinările mondiale de longitudini (octombrie-noiembrie 1933). De asemenea au fost efectuate lucrări teoretice cu privire la determinarea polului (nord) pe cale fotografică, determinarea elementelor orbitale ale primilor patru sateliți ai planetei Jupiter, determinări ale latitudinii geografice cu marea lunetă meridiană, determinarea unor soluții noi în problema celor trei corpuri (ciocnirile duble imaginare), determinarea apexului solar etc.

La 1 iunie 1951, Observatorul Astronomic din București a fost transferat de la Universitate la Academie Profesorul Coculescu, încă în

viață, a avut satisfacția să vadă începutul unei noi perioade de dezvoltare a instituției pentru care își dăruise toată priceperea și energia.

Prof. N. Coculescu a publicat tratate și manuale de astronomie și de mecanică cerească care se disting prin claritate și prin expunerea riguroasă a problemelor. Coculescu poate fi considerat primul dintre profesorii Facultății de Științe care a scris despre activitatea altor profesori (Spiru Haret, Constantin Gogu), analizând realizările lor spre a le face cunoscute.

În intervalul 1 noiembrie 1928—10 martie 1932, Coculescu a fost decan al Facultății de Științe.

Prof. Coculescu a înființat Comitetul Național de Geodezie și Geofizică în 1929 și Comitetul Național de Astronomie în 1930, prin care țara noastră a devenit membră la cele două mari uniuni internaționale: Uniunea de Geodezie și Geofizică Internațională și Uniunea Astronomică Internațională. În prezent, legăturile de colaborare internațională ale Observatorului din București s-au dezvoltat foarte mult. Acest fapt contribuie la creșterea prestigiului științei românești peste hotare.

La 5 noiembrie 1952 s-a stins din viață prof. Nicolae Coculescu iubit și regretat de elevii săi, de care fusese foarte legat și cărora le revine sarcina grea și înaltă de a-i continua opera.

CONSTANTIN DRĂMBĂ

---

# OBSERVAREA SATELIȚILOR ARTIFICIALI AI PĂMÎNTULUI ȘI FOLOSIREA OBSERVAȚIILOR ÎN SCOPURI ȘTIINȚIFICE

DE

CĂLIN POPOVICI

Observarea sateliților artificiali ai Pământului a fost începută la Observatorul Astronomic din București la invitația Academiei de Științe a U. R. S. S., o dată cu lansarea primului satelit artificial al Pământului la 4 octombrie 1957, în cadrul lucrărilor Anului Geofizic Internațional. O invitație similară a fost transmisă și Observatorului Astronomic din Cluj.

Prima observație vizuală a rachetei purtătoare a primului satelit artificial (Sputnik I) a fost obținută la 23 octombrie 1957, la ea participând un mare colectiv al Observatorului, cu ochiul liber sau cu binoculi [1]. La efectuarea observațiilor optice ale sateliților participau inițial membrii sectorului solar al Observatorului, unii cercetători de la alte sectoare ale Observatorului, membri ai Catedrei de Geodezie de la Academia Militară Tehnică, precum și de la Direcția Topografică Militară. Cu ajutorul Academiei de Științe a U. R. S. S., Stația de observare a sateliților din București — cu numărul 1131 în lista stațiilor AGI de observare — a fost dotată cu o cameră fotogrametrică NAFA 3C de 100/250, cu un cronograf imprimant cu generator de cuarț de precizie 0<sup>o</sup>01, cu 15 lunete vizuale AT 1 avînd puterea de mărire de 6 × și cîmpul de 12°. Ulterior, prin sprijinul M. F. A., stația a obținut 6 lunete binoculare Busch de 80 mm, cu puterea de mărire de 10 × și cîmpul de 7°,4, de asemenea pentru observații vizuale. Stația mai posedă un teodolit Zeiss Theo 010 de 1'', o lunetă binoculară Zeiss de 80/500 mm, o lunetă monoculară Zeiss de 110/750 mm cu ocular sistem revolver, o cameră fotografică cu obiectiv Xenon pentru plăci de 9/12 cm de 50/125, un cronograf imprimant Gauthier, cronometre cu stop etc.

Observațiile vizuale au fost făcute la început după efemeridele sateliților sovietici transmise de centrul COSMOS Moscova prin telegrame, iar din 1965 atît prin telegrame, cit și prin liste. Rezultatele observațiilor se comunică prin telegrame și prin liste lunare. Aceste observații vizuale

sînt folosite în special pentru serviciul efemeridelor. Din 1961 stația primește și efemeridele bilunare cu punctele subsatelit de la „Smithsonian Astrophysical Observatory” (Cambridge, Massachusetts, S. U. A.) și cărțile poștale cu elementele modificate ale orbitelor de la „Independent Tracking Coordination Program” (Washington D. C., S. U. A.), pentru sateliții americani, cărora li se trimit liste cu observațiile vizuale ale sateliților americani. Din 1966 stația primește și efemeride bilunare cu punctele subsatelit de la „Centre National d’Etudes Spatiales, Division Mathématiques” (Paris), pentru cei doi sateliți francezi și pentru cîțiva sateliți americani.

Sectorul Sateliți, (la început, împreună cu fotometrie) datează din anul 1961, iar actualmente lucrează în cadrul său cu normă întregă dr. Ing. Alexandru Dinescu, cercetător științific principal, Maria Măgdalena Cîrșmaru, cercetător stagiar, și Ion Corvin Sîngeorzan, astronom.

Colaborarea internațională în problema observării și folosirii științifice a observațiilor sateliților artificiali ai Pămîntului se realizează în cadrul unor protocoale de colaborare bilaterală cu Academia de Științe a U.R.S.S. (Consiliul Astronomic) din anul 1958 [2], cu Academia de Științe a R. P. Polone din anul 1966. În cadrul unui protocol cu Academia Sinică (R. P. Chineză), se face schimb de observații de sateliți cu Observatorul Astronomic din Nanking încă din 1961.

În anul 1962 a luat ființă colaborarea științifică multilaterală între Academii de Științe ale țărilor socialiste, una din problemele abordate fiind observarea și folosirea științifică a observațiilor sateliților artificiali. Pe plan național, această colaborare se efectuează la Observatorul din București (prof. C. Popovici, coordonator și șeful stației 1131), la Observatorul Universității din Cluj (prof. G. Chiș, șeful stației 1132) și la Observatorul Universității din Timișoara (prof. I. Curea, șeful stației 1133), la aceasta din urmă din anul 1964.

Comisia de colaborare științifică multilaterală a avut ședințe de lucru în noiembrie 1962 (Pulkovo), în decembrie 1963 (Moscova), în februarie 1965, pentru anul 1964 (Riga) și în octombrie 1965 (Budapesta). Cu această ocazie s-au prezentat rapoarte de activitate naționale, s-au discutat programele de lucru și s-au prezentat comunicări științifice. Delegații noștri au prezentat 13 comunicări (din care 9 de la Observatorul din București). Volumele *Observații optice ale sateliților artificiali* apărute pînă în prezent și tipărite în limba rusă în U.R.S.S. (1962), R. P. Polonă (1963), R. D. Germană (1964) și R. S. Cehoslovacă (1965) conțin textele comunicărilor și ale rapoartelor naționale. Primul volum cu comunicări din 1962 a fost tradus și în limba engleză la „Smithsonian Astrophysical Observatory”. În cadrul colaborării regionale s-a participat la conferința de la Rodewisch (R. D. Germană) (iunie 1963), unde s-a prezentat o comunicare.

Colaborarea pe un plan internațional mai larg se realizează în cadrul grupei I de lucru COSPAR (Observarea și dinamica sateliților) din anul 1964, la care s-au prezentat mai multe comunicări și rapoarte de activitate (C. Popovici); în cadrul Federației Internaționale de Astronautică, unde s-au prezentat comunicări la Congresele de la Varna (1962) și Varșovia (1964); în cadrul Uniunii Internaționale de Geodezie la Simpozionul pentru crearea rețelei geodezice cu sateliți (Paris, decembrie 1964) și la

Simpozionul despre folosirea sateliților în geodezie (Atena, aprilie 1965), unde s-au prezentat comunicări.

Din octombrie 1957 pînă în prezent (iunie 1966) s-au obținut un număr de aproape 3000 de observații vizuale în coordonate ecuatoriale pentru serviciul efemeridelor și un număr de aproape 1100 de observații cu teodolitul, ele fiind publicate în „Studii și cercetări de astronomie” [3],[4],[5],[6],[7],[8],[9],[10],[11],[12],[13],[14],[15],[16]. Pentru ușurarea observațiilor vizuale s-au calculat table de transformare a coordonatelor orizontale în ecuatoriale pentru București [17] și s-a dezvoltat o metodă pentru calculul efemeridelor sateliților [18]. De asemenea pentru mărirea preciziei observațiilor s-a încercat metoda vizual-fotografică [19] cu camera cu obiectiv Xenon.

Sateliții strălucitori Echo I și Echo II au fost observații fotografice în cadrul unor programe de colaborare multilaterală, obținindu-se un număr de 632 de clișee, din care : 283 în programul de observare fotografică a satelitului Echo I pentru triangulație cosmică (mai-iunie 1963), 5 clișee cu ocazia lansării satelitului Echo II (25 ianuarie 1964), 225 de clișee în programul de observare fotografică a sateliților Echo I și Echo II pentru triangulația cosmică (august-octombrie 1964), 9 clișee în programul de observații fotografice simultane cu Mali (ianuarie-februarie 1965), 51 de clișee în programul de observații fotografice (aprilie-mai 1965) și 59 de clișee în programul de observații fotografice simultane cu stații în expediție în Mali și Egipt (martie-aprilie 1966) \*).

Unele din aceste observații au fost publicate în lista comunicată de Consiliul Astronomic al Academiei de Științe al U.R.S.S. (1964), iar altele au fost publicate în [20], [21], ca și în unele lucrări de aplicație geodezică de care se va vorbi mai departe.

Pentru a se putea reduce clișeele cu camera NAFA a fost nevoie să se determine constantele și întârzierile acestei camere [22], [23].

Precizia determinărilor cu această cameră este apreciată la  $\pm 5''$  în poziție și la  $0,005$  în timp.

*Aplicații în geodezie.* Încă de la primele observații vizuale efectuate la București, s-a căutat să se folosească acestea în scopuri științifice. S-a căutat să se determine orbita apropiată a sateliților și rachetelor purtătoare ale primului și celui de-al doilea satelit sovietic [24], [25], ca și înălțimea satelitului Sputnik II [1]. Pentru rezolvarea acestei din urmă probleme, cînd într-o stație se cunoaște numai dîra satelitului, s-a introdus de C. Popovici noțiunea de „*cerc de simultaneitate*”, cerc mare pe sfera cerească ce trece prin două poziții simultane ale aceluiași satelit observat din două stații. Metoda „*cercului de simultaneitate*” a fost ulterior dezvoltată și aplicată în numeroase probleme de geodezie folosindu-se sateliții artificiali. Astfel cu ajutorul acestei metode s-au determinat poziții geocentrice ale sateliților artificiali din observații vizuale [26], [27]. Metoda a fost extinsă și aplicată [28], [29], [30] atît în determinări de coordonate geocentrice ale sateliților artificiali, ale stațiilor de observare, ale direcțiilor în spațiu ale liniilor ce unesc două stații de observare în care se efectuează observații simultane (azimutele Laplace), la orientarea marilor sisteme geodezice, la determinarea centrului de masă al Pămîntului, la controlul și compensarea triangulației cosmice etc.

\*) Între 1 septembrie — 1 noiembrie 1966, stația din București participă la un program de observații fotografice cu stații din Europa și Africa, observînd satelitul Pageos A.

Exemple de calcul, pe model, al coordonatelor geocentrice ale sateliților și ale stațiilor de observare din direle sateliților, fără indicații de timp în stațiile de observare, au fost date în [30], [31], [32]. Din aceste calcule se vede că se pot obține pozițiile geocentrice ale stațiilor cu o precizie de 8 m [32].

Erorile în poziția geocentrică a satelitului au fost studiate în lucrarea [33].

Calculul practic de poziții geocentrice ale unor sateliți prin această metodă și compararea lor cu rezultatele obținute prin alte metode s-au făcut utilizându-se observațiile fotografice ale satelitului Echo I (iunie 1963) în stațiile București și Potsdam [30], [33], ca și observații cu camerele Baker-Nunn [34]. Actualmente se fac astfel de calcule folosindu-se observații simultane din trei stații Baker-Nunn (9001, 9009, 9010) ale sateliților Midas 4, Midas 7 și racheta sa purtătoare, din noiembrie-decembrie 1964 pentru a se calcula practic nu numai pozițiile geocentrice ale sateliților, ci și ale stațiilor de observare.

Calculul direcțiilor absolute în spațiu și al azimutelor Laplace folosind metoda cercului de simultaneitate [35], [36], [37], [38] prezintă avantaje deosebite, deoarece nu este nevoie să se cunoască coordonatele apropiate ale stațiilor de observare, determinarea efectuându-se omogen pentru toată rețeaua de triangulație cosmică în același sistem de coordonate și rezultatele pot fi folosite ușor în a doua etapă a lucrării la compensarea rețelei de triangulație cosmică. Astfel de calcule au fost efectuate pentru direcțiile Potsdam-București, București-Riga [37] Riga-Poznan, Poznan-București [38], utilizându-se observații fotografice simultane ale satelitului Echo I (iunie 1963). Acestea sînt primele direcții determinate cu ajutorul sateliților artificiali în Europa.

Metoda cercului de simultaneitate a fost dezvoltată pentru compensarea riguroasă a rețelei de direcții a liniilor ce unesc stațiile de observare a sateliților [38] ținându-se seama de toate observațiile simultane, luate fiecare în parte, și nu numai de valorile găsite în prima parte a calculelor pentru cosinuşii directori ai direcțiilor. Se ajunge la un număr de ecuații egal cu acel al triunghiurilor din rețeaua de triangulație cosmică considerată, număr care nu este mare. Un exemplu de compensare a triunghiului București-Riga-Poznan a fost dat în [38], lucrare prezentată la cel de-al VII-lea Simpozion de Științe Spațiale — COSPAR (Viena, mai 1966).

Același triunghi a fost tratat prin metoda cercului de simultaneitate, dar pe altă cale matematică în [39], obținându-se valori comparabile.

Odată rețeaua de triangulație cosmică compensată, ea poate fi folosită la determinarea orientării unor sisteme geodezice în care sînt date coordonatele stațiilor [40], aplicarea fiind făcută în cazul sistemului geodezic nord-american NAD, folosind observațiile Baker-Nunn din stațiile 9001, 9007, 9009, 9010. Metoda și rezultatele calculelor au fost comunicate la cel de-al doilea Simpozion al Uniunii Internaționale de Geodezie, de folosire a sateliților în geodezie (Atena, aprilie 1965) [41] și la Conferința de colaborare științifică multilaterală în problema sateliților artificiali (Budapesta, octombrie 1965) [40]. De asemenea s-a

tratată și modificarea de adus ecuației de control Laplace în cazul cînd se ține seama de erorile în orientarea sistemului geodezic [42].

În problemele de geodezie dinamică, traiectoriile aparente ale sateliților pot fi folosite la determinarea planelor osculatoare ale orbitelor lor și a centrului de masă al Pămîntului după o metodă expusă în [30], [43].

Lucrările privind folosirea „cercului de simultaneitate”, noțiune introdusă pentru prima dată la București, au găsit aplicații și dezvoltări peste hotare [44], [45], [46], [47]. Ele au fost distinse în țară prin acordarea premiului „Gheorghe Lazăr” de către Academia Republicii Socialiste România în anul 1966 (C. Popovici).

*Alte aplicații.* Observațiile optice simultane ale sateliților s-au utilizat pentru determinarea razelor vectoare geocentrice ale sateliților, în vederea obținerii unor elemente ale orbitelor și a variațiilor lor. Aceste lucrări se efectuează în cadrul programului INTEROBS pentru determinarea variațiilor densității atmosferei înalte. Observatoarele Universităților din Cluj și Timișoara participă la programele periodice de observare vizuală INTEROBS, la Observatorul din Cluj efectuîndu-se și lucrări teoretice și de calcul în această direcție. Astfel de lucrări au fost efectuate și la București privind folosirea metodei triangulației cosmice în programul INTEROBS [48], privind erorile în acest program [49], folosindu-se în exemplele calculate și observații fotografice simultane [50]. Actualmente la București se încearcă o metodă de ameliorare a semiaxei mari și a excentricității orbitei satelitului, din raze vectoare geocentrice.

În lucrări de sinteză s-au prezentat unele probleme ale determinării traiectoriilor sateliților artificiali și rachetelor cosmice [51], folosirea sateliților și rachetelor în studiile solare [52], precum și liste cu sateliții lansați pînă la sfîrșitul anului 1965 [52], [53].



Dezvoltarea observațiilor sateliților artificiali necesită o cameră fotografică luminoasă specială, cu dispozitive pentru a avea timpul la precizia de 0,001. De asemenea este necesară observarea radio a sateliților prin dispozitive cu laseri, ca și înregistrarea datelor telemetrare ale unor sateliți (solari, meteorologici etc.). Această cale apare la ora actuală ca cea mai promițătoare pentru extinderea cercetărilor spațiale în țara noastră, dată fiind experiența de pînă acum și faptul că astfel de cercetări nu cer investiții prea costisitoare. Colaborarea internațională a făcut posibilă astfel de lucrări, extinderea și lărgirea acestei colaborări în cadrul uniunilor științifice (UAI, UGGI) și a comitetelor internaționale (COSPAR, FIA) fiind cît mai de dorit pentru progresul acestor cercetări.

#### BIBLIOGRAFIE

1. C. POPOVICI, *Cîteva rezultate obținute în observarea sateliților artificiali*. Bul. științ. AMT 2, 49—58 (1958).
2. С. ПОПОВИЧ, *Наблюдение в Румынской Народной Республике советских искусственных спутников*. Бюллетень научной информации № 2 апрель-июнь 1959. стр. 3—7.
3. C. POPOVICI, *Observații optice ale sateliților artificiali*. St. cerc. astr. și seism., 2, 283—287 (1958).

Exemple de calcul, pe model, al coordonatelor geocentrice ale sateliților și ale stațiilor de observare din direle sateliților, fără indicații de timp în stațiile de observare, au fost date în [30], [31], [32]. Din aceste calcule se vede că se pot obține pozițiile geocentrice ale stațiilor cu o precizie de 8 m [32].

Erorile în poziția geocentrică a satelitului au fost studiate în lucrarea [33].

Calculul practic de poziții geocentrice ale unor sateliți prin această metodă și compararea lor cu rezultatele obținute prin alte metode s-au făcut utilizându-se observațiile fotografice ale satelitului Echo I (iunie 1963) în stațiile București și Potsdam [30], [33], ca și observații cu camerele Baker-Nunn [34]. Actualmente se fac astfel de calcule folosindu-se observații simultane din trei stații Baker-Nunn (9001, 9009, 9010) ale sateliților Midas 4, Midas 7 și racheta sa purtătoare, din noiembrie-decembrie 1964 pentru a se calcula practic nu numai pozițiile geocentrice ale sateliților, ci și ale stațiilor de observare.

Calculul direcțiilor absolute în spațiu și al azimutelor Laplace folosind metoda cercului de simultaneitate [35], [36], [37], [38] prezintă avantaje deosebite, deoarece nu este nevoie să se cunoască coordonatele apropiate ale stațiilor de observare, determinarea efectuându-se omogen pentru toată rețeaua de triangulație cosmică în același sistem de coordonate și rezultatele pot fi folosite ușor în a doua etapă a lucrării la compensarea rețelei de triangulație cosmică. Astfel de calcule au fost efectuate pentru direcțiile Potsdam-București, București-Riga [37] Riga-Poznan, Poznan-București [38], utilizându-se observații fotografice simultane ale satelitului Echo I (iunie 1963). Acestea sînt primele direcții determinate cu ajutorul sateliților artificiali în Europa.

