

V K-14038

П 267527

K-14038

ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ



№ 82

АСТРОНОМІЯ

ВИПУСК 7

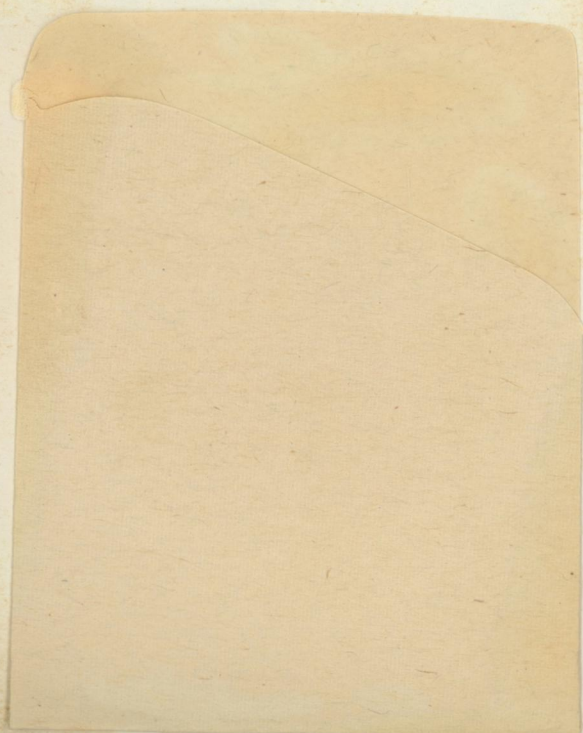


ВИДАВНИЦТВО ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

54 коп.





МІНІСТЕРСТВО ВИЩОЇ І СЕРЕДНЬОЇ СПЕЦІАЛЬНОЇ ОСВІТИ УРСР

ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

№ 82

АСТРОНОМІЯ

ВИПУСК 7

К. 14038

Центральна Наукова

БІБЛІОТЕКА

Ім. М.

267527

9

ВИДАВНИЦТВО

ХАРКІВСЬКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЧЕРВОНОГО ПРАПОРА
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені О. М. ГОРЬКОГО
Харків

1972

Редакційна колегія:

акад. АН УРСР М. П. Барабашов (відп. редактор),
доц. К. Н. Кузьменко (секретар), доц. В. Й. Єзерський,
доц. В. Х. Плужников, канд. фіз.-матем. наук А. Т. Че-
кирда.

МИКОЛА ПАВЛОВИЧ БАРАБАШОВ

29 квітня 1971 року на 78 році життя помер відомий радянський вчений-астроном Микола Павлович Барабашов, Герой Соціалістичної Праці, Заслужений діяч науки УРСР, академік АН УРСР, професор Харківського університету імені О. М. Горького.

В особі М. П. Барабашова радянська наука втратила відомого вченого, засновника планетознавства в СРСР, праці якого в цій галузі набули широкої популярності і дістали визнання не лише в Радянському Союзі, а й далеко за його межами.

М. П. Барабашов народився в 1894 році в м. Харкові. В 1919 році закінчив Харківський університет і з того часу працював у ньому викладачем, професором, завідуючим кафедрою астрономії, директором астрономічної обсерваторії. З 1943 по 1945 рік був ректором Харківського державного університету імені О. М. Горького. В 1941 році йому присвоєно звання Заслуженого діяча науки УРСР, в 1948 році він обраний дійсним членом АН УРСР. Член КПРС з 1940 року.

У зв'язку з бурхливим розвитком космічних досліджень великого значення набувають праці М. П. Барабашова по визначенню атмосферного тиску, структурних особливостей і природи материків, морів, полярних шапок, каналів і їх сезонних змін на Марсі, а також дослідження атмосфери Венери, мікрорельєфу і природи зовнішнього покриття місячної поверхні. Багато наукових передбачень вченого в цій галузі блискуче підтвердились при безпосередньому вивченні Місяця і планет з допомогою космічних апаратів. М. П. Барабашов був одним із авторів і редакторів «Атласу зворотнього боку Місяця».



Ім'я М. П. Барабашова широко відоме як автора численних монографій і наукових статей. Велика кількість його праць перекладена на іноземні мови. Він створив відому наукову школу астрофізики і виховав цілу плеяду вчених-астрономів.

М. П. Барабашов багато сил і енергії віддавав науковій, педагогічній і громадській діяльності. Він двічі обирався депутатом Верховної Ради СРСР.

Радянська держава високо оцінила заслуги Миколи Павловича Барабашова, удостоївши його звання Героя Соціалістичної Праці, нагородивши чотирма орденами Леніна, орденом Трудового Червоного Прапора і медалями.

Світла пам'ять про М. П. Барабашова, видатного вченого-комуніста, педагога і прекрасну людину назавжди збережеться в пам'яті всіх, хто його знав.

П. Ю. ШЕЛЕСТ, В. В. ЩЕРБИЦЬКИЙ, О. П. ЛЯШКО,
М. О. СОБОЛЬ, Г. І. ВАЩЕНКО, Ф. Д. ОВЧАРЕНКО,
П. Т. ТРОНЬКО, В. В. ЦВЕТКОВ, Б. Є. ПАТОН,
Ю. М. ДАДЕНКОВ, А. П. БЕЗДІТКО, В. Г. ХОТКЕВИЧ.

«Соціалістична Харківщина», 30 квітня 1971 р.

М. П. БАРАБАШОВ

(Нарис життя і діяльності)

Видатний радянський астроном Микола Павлович Барабашов народився 30 березня 1894 р. в м. Харкові. Його батько, Павло Миколайович, був відомим окулістом, професором Харківського університету, учасником російсько-турецької війни 1877—1878 рр. за звільнення Болгарії.

У 1-й Харківській гімназії Микола Павлович виявив неабиякі здібності і глибокий інтерес до астрономічних спостережень, виготовлення різних астрономічних інструментів. Перше його наукове повідомлення про результати спостереження Марса було опубліковано в 1912 р. у журналі французького астрономічного товариства «Астрономія».

Закінчивши гімназію, М. П. Барабашов у 1912 р. йде вчитися на фізико-математичний факультет Юр'ївського університету. У зв'язку з тяжким захворюванням (туберкульоз легень) він припиняє навчання в університеті і лікується в Італії. Повернувшись 1914 року до Харкова і ще зовсім не видужавши, Микола Павлович вступає на фізико-математичний факультет Харківського університету, після закінчення якого в 1919 р. його залишають при кафедрі астрономії для підготовки до професорського звання.

З цього часу вся наукова, педагогічна і громадська діяльність М. П. Барабашова невідривна від Харківського університету і астрономічної обсерваторії.

Молодий вчений добре усвідомлював, що «не відразу Москва будувалася», не відразу Радянська влада могла створити всі умови для розвитку вітчизняної астрономії. Спершу треба було відновити зруйноване народне господарство, зміцнити економіку країни. Микола Павлович разом з співробітниками обсерваторії самовіддано працює. Натхненний успіхами молодोї Країни Рад, він проводить велику лекційно-пропагандистську роботу серед населення, червоноармійців, організовує екскурсії, виступає з доповідями, дає консультації.

Коло наукових інтересів молодого вченого чітко визначилося вже в перші роки його діяльності: це вивчення фізичних умов на Місяці і планетах. Дослідження в цій галузі принесли вченому світову славу і зміцнили авторитет Харківської астрономічної обсерваторії, яку він очолив у 1930 р.

Одним з перших відомих відкриттів М. П. Барабашова було встановлення у 1918 р. основних особливостей закону відбиття світла від поверхні місячних морів. Дослідження в цьому напрямку були здійснені у зв'язку із запропонованою йому видатним ученим В. Г. Фесенковим роботою по визначенню альbedo земної кулі. М. П. Барабашов установив, що будь-яка ділянка поверхні місячних морів досягає максимальної яскравості при мінімальному значенні кута фази, тобто коли майже збігаються напрямки падаючих і відбитих сонячних променів. Крім того, він довів, що при мінімальному значенні кута фази, в повному Місяці ділянки з однаковою відбивною здатністю мають однакову яскравість незалежно від їх положення на диску, тобто, що падіння яскравості до краю диска Місяця відсутнє. Інтерпретуючи знайдені особливості відбиття світла від поверхні місячних морів, які пізніше дістали назву «ефектів Барабашова», молодий вчений показав, що вони є наслідком сильної зритості, пористості мікрорельєфу місячної поверхні і що величина цієї пористості повинна становити близько 60—70%.

У 20-ті роки Микола Павлович завершив важливі роботи по дослідженню поляриметрії та колориметрії місячної поверхні і різних зразків гірських порід. Зокрема, він довів, що на місячній поверхні має місце різниця в кольорах порядку $0,^{m2} - 0,^{m3}$ за шкалою звичайних показників кольору, а також деяка систематична відмінність в кольорі місячних морів та материків. Ці й наступні роботи М. П. Барабашова були початком широких досліджень фізичних властивостей місячної поверхні і в цілому фізичного планетознавства в нашій країні.

Дослідження місячної поверхні займають багато місця в роботах М. П. Барабашова і керованої ним обсерваторії. Під керівництвом Миколи Павловича аспірантка В. О. Федорець у 1948—1950 рр. здійснила ґрунтовне фотометричне дослідження поверхні Місяця, що включало 172 деталі, які спостерігалися при 40 значеннях кута фази в інтервалі $-140^{\circ} + 140^{\circ}$ при мінімальному значенні кута фази $-1^{\circ},5$. Дані Харківського фотометричного каталога місячної поверхні, що здобув загальне визнання, стали основою для вивчення фотометричних і структурних особливостей окремих ділянок та деталей Місяця, а також для виведення середньої фотометричної функції місячної поверхні, що було здійснено в обсерваторії у наступні роки.