Metoda cercului de simultaneitate a fost dezvoltată pentru compensarea riguroasă a rețelei de direcții a liniilor ce unesc stațiile de observare a sateliților [38] ținându-se seama de toate observațiile simultane, luate fiecare în parte, și nu numai de valorile găsite în prima parte a calculului pentru cosinușii directori ai direcțiilor. Se ajunge la un număr de ecuații egal cu acel al triunghiurilor din rețeaua de triangulație cosmică considerată, număr care nu este mare. Un exemplu de compensare a triunghiului București-Riga-Poznan a fost dat în [38], lucrare prezentată la cel de-al VII-lea Simpozion de Științe Spațiale — COSPAR (Viena, mai 1966).

Același triunghi a fost tratat prin metoda cercului de simultaneitate, dar pe altă cale matematică în [39], obținându-se valori comparabile.

Odată rețeaua de triangulație cosmică compensată, ea poate fi folosită la determinarea orientării unor sisteme geodezice în care sînt date coordonatele stațiilor [40], aplicarea fiind făcută în cazul sistemului geodezic nord-american NAD, folosind observațiile Baker-Nunn din stațiile 9001, 9007, 9009, 9010. Metoda și rezultatele calculului au fost comunicate la cel de-al doilea Simpozion al Uniunii Internaționale de Geodezie, de folosire a sateliților în geodezie (Atena, aprilie 1965) [41] și la Conferința de colaborare științifică multilaterală în problema sateliților artificiali (Budapesta, octombrie 1965) [40]. De asemenea s-a

tratată și modificarea de adus ecuației de control Laplace în cazul cînd se ține seama de erorile în orientarea sistemului geodezic [42].

În problemele de geodezie dinamică, traiectoriile aparente ale sateliților pot fi folosite la determinarea planelor osculatoare ale orbitelor lor și a centrului de masă al Pămîntului după o metodă expusă în [30], [43].

Lucrările privind folosirea „cercului de simultaneitate”, noțiune introdusă pentru prima dată la București, au găsit aplicații și dezvoltări peste hotare [44], [45], [46], [47]. Ele au fost distinse în țară prin acordarea premiului „Gheorghe Lazăr” de către Academia Republicii Socialiste România în anul 1966 (C. Popovici).

*Alte aplicații.* Observațiile optice simultane ale sateliților s-au utilizat pentru determinarea razelor vectoare geocentrice ale sateliților, în vederea obținerii unor elemente ale orbitelor și a variațiilor lor. Aceste lucrări se efectuează în cadrul programului INTEROBS pentru determinarea variațiilor densității atmosferei înalte. Observatoarele Universităților din Cluj și Timișoara participă la programele periodice de observare vizuală INTEROBS, la Observatorul din Cluj efectuîndu-se și lucrări teoretice și de calcul în această direcție. Astfel de lucrări au fost efectuate și la București privind folosirea metodei triangulației cosmice în programul INTEROBS [48], privind erorile în acest program [49], folosindu-se în exemplele calculate și observații fotografice simultane [50]. Actualmente la București se încearcă o metodă de ameliorare a semiaxei mari și a excentricității orbitei satelitului, din raze vectoare geocentrice.

În lucrări de sinteză s-au prezentat unele probleme ale determinării traiectoriilor sateliților artificiali și rachetelor cosmice [51], folosirea sateliților și rachetelor în studiile solare [52], precum și liste cu sateliții lansați pînă la sfîrșitul anului 1965 [52], [53].



Dezvoltarea observațiilor sateliților artificiali necesită o cameră fotografică luminoasă specială, cu dispozitive pentru a avea timpul la precizia de 0,001. De asemenea este necesară observarea radio a sateliților prin dispozitive cu laseri, ca și înregistrarea datelor telemetrare ale unor sateliți (solari, meteorologici etc.). Această cale apare la ora actuală ca cea mai promițătoare pentru extinderea cercetărilor spațiale în țara noastră, dată fiind experiența de pînă acum și faptul că astfel de cercetări nu cer investiții prea costisitoare. Colaborarea internațională a făcut posibilă astfel de lucrări, extinderea și lărgirea acestei colaborări în cadrul uniunilor științifice (UAI, UGGI) și a comitetelor internaționale (COSPAR, FIA) fiind cît mai de dorit pentru progresul acestor cercetări.

#### BIBLIOGRAFIE

1. C. POPOVICI, *Cîteva rezultate obținute în observarea sateliților artificiali*. Bul. științ. AMT 2, 49—58 (1958).
2. С. ПОПОВИЧ, *Наблюдение в Румынской Народной Республике советских искусственных спутников*. Бюллетень научной информации № 2 апрель-июнь 1959. стр. 3—7.
3. C. POPOVICI, *Observații optice ale sateliților artificiali*. St. cerc. astr. și seism., 2, 283—287 (1958).

4. C. POPOVICI, I. C. SÎNGEORZAN, *Observații optice ale sateliților artificiali la Observatorul din București (stația 131)*, St. cerc. astr. și seism., 2 (1959).
5. C. POPOVICI, I. C. SÎNGEORZAN, *Observații optice ale sateliților artificiali la Observatorul din București (stația 131)*. St. cerc. astr. și seism., 2, 325—328 (1960).
6. C. POPOVICI, I. C. SÎNGEORZAN, *Observații vizuale asupra sateliților artificiali la Observatorul din București*. St. cerc. astr. și seism., 1, 75—80 (1961).
7. C. POPOVICI, I. C. SÎNGEORZAN, A. DINESCU, *Observații vizuale asupra sateliților artificiali la Observatorul din București (stația 131) în perioada 1 ianuarie—31 decembrie 1961*, St. cerc. astr. și seism., 2, 317—322 (1962).
8. C. POPOVICI, I. C. SÎNGEORZAN, A. DINESCU, *Observații vizuale ale sateliților artificiali efectuate la Observatorul din București (stația 131) în perioada 1 ianuarie—31 decembrie 1962*. St. cerc. astr., 1, 121—129 (1963).
9. C. POPOVICI, M. CÎRȘMARU, A. DINESCU, I. C. SÎNGEORZAN, *Observații vizuale ale sateliților artificiali ai Pământului efectuate la Observatorul din București (stația 1131) în perioada 1 ianuarie—31 decembrie 1963*. St. cerc. astr., 1, 101—111 (1964).
10. C. POPOVICI, A. DINESCU, M. CÎRȘMARU, I. C. SÎNGEORZAN, *Observații vizuale ale sateliților artificiali obținute în 1964 la stația 1131 București*, St. cerc. astr., 1, 113—125 (1965).
11. A. DINESCU, M. CÎRȘMARU, I. C. SÎNGEORZAN, *Observații vizuale ale sateliților artificiali obținute în 1965 la stația 1131 București*. St. cerc. astr., 1, 153—157 (1966).
12. A. DINESCU, *Observații cu teodolitul asupra satelitului artificial al Pământului 1960<sub>1</sub>*, St. cerc. astr. și seism., 2, 311—315 (1962).
13. A. DINESCU, *Observații cu teodolitul asupra satelitului artificial al Pământului 1960<sub>1</sub>*, St. cerc. astr., 1, 131—134 (1963).
14. A. DINESCU, *Observații cu teodolitul asupra satelitului Echo I*, St. cerc. astr., 1, 97—100 (1964).
15. A. DINESCU, *Observații cu teodolitul ale sateliților artificiali*, St. cerc. astr., 1, 107—112 (1965).
16. A. DINESCU, *Observații cu teodolitul ale sateliților artificiali*, St. cerc. astr., 1, 147—150 (1966).
17. A. DINESCU, *Table pentru rezolvarea triunghiului de poziție pentru București, latitudine 44°25'*, Litografia AMT, 1958.
18. A. DINESCU, *Aplicarea unei metode de calcul al efemeridelor sateliților artificiali ai Pământului în funcție de o orbită cunoscută și compararea cu observațiile efectuate la București*. St. cerc. astr. și seism., 1, 167—181 (1962).
19. I. C. SÎNGEORZAN, *Poziții vizual-fotografice ale sateliților artificiali ai Pământului*. St. cerc. astr., 1 (1964).
20. I. C. SÎNGEORZAN, *Poziții fotografice ale sateliților artificiali ai Pământului obținute la Observatorul din București cu ajutorul camerei NAFA 3c/25C*. St. cerc. astr. și seism., 2, 303—310 (1962).
21. A. DINESCU, M. CÎRȘMARU, *Poziții fotografice precise ale satelitului Echo I*. St. cerc. astr., 1, 167—172 (1966); și în *Бюллетень станций оптического наблюдения спутников Земли* № 42, Москва, 1964, p. 24—25.
22. M. CÎRȘMARU, *Determinarea constantelor camerei fotografice NAFA 3c/25 C a Observatorului din București*. St. cerc. astr., 2 (1965).
23. G. OPRESCU, I. MUNTEANU, *Determinarea intrzierilor obturatorului camerei NAFA folosită la fotografierea sateliților artificiali*. St. cerc. astr., 2, 201—205 (1965).
24. E. MARCUS, *Asupra determinării orbitei unui satelit artificial al Pământului după observații*. St. cerc. astr. și seism., 2, 247—253 (1958).
25. E. MARCUS, *Asupra utilizării antifocarului pentru determinarea orbitei unui satelit artificial al Pământului*, St. cerc. astr. și seism. 1, 19—27 (1962).
26. C. POPOVICI, *Determinarea poziției geocentrice a unui satelit artificial, din observații în două stații*. St. cerc. astr. și seism., 2, 299—304 (1959).
27. I. C. SÎNGEORZAN, *Determinări de poziții geocentrice de sateliți artificiali din observații efectuate la București și Cluj*. St. cerc. astr. și seism., 2, 269—275 (1962).
28. C. POPOVICI, *Fotosecarea sateliților artificiali ai Pământului în geodezie*. Rev. de geodezie și org. teritoriului, 1, 3—16 (1962).
29. C. POPOVICI, *Determinarea coordonatelor geocentrice ale sateliților și stațiilor de observare*. St. cerc. astr., 1, 11—18 (1963) și în: *Бюллетень станций оптического наблюдения искусственных спутников земли (специальный выпуск)*, Москва, 1962, p. 33—39.
30. C. POPOVICI, *Some geodetic uses of non-simultaneous observations of satellites*. Space Research V, North Holland Publishing Company, p. 880—886, 1965.

31. C. POPOVICI, *Ein Beispiel für die Verwendung nicht simultaner Beobachtungen künstlichen Erdsatelliten in der extraterrestrischen Triangulation*. Mitteilungen und Ergebnisse des Satelliten Beobachtungsdienstes in der Deutschen Demokratischen Republik, 8, Berlin (1964).
32. A. DINESCU, *Calculul coordonatelor geocentrice ale sateliților și stațiilor folosind observații nesimultane ale sateliților artificiali ai Pământului*. St. cerc. astr., 2, 175—195 (1963), și *Модель космической триангуляции на основании разновременных наблюдений искусственных спутников*. Наблюдения искусственных спутников Земли № 2, Warszawa, 1963, p. 26—40.
33. A. DINESCU, *Erreurs des positions géocentriques d'un satellite*. St. cerc. astr., 1 (1965) și în: Réseau géodésique européen par observations de satellites, Symposium de Paris, 14—16 dec., 1964.
34. M. CÎRȘMARU, *Determinarea coordonatelor geocentrice ale sateliților din observații efectuate cu camerele Baker-Nunn*. Observații optice ale sateliților artificiali, IV, Praga, 1965.
35. C. POPOVICI, *Absolute directions in space and control formulas in stellar triangulation*. XV<sup>th</sup> International Astronautical Congress, Varșovia, 1964, Springer Verlag, Viena.
36. C. POPOVICI, *The use of the simultaneity circle in some problems of stellar geodesy*. Réseau géodésique européen par observation de satellites, Symposium de Paris, 14—16 dec. 1964, și în Наблюдения искусственных спутников Земли, № 3, 1964, Berlin p. 32—37.
37. A. DINESCU, *Détermination de l'azimut Bucarest-Riga en utilisant le cercle de simultanéité*, St. cerc. astr. 1, 85—91 (1966), și în: Observații optice ale sateliților artificiali, vol. IV, Praga 1965.
38. C. POPOVICI, A. DINESCU, *Direct method for determination of space directions and the adjustment of satellite triangulation-Simpsonianul COSPAR*, Viena, mai 1966 (sub tipar).
39. I. LÖRINCZY, *Compensarea rețelei de triangulație cosmică folosind cercul de simultaneitate* (manuscris).
40. C. POPOVICI, *Astronomical orientation of cosmic triangulation and of geodetic data*. Observații optice ale sateliților, vol. IV, Praga, 1965.
41. C. POPOVICI, *Control formulas in space geodesy*. The use of artificial satellites for geodesy, vol. II, Atena, 1965 (sub tipar).
42. C. POPOVICI, *Orientarea elipsoidului terestru folosind sateliții artificiali*. Rev. de geodezie și org. teritoriului, 1, 5—12 (1966).
43. C. POPOVICI, *Determinarea centrului de masă al Pământului*. Observații optice ale sateliților, vol. II, Varșovia, 1963.
44. И. ЖОНГОЛОВИЧ, *Определение положения искусственного спутника по синхронным наблюдениям топоцентрических направлений на него с известных пунктов на поверхности Земли*, Бюллетень Института Теоретической Астрономии, 8, 509—515 (1966).
45. I. JONGOLOVICI, *Proiect jednolitej swiatowej triangulacji kosmicznej*. Geodezia i Kartografia, Varșovia 4 (1965).
46. I. JONGOLOVICI, *Obliczenie wyrownanych wspolrzecznych sztucznych satelitow Ziemi z synchronicznych obserwacji na dwuch znanych punktach powierzchni ziemskiej*. Geodezja i Kartografia, Varșovia, 1 (1966).
47. С. ТАТЕВИАН, *О точности определения координата спутника по почти одновременным наблюдениям двух станций*. Наблюдения искусственных спутников Земли, 3, 1964, Berlin, p. 69—71.
48. A. DINESCU, *Utilizarea metodei triangulației cosmice în programul INTEROBS*. Observații optice ale sateliților, vol. III, 1964, Berlin, p. 84—90.
49. A. DINESCU, *Unele considerații asupra programului INTEROBS*. St. cerc. astr., 2, 179—193 (1965).
50. A. DINESCU, *Influența erorilor de observare asupra razelor vectoare geocentrice în programul INTEROBS*. Observații optice ale sateliților, vol. IV, 1965.
51. C. DRĂMBĂ, *Traiectoriile sateliților artificiali și rachetelor cosmice*, Anuarul Observatorului din București, 1962, p. 195—206.
52. C. POPOVICI, *Studii de fizică solară folosind mijloace extraterestre de cercelare, rachete și sateliți artificiali*. Anuarul Observatorului din București, 1962, p. 207—226.
53. M. CÎRȘMARU, *Lista obiectelor cosmice lansate în perioada 16 aug. 1961—31 dec. 1965*. Anuarul Observatorului din București, 1967 (sub tipar).



# CERCETĂRI SOLARE LA OBSERVATORUL DIN BUCUREȘTI

DE

CĂLIN POPOVICI

La Observatorul din București, puțin timp după înființarea sa în anul 1908, Maria Teohari, astronom la observator, a început o serie de observații vizuale (desene de pete și statistica lor) cu ajutorul unei lunete Bardou de 108 mm diametru. Observațiile au fost continuate intermitent pînă la trecerea cercetătoarei cu întreaga activitate în învățămîntul mediu.

Acad. G. Demetrescu a efectuat observații fotografice solare (poziții și arii de pete) în anul 1940, observațiile fiind întrerupte prin deranjarea marelui ecuatorial (380/6000 mm), la care erau făcute, de cutremurul din 10 noiembrie 1940.

Observațiile au fost reluate în mod sistematic în anul 1955 prin înființarea unui sector solar la care la început lucrau doi cercetători. Observațiile fotografice (coordonate și arii de pete) erau efectuate inițial la marele ecuatorial fotografic (diametrul imaginii solare de 55 mm) pe care erau montate două lunete Bardou, una pentru diagrame solare (25 cm diametru) și determinări de numere Wolf, alta pentru observații vizuale de protuberanțe cu un spectroscop de protuberanțe Zeiss. Primele rezultate ale observațiilor au apărut în „Analele Universității” din București [1] și în „Studii și cercetări de astronomie și seismologie” [2].

Anul Geofizic Internațional (1957—1958) a prilejuit o echipare mai adecvată a noului sector solar. Astfel s-a construit o cupolă cu diametrul de 5 m, cu un ecuatorial Zeiss (130/1950 mm) prevăzut cu o cameră solară fotografică. Aceasta permite obținerea unor imagini ale Soarelui de 9 cm diametru. Pe acest ecuatorial a fost montată una dintre lunetele Bardou, care a fost prevăzută cu un filtru nou, de polarizare și interferență Lyot-Öhman ( $1/2 \text{ \AA}$ ), pentru linia hidrogenului  $H_{\alpha}$ , de construcție Halle Nach (R.F.G.). Filtrul a intrat în funcțiune în vara anului 1958, servind la observarea vizuală și fotografică a cromosferei, extinzîndu-se astfel posibilitățile de lucru ale sectorului. În pri-

măvara anului 1966, filtrul a fost înlocuit cu un altul nou și perfecționat, de aceeași construcție, montat pe o nouă lunetă Halle (110/1650 mm).

Sectorul solar a mai fost dotat cu microfotometru de plăci rapid Zeiss, cu un microfotometru înregistrător Zeiss Lirefo 2, precum și cu alte aparate auxiliare (celostat polar pentru eclipse, dispozitiv coronografic pentru observarea protuberanțelor, diferite camere fotografice și filtre interferențiale etc.).

Actualmente sectorul solar este un sector al Secției de astrofizică, secție care a luat ființă în anul 1961 și în cadrul său lucrează acum cu norma întreagă dr. Emilia Țifrea, șef de sector, și cercetătorii Vasile Dinulescu, Alexandra Parepeanu și Simona Nicolescu.

Lucrările sectorului privesc urmărirea activității solare fotosferice și cromosferice în cadrul unor colaborări internaționale, participarea la unele programe speciale de cercetări solare cu caracter internațional, precum și unele studii solare cu caracter special efectuate la observator.

Sectorul solar are numeroase colaborări internaționale cu caracter bilateral, prin protocoale de colaborare (cu Observatorul din Ondrejov, R.S.C., din anul 1960, cu observatorul din Pulkovo din anul 1963), cât și pe bază mai largă, în cadrul Uniunii Astronomice Internaționale (cu observatorul din Zürich din anul 1957, cu observatorul din Meudon, Franța, din anul 1961, cu „Fraunhofer Institut”, Freiburg, R.F.G., din 1961 etc.), cu centrele solare mondiale ale Anului Geofizic Internațional (A, Boulder-Colorado, S.U.A.; B, Moscova etc.). Astfel rezultatele observațiilor solare de la București apar regulat în mai multe publicații internaționale și sînt folosite de cercetătorii din domeniul soarelui și de geofizicieni în problema legăturilor Soare-Pămînt. Sectorul solar a participat la colaborările internaționale: A.G.I. (1957—1958), C.G.I. (1959) și A.I.S.C. (1964—1965).

*Fotosfera și activitatea solară.* Determinarea pozițiilor și ariilor petelor (fotografic), efectuarea diagramelor solare pentru stabilirea numerelor relative Wolf și a evoluției grupelor de pete (vizual) se efectuează zilnic, regulat, din anul 1955 (rotația solară nr. 1363), rezultatele fiind publicate în „Bulletin solaire” [3], [4], iar din anul 1958 în „Observations solaires” [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11].

Observațiile fotosferice (vizuale) sînt comunicate trimestrial la Zürich și sînt incluse în publicațiile U.A.I. „Quarterly Bulletin on solar activity” (din anul 1957): semestrial la stația solară de înălțime Kislovodsk a Observatorului din Pulkovo (observațiile fotosferice fotografice) și sînt incluse în publicația „Catalogul activității solare” (Observatorul din Pulkovo, în limba rusă, din 1958). Ele sînt trimise de asemenea și centrului solar mondial A (Boulder-Colorado), fiind menționate în publicația „World data center A, catalogue of data (Solar activity)”.

Buletinul solar anual, care apare regulat de 11 ani, este trimis în schimb la 55 de observatoare străine, uneori la cerere specială, fiind bine apreciat: „...The very excellent Bulletin solaire...” (R. T. Hansen, director la „High Altitude Observatory”, University of Colorado, S.U.A., 29. XI. 1960); „Your observations are very good and we are very interested in your participation to the soviet solar service...” (M.N. Gnevyshev, directorul Observatorului solar din Kislovodsk, U.R.S.S., 6. III.

1962); „Ihre Sonnenfleckenzahlen sind für uns sehr gut...” (M. Waldmeier, directorul Observatorului din Zürich, 18. VI. 1957) etc.

Pe baza observațiilor fotosferice de la București și de la alte observatoare, s-a studiat activitatea solară în decursul ciclului 19 (12), stabilindu-se data maximului, activitatea separată pe emisfere, caracterele ei deosebite etc., scoțându-se în evidență faptul că acest ciclu nu se încadrează în teoriile general admise ale activității solare (teoria „explozivă” a lui M. Waldmeier etc.). Aceste concluzii au fost menționate în raportul președintelui Comisiei 10 de activitate solară U.A.I., A. B. Severni, la a 12-a adunare generală U.A.I. de la Hamburg [13]. Data minimului ciclului solar 19 a fost stabilită în lucrarea [14] în concordanță cu alte determinări ulterioare. Rotația soarelui la mare latitudine heliografică a fost determinată în lucrarea [15] după un grup de pete de latitudine  $49^\circ$ , confirmându-se schimbarea vitezei de rotație a grupului prin trecerea la meridianul solar central.

S-a studiat evoluția și frecvența erupțiilor cromosferice în grupul de pete excepțional din luna septembrie 1963, grup în care a avut loc o erupție în formă de Y, dar fără ca ea să fie urmată de raze cosmice solare [16].

Temperatura de suprafață a Soarelui a fost calculată pe baza unei noi determinări a constantei solare și a unei expresii ameliorate a funcției sursă [17].

*Cromosfera solară.* Primele lucrări privind forma și statistica protuberanțelor solare au fost efectuate cu spectroscopul de protuberanțe [3], [4]. Din iulie 1958 a început observarea cromosferei și a protuberanțelor cu ajutorul filtrului monocromatic pe baza unui program de 2 ore zilnic. Acest program a continuat și după A.G.I., fiind extins la trei ore în timpul Anului Internațional al Soarelui Calm (1964–1965). Rezultatele sînt publicate în „Observations Solaires”.

Deoarece în această regiune a Europei țările vecine, R.P.U., R.P.B., R.P.P., R.S.F.J. (cu excepția U.R.S.S.) nu posedă filtre monocromatice de polarizare și interferență de bandă îngustă de trecere, observațiile cromosferice de la București prezintă un interes deosebit în serviciul solar mondial de urmărire continuă a cromosferei la care au participat observatoare în cursul A.G.I. Detectarea și urmărirea erupțiilor cromosferice are o deosebită importanță geofizică și servește la precizarea condițiilor de propagare a undelor radio.

Buletin lunare și bilunare ale erupțiilor observate la București și orele de patrulare a cromosferei sînt trimise și sînt publicate în mai multe publicații internaționale :

— „Daily maps of the Sun”, Fraunhofer Institut, Freiburg in Breisgau (R.F.G.), din 1961.

— „Quarterly Bulletin on solar activity”, Zürich, U.A.I., din 1961.

— „Date solare” (în limba rusă), Observatorul din Pulkovo, din 1963.

— „Compilations of solar-geophysical data”, N.B.S., Central Radio Propagation Laboratory, Boulder-Colorado, S.U.A., din 1963.

— „International Geophysical Year, Intermediate Report of Prominence (Filament) Activity” (protuberanțe active, surges din 1964).

Erupțiile observate la București în timpul A.G.I. (în număr de 302), ca și orele de observații ale cromosferei, au fost date într-un catalog special [18], ca o contribuție a Observatorului din București la această

mare acțiune științifică mondială. Urmărirea regulată a erupțiilor a pus în evidență și producerea unor erupții în afara grupelor de pete ca cea din 8. VIII. 1958 de gradul 2. Dată fiind importanța acestor erupții în regiuni fără mari intensități ale câmpului magnetic, pentru explicarea procesului producerii erupțiilor, studiul acestor cazuri a făcut obiectul unei lucrări [19].

Dezvoltarea unor erupții [20], curbele lor de lumină [21], precum și particularitățile statistice ale apariției erupțiilor în regiuni active [22], [23], au fost de asemenea studiate. S-a confirmat astfel existența unei asimetrii est-vest în producerea erupțiilor în zone active, dar nu și recurență periodică în apariția lor în zona activă respectivă.

Au fost determinate vitezele ascendente ale unor protuberanțe eruptive, pentru a se verifica legile dinamice ale lui E. Pettit, găsindu-se discordanțe față de aceste legi [24]. Studiul spectrofotometric al unor protuberanțe calme în vederea determinării condițiilor fizice din acestea a făcut obiectul unor lucrări mai dezvoltate [25], [26], folosindu-se spectrogramele obținute în colaborarea cu observatorul din Ondrejov în anul 1961. Din profilele liniilor hidrogenului, calciului ionizat și ale heliului s-au determinat lărgimile Doppler, temperaturile cinetice, vitezele de turbulență, valorile funcției-sursă, adâncimea optică și numărul atomilor de hidrogen pe diferitele nivele de energie, parametri definind condițiile fizice din aceste protuberanțe.

Actualmente, aceste cercetări sînt continuate prin studiul spectrogramelor unor protuberanțe eruptive obținute tot la Observatorul din Ondrejov. Se studiază de asemenea variația centru-margine a profilelor unor linii ale hidrogenului.

*Alte cercetări.* Cu ocazia eclipsei totale de Soare din 15 februarie 1961 s-au calculat fazele fenomenului pentru întreaga țară [27] și s-au făcut pregătiri pentru studiul polarizării luminii coroanei solare cu ajutorul unor dispozitive anume construite la observator. Din cauza cerului noros la București nu s-au putut face observațiile de polarizare. În schimb s-au putut obține 5 clișee din avion ale coroanei solare care au permis studiul fotometriei și formei coroanei solare [28]. S-a pus în evidență astfel o variație a exponentului din legea descreșterii strălucirii cu distanța în corana solară cu unele jeturi coronale legate de prezența unor protuberanțe în momentul eclipsei. Forma coroanei, elipticitatea ei au fost determinate, fiind caracteristice epocii înainte de minimul activității solare. Rezultatele lucrării au fost menționate în [29].

La eclipsa din 20 mai 1966 s-au obținut fotografiile ale cromosferei, printre care a două erupții de gradul 1.

Limita temperaturii centrale și medii în Soare a făcut obiectul a două lucrări [30], [31] în care, plecîndu-se de la condițiile stabilității la convecțiune, se deduc noi limite superioare ale temperaturii medii și centrale din Soare. Concluzia lucrărilor este că condițiile clasice de stabilitate la convecție nu pot fi aplicate fără discriminare în Soare, temperatura centrală astfel dedusă fiind prea mică pentru reacții termonucleare eficiente.

Lucrarea [31], împreună cu lucrările [15] și [23], au fost prezentate la a 3-a Conferință de fizica Soarelui și magnetohidrodinamică a țărilor socialiste de la Tatranska Lomnica (R.S.C.) octombrie 1964.

Mișcarea de translație a Soarelui în spațiu [32] a fost determinată cu ajutorul unei noi metode prin care se elimină paralaxele necunoscute ale stelelor, metoda fiind aplicată cu succes folosind mișcările proprii a 603 stele din Catalogul General B. Boss. În lucrare se pune în evidență rolul alegerii variabilelor independente într-o problemă importantă în astronomie stelară, metodă ce și-a găsit aplicații numeroase și în alte domenii (convergența roiurilor deschise de stele, direcția de mișcare a roiului de meteori, determinări de direcții în spațiu în geodezia cu sateliți etc.).

Dezvoltarea de pînă acum a cercetărilor solare este strîns legată de dotarea instrumentală. Pentru o mai mare extindere a acestor studii în viitor este necesară construirea unui telescop solar cu un spectrograf, precum și introducerea metodelor de radioastronomie solară. În afară de importanța științifică a acestor lucrări, aplicațiile lor geofizice și practice fac ca ele să fie tot mai mult solicitate pe un plan de largă colaborare științifică internațională. Cunoașterea situației activității solare este necesară în geofizică, în telecomunicații, în încercările de prognoză a timpului pe durate mai lungi, în zborurile cosmice etc.

Astfel cercetările solare au o deosebită perspectivă de dezvoltare în viitorul apropiat la scară mondială.

#### BIBLIOGRAFIE

1. \* \* \* *Observații solare: rotațiile 1363-1368, 28 iulie 1955-7 ianuarie 1956.* Analele Universității „C. I. Parhon”, 11, 81-102 (1956).
2. \* \* \* *Observații solare: rotațiile 1363-1373, 28 iulie 1955-22 mai 1956.* St. cerc. astr. seism., II, 1, 7-37 (1957).
3. \* \* \* *Bulletin Solaire: rotations 1374-1381, 23 mai 1956-27 decembrie 1956* (litografiat 1958).
4. \* \* \* *Bulletin Solaire: rotations 1382-1395, 28 decembrie 1956-12 ianuarie 1958* (litografiat 1958).
5. \* \* \* *Bulletin Solaire: rotations 1396-1408, 13 ianuarie 1958-2 ianuarie 1959.* Ed. Acad. R.P.R., 1960.
6. \* \* \* *Observations Solaires: rotations 1409-1421, 3 ianuarie 1959-23 decembrie 1959.* Ed. Acad. R.P.R., 1961.
7. \* \* \* *Observations Solaires: rotations 1422-1435, 24 dec. 1959-7 ianuarie 1961.* Ed. Acad. R.P.R., 1962.
8. \* \* \* *Observations Solaires: rotations 1436-1448, 8 ianuarie 1961-28 decembrie 1961.* Ed. Acad. R.P.R., 1963.
9. \* \* \* *Observations Solaires: rotations 1449-1462, 29 decembrie 1961-14 ianuarie 1963.* Ed. Acad. R.P.R., 1964.
10. \* \* \* *Observations Solaires: rotations 1463-1475, 15 ian. 1963-3 ianuarie 1964.* Ed. Acad. R.P.R., 1965.
11. \* \* \* *Observations Solaires: rotations 1476-1501, 4 ian. 1964-13 decembrie 1965* (sub tipar).
12. C. POPOVICI și V. DINULESCU, *Activitatea solară fotosferică 1955-1961.* St. cerc. astr. seism. VII, 1, 111-139 (1962).
13. A. B. SEVERNI, *Report of solar Activity.* Transactions of the International Astronomical Union, XII A, 95 (1964).
14. V. DINULESCU, *Some remarks about the date of actual solar activity minimum.* Czechoslovak Academy of Sciences, Astronomical Institute, Publication 51, 58-61 (1965).
15. V. DINULESCU, *Viteza de rotație a petelor solare la latitudini înalte.* St. cerc. astr. și seism., 2, 287-291, (1962).
16. A. PAREPEANU, *Evoluția grupului de pete solare din septembrie 1963 și unele aspecte ale activității sale.* St. cerc. astr., X, 2, 171-177, (1965).

17. C. POPOVICI, *Despre temperatura Soarelui*. Rev. Univ. „C. I. Parhon”, 2, 49–56 (1953).
18. A. PAREPEANU, *Catalogul erupțiilor solare cromosferice observate la București în timpul A.G.I. și C.G.I. (19 iulie 1958–31 decembrie 1959)*. St. cerc. astr., VIII, 2, 217–237 (1963).
19. A. PAREPEANU, *Observații de erupții cromosferice în afara grupurilor de pete solare*. St. cerc. astr., XI, 1, 159–166 (1966).
20. E. ȚIFREA, *Erupția cromosferică de la 1 iunie 1960*. St. cerc. astr., VIII, 2, 239–241 (1963).
21. E. ȚIFREA și colab., *Fotometria unor erupții cromosferice*. St. cerc. astr., VIII, 2, 197–205 (1963).
22. E. ȚIFREA, *On some statistical particulars of flare occurrence in active regions*. Czechoslovak Academy of Sciences, Astronomical Institute, Publication 51, 92–94 (1964).
23. E. ȚIFREA, *Asupra frecvenței de apariție a erupțiilor în centrele active*. St. cerc. astr., X, 2, 155–163 (1965).
24. E. ȚIFREA, *Vitezele ascendente ale unor protuberanțe eruptive observate cu ajutorul filtrului monocromatic Lyot-Öhman*. St. cerc. astr. seism., 2, 241–245 (1960).
25. E. ȚIFREA, *Studiul spectrofotometric al protuberanței de la 23 sept. 1961*. St. cerc. astr., 2, 207–216 (1963).
26. E. ȚIFREA, *Determination de quelques paramètres physiques dans les protuberances solaires. Observations solaires*. Ed. Acad. R.P.R., 1964.
27. C. POPOVICI, *Eclipsa totală de soare de la 15 februarie 1961*. St. cerc. astr. seism., V, 2, 221–227 (1960).
28. C. POPOVICI și E. ȚIFREA, *Fotometria și forma coroanei solare la eclipsa din 15 februarie 1961*. St. cerc. astr. seism., VII, 1, 101–110 (1962).
29. И. С. ЩЕРБИНА-САМОЙЛОВА, *Солнце. Астрономия*. АН СССР. Итоги науки и техники. 5–63, Москва, 1965.
30. C. POPOVICI, *Limita temperaturii centrale și medii în Soare*. St. cerc. astr. seism., VII, 2, 281–285 (1962).
31. C. POPOVICI, *On the problem of energy transfer in the Sun*. Czechoslovak Academy of Sciences, Astronomical Institute, Publication 51, 9–10 (1965).
32. C. POPOVICI, *Determinarea mișcării de translație în spațiu a Soarelui din mișcările proprii ale stelelor*. Bul. științ. Acad. R.P.R., I, 5, 1–15 (1959).

# PROGRAMAREA LA CALCULATOARELE ELECTRONICE A UNOR FORMULE DE ASTRONOMIE

DE

NICOLAE I. DINULESCU și VICTOR IONESCU VLĂȘEANU

Pentru programarea unei probleme la mașinile electronice de calcul este necesară modificarea unor formule care sînt utilizate în rezolvarea acestei probleme. În afară de aceasta este nevoie ca uneori să se alcătuiască „Scheme logice de calcul” (S.L.C.); ele constau în ordonarea calculului în așa fel ca să se urmeze calea cea mai scurtă de soluționare a problemei; programarea propriu-zisă se face conform S.L.C.

În această lucrare sînt prezentate adaptări și S.L.C. pentru unele formule privitoare la reducerea clișeelor fotografice, calculul refracției astronomice și al orbitelor. Menționăm că S.L.C. nu vor fi prezentate în detaliu, ci se va indica numai principiul alcătuirii lor sau se vor da unele părți ce prezintă interes mai mare.

Adaptările care se fac în vederea reducerii clișeelor fotografice cu ajutorul mașinilor electronice de calcul (metoda constantelor și a dependențelor), depind de modul în care sînt reprezentate numerele în memoria mașinii electronice — reprezentare subunitară —, de posibilitatea folosirii formulelor riguroase etc.

După cum se știe, pentru aflarea coordonatelor ecuatoriale ale unui astru trebuie să cunoaștem în prealabil coordonatele sale standard  $X$ ,  $Y$ . Aceste coordonate sînt date de formulele (4') dacă s-au aflat într-un mod oarecare constantele  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  ale clișeului sau dependențele  $D_i$ .

Determinarea constantelor și a dependențelor se face cu ajutorul stelelor de reper pentru care se scriu relațiile :

$$\begin{aligned} (1) \quad X &= x^{(k)} a_k + y^{(k)} b_k + c_k, \\ (2) \quad Y &= x^{(k)} a_{1k} + y^{(k)} b_{1k} + c_{1k}, \end{aligned}$$

unde

$$X = \begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{vmatrix} \qquad Y = \begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{vmatrix}$$

sînt vectorii termeni liberi care au drept componente coordonatele standard ale stelelor de reper, date de formulele riguroase (5), iar

$$x^{(k)} = \begin{bmatrix} x_1^{(k)} \\ x_2^{(k)} \\ \vdots \\ x_n^{(k)} \end{bmatrix} \quad y^{(k)} = \begin{bmatrix} y_1^{(k)} \\ y_2^{(k)} \\ \vdots \\ y_n^{(k)} \end{bmatrix}$$

sînt vectorii coeficienți. Componentele acestor vectori sînt coordonatele măsurate ale imaginilor stelelor de reper corespunzătoare expunerii ( $k$ ); ele sînt raportate la centrul  $x_0, y_0$  al clișeului. Mărimile  $a_k, b_k, c_k, a_{1k}, b_{1k}, c_{1k}$  — constantele — sînt necunoscutele relative la expunerea ( $k$ ), ale sistemelor (1) și (2).

Observăm că pentru aceeași expunere ( $k$ ), matricele sistemelor (1) și (2) sînt identice. Pentru altă expunere, ( $k + 1$ ) de exemplu, sistemele corespunzătoare diferă de primele numai prin matricea lor, termenii liberi fiind comuni pentru orice expunere.

Aplicînd metoda celor mai mici pătrate relațiilor (1) și (2) scrise pentru ( $k$ ), obținem două sisteme normale (4) cu aceeași matrice, însă cu vectori termeni liberi diferiți. În cazul expunerii ( $k + 1$ ) căpătăm de asemenea două sisteme normale, dar care diferă de precedentele atît prin matricea lor cît și prin termenii liberi. Acest fapt nu complică alcătuirea programului deoarece nu avem decît să translatăm sistemele ( $k + 1$ ) în „locul” sistemelor ( $k$ ), calculele făcîndu-se mai departe după program comun. Deoarece pentru calculul dependențelor va trebui să atașăm sistemelor normale vectorul termen liber

$$\begin{bmatrix} x_k^p \\ y_k^p \\ 1 \end{bmatrix},$$

unde  $x_k^p, y_k^p$  sînt coordonatele astrului relative la centrul plăcii, adaptările pe care le vom efectua vor fi astfel făcute încît matricea celor trei sisteme să fie aceeași.

Sistemul ecuațiilor normale are următoarea formă :

$$(4) \quad \begin{aligned} [x^2] A + [xy] B + [x] C &= [xX], [xY], x^p \\ [xy] A + [y^2] B + [y] C &= [yX], [yY], y^p \\ [x] A + [y] B + nC &= [X], [Y], 1 \end{aligned}$$

$n$  fiind numărul stelelor de reper.

Pentru simplificarea scrierii am omis indicele ( $k$ ). Se înțelege că numărul de grupe de sisteme (4) este egal cu  $k$ . În același scop am notat soluțiile corespunzătoare cu  $A, B, C$ .

Ultimul vector termen liber corespunde soluției ( $P, Q, R$ ) cu ajutorul căreia calculăm dependențele.

Coordonatele standard ale planetei se obțin din relațiile :

$$(4') \quad \begin{aligned} X_k^p &= x_k^p a_k + y_k^p b_k + c_k = D_i^{(k)} X_i \\ Y_k^p &= x_k^p a_{1k} + y_k^p b_{1k} + c_{1k} = D_i^{(k)} Y_i \end{aligned}$$

iar cele ecuatoriale din formulele riguroase (5), inversate :

$$(5) \quad \begin{aligned} X_i &= \frac{\cos d_i \operatorname{tg}(\alpha_i - A_0)}{\cos(d_i - D_0)} \\ Y_i &= \operatorname{tg}(d_i - D_0) \\ \operatorname{tg} d_i &= \frac{\operatorname{tg} \delta_i}{\cos(\alpha_i - A_0)}. \end{aligned}$$

În cazul reducerii clișeelor cu ajutorul mașinilor electrice de calcul obișnuite, se folosesc formule aproximative ce rezultă din dezvoltări în serie ale formulelor (5). Totodată necunoscutele din ecuațiile de condiție se scriu sub forma

$$(6) \quad \begin{aligned} a_k &= \bar{a}_k + 1 & a_{1k} &= \bar{a}_{1k} \\ b_k &= \bar{b}_k & b_{1k} &= \bar{b}_{1k} + 1 \\ c_k &= \bar{c}_k & c_{1k} &= \bar{c}_{1k} \end{aligned}$$

în scopul reducerii ordinului de mărime al datelor care sînt exprimate în unități de arc. Ca urmare a transformărilor (6), ecuațiile de condiție iau forma :

$$(1') \quad X - x^{(k)} = x^{(k)} \bar{a}_k + y^{(k)} \bar{b}_k + \bar{c}_k,$$

$$(2') \quad Y - y^{(k)} = x^{(k)} \bar{a}_{1k} + y^{(k)} \bar{b}_{1k} + \bar{c}_{1k}.$$

Calculule la mașinile electronice le facem însă cu formulele riguroase (5) și cu relațiile (1) și (2). Datele din sistemele (1), (2) — exprimate în radiani — fiind subunitare, nu mai este cazul să folosim relațiile (6). Se elimină în acest fel o serie de calcule care scurtează programul problemei.

Practic, reducerea clișeelor fotografice, folosind mai mult de 3 stele de reper, se face în modul următor :

Toate datele sînt exprimate în radiani.

Ordinea calcululelor este dată de S.L.C., care în linii mari cuprinde următoarele etape :

- 1) Calculul coordonatelor standard ale stelelor conform formulelor (5).
- 2) Stabilirea ecuațiilor de condiție (1), (2) și a sistemelor normale.
- 3) Rezolvarea sistemelor normale.
- 4) Determinarea coordonatelor ecuatoriale.

Cercetînd operațiile pe care le cuprinde punctul 2 al S.L.C., putem stabili măsurile care trebuie luate pentru soluționarea problemei în totalitatea ei. În primul rînd avem în vedere faptul că datele problemei trebuie să fie subunitare. Coordonatele rectangulare măsurate  $x_i^m$ ,  $y_i^m$  care sînt de ordinul sutelor (în milimetri) vor fi înmulțite cu factorul  $10^{-3}$ ; deoarece coeficienții sistemelor de condiție sînt raportați la centrul clișeului, în calculator se fac operațiile :

$$(10^{-3} x_i^m - 10^{-3} x_0), (10^{-3} y_i^m - 10^{-3} y_0)$$

pentru fiecare ( $k$ ).

Transformarea în radiani este dată de factorul  $K'$ . Multiplicarea însă se va face cu

$$K = 10^{+3} M \cdot \gamma = 10^3 K' < 1$$

pentru a simplifica valoarea  $10^{-3}$ .  $M$  transformă milimetri în minute de arc, iar  $\gamma$ , minutele de arc în radiani.

Avem :

$$(6') \quad \begin{aligned} (10^{-3} x_i - 10^{-3} x_0) K &= x_i^{(k)}, & (10^{-3} y_i^m - 10^{-3} y_0) K &= y_i^{(k)}, \\ (10^{-3} x_p^m - 10^{-3} x_0) K &= x_k^p, & (10^{-3} y_p^m - 10^{-3} y_0) K &= y_k^p. \end{aligned}$$

Pentru clișeele de dimensiuni 24 cm/24 cm valorile acestor expresii nu depășesc 0,02. Evitarea pierderii cifrelor semnificative prin efectuarea de produse, se realizează dacă înmulțim cu 10 mărimile (6'). Prin urmare maximul valorilor  $10x_i^{(k)}$ ,  $10y_i^{(k)}$ ,  $10x_k^p$ ,  $10y_k^p$  este 0,2. Deoarece coordonatele standard ale stelelor de reper sînt de același ordin de mărime cu  $x_i^{(k)}$ ,  $y_i^{(k)}$ , le înmulțim și pe ele cu factorul 10.

În consecință forma sistemului ecuațiilor de condiție pentru expunerea ( $k$ ) este :

$$(1'') \quad 10 X = 10 x^{(k)} a_k + 10 y^{(k)} b_k + c_k,$$

$$(2'') \quad 10 X = 10 x^{(k)} a_{1k} + 10 y^{(k)} b_{1k} + c_{1k}.$$

Sistemul ecuațiilor normale ce rezultă se scrie astfel :

$$\begin{aligned} [10^2 x^2]A_1 + [10^2 xy]B_1 + [10x]C_1 &= [10^2 xX], & [10^2 xX], \\ [10^2 xy]A_1 + [10^2 y^2]B_1 + [10y]C_1 &= [10^2 yX], & [10^2 yY], \\ [10x]A_1 + [10y]B_1 + n C_1 &= [10X], & [10Y]. \end{aligned}$$

Dacă ne alegem un  $l$  convenabil și înmulțim coloana lui  $C_1$  cu  $10^{-l}$ ,  $n$  devine subunitar ; pentru 6 stele de reper,  $l = 1$ . Forma definitivă a ecuațiilor normale în acest caz este :

$$(4'') \quad \begin{aligned} [10^2 x^2]A' + [10^2 xy]B' + [x]C' &= [10^2 xX], & [10^2 xY], & x^p \\ [10^2 xy]A' + [10^2 y^2]B' + [y]C' &= [10^2 yX], & [10^2 yY], & y^p \\ [10x]A' + [10y]B' + 0,6 C' &= [10X], & [10Y], & 0,1. \end{aligned}$$

Soluțiile acestor sisteme corespunzătoare celor 3 vectori termeni liberi sînt legate de soluțiile sistemului (4) — pe care îl presupunem de asemenea exprimat în radiani — prin relațiile :

$$(7) \quad \begin{aligned} a' &= a^* & a'_1 &= a^*_{11} & P' &= 10^{-2} P^* \\ b' &= b^* & b'_1 &= b^*_{11} & Q' &= 10^{-2} Q^* \\ c' &= 10^{+2} c^* & c'_1 &= 10^{+2} c^*_{11} & R' &= R^*. \end{aligned}$$

Pentru a explica egalitățile (7), amintim că dacă înmulțim coloana coeficienților necunoscutei  $z_i$  a unui sistem cu factorul  $F$  și pe aceea a termenilor liberi cu  $F_1$ , se obține un sistem echivalent ale cărui soluții  $z'_i$  sînt legate de soluțiile  $z_j$  prin relații de forma :

$$\begin{aligned} z'_i &= \frac{F_1}{F} z_i \\ z'_j &= F_1 z_j. \end{aligned}$$

Deosebirea ce se observă între primele relații (7) și ultima provine din faptul că factorii  $F$  nu sînt identici în cazul celor 3 perechi de vectori termeni liberi.

S-a ales forma (4'') a sistemului normal din următoarele considerente :

a) celor 3 vectori termeni liberi le corespunde aceeași matrice a sistemului, ceea ce simplifică programarea și volumul de calcul;

b) alegerea în prima etapă a valorilor necesare formării sistemului triunghiular se face numai dintre anumiți coeficienți, ceilalți fiind în valoare absolută inferioară acestora (pentru găsirea soluțiilor vom construi sistemul triunghiular).

Alcătuirea sistemului triunghiular cît și evitarea depășirii unității se face cu ajutorul transformărilor :

$$a'_{ij} = \frac{1}{2} \frac{a_{ij}}{M} - \frac{1}{2} \frac{a_{in} a_{nj}}{a_{nn} M},$$

$$b'_{ir} = \frac{1}{2} \frac{b_{ir}}{M} - \frac{1}{2} \frac{a_{in} b_{nr}}{a_{nn} M},$$

unde notațiile sînt cele obișnuite în scrierea sub formă generală a unui sistem cu  $r$  vectori termeni liberi. În aceste transformări  $M$  este maximul valorilor  $a_{ij}$ ,  $b_{ir}$ , iar  $a_{nn}$  maximul valorilor coeficienților ultimei coloane.

Rezolvarea sistemului triunghiular necesită determinarea ordinului de mărime al soluțiilor, deoarece în procesul calculor poate să apară posibilitatea depășirii unității la efectuarea citurilor împărțirilor. Această dificultate se poate înlătura deoarece se cunoaște ordinul de mărime al soluțiilor  $\bar{a}$ ,  $\bar{b}$ ,  $\bar{c}$ ,  $\bar{a}_1$ ,  $\bar{b}_1$ ,  $\bar{c}_1$ ,  $\bar{P}$ ,  $\bar{Q}$ ,  $\bar{R}$ , corespunzătoare sistemelor (1') și (2').

Pe de altă parte, avem în vedere că datele numerice din aceste sisteme sînt exprimate în unități de arc. Pentru calculul la mașinile electronice însă folosim ca unitate radianul și formele (1''), (2'') ale ecuațiilor de condiție. Să observăm că legătura dintre soluțiile  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ , corespunzătoare sistemelor (1), (2) exprimate în unități de arc și soluțiile (notate stelat) corespunzătoare aceluiași sisteme date în unități de radiani, este de forma :

$$(8) \quad \begin{array}{lll} a = a^* & a_1 = a_1^* & P = rP^* \\ b = b^* & b_1 = b_1^* & Q = rQ^* \\ c = r^{-1}c^* & c_1 = r^{-1}c_1^* & R = R^* \end{array}$$

( $r$  este factorul de transformare în radiani)

Înlocuind relațiile (8) în (7) obținem :

$$9) \quad \begin{array}{lll} a' = a & a'_1 = a_1 & P' = 10^{-2} r^{-1} P, \\ b' = b & b'_1 = b_1 & Q' = 10^{-2} r^{-1} Q, \\ c' = 10^2 rc & c'_1 = 10^2 rc_1 & R' = R. \end{array}$$

Din calculele efectuate la mașinile electrice se știe că mărimile  $\bar{a}$ ,  $\bar{b}$ ,  $\bar{a}_1$ ,  $\bar{b}_1$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  sînt subunitare,  $\bar{c}$ ,  $\bar{c}_1$  putînd fi și supraunitare dar mai mici decît 10.

Ținând seamă de (6) deducem ordinul de mărime al soluțiilor sistemului triunghiular : soluțiile

$$a' = \bar{a} + 1$$

$$b'_1 = \bar{b}_1 + 1$$

pot lua și valori supraunitare, pe cînd celelalte rămîn totdeauna subunitare. Pentru  $b'$ ,  $a'_1$ ,  $R'$  acest lucru este evident. Dacă înlocuim  $c$  și  $c_1$  cu marginea superioară a valorilor lor, adică cu 10, rezultă că  $c'$ ,  $c'_1$  au valori mai mici decît 0,29... Rapoartele  $\frac{P}{10^{2r}}$ ,  $\frac{Q}{10^{2r}}$  rămîn și ele mai mici decît unitatea.

Deoarece  $a'$ ,  $b'_1$  sînt în valoare absolută mai mici decît 2, soluțiile calculate de mașina electronică (pe care le vom nota dublu stelat) sînt de forma :

$$(10) \quad \begin{array}{lll} a^{**} = 10^{-1}a' & a_1^{**} = a'_1 & P^{**} = P' \\ b^{**} = 10^{-1}b' & b_1^{**} = 10^{-1}b'_1 & Q^{**} = Q' \\ c^{**} = 10^{-1}c' & c_1^{**} = 10^{-1}c'_1 & R^{**} = R' \end{array}$$

adică subunitare.

Din egalitățile (8), (9), (10) se găsește ușor soluțiile corespunzătoare sistemelor (1) și (2) cu unitatea de măsură radianul :

$$(11) \quad \begin{array}{lll} a^* = 10 a^{**} & a_1^* = 10 a_1^{**} & P^* = 10^2 P^{**} \\ b^* = 10 b^{**} & b_1^* = 10 b_1^{**} & Q^* = 10^2 Q^{**} \\ c^* = 10^{-1}c^{**} & c_1^* = 10^{-1}c_1^{**} & R^* = R^{**}. \end{array}$$

Pentru ușurarea scrierii, vom neglija mai departe semnul „stelat” din primii membri ai egalităților (11).

În continuare vom da relațiile pentru calculul dependențelor  $D_i$  și a coordonatelor standard  $X_k^p$ ,  $Y_k^p$  ale planetei. Cantitățile  $D_i$  se calculează cu ajutorul ecuațiilor de condiție și cu datele finale  $P^{**}$ ,  $Q^{**}$ ,  $R^{**}$ .

Pentru forma inițială a ecuațiilor de condiție avem

$$D = xP + yQ + R.$$

Ținând seamă de (11) obținem :

$$D = x 10^2 P^{**} + y 10^2 Q^{**} + R^{**}.$$

Dacă avem în vedere formulele (1'') și (2'') în care „apar” ecuațiile de condiție în memoria mașinii, să înmulțim relația precedentă cu  $10^{-1}$ .

$$D^{**} = 10^{-1}D = 10 xP^{**} + 10 yQ^{**} + 10^{-1}R^{**}.$$

Așadar mașina calculează  $D_i^{**} = 10^{-1}D_i$ .

Coordonatele standard ale planetei sînt date de formulele

$$X^p = ax^p + by^p + c = D_i X_i.$$

Ținând seamă de (11), relația precedentă devine :

$$X^p = 10 a^{**} x^p + 10 b^{**} y^p + 10^{-1} c^{**} = 10 D_i^{**} X_i.$$

Deoarece în memoria mașinii argumentul în formulele 5 inversate trebuie să apară înmulțit cu factorul  $10^{-2}$ , să amplificăm relația precedentă cu acest factor :

$$X_{i,}^{p,} = 10^{-2} X^p = 10^{-1} (a^{**} x^p + b^{**} y^p + 10^{-2} c^{**}) = 10^{-1} D_i^{**} X_i.$$

Relații asemănătoare se obțin și pentru  $Y$ .

Urmează apoi calculul coordonatelor ecuatoriale cu ajutorul formulelor (5) inversate. Acest calcul ca și cel al coordonatelor standard  $X_i$ ,  $Y_i$  nu prezintă nimic deosebit, efectuîndu-se după programe stabilite deja pentru funcțiile trigonometrice.

Dăm mai jos schema logică de calcul a problemei reducerii clișeelor fotografice. Înainte de aceasta amintim că programul principal (PP) cuprinde calcule care în general nu se repetă, iar subrutinele (SR) reprezintă programele calculului care se repetă de mai multe ori.

Explicarea schemei și a notațiilor este următoarea (fig. 1) :  $\alpha$ ,  $\alpha'$ ,  $\beta$  sînt subrutinele în care se calculează respectiv  $\cos$ ,  $\sin$  și  $\arctg$  ; în subrutina  $\gamma$  se determină  $X_i$ ,  $Y_i$ , iar în  $S$  și  $S'$  se determină coordonatele măsurate față de centrul plăcii ; în  $M$  se stabilesc ecuațiile de condiție, se formează și se rezolvă ecuațiile normale ; subrutina  $L$  cuprinde calculul coordonatelor standard ale planetei și al reziduurilor, iar subrutina  $\varepsilon$  cuprinde calculul coordonatelor ecuatoriale ale planetei.

Programul principal se referă la celelalte calcule ale problemei. Săgețile reprezintă transferarea operațiilor, cînd este cazul, din P.P. în subrutine și invers, sau dintr-o subrutină în alta.

Se știe că numărul stelelor de reper variază de la caz la caz : menționăm că dacă folosim deciziile de transfer condiționat se poate alcătui un singur program pentru toate cazurile, considerînd niște stele fictive de coordonate ecuatoriale și rectangulare egale cu 0.

Pînă în prezent am discutat problema reducerii clișeelor de planete care se folosesc în cadrul temei „Stabilirea unui nou sistem de referință”. Pentru aceste planete se consideră mai mult de 3 stele de reper și se aplică atît metoda constantelor cît și a dependențelor. Determinarea coordonatelor ecuatoriale ale celorlalte planete se face numai cu metoda dependențelor, utilizînd 3 stele de reper.

În primul caz se folosesc cataloagele Yale în care coordonatele ecuatoriale ale stelelor sînt date pentru echinoxul 1950.0. În al doilea caz sînt întrebuițate diferite cataloage al căror echinox este 1900.0. Întrucît coordonatele ecuatoriale ale planetelor sînt raportate de obicei la 1950.0, este necesar să aducem corecții de precesie. Aceste corecții sînt date de formulele :

$$\alpha_2 = \alpha_1 + m^s (t_2 - t_1) + n^s (t_2 - t_1) \sin \alpha_m \operatorname{tg} \delta_m,$$

$$\delta_2 = \delta_1 + n'' (t_2 - t_1) \cos \alpha_m$$

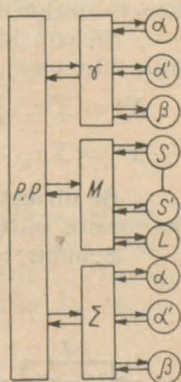


Fig. 1

unde indicele 1 se referă la echinoxul 1900.0, iar 2 la 1950.0;  $\alpha_m, \delta_m$  sînt coordonatele la momentul  $\frac{t_1 + t_2}{2}$ .

Pe de altă parte, coordonatele standard ale planetei sînt exprimate în formule care diferă de la catalog la catalog. Pentru a nu alcătui programe separat pentru fiecare catalog, am grupat cataloagele ale căror formule au părți comune sau se aseamănă între ele, formînd un program comun pentru fiecare grup. Folosind deciziile de transfer condiționat, se pot efectua și părțile de calcul care diferă de la un catalog la altul.

De exemplu, dacă codul mașinii cuprinde 3 decizii de transfer condiționat — la plus, la zero și la minus — putem grupa 3 cataloage cărora le facem să corespundă respectiv un număr pozitiv, zero și unul negativ (aceste numere se depun în aceeași adresă  $\Delta$ ).

Să considerăm de pildă Cataloagele Paris împreună cu Alger I (formule identice), Alger II și Toulouse :

$$\begin{aligned} X^p &= X \tau_x + Y i_x & X^p &= X \tau_x + Y i_x + \xi & X^p &= X \tau_x + Y i_x \tau_x, \\ Y^p &= Y \tau_y - X i_y & Y^p &= Y \tau_y - X i_y + \eta & Y^p &= Y \tau_y - X i_y \tau_y. \end{aligned}$$

Se observă ușor că formulele scrise au părți comune de calcul; pentru aceste părți programul este de asemenea comun.

Schema logică pentru cele 3 sisteme de formule este dată în figura 2.

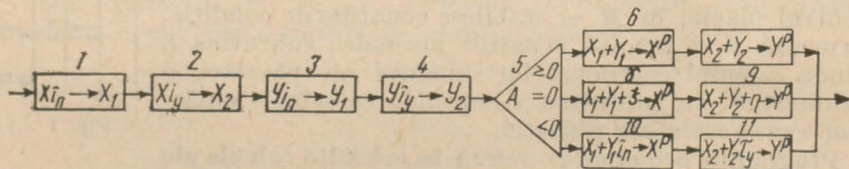


Fig. 2

Primele patru blocuri cuprind calculele comune, blocul cinci, de alternativă, se referă la cele 3 decizii prin care se stabilește una din cele 3 căi pe care trebuie să continue calculul. În blocurile 6, 7, 8, 9, 10, 11 se determină coordonatele standard ale planetei. Mai departe formulele sînt identice pentru toate cataloagele.

În lucrarea [1] se determină refracția astronomică folosind modelele atmosferice stabilite pe baza datelor obținute cu ajutorul rachetelor și sateliților artificiali. În acest scop se utilizează formula refracției dezvoltată în serie, din care se consideră primii 5 termeni. Fie  $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4$  factorii care intră în componența acestor termeni :

$$A_0 = n_0 - 1 - \rho_0 n_0 \int_1^R \delta \frac{dR}{R^2} + \rho_0^2 n_0 \int_1^R \delta^2 \frac{dR}{R^2} - \rho_0^3 n_0 \int_1^R \delta^3 \frac{dR}{R^2} + \delta_0^4 n_0 \int_1^R \delta^4 \frac{dR}{R^2}$$

$$A_1 = \frac{A_0}{2} - \frac{1}{6} (n_0^3 - 1) + \frac{3}{2} \rho_0 n_0^3 \int_1^R \delta \frac{dR}{R^4} - 3 \rho_0^2 n_0^3 \int_1^R \delta^2 \frac{dR}{R^4} +$$

$$+ 5 \rho_0^3 n_0^3 \int_1^R \delta^3 \frac{dR}{R^4} - \frac{15}{2} \rho_0^4 n_0^3 \int_1^R \delta^4 \frac{dR}{R^4}$$

$$A_2 = -\frac{A_0}{4} + A_1 + \frac{1}{20}(n^5 - 1) - \frac{5}{4} \rho_0 n_0^5 \int_1^R \delta \frac{dR}{R^6} + \frac{15}{4} \rho_0^2 n_0^2 \int_1^R \delta^2 \frac{dR}{R^6} - \\ - \frac{35}{4} \rho_0^3 n_0^5 \int_1^R \delta^3 \frac{dR}{R^6} + \frac{35}{2} \rho_0^4 n_0^5 \int_1^R \delta^4 \frac{dR}{R^6}$$

$$A_3 = \frac{A_0}{8} - \frac{3}{4} A_1 + \frac{3}{2} A_2 - \frac{1}{56}(n^7 - 1) + \frac{7}{8} \rho_0 n_0^7 \int_1^R \delta \frac{dR}{R^8} - \\ - \frac{7}{2} \rho_0^2 n_0^7 \int_1^R \delta_0^2 \frac{dR}{R^8} + \frac{21}{2} \rho_0^3 n_0^7 \int_1^R \delta^3 \frac{dR}{R^8} - \frac{105}{4} \rho_0^4 n_0^7 \int_1^R \delta^4 \frac{dR}{R^8}$$

$$A_4 = -\frac{A_0}{16} + \frac{A_1}{2} - \frac{3}{2} A_2 + 2 A_3 + \frac{1}{144}(n_0^9 - 1) - \frac{9}{16} \rho_0 n_0^9 \int_1^R \delta \frac{dR}{R^{10}} + \\ + \frac{45}{16} \rho_0^2 n_0^9 \int_1^R \delta^2 \frac{dR}{R^{10}} - \frac{165}{16} \rho_0^3 n_0^9 \int_1^R \delta^3 \frac{dR}{R^{10}} + \frac{495}{16} \rho_0^4 n_0^9 \int_1^R \delta^4 \frac{dR}{R^{10}}$$

$$\text{unde } R = \frac{r}{r_0}.$$

Pentru a efectua integralele care apar în aceste relații, se împarte atmosfera în  $n$  straturi foarte subțiri. În limitele acestor straturi densitatea poate fi considerată constantă. În acest caz  $\delta$  și puterile lui ies de sub integrala extinsă la limitele stratului respectiv. Expresiile  $A_0, A_1, \dots$  pentru întreaga atmosferă, devin :

$$A_j = A'_j + \sum_{i=0}^{n-1} A_{ji} \int_{R_i}^{R_{i+1}} \frac{dR}{R^{2(j+1)}}, \quad j = 0, 1, 2, 3, 4.$$

Aici  $R_i = \frac{r_i}{r_0}$ , iar celelalte notații au semnificații evidente :  $A'_j$  reprezintă suma termenilor constanți, pe cînd  $A_{ji}$  ( $A_{0i}, A_{1i}, A_{2i}, A_{3i}, A_{4i}$ ) sînt polinoamele în  $\delta$  din fața integralelor. Valorile acestor polinoame variază de la strat la strat.

Efectuînd integrările de mai sus, obținem relațiile pe care le vom programa.

Avem :

$$A_0 = A'_0 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{0i} \left( \frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_{i+1}} \right) = A'_0 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{0i} D_{0i}$$

$$A_1 = A'_1 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{1i} \left( \frac{1}{R_i^3} - \frac{1}{R_{i+1}^3} \right) = A'_1 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{1i} D_{1i}$$

$$A_2 = A'_2 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{2i} \left( \frac{1}{R_i^5} - \frac{1}{R_{i+1}^5} \right) = A'_2 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{2i} D_{2i}$$

$$A_3 = A'_3 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{3i} \left( \frac{1}{R_i^7} - \frac{1}{R_{i+1}^7} \right) = A'_3 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{3i} D_{3i}$$

$$A_4 = A'_4 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{4i} \left( \frac{1}{R_i^9} - \frac{1}{R_{i+1}^9} \right) = A'_4 + \sum_{i=0}^{n-1} A_{4i} D_{4i}$$

Pentru simplificare s-a considerat că constantele care apar în urma integrărilor, intră în expresiile polinoamelor  $A_{0i}$ ,  $A_{1i}$ ...

Cele cinci relații precedente se pot scrie într-una singură :

$$A_j = A'_j + \sum_{i=0}^{n-1} A_{ji} D_{ji}.$$

Ne vom mulțumi să arătăm S.L.C. pentru determinarea valorii sumei. Mai întâi însă să observăm că limitele de integrare (afară de cele extreme) apar de două ori ; o dată ca inferioare, iar altă dată ca superioare. De asemenea, se vede că se repetă identic calculele pentru fiecare strat. De aceea ele pot fi cuprinse într-o singură subrutină.

Să mai arătăm că pentru  $i = 0$  avem  $R_0 = 1$  ; limita superioară a acestui strat ( $R_1$ ), ca și rapoartele  $\frac{1}{R_1}$ ,  $\frac{1}{R_1^3}$  ..., se calculează în programul principal. Aceste rapoarte sînt depuse în adresele  $X_k$  ( $k = 1, 2, 3, 4, 5$ ). Păstrarea lor este necesară, deoarece pentru  $i = 1$  ele corespund limitei inferioare. Tot în programul principal se calculează și produsele  $A_{ji} D_{ji}$  pentru  $i = 0$  și sînt depuse în adresele  $A_j$ . Mai departe (pentru  $i = 1, 2, \dots, n - 1$ ) operațiile se fac în subrutină așa cum arată schema din figura 3.

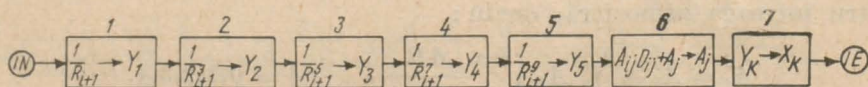


Fig. 3

Pentru  $i = 1$  se calculează numai rapoartele corespunzătoare limitei superioare, celelalte fiind depuse deja în adresele  $X_k$ . Se determină apoi produsele  $A_{ji} D_{ji}$  pentru  $i = 1$  și se adună cu similarele lor corespunzătoare lui  $i = 0$ . Deoarece limita superioară pentru  $i = 1$  devine inferioară pentru  $i = 2$ , în ultimul bloc de atribuire se depune conținutul adreselor  $Y_k$  în adresele  $X_k$  ș.a.m.d.

În ceea ce privește determinarea de orbite, ne-am fixat atenția asupra metodei lui Laplace. Cele două moduri de aplicare a acestei metode utilizate de A. Danjon în lucrarea [2] — metoda „pozițiilor fictive” și metoda variației coordonatelor ecuatoriale și a derivatelor lor prime și secunde la momentul  $t_0$  — dau posibilitatea folosirii metodei lui Laplace atît pentru determinarea orbitei provizorii cît și a celei ameliorate.

Datorită acestui fapt cît și a formulării unice a metodei lui Laplace (spre deosebire de metoda lui Gauss), în procesul aproximărilor succesive se repetă același timp de calcul. Particularitățile menționate simplifică considerabil alcătuirea programului de calcul ; aceleași subrutine sînt folosite pentru aflarea orbitei provizorii și ameliorate.

În această lucrare ne vom opri numai asupra rezolvării sistemului în  $r^3$  și  $r^2$ . Acest sistem are forma :

$$r^3 = \frac{K}{\frac{K}{R} + \frac{D_1}{D_2}}$$

$$r^2 = \Delta^2 - 2\Delta(\lambda X + \mu Y + \nu Z) + R^2,$$

unde  $D_1, D_2$  sînt doi determinanți deduși din sistemul lui Laplace,  $\Delta$  distanța geocentrică a astrului iar  $\lambda, \mu$  și  $\nu$ , cosinii directori ai direcției  $\Delta$ .

Știind că  $K = 0,00029 \dots$ ,  $R < 2$  și presupunînd că  $\Delta$  și  $r$  sînt mai mici decît 10, obținem valori subunitare pentru cele două ecuații dacă le dăm forma :

$$r^3_* = \frac{10^{-4} K}{\frac{10^{-2} K}{10^{-1} R^3} + \frac{D_1}{D_2} 10^{-1} \Delta} = 10^{-3} r^3$$

$$r^2_* = 10^{-2} \Delta^2 - \frac{\lambda 10^{-1} X + \mu 10^{-1} Y + \nu 10^{-1} Z}{0,5} 10^{-1} \Delta + 10^{-2} R^2 = 10^{-2} r^2.$$

Amintim că soluțiile sistemului nostru corespund punctelor de intersecție ale curbelor pe care le reprezintă cele două relații.

Rezolvarea sistemului în forma lui inițială se face prin tatonări plecînd de la o valoare oarecare a lui  $\Delta$ , de obicei 1. Deoarece pentru calculul la mașinile electronice  $\Delta$  este înlocuit cu  $\Delta_* = 10^{-1} \Delta$ , operațiile trebuie începute cu valoarea  $\Delta_* = 0,1$ .

Fie  $r'_*$  și  $r''_*$  valorile lui  $r_*$  pentru  $\Delta_* = 0,1$ , rezultate respectiv din cele 2 ecuații. Soluția sistemului este găsită dacă  $|r'_* - r''_*| < \varepsilon$  ( $\varepsilon$  este eroarea determinării). Dacă inegalitatea precedentă nu este satisfăcută, se construiește pentru  $\Delta_*$  un șir de valori care se formează ca termenii unei progresii aritmetice de rație pozitivă  $p$ .

Să considerăm două valori consecutive ale lui  $\Delta_*$  ( $0,1$  și  $0,1 + p$ ) în sensul formării șirului și diferențele corespunzătoare  $|r'_* - r''_*|$ . Dacă prima diferență este mai mare decît a doua, înseamnă că șirul tinde către soluție; dacă această condiție nu este satisfăcută, soluția trebuie căutată formînd șirul cu rația  $-p$ . Intervalul de existență al soluției este stabilit atunci cînd  $(r'_* - r''_*)$  schimbă de semn.

Rezolvarea sistemului se face în două subrutine  $S$  și  $S'$ : în prima se calculează diferențele  $(r'_* - r''_*)$  iar în a doua se stabilește intervalul de existență al soluției. Tot aici se determină și soluția.

Vom da schema logică (fig. 4) numai pentru a doua subrutină. Fie  $\Delta_1$  adresa unde este depusă valoarea 0,1,  $\Delta_*$  adresa argumentului,  $\Delta_2, \Delta_m, X_1$  etc. adrese de lucru.

Explicația acestei scheme este următoarea :

În blocul ( $I$ ) se depune valoarea inițială 0,1. Se dă apoi transferul în subrutină  $S$ , unde se calculează  $(r'_* - r''_*)_1$ . Modulul acestei diferențe

se stabilește în blocurile (4, 5, 6). Mai departe se cercetează expresia  $|r'_* - r''_*|_1 - \varepsilon$ : dacă ea este negativă, înseamnă că soluția a fost găsită și se iese din subrutină; în caz contrar calculul trebuie continuat pentru o nouă valoare a lui  $\Delta_*$ . Această valoare se stabilește în blocul (10) cu rația  $+p$ . Se calculează apoi diferența  $(r'_* - r''_*)_2$  corespunzătoare și se formează modulul ei (12, 13, 14, 15, 16). Dacă mărimea  $|r'_* - r''_*|_2 - \varepsilon$

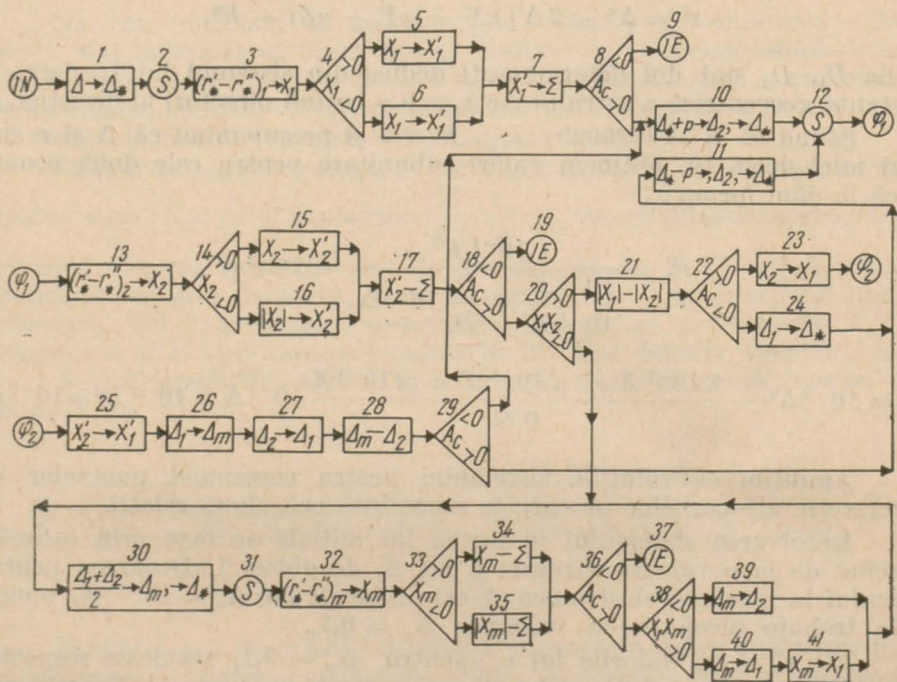


Fig. 4

este negativă, soluția este găsită, iar dacă este pozitivă, cercetăm produsul  $(r' - r'')_1 (r' - r'')_2$  - bloc (20). În cazul în care acest produs este mai mic decât zero, rezultă că am stabilit intervalul de existență al soluției și calculul se continuă prin metoda înjumătățirii intervalului în blocurile (30, 31, ...). Dacă produsul este mai mare decât zero, trebuie să vedem dacă șirul valorilor lui  $\Delta_*$  ne duce către soluție. Pentru aceasta formăm diferența  $|r'_* - r''_*|_1 - |r'_* - r''_*|_2$ . Avem două cazuri:

a) diferența pozitivă; rezultă deci că șirul valorilor lui  $\Delta_*$  tinde către soluție;

b) diferență negativă; înseamnă că valorile lui  $\Delta_*$  trebuie construite cu rația  $-p$ .

Acest lucru se realizează în blocul (11), după care calculele se repetă identic în blocurile (12, 13, ...) Alternativa blocului (10) sau (11) se stabilește în blocurile (27 - 28) după cum diferența între două valori consecutive ale lui  $\Delta_*$  este negativă sau pozitivă.

În încheiere trebuie să arătăm că soluțiile adoptate aici în vederea rezolvării problemelor prezentate în această lucrare nu sînt unice; atît formele formulelor adaptate, cît și S.L.C., pot să difere de cele date de noi, principiul tratării problemelor rămînînd însă același.

## LA PROGRAMMATION AUX CALCULATEURS ÉLECTRONIQUES DE QUELQUES FORMULES D'ASTRONOMIE

### RÉSUMÉ

Dans ce travail les auteurs présentent l'adaptation et les schémas logiques de calcul pour quelques formules concernant la réduction des clichés photographiques (la méthode des constantes et des dépendances), la réfraction astronomique (en utilisant cinq termes du développement en série) et la théorie des orbites.

---



# CONCLUZII ASUPRA OBSERVAȚIILOR EFECTUATE ÎN ANII 1963—1964 LA LUNETEA REVERSIBILĂ ZEISS

DE

LUDMILA RUSU

În această lucrare se consideră observațiile efectuate de autor în intervalul de doi ani 1963—1964 la luneta reversibilă Zeiss 100/1000 mm. Alegerea anume a acestor ani a fost determinată de faptul că toate pozițiile aparente ale stelelor observate au fost interpolate din [1], [2]. Ascensiunile drepte calculate pentru fiecare zi a perioadei de vizibilitate ( $\varphi = +55^\circ\text{N}$ ) sînt date în sistemul FK4 și sînt corectate de termenii de scurtă perioadă ai nutației. Cînd condițiile tehnice și atmosferice au permis-o, s-au efectuat observații asupra unor serii fixe.

Din 44 de serii observate în anul 1963, în afară de primele două, toate celelalte au fost observate de cel puțin două ori. În tabela 1 se dă în prima linie numărul de ordine al seriei, în coloana 1 numărul de ordine al stelei, în coloanele 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 se dau numerele stelelor din Catalogul de stele geodezice [3], specificînd pe cele din GC; în ultima linie este trecut numărul repetării observațiilor.

În anul 1964 am observat 35 de serii; urmărind acumularea unui număr mai mare de stele, am repetat de mai puține ori aceeași serie, după cum se și vede din tabela 2. Reducerile s-au făcut cu formula lui Hansen, care necesită citirea înclinării lunetei la fiecare stea. Cunos-cînd corecția orologiului cu cuarț, precum și înclinarea dreptei pe care se situează stelele ( $C_p$  și  $n$ ), se calculează valorile C—O. Aceste valori se consideră ca provenind din însumarea erorilor de la alcătuirea catalogului (unele mișcări proprii nesigure etc. . .) și din erori de natură instrumentală. După cum se știe, se cere multă precizie la șlefuirea turioanelor instrumentului meridian — de asemenea multă grijă în alegerea aliajului de oțel de o anumită rezistență.

Orice abatere de la forma de cilindri circulari coaxiali cu diametre egale face ca, în cazul rotirii instrumentului, axa orizontală (dreapta ce unește centrele secțiunilor de lucru ale turioanelor), să nu ocupe o

poziție constantă în spațiu. Înclinarea și azimutul instrumentului se vor modifica — momentul observat al trecerii stelei nu va corespunde momentului real — din această cauză cunoașterea neregularităților turioanelor este necesară pentru a se corecta, dacă este cazul, pozițiile observate.

Eroarea medie pătratică a unei serii de stele s-a calculat cu ajutorul relației :

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{[C - O]^2}{n - 2}},$$

$n$  fiind numărul ecuațiilor utilizate la calcularea valorilor  $C_p$  și  $n$  [4].

Făcînd media valorilor  $\varepsilon$ , am găsit  $\pm 0^s.0380$  pentru anul 1963, iar pentru anul 1964 :  $\pm 0^s.0402$ . În cazul observării de mai multe ori a aceluiași stele am calculat o medie ponderată din valorile  $C-O$  găsite.

Ponderea unei serii am considerat-o  $\frac{1}{\mu}$ , unde  $\mu = \pm \sqrt{\frac{[C-O]^2}{n(n-1)}}$ .

În tabelele 3 și 3' sînt date valorile  $C-O$ .

Reprezentînd grafic valorile  $C-O$  medii găsite (tabela 4), luînd în abscisă declinațiile respective și unindu-le printr-o linie continuă se obține o curbă cu o formă destul de neregulată (fig. 1).

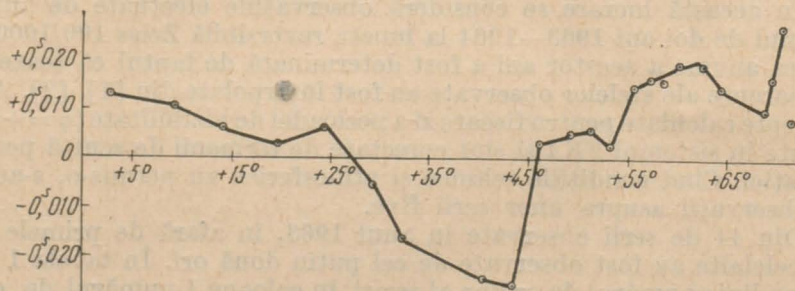


Fig. 1

După cum se vede, abaterile găsite nu depășesc  $\pm 0^s.020$ .

Presupunînd că neregularitatea turioanelor are aportul cel mai mare, am efectuat cîteva serii de lecturi asupra nivelei suspendate (E-V).

Luneta era deplasată în declinație din grad în grad sau din două în două grade și se citea înclinarea în ambele poziții (micrometru est, micrometru vest); valorile obținute le-am reprezentat de asemenea grafic (fig. 2).

În [5] V. S. Bedin atribuie deformările turioanelor coroziunii metalului din care sînt lucrate. Un examen sumar efectuat de mecanicii M. Marcopol și V. Dumitrescu a dus la concluzia că nu este vorba de o coroziune, șlefuirea menținîndu-se în bune condiții. S-ar putea atribui aceste deformări variațiilor de temperatură. Comparînd figura 2 cu graficul de lecturi (fig. 3), asupra nivelei, făcute în ianuarie 1959 la o temperatură asemănătoare ( $+3^\circ$ ), se observă la acesta din urmă un aspect mai lin.

Reprezentarea analitică a reziduurilor  $C-O$ . Curba valorilor  $C-O$  dedusă din observațiile efectuate în anii 1963-1964, cu luneta reversibilă Zeiss, deși are aspectul destul de neuniform, prezintă cîteva caracte-

teristici constatate și pe materialul altor observatori (A. Serian și L. Nistor) [6]. Este evident un minim în zona ( $+38^\circ$ ,  $+43^\circ$ ) și de asemenea altele două mai puțin pronunțate în zonele ( $+15^\circ$ ,  $+20^\circ$ ) și ( $+63^\circ$ ,  $+68^\circ$ ),

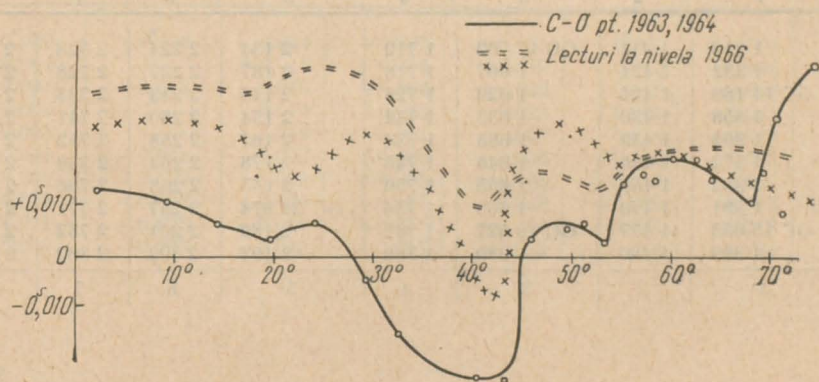


Fig. 2

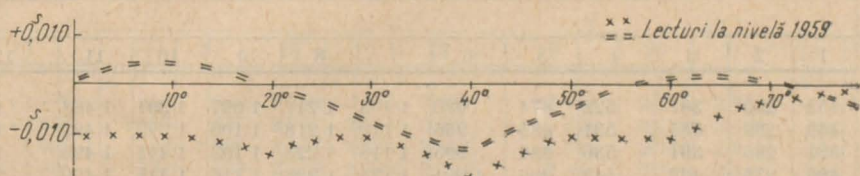


Fig. 3

deci simetrice față de zenit. Cu o aproximație bună, curba valorilor C—O se poate reprezenta analitic prin expresia :

$$y = \frac{x}{ax^2 + bx + c} \quad (1)$$

în ordonată luându-se C—O, iar în abscisă declinațiile corespunzătoare.

Curba (1) de ordinul 3 trece prin originea coordonatelor și are ca asimptotă axa  $x$ . Punctele de minim și maxim sînt cuprinse în zonele ( $+35^\circ$ ,  $+40^\circ$ ) și respectiv ( $+60^\circ$ ,  $+65^\circ$ ). Respectarea condițiilor  $a > 0$  și  $\Delta = 4ac - b^2 > 0$  asigură continuitatea funcției, iar valorile coeficienților  $a, b, c$  se calculează din condițiile de minim  $A \left[ -\sqrt{\frac{c}{a}}, \frac{-b-2\sqrt{ac}}{\Delta} \right]$  și maxim  $B \left[ +\sqrt{\frac{c}{a}}, \frac{-b+2\sqrt{ac}}{\Delta} \right]$ . Abscisele celor două puncte  $A, B$  sînt simetrice față de origină ( $\pm 49$  mm), iar ordonatele egale cu  $-37$  mm și  $+11$  mm.

Noua origine este în punctul  $0'$  ( $+199$  mm,  $+10$  mm). În figura 4 sînt reprezentate cu linie plină și cercelete sistemul de coordonate C—O,  $\delta$ , precum și valorile găsite din observații; curba (1) este dusă punctat prin valorile date în tabela 5 și raportată la noul sistem de axe  $XO'Y$ .

Tabela 1

1963

Nr. stelei	SERIA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1 316	1 411	GC 17 702	1 712	2 134	2 224	2 723	2 823	
2	1 332	1 421		1 607	1 718	2 137	2 237	2 728	2 827
3	GC 14 180	1 426		1 629	1 725	2 144	2 243	2 733	2 833
4	1 358	1 430		1 633	1 732	2 154	2 250	2 741	2 838
5	1 368	1 440		1 638	1 734	2 161	2 258	2 752	2 842
6	1 372	1 446		1 646	1 745	2 178	2 264	2 758	2 849
7	1 383	1 455		1 655	1 750	2 185	2 268	2 766	2 859
8	1 391	1 470		1 663	1 754	GC 24 874	2 287	2 771	2 864
9	GC 15 055	1 477		GC 18 527	1 763		2 189	2 291	2 782
10	1 399	1 480		1 680	1 768	2 193	2 302	2 800	2 874
	1	2	3	4	5	6	7	8	

Tabela

19

Nr. stelei	S E											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	453	255	381	522	874	980	1 103	1 211	1 097	1 391	1 488	1 873
2	469	259	385	531	885	986	1 110	1 218	1 100	1 399	1 492	1 876
3	481	265	391	536	888	995	1 118	1 228	1 103	1 411	1 493	1 887
4	496	275	402	548	906	1 001	1 124	1 238	1 116	1 415	1 499	1 894
5	504	285	415	567	908	1 010		1 243	1 124	1 421	1 501	1 902
6	508	290	422	575	920	1 017		1 253	1 128	1 446	1 508	1 907
7	522	292	443	586	928	1 030		1 271	1 149	1 448	1 514	1 918
8	531	299	453	1 124	931	1 046		1 279	1 159	1 455	1 544	1 931
9	536	306	469	5 574		1 059		1 286	1 164	1 458	1 552	GC 21 777
10	548	314	481	612		1 075		1 293	1 180	1 470		1 946
11												1 954
	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	3

Tabela

19

Seria C-O	2	3	1	22	14	4	15	23	5	6	7
+0,059	-	+0,044	-0,078	+0,065	0	-0,059	+0,004	-0,032	+0,030	+0,042	
-0,008	+0,006	+0,050	-0,007	-0,037	-	-	+0,023	+0,057	+0,015	-0,009	
-0,009	+0,058	+0,105	+0,031	-0,006	-0,004	-0,094	-0,051	+0,032	+0,033	-0,011	
-0,063	-0,001	+0,033	-0,041	+0,039	+0,015	-0,012	-0,021	-0,028	+0,019	-0,022	
+0,031	+0,053	-	+0,005	-0,028	-0,003	+0,050	+0,010	-0,013	-0,003		
+0,025	+0,074	+0,192	+0,083	+0,011	+0,067	-0,040	+0,025	+0,020	-0,068		
-0,091	+0,004	-0,081	+0,053	+0,008	+0,003	+0,029	-0,030	-0,029	-0,019		
-0,037	+0,006	0	+0,023	-0,024	-0,011	+0,066	+0,005	-0,007	+0,011		
+0,039	+0,019	+0,013	-0,023	-0,011	-0,045	+0,050	+0,055		-0,008		
+0,053	-0,073	+0,018	-0,003	-0,022	-0,027	+0,020	-0,023		-0,010		
						-0,025					

Tabela 3

1963

Seria : C-0	1	2	3	4	5	6	7	8
-0,020	-0,006	-0,024	+0,003	-0,022	+0,035	-0,001	+0,031	
-0,004	0	+0,015	-0,015	+0,010	-0,013	-0,036	-0,006	
+0,034	+0,018	+0,015	+0,016	+0,022	+0,010	-0,003	+0,001	
+0,002	-	+0,014	+0,013	+0,023	+0,005	-0,041	-0,011	
+0,005	-	+0,019	-0,011	+0,005	-0,035	+0,012	-0,025	
-0,031	-0,022	-0,003	+0,005	-0,035	+0,019	-0,003	+0,007	
-0,009	+0,022	+0,003	+0,005	-0,009	-0,016	+0,037	+0,011	
-0,024	+0,022	+0,009	-0,023	-0,032	-0,029	-0,003	-0,023	
+0,016	-0,028	-0,011	+0,016	+0,011	+0,026	+0,012	+0,012	
+0,035	-0,009	-0,030	-0,017	+0,039	+0,016	+0,024	+0,009	

2

64

RIA

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 975	511	549	2 353	2 555	2 499	2 623	2 723	2 833	481	618	
1 982	1 368	555	2 361	2 563	2 505	2 629	2 728	2 838	484	625	
1 985	528	1 395	2 367	2 569	2 507	2 641	2 733	2 842	496	630	
1 995	531	563	2 376	2 599	2 513	2 645	2 741	2 849	504	632	
1 998	1 379	569	2 383	2 603	2 523	2 657	2 752	2 859	518	641	
2 002	540	571	2 389	2 607	2 535	2 670	2 758	2 864	522	650	
GC 22 611	1 384	573	2 397	2 615	2 542	2 680	2 766	2 868	531	657	
2 010	1 386	1 412	2 416	2 623	2 555	2 685	2 771	2 874	540	662	
2 020	554	1 416	2 428			2 690	2 782		548	665	
2 027	555	595	2 439			2 697	2 800		567	678	
2 028		598				GC 30 779					
4	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	

3'

64

	9	8	10	11	12	13	16	18	19	20	21
+0,012	-0,001	-0,070	+0,033	-0,009	-0,009	+0,012	+0,033	-0,019	+0,007	+0,005	
-0,007	+0,037	-0,035	-0,017	-0,045	+0,009	-0,069	+0,014	-0,020	-	+0,002	
-0,032	-0,003	-0,054	+0,033	-0,014	-0,016	-0,046	+0,026	+0,063	+0,080	-0,024	
+0,003	-0,024	+0,041	-0,048	+0,014	+0,061	0	-0,118	+0,001	-0,069	+0,038	
-0,060	-0,001	0	+0,016	-0,024	-0,001	+0,035	-0,011	-0,028	-0,069	+0,039	
-0,002	-0,042	+0,012	-0,070	-0,011	-0,016	-0,050	+0,011	+0,018	-0,013	-0,090	
-0,046	+0,002	+0,008	-0,024	+0,053	-0,083	+0,048	-0,022	-0,011	+0,019	-	
+0,083	+0,013	+0,026	+0,123	+0,049	+0,009	+0,016	-0,003	-0,001	+0,024	+0,030	
-0,002	-0,003	+0,073	-0,042	+0,006	+0,025	+0,037		+0,016	+0,015		
+0,004	+0,031	-0,004		-0,008	+0,025	+0,021		-0,042	+0,005		
				-0,004	-0,010			+0,026			

Tabela 4

tg $\delta$	$\delta$	C-O	tg $\delta$	$\delta$	C-O
0,044	+2°31	+0,013	1,547	+57°08	+0,017
0,161	9 09	+0,011	1,637	58 18	+0,016
0,251	14 05	+0,006	1,733	60 01	+0,020
0,359	19 45	+0,003	1,867	61 50	-0,011
0,454	24 16	+0,007	1,943	62 46	+0,020
0,561	29 18	-0,005	2,083	64 21	+0,015
0,640	32 37	-0,016	2,148	65 02	-0,004
0,857	40 35	-0,024	2,265	65 54	-0,015
0,951	43 33	-0,025	2,578	68 48	+0,011
1,041	46 09	+0,004	2,677	69 30	+0,017
1,157	49 10	+0,006	2,842	70 37	+0,028
1,248	51 18	+0,007	2,977	71 26	+0,009
1,334	53 22	+0,003	3,202	72 40	+0,039
1,455	55 30	+0,016			

Tabela 5

x	y	x	y	x	y
(ln mm)		(ln mm)		(ln mm)	
-49	-37	- 55	-36.44	- 10	- 8.43
+49	+11	+ 55	+10.94	+ 10	+ 4.23
+40	+10.85	+100	+ 9.38	+150	+ 7.58
-40	-35.37	-100	-23.41	-150	-14.71
+30	+10.22	- 20	-19.09	-200	-10.45
-30	-29.15	+ 20	+ 8.60	-300	- 6.51

Pentru coeficienții  $a$ ,  $b$ ,  $c$  am găsit valorile :

$$a = + 0.000602$$

$$b = + 0.031941$$

$$c = + 1.445402.$$

Cind  $x \rightarrow -\infty$  ca și pentru  $x \rightarrow +\infty$  funcția tinde asimptotic la 0.

Suprapunerea celor două curbe este bine realizată între punctele  $A$ ,  $B$  - minimul și maximul funcției (1).

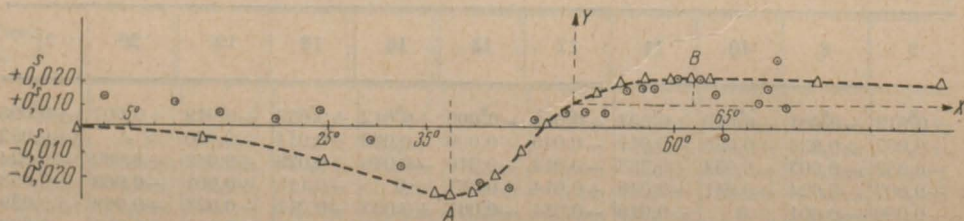


Fig. 4

Rezultatele găsite, deși obținute din observații vizuale (cu deplasarea manuală a firului mobil al micrometrului), au dat o precizie bună,

abaterile menținându-se între limite mici. Totuși figura 1 și figura 2 indică necesitatea studierii turioanelor prin metode fizice, pentru a înlătura dacă va fi cazul — prin reșlefuire — deformările constatate.

## О НАБЛЮДЕНИЯХ ПРОВЕДЕННЫХ В 1963, 1964 ГОДАХ НА ПАССАЖНОМ ИНСТРУМЕНТЕ ЦЕЙС

### РЕЗЮМЕ

В работе излагаются наблюдения, проведенные автором на пассажном инструменте Цейс в 1963, 1964 годах, когда все видимые положения ( $\alpha$ ) были интерполированы из [1], [2]. Сравнивая график значений  $S-O$  (вычисленные — наблюдаемые)  $\delta$  с графиком отсчета уровня ( $E-V$ ), замечается явное сходство. Предлагается изучение цапф физическими способами. Дается функция, представляющая ход  $S-O$  в зависимости от склонения (для  $0^\circ < \delta < 72^\circ$ ).

### BIBLIOGRAFIE

1. Таблицы прямых восхождений звезд программы советских служб времени на 1963 год. Ленинград, Пулково, 1962.
2. Таблицы прямых восхождений звезд программы советских служб времени на 1964 год. Ленинград, Пулково, 1963.
3. Труды ТАО АН СССР, том 61, 1964, Ленинград.
4. I. PLĂCINȚEANU, *Teoria erorilor de măsurare și metoda celor mai mici pătrate*. București, 1957.
5. Труды 12-ой астрометрической конференции СССР. Ленинград, 1957.
6. A. SERIAN și L. NISTOR, *St. cerc. de astr.*, **10**, 2 (1965).



SISTEMUL INSTRUMENTULUI LUNETEI DE TRECERI  
ZEISS A OBSERVATORULUI DIN BUCUREȘTI  
PENTRU  $+35^\circ < \delta < +80^\circ$

DE

ANGUȚA SERIAN

Determinările de oră la Observatorul din București se fac cu ajutorul lunetei Zeiss, lunetă cotică cu distanța focală de 1 m și deschiderea obiectivului de 10 cm.

Presupunem că în formula Hansen cu care se reduc observațiile :

$$\alpha = t_p + C_p + (c - x) \sec \delta + (b + \Delta b) \sec \varphi + (n + \Delta n) (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi)$$

există influențe sistematice  $\Delta n$  și  $\Delta b$  asupra mărimilor  $n$  și  $b$  ce depind de declinația  $\delta$ .

Prin metoda celor mai mici pătrate determinăm valorile  $\Delta b \sec \varphi(\delta)$  și  $\Delta n(\delta)$  din ecuația

$$M = \Delta b \sec \varphi + \Delta n (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi)$$

în care

$$M = \alpha - t_p - C_p - (c - x) \sec \delta - b \sec \varphi - u (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi).$$

În lucrarea de față ne propunem să determinăm valorile

$$x = \Delta b \sec \varphi \quad \text{și} \quad y = \Delta n.$$

pentru arcul de meridian  $+35^\circ < \delta < +80^\circ$ .

Am utilizat în acest scop 500 de stele, observate în intervalul de timp 1 aprilie 1961 — 31 decembrie 1963, grupate pe arce de câte  $5^\circ$  declinație și am calculat valorile  $x$  și  $y$  cu care am alcătuit graficele din figurile 1 și 2.

Graficul din figura 3 reprezintă sistemul instrumentului :

$$M = \Delta b \sec \varphi + \Delta n (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi)$$

care, aplicat în determinările de oră ameliorează rezultatele în  $C_p$  și  $n$ .

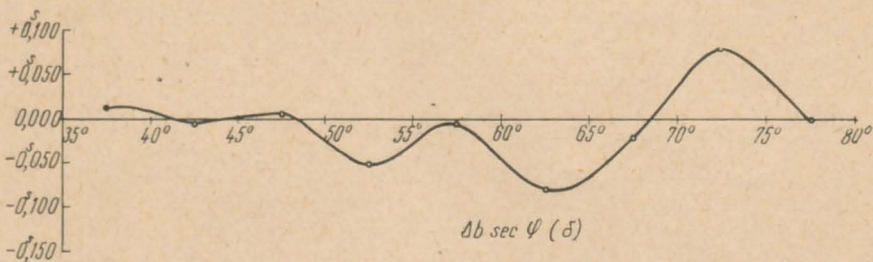


Fig. 1

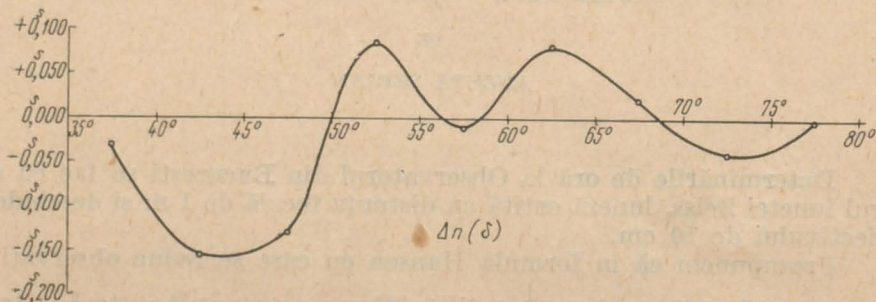


Fig. 2

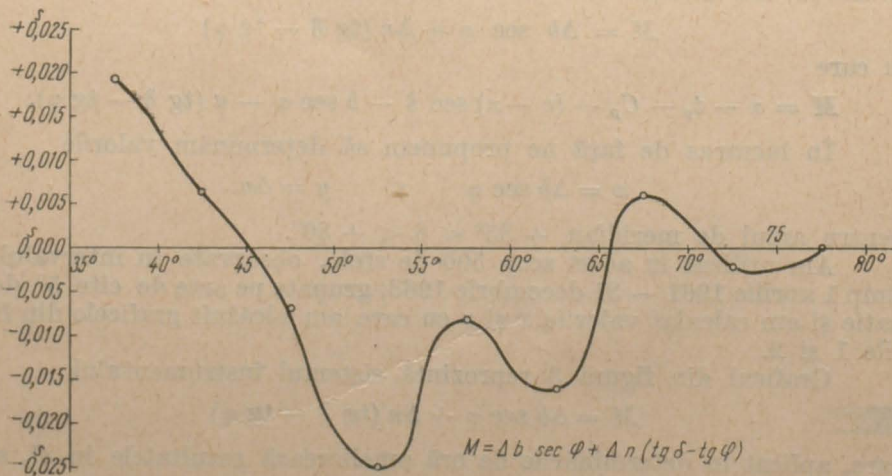


Fig. 3

SYSTÈME DE L'INSTRUMENT DE LA LUNETTE DE PASSAGE  
ZEISS DE L'OBSERVATOIRE DE BUCAREST POUR  $+35^\circ < \delta < +80^\circ$

RÉSUMÉ

Dans le présent ouvrage on a déterminé le système de l'instrument pour l'arc de méridien  $+35^\circ < \delta < +80^\circ$  par la formule :

$$M = \Delta b \sec \varphi + \Delta n (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi).$$

Les valeurs  $\Delta b \sec \varphi$  et  $\Delta n$  ont été calculées par la méthode des moindres carrés.

On constate un minimum dans l'intervalle  $\delta = (+35^\circ - +80^\circ)$  qui atteint la valeur  $-0^s.025$ .

BIBLIOGRAFIE

1. CONSTANTIN DRĂMBĂ și TRAUTE IONESCU, *Studiul sistemului cercului meridian în ascensie*. St. cerc. astr., 2 (1965).
  2. ANCUȚA SERIAN și NISTOR LĂRIȘA, *Studiul sistemului lunetei de treceri Zeiss a Observatorului din București*, St. cerc. astr., 2 (1965).
-



## О СИСТЕМЕ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА ЦЕЙС, 1964 — 65 ГГ.

Г. ОПРЕСКУ, М. ЧИОБАНУ и Л. НИСТОР

Целью работы является продемонстрировать, что метод, использованный для определения системы инструмента для 1961—63 гг. [1], приемлем и для дальнейших исследований.

В самом деле, кривые системы инструмента, вычисленные для 1964 г. (график 1) и для 1965 г. (график 2), имеют большое сходство с кривой, полученной для 1961—63 гг.

Следует отметить, что для обработки наблюдений за 1964 год использовались «Таблицы видимых прямых восхождений звезд программы Советских служб времени», а для 1965 года — «Mean places of Fundamental stars».

Обработка наблюдений производилась по формуле Гансена

$$(1) \quad \alpha = t_p + C_p + n (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi) + \beta \sec \varphi + (\gamma - \kappa) \sec \delta.$$

Точки на графиках вычислялись как средние арифметические разностей:

$$(2) \quad [\alpha - t_p - \beta \sec \varphi - (\gamma - \kappa) \sec \delta] - [n (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi) + C_p] = \Delta \alpha.$$

По оси ординат отложена величина  $\Delta \alpha$ , а по оси абсцисс —  $\delta$ , склонение звезд.

Точки, заключенные в треугольники, были вычислены по наблюдениям М. Чиобану; точки, заключенные в квадраты, — по наблюдениям Г. Опреску, а точки, заключенные в кружки, — по наблюдениям Л. Нистор.

Следует отметить, что для вычисления каждой точки мы располагали гораздо меньшим числом уравнений типа (2), чем для точек 1961—63 гг.

Из графиков 1 и 2 видно, что кривые, которые были проведены как среднеарифметические точек, имеют один и тот же вид, несмотря

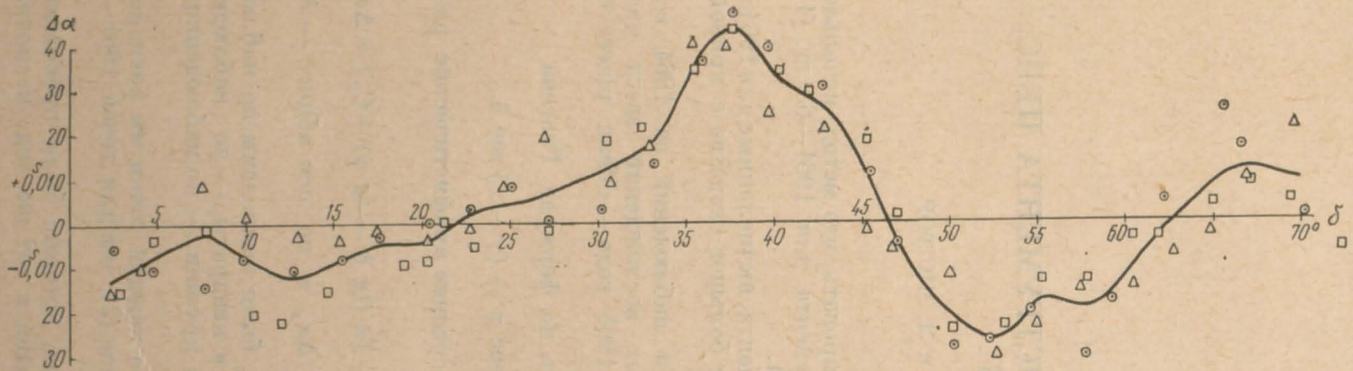


Рис. 1

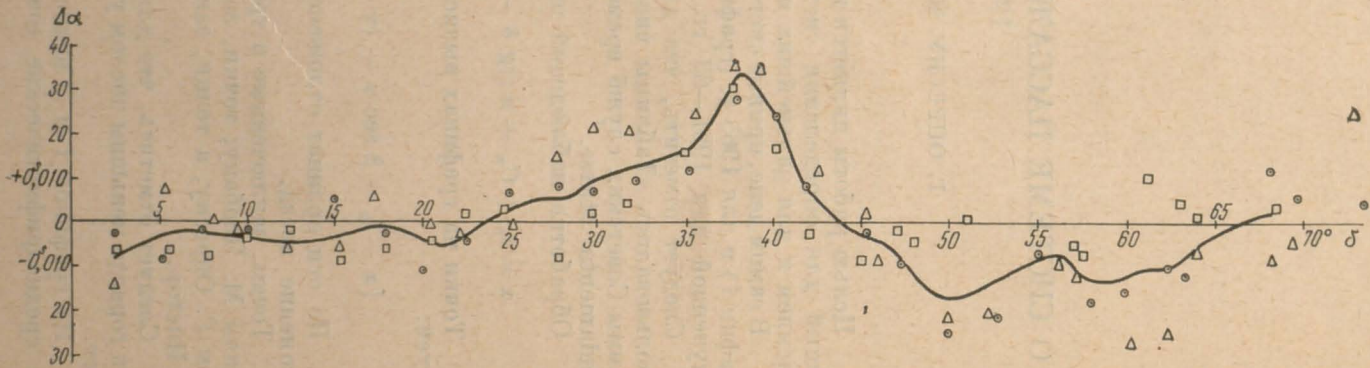


Рис. 2

на то, что для обработки наблюдений 1964, 1965 гг. использовались различные списки звезд.

Остаточные величины  $\Delta\alpha(\delta)$ , по-видимому, вызваны инструментальными ошибками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. НИСТОР, *О системе Пассажного инструмента Бухарестской обсерватории.* St. cerc. astron., **11**, 1 (1966).
-



# СТРОЕНИЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ СФЕРИЧЕСКИХ СКОПЛЕНИЙ С ДИСПЕРСИЕЙ МАСС, ОТЛИЧНОЙ ОТ НУЛЯ

И. М. МИХАИЛЭ

1. *Введение.* В работах [1] и [2] Т. А. Агекиян исследовал состояние сферического квазистационарного звездного скопления. Для случая равенства масс звезд получены плотность, скорость центроида, средний квадрат радиальной компоненты скорости и потенциал как функции расстояния от центра. Эволюция системы происходит почти гомологически. Энон [3] показал, что все скопления стремятся, вероятно, к гомологическому состоянию. Гомологическая система не изменяет в ходе эволюции закона функциональной зависимости физических характеристик от расстояния до центра.

В настоящей работе рассматривается состояние сферического квазистационарного скопления, образованного из звезд различных масс. Общий случай любого распределения масс труден, поэтому предполагается, что в скоплении, помимо звезд средней массы  $m_0$ , существует малое число звезд различной массы  $m$ . Так как звезды массы  $m$  составляют малую примесь, строение и эволюция системы определены звездами средней массы  $m_0$ .

2. *Уравнения состояния примеси.* Примесь образует сферическую подсистему, и фазовая плотность  $\psi$  удовлетворяет уравнению Больцмана

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} + \Pi \frac{\partial \psi}{\partial r} + \left( \frac{\theta^2 + v^2}{r} + \frac{\partial \Phi}{\partial r} \right) \frac{\partial \psi}{\partial \Pi} - \frac{\Pi \theta}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} - \frac{\Pi v}{r} \frac{\partial \psi}{\partial v} = F, \quad (1)$$

где  $\Phi$  — потенциал,  $t$  — время,  $r$  — расстояние от центра,  $\Pi$  — радиальная,  $\theta$  и  $v$  — трансверсальные компоненты скорости,  $F$  — функция сближений. Предполагается, что потенциал определяется звездами средней массы.

Поступая, как в работе [1], получим

$$\frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial r}(D\bar{\Pi}) + \frac{2D\bar{\Pi}}{r} = -\frac{a}{\tau}D, \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(D\bar{\Pi}) + \frac{\partial}{\partial r}(D\bar{\Pi}^2) - D\frac{\partial\Phi}{\partial r} = -\frac{a}{\tau}D\bar{\Pi}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(D\bar{\Pi}^2) + 3\frac{\partial}{\partial r}(D\bar{\Pi}\bar{\Pi}^2) + \frac{2D\bar{\Pi}\bar{\Pi}^2}{r} - 2D\bar{\Pi}\frac{\partial\Phi}{\partial r} = r^2\frac{\partial^2\bar{\Pi}^2}{\partial r^2}\frac{D}{\tau} - \frac{2}{3}\frac{a}{\tau}D\Phi. \quad (4)$$

Эти уравнения описывают состояние подсистемы звезд массы  $m$ . В них  $D$  — звездная плотность,  $\bar{\Pi}$  и  $\bar{\Pi}^2$  — моменты первого и второго порядка радиальной компоненты скорости ( $\bar{\Pi}$  — скорость центроида),  $\tau$  — время релаксации данного элементарного объема,  $a$  — доля звезд элементарного объема, диссипирующих за время  $\tau$ . Потенциал  $\Phi$  удовлетворяет уравнению Пуассона

$$\frac{\partial^2\Phi}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial\Phi}{\partial r} = -4\pi Gm_0D_0, \quad (5)$$

где  $D_0$  — плотность звезд средней массы  $m_0$ .

Для звезд массы  $m$  надо найти  $D$ ,  $\bar{\Pi}$ ,  $\bar{\Pi}^2$ . Так как для звезд массы  $m_0$  функция  $\bar{\Pi}^2$  известна, можно определить ее для звезд массы  $m$ . Плотность  $D$  и скорость центроида  $\bar{\Pi}$  определяются из уравнений (2) и (3).

При помощи приведения из [1] системы уравнений в частных производных к обыкновенным дифференциальным уравнениям, плотность и скорость центроида определяются из уравнений

$$x' = \frac{1}{z^2 - b^2\rho^2} \left[ \left( \frac{5}{2}b^2\rho + v - u + b\rho\varphi \right) x + (-b - \varphi)y \right], \quad (6)$$

$$y' = \frac{1}{z^2 - b^2\rho^2} \left[ \left( -\frac{5}{2}bz + b\rho u - b\rho v - z\varphi \right) x + \left( 3b^2\rho - 2\frac{z}{\rho} + b\rho\varphi \right) y \right]. \quad (7)$$

В этих уравнениях,  $x$  — звездная плотность,  $y$  — количество движения центроида,  $z$  — средний квадрат радиальной компоненты скорости звезд,  $w$  — потенциал,  $\rho$  — расстояние от центра скопления (независимое переменное),  $z' = u$ ,  $w' = v$ ,  $\varphi$  — темп диссипации в данной точке,

$$\varphi = \frac{a}{\tau}, \quad (8)$$

$$\frac{b}{2} = \left( \frac{a}{\tau} \right) = \bar{\varphi} \quad (9)$$

есть темп диссипации подсистемы в рассматриваемый момент.

Для решения системы (6) и (7) нужно определить  $z$  и  $\varphi$ .

3. *Средний квадрат радиальной компоненты скорости.* Для максвелловского усеченного распределения скоростей звезд массы  $m$

$$z = \frac{2}{3} \frac{\Phi \int_0^{\xi_0^2} \xi^4 e^{-\xi^2} d\xi}{\xi_0^2 \int_0^{\xi_0^2} \xi^2 e^{-\xi^2} d\xi} = \frac{2}{3} \frac{\Phi \int_0^{\xi_0^2} e^{-t} t^{1,5} dt}{\xi_0^2 \int_0^{\xi_0^2} e^{-t} t^{0,5} dt} =$$

$$= \frac{2}{3} \frac{\Phi}{\xi_0^2} \frac{I(\xi_0^2; 2,5) \Gamma(2,5)}{I(\xi_0^2; 1,5) \Gamma(1,5)} = \frac{\Phi}{\eta} \frac{I(\eta; 2,5)}{I(\eta; 1,5)}, \quad (10)$$

где  $I$  — неполная  $\Gamma$ -функция,  $\xi_0^2 = \eta = \frac{\Phi}{\sigma^2}$ .

Аналогично, для звезд основной массы  $m_0$

$$z_0 = \frac{\Phi}{\eta_0} \frac{I(\eta_0; 2,5)}{I(\eta_0; 1,5)}, \quad (11)$$

где  $\eta_0 = \frac{\Phi}{\sigma_0^2}$ .

В формуле (10)  $\eta$  известно из соотношения

$$m \sigma^2 = m_0 \sigma_0^2, \quad (12)$$

которое имеет место для неусеченных максвелловских распределений скоростей звезд массы  $m$  и  $m_0$ .

Таким образом,

$$\eta = \frac{m}{m_0} \eta_0 = \mu \eta_0, \quad (13)$$

где  $\eta_0$  определяется из (11) и  $\mu$  — относительная масса  $\frac{m}{m_0}$ .

Из (10) и (11) видно, что

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{z}{\Phi} = \lim_{\eta_0 \rightarrow 0} \frac{z_0}{\Phi} = \frac{2}{5}. \quad (14)$$

Так как, согласно [2],  $\frac{z_0}{\Phi} = \frac{2}{5}$  при  $\rho = 50$ , тогда при  $\rho \geq 50$   $z = z_0$ , т.е. средний квадрат радиальной компоненты скорости для звезд различных масс одинаков.

В табл. 1 приводится  $z$  для значений относительной массы 0.1, 0.5, 1.5 для  $0 \leq \rho \leq 49$ .

Таблица 1  
 $z \cdot 10^3$ 

$\rho$	$\mu = 0.1$	$\mu = 0.5$	$\mu = 1.5$	$\rho$	$\mu = 0.1$	$\mu = 0.5$	$\mu = 1.5$
0	2352.3	1625.3	681.69	25	1516.8	1271.1	755.77
1	2349.3	1624.3	681.81	26	1483.2	1253.5	762.11
2	2340.2	1621.3	682.01	27	1450.5	1236.1	768.72
3	2325.4	1616.3	682.54	28	1418.7	1218.8	775.33
4	2305.4	1610.0	683.20	29	1387.5	1201.7	782.30
5	2280.4	1600.9	684.07	30	1357.3	1184.9	789.29
6	2251.3	1590.7	685.23	31	1327.9	1168.3	796.46
7	2218.9	1579.1	686.51	32	1299.2	1151.2	803.69
8	2183.3	1566.2	688.13	33	1271.2	1135.6	810.93
9	2145.7	1552.2	689.92	34	1244.0	1119.6	818.23
10	2106.3	1537.2	691.97	35	1217.5	1103.9	825.46
11	2065.6	1521.4	694.30	36	1191.6	1088.4	832.66
12	2024.6	1505.1	696.90	37	1166.4	1073.0	839.76
13	1982.4	1487.9	699.75	38	1141.8	1057.9	846.78
14	1940.5	1470.5	702.91	39	1117.7	1042.7	852.77
15	1898.8	1452.4	706.32	40	1094.4	1028.3	860.12
16	1857.4	1434.7	710.00	41	1071.5	1013.8	866.39
17	1816.4	1416.5	713.98	42	1049.2	999.56	872.38
18	1776.1	1398.2	718.24	43	1027.4	985.50	878.01
19	1736.6	1379.9	722.83	44	1006.1	971.63	883.26
20	1697.8	1361.5	727.68	45	985.29	957.99	888.07
21	1659.9	1343.2	732.82	46	964.97	944.53	892.36
22	1622.7	1325.1	738.17	47	945.08	931.26	896.11
23	1586.6	1307.0	743.76	48	925.62	918.18	899.35
24	1551.2	1289.0	749.65	49	906.53	904.78	900.43

На рис. 1 изображен график функции  $z$  для ряда значений  $\mu$ . Значения  $z$  для  $\mu = 1.0$  взяты из работы [2].

4. *Темп диссипации.* Диссипация звезд зависит от массы. Звезды малых масс диссипируют быстрее, так как они обладают большими скоростями. Т. А. Агекян [4] показал, что темп диссипации тел нулевой массы происходит в рассеянных скоплениях в 40 раз быстрее, а в шаровых скоплениях в 32 раза быстрее, чем для тел основной массы. Энон [3] показал для сферической системы, что темп диссипации монотонно возрастает по мере уменьшения массы, и звезды нулевой массы диссипируют в 3,5 раз быстрее, чем звезды средней массы.

В настоящей работе, для получения темпа диссипации употребляется время «испарения» ( $t_e$ ), полученное в работе Спитцера и Херма [5] в предположении, что потенциал постоянен внутри и равен нулю вне скопления. Время «испарения» определяется как время, за которое, вследствие испарения (диссипации), число звезд скопления (если время релакса-

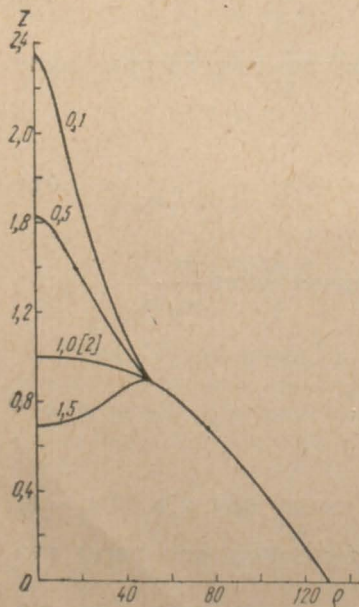


Рис. 1 — Средний квадрат радиальной компоненты скорости звезд.

ции  $\tau_0$  постоянно) уменьшается в  $1/e$  раз. Для значений  $\mu = 0.1, 0.5, 1.0$  и  $1.5$  в этой работе получено  $t_e/\tau_0 = 6.07, 16.8, 88.0$  и  $667$ .

Обозначая  $\varphi$  темп диссипации звезд массы  $m$  и  $\varphi_0$  темп диссипации звезд массы  $m_0$ , следует

$$\varphi = \frac{a}{\tau} = \frac{1}{t_e} \quad \text{и} \quad \varphi_0 = \frac{a_0}{\tau_0} = \frac{1}{t_{e0}} \quad (15)$$

или

$$\varphi = \varphi_0 \frac{t_{e0}}{t_e} = \varphi_0 \frac{t_{e0}/\tau_0}{t_e/\tau_0}. \quad (16)$$

Для значений  $\mu = 0.1, 0.5, 1.0, 1.5$  получается  $\varphi = \frac{88.0}{6.07} \varphi_0, \frac{88.0}{16.8} \varphi_0, \frac{88.0}{88.0} \varphi_0, \frac{88.0}{667} \varphi_0$ .

Темп диссипации  $\varphi_0$  вычисляется по формуле

$$\varphi_0 = \frac{a_0}{\tau_0} = (sx_0/z_0^{3/2}) a(w/z_0), \quad (17)$$

где  $x_0$  — плотность звезд средней массы и

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_{\sqrt{w/z_0}}^{\infty} \xi^2 e^{-\xi^2} d\xi = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left[ \Gamma(1,5) - \int_0^{w/z_0} e^{-t} t^{0,5} dt \right] = \\ &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \Gamma(1,5) [1 - I(w/z_0; 1,5)] = 1 - I(w/z_0; 1,5). \end{aligned} \quad (18)$$

Постоянная  $b$  определяется по формулам (9) и (16)

$$b = 2\bar{\varphi} = 2\bar{\varphi}_0 \frac{t_{e0}/\tau_0}{t_e/\tau_0} = b_0 \frac{t_{e0}/\tau_0}{t_e/\tau_0}. \quad (19)$$

Здесь  $b_0$  соответствует звездам массы  $m_0$ . Из (16) и (19) видно, что средний темп диссипации  $\bar{\varphi} \in [14.5, 0.13]$ , когда  $\mu \in [0.1, 1.5]$ .

5. *Плотность и скорость центроида.* Численное интегрирование системы уравнений (6) и (7) было выполнено для значений  $\mu = 0.1, 0.5, 1.5$  с начальными условиями  $x = 1$  и  $y = 0$  при  $\rho = 0$ .

В табл. 2 приведены плотность  $x$  и скорость центроида  $\frac{y}{x}$ .

На рис. 2 и 3 изображены графики плотности и скорости центроида. Значения для  $\mu = 1.0$  взяты из работы [2]. В табл. 1 из [2] вместо  $y \cdot 10^5$  и  $\frac{y}{x} \cdot 10^5$  следует читать —  $y \cdot 10^6$  и —  $\frac{y}{x} \cdot 10^6$ .

Плотность убывает медленнее к границе для звезд малых масс. Это согласуется с результатом из работы Энона [3]. И. В. Петровская [6] исследовала строение сферической звездной системы с квазистационарным

Таблица 2

ρ	μ = 0.1		μ = 0.5		μ = 1.5	
	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^5$	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^5$	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^6$
0	1000	0.00	1000	0.000	1000	0.000
1	997.58	12.20	995.08	4.409	986.88	1.110
2	990.19	24.39	980.76	8.813	948.71	2.219
3	978.05	36.58	957.90	13.21	889.27	3.325
4	961.59	48.73	927.59	17.60	815.03	4.432
5	942.18	60.87	890.87	22.01	732.03	5.537
6	918.49	73.00	848.63	26.36	643.80	6.635
7	893.99	85.04	804.76	30.80	560.60	7.736
8	865.82	97.19	760.05	34.99	478.94	8.803
9	838.02	109.1	712.62	39.60	409.16	9.886
10	808.99	121.2	669.36	43.62	343.25	11.00
11	778.78	133.0	624.45	48.17	288.83	11.98
12	749.94	145.0	584.20	52.18	241.73	13.11
13	721.29	156.8	544.98	56.57	202.78	14.07
14	692.62	168.6	508.14	60.65	169.66	15.15
15	665.10	180.3	474.13	64.51	142.51	16.09
16	638.44	192.1	442.23	68.54	119.92	17.13
17	612.73	203.7	412.75	73.05	101.25	18.05
18	587.89	215.3	385.53	77.24	85.770	19.04
19	564.06	226.8	360.26	81.32	72.936	19.93
20	541.26	238.4	337.10	85.44	62.284	20.89
21	519.34	249.8	315.68	89.50	53.419	21.75
22	498.65	261.3	295.79	93.57	46.015	22.67
23	478.47	272.6	277.79	97.59	39.805	23.44
24	459.29	284.2	260.82	101.6	34.602	24.39
25	441.39	295.1	245.45	105.6	30.199	25.17
26	423.98	306.4	230.97	109.6	26.472	26.03
27	407.53	317.5	217.77	113.5	23.299	26.78
28	391.76	328.3	205.70	117.4	20.585	27.59
29	376.62	339.2	193.93	121.3	18.268	28.25
30	362.38	350.4	183.52	125.2	16.285	29.05
31	348.49	361.3	173.57	129.0	14.559	29.74
32	335.50	372.2	164.47	132.9	13.076	30.44
33	322.87	383.1	155.85	136.7	11.775	31.17
34	310.91	393.9	148.04	140.5	10.653	31.73
35	299.45	404.7	140.55	144.3	9.666	32.48
36	288.46	415.5	133.63	148.0	8.799	32.96
37	277.93	426.2	127.22	151.8	8.032	33.74
38	267.87	436.8	121.08	155.5	7.362	34.37
39	258.17	447.5	115.41	159.4	6.758	35.07
40	248.87	458.1	110.07	162.8	6.231	35.47
41	240.02	468.5	105.06	166.5	5.753	36.16
42	231.44	478.7	100.27	170.2	5.331	36.68
43	223.25	489.8	95.910	173.7	4.948	37.39
44	215.36	499.9	91.628	177.4	4.607	37.99
45	207.79	510.5	87.678	180.9	4.300	38.60
46	200.53	520.7	83.948	184.5	4.024	39.12
47	193.53	530.8	80.383	188.1	3.773	39.76
48	186.80	540.9	76.963	191.6	3.540	40.40
49	180.34	551.4	73.771	195.1	3.346	40.94
50	171.38	560.3	70.115	198.4	3.168	41.67
51	162.99	569.4	66.756	201.6	3.033	42.20
52	156.58	578.9	63.888	205.0	2.873	43.16
53	148.88	587.7	60.876	207.4	2.753	43.59
54	142.27	597.0	58.150	210.2	2.627	44.54

Таблица 2 (продолжение)

$\rho$	$\mu = 0.1$		$\mu = 0.5$		$\mu = 1.5$	
	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^5$	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^5$	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^6$
55	136.08	605.8	55.633	212.9	2.514	45.35
56	130.23	615.1	53.235	215.9	2.408	46.10
57	124.91	623.5	51.062	218.7	2.306	46.83
58	119.66	633.2	48.919	222.2	2.211	47.49
59	114.93	641.8	46.983	225.3	2.122	48.07
60	110.38	650.9	45.124	228.5	2.039	48.55
61	106.16	659.8	43.399	231.7	1.960	49.49
62	102.09	669.1	41.735	234.9	1.886	50.37
63	98.352	677.8	40.207	238.2	1.816	51.21
64	94.697	687.4	38.714	241.4	1.750	52.00
65	91.396	695.9	37.362	244.6	1.688	52.72
66	88.137	705.3	36.033	247.9	1.629	53.41
67	85.124	714.2	34.800	251.1	1.572	54.26
68	82.267	723.1	33.631	254.3	1.518	55.07
69	79.488	732.6	32.496	257.6	1.467	55.83
70	76.948	741.2	31.458	260.8	1.419	56.59
71	74.424	750.9	30.439	264.1	1.373	57.39
72	72.137	759.4	29.489	267.3	1.331	58.08
73	69.877	768.8	28.576	270.7	1.290	58.84
74	67.747	778.0	27.702	273.9	1.251	59.63
75	65.709	787.3	26.869	277.3	1.212	60.48
76	63.799	796.2	26.087	280.6	1.178	61.20
77	61.926	805.8	25.322	283.9	1.143	62.03
78	60.165	815.0	24.602	287.3	1.111	62.83
79	58.471	824.4	23.909	290.6	1.079	63.67
80	56.873	833.5	23.257	293.9	1.048	64.60
81	55.301	843.3	22.612	297.4	1.020	65.43
82	53.836	852.5	22.014	300.7	0.992	66.2
83	52.396	862.1	21.423	304.2	0.965	67.1
84	51.027	872.0	20.864	307.6	0.939	68.0
85	49.725	881.4	20.332	311.1	0.914	68.9
86	48.453	891.3	19.811	314.6	0.890	69.9
87	47.244	901.0	19.316	318.2	0.867	70.8
88	46.078	910.9	18.840	321.7	0.845	71.7
89	44.956	920.9	18.382	325.3	0.824	72.6
90	43.879	930.7	17.939	328.9	0.804	73.5
91	42.830	941.0	17.513	332.5	0.785	74.4
92	41.838	950.9	17.106	336.2	0.766	75.3
93	40.857	961.5	16.705	339.9	0.748	76.2
94	39.922	971.7	16.322	343.7	0.731	77.2
95	39.013	982.3	15.950	347.5	0.714	78.2
96	38.134	992.8	15.591	351.3	0.698	79.1
97	37.284	1004	15.245	355.1	0.682	80.1
98	36.451	1015	14.904	359.1	0.667	81.0
99	35.654	1025	14.579	363.0	0.652	82.1
100	34.875	1036	14.260	367.0	0.638	83.1
101	34.117	1048	13.948	371.2	0.624	84.1
102	33.383	1059	13.650	375.2	0.610	85.2
103	32.666	1071	13.356	379.4	0.597	86.3
104	31.964	1083	13.072	383.6	0.584	87.3
105	31.282	1095	12.791	388.0	0.571	88.4
106	30.614	1107	12.520	392.4	0.559	89.4
107	29.959	1120	12.252	396.9	0.547	90.5
108	29.318	1132	11.991	401.5	0.535	91.6
109	28.691	1145	11.734	406.2	0.523	92.7

Таблица 2 (продолжение)

$\rho$	$\mu = 0.1$		$\mu = 0.5$		$\mu = 1.5$	
	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^3$	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^5$	$x \cdot 10^3$	$-\frac{y}{x} \cdot 10^6$
110	28.075	1159	11.483	411.0	0.512	93.9
111	27.470	1173	11.234	416.0	0.501	95.2
112	26.872	1187	10.990	421.2	0.490	96.5
113	26.284	1202	10.748	426.5	0.479	97.9
114	25.699	1218	10.511	432.0	0.468	99.4
115	25.118	1234	10.276	437.7	0.457	101
116	24.543	1251	10.039	443.9	0.447	102
117	23.964	1269	9.803	450.4	0.437	104
118	23.396	1288	9.571	457.0	0.426	105
119	22.818	1309	9.335	464.3	0.415	107
120	22.241	1331	9.091	472.5	0.404	109
121	21.653	1355	8.853	480.9	0.393	111
122	21.059	1381	8.611	490.1	0.382	114
123	20.452	1410	8.361	500.6	0.371	116
124	19.778	1445	8.088	513.2	0.359	119
125	19.123	1482	7.814	527.0	0.347	122
126	18.373	1533	7.519	543.9	0.334	126
127	17.599	1593	7.196	566.0	0.320	131
128	16.628	1678	6.805	596.1	0.303	138
129	15.603	1803	6.368	640.7	0.284	148
130	14.075	2053	5.753	727.6	0.257	168
131	11.311	2836	4.550	1015	0.203	236

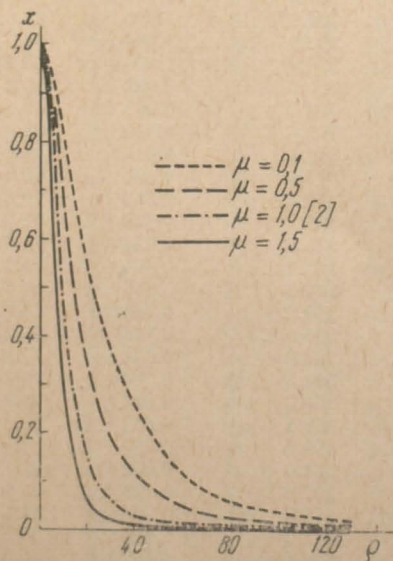


Рис. 2. — Плотность.

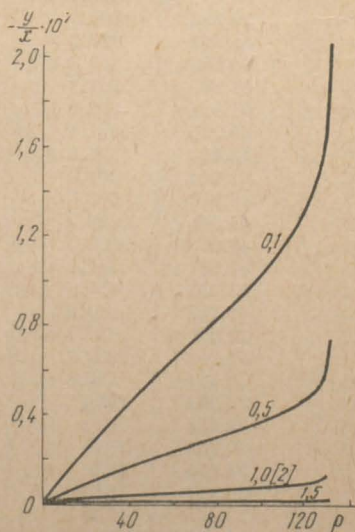


Рис. 3. — Скорость центра.

ядром. Распределение звезд различных масс в этой модели имеет, вероятно, тот же характер как и распределение звезд различных масс в квазистационарной системе.

Скорость центроида направлена к центру и возрастает с увеличением расстояния от центра. Скорость центроида возрастает с уменьшением массы.

Автор выражает благодарность проф. Т. А. Агекяну за руководство работой.

Кафедра астрономии  
Бухарестский университет

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Т. А. АГЕКЯН, Астрон. ж., **40**, 318, 1963.
  2. Т. А. АГЕКЯН, Астрон. ж., **41**, 523, 1964.
  3. M. HÉNON, Ann. Astrophys., **24**, 369, 1961.
  4. Т. А. АГЕКЯН, Астрон. ж., **36**, 283, 1959.
  5. L. SPITZER and R. HÄRM, Astrophys. J., **127**, 544, 1958.
  6. И. В. ПЕТРОВСКАЯ, Астрон. ж., **42**, 572, 1965.
-



*Studii și cercetări de astronomie publică articole originale, de nivel științific superior, din domeniile: mecanică cerească, astronomie meridiană, astronomie fotografică, astronomie stelară, astrofizică, cosmogonie. În rubrica RECENZII sînt prezentate cele mai recente lucrări de specialitate apărute în țară și peste hotare.*

#### Notă către autori

*Autorii sînt rugați să înainteze articolele, notele și recenziile dactilografiate la două rînduri. Tabelele vor fi dactilografiate pe pagini separate, iar diagramele vor fi executate în tuș, pe hîrtie de calc. Tabelele și ilustrațiile vor fi numerotate cu cifre arabe. Figurile din planșe vor fi numerotate în continuarea celor din text. Se va evita repetarea aceluiași date în text, tabele și grafice. Explicația figurilor va fi dactilografiată pe pagină separată. Bibliografia se va da în ordinea citărilor în text. Numele autorilor va fi precedat de inițială. Titlurile revistelor citate în bibliografie vor fi prescurtate conform uzanțelor internaționale.*

*Autorii au dreptul la un număr de 50 de extrase gratuite.*

*Responsabilitatea asupra conținutului articolelor revine în exclusivitate autorilor.*

*Correspondența privind manuscrisele, schimbul de publicații etc., se va trimite pe adresa comitetului de redacție, str. Cușitul de argint nr. 5, București.*





## LUCRĂRI APĂRUTE ÎN EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

Anuarul Observatorului din București (Longitudine E  $1^{\text{h}}44^{\text{m}}23^{\text{s}}$ , 20. Latitudine N.  $44^{\circ}24'49''$ )  
(serie in curs)

### Apărute :

- 1953, 142 p., 2 lei
- 1954 1953, 215 p., 3,15 lei
- 1955 1955, 232 p., 4,90 lei
- 1956 1956, 176 p., 3,20 lei
- 1957 1956, 168 p., 2,75 lei
- 1958 1957, 167 p., 3 lei
- 1959 1958, 172 p., 3,10 lei
- 1960 1959, 220 p., 4,30 lei
- 1961 1961, 200 p., 5,70 lei
- 1962 1962, 230 p., + 9 pl., 765 lei
- 1962 1963, 223 p. + 9 pl., 6,30 lei
- 1964 1964, 209 p. + 2 pl. 15 lei.
- 1965 1965 213 p. + 1 pl., 15 lei
- 1966 1965 210 p. + 1 pl., 15 lei

Bulletin solaire I. Rotations 1389—1395 (18 Juillet 1957 — 12 Janvier 1958) / II, Rotation 1395—1408 (13 Janvier 1958 — 2 Janvier 1959), 79 p., 1,90 lei.

Bulletin solaire III. Rotations 1396—1408 (13 Janvier 1958—2 Janvier 1959), 60 p., 1,65 lei.

Observations solaires : Rotations 1409—1421 (Janvier 1959—23 Decembrie 1959), 59 p., 1,65 lei.

Observations solaires : Rotations 1422—1435 (24 Decembrie 1859—7 Janvier 1861), 52 p. + 1 pl., 2,60 lei.

Observations solaires : Rotations 1436—1448 (8 Janvier 1961 — 23 Decembrie 1961), 37 p., 1,75 lei.

Observations solaires : Rotations 1449—1462 (20 Decembrie 1961—14 Janvier 1963), 1964. 41 p., 2,75 lei.

ST. CERC. ASTRON., TOM. II, NR. 2, 185—258, BUCUREȘTI, 1966