Комплексні дослідження М. П. Барабашова, засновані на порівняльному вивченні декількох оптичних характеристик (закону відбиття світла, ступеня поляризації, показника кольору,

спектральної відбивної здатності) дозволили зробити висновок, що зовнішня поверхня Місяця складається з вулканічних порід базальтового типу і відзначається великою пористістю (60—70%) з розмірами зерен ґрунту від часток міліметра до декількох міліметрів. Ці дані, як відомо, дістали підтвердження при безпосередньому вивченні місячної поверхні за допомогою космічних апаратів м'якої посадки — автоматичних міжпланетних станцій «Луна-9» і «Луна-13», що передали на Землю перші панорами місячної поверхні, а також при дослідженні зразків місячних порід, доставлених на Землю.

«Ми, астрономи, завжди складаємо екзамен, — часто говорив своїм учням Микола Павлович. — Наші результати перевіряє час». І справді, розвинуті академіком М. П. Барабашовим і керованим ним колективом уявлення про структуру та природу поверхні Місяця блискуче підтвердилися. Астрономічна рада Академії наук СРСР у своєму привітанні М. П. Барабашову з нагоди його 75-річчя підкреслила: «Вам довелося пережити виняткову для астронома радість: підтвердження космічними станціями Ваших висновків, зроблених біля телескопа, про будову місячної поверхні».

М. П. Барабашов є одним з авторів та редакторів першого «Атласу зворотнього боку Місяця», складеного на основі фотографій, одержаних з борту АМС «Луна-3». За даними АМС «Зонд-3» під керівництвом Миколи Павловича було розроблено перший фотометричний каталог деталей зворотнього боку Місяця.

Для дослідження фізичної природи Місяця і планет М. П. Барабашов, починаючи з 30-х років, широко застосовував метод фотографічної фотометрії. У зв'язку з цим в обсерваторії були вивчені деякі властивості фотографічних емульсій, а також розроблено метод фотографічної фотометрії. М. П. Барабашов разом із співробітниками обсерваторії Б. Є. Семеїкіним та А. Т. Чекирдою багато уваги приділяли, зокрема, розробці методу «штучної планети» для врахування спотворюючого впливу фотографічної іррадіації та дифракції на розподіл яскравості по диску планети. М. П. Барабашов показав, що так званий ефект Райта, який виявляється в різниці діаметрів фотографічних зображень Марса в синіх і червоних променях, викликаний недостатністю фотографічної широти емульсії для охоплення градації яскравості на диску Марса в червоних променях.

Фотометричні дослідження Венери, здійснені в 1932 р. і пізніше, виявили «квазізеркальний» характер відбиття світла від видимої поверхні планети, який полягає в тому, що максимум яскравості відповідає ділянці диску планети, для якого кут падіння дорівнює куту відбиття і кути падаючий та відбитий лежать по різні боки від нормалі. Цілком імовірно, що ця особливість відбиття світла викликана наявністю в хмарному покриві

Венери льодяних кристалів. У наступних своїх роботах, аналізуючи фотометричні дані про розподіл яскравості по диску Венери, М. П. Барабашов довів, що оптична товщина атмосферного шару Венери, розташована над хмарним покривом, 0,07, що добре узгоджується з визначенням цієї величини іншими методами.

М. П. Барабашов вніс значний вклад у вивчення Марса. Здобуті ним результати сприяли прогресу уявлень про природу цієї планети. За даними багаторічних фотометричних спостережень Марса з світлофільтрами на основі теорії розсіювання світла в планетних атмосферах встановлювалися оптичні характеристики: закон відбиття світла від темних і світлих ділянок, альbedo і колір різних утворень. Микола Павлович встановив, що не тільки світлі, але й темні ділянки Марса є червоними по відношенню до білого екрану, що полярні шапки складаються з двох компонент: несучільного покриву на поверхні і розташованого над ним хмарного утворення. Порівняння даних фотографічних спостережень Марса в різних протистояннях показали, що співвідношення газової і аерозольної компонент атмосфери істотно змінюється, що, зокрема, виявляється в зміні розподілу яскравості по диску планети.

Фотометрія Сатурна і його кілець, вперше здійснена 1932 року в Харківській астрономічній обсерваторії, дозволила зробити цікавий висновок про те, що речовина внутрішнього кільця простягається до самого шару планети. Фотометричні спостереження Юпітера показали, що оптична товщина шару атмосфери над хмарним покривом невелика і світлі та темні смуги лежать приблизно на однаковій висоті. Падіння яскравості до краю диску планети дещо змінюється з роками, що очевидно пояснюється впливом сонячної активності.

Численні результати досліджень фізичної природи Місяця і планет М. П. Барабашов узагальнив у ряді своїх монографій: «Дослідження фізичних умов на Місяці й планетах» (1952), «Результати фотометричних спостережень Місяця й планет на Харківській астрономічній обсерваторії» (1957), «Про методи фотографічного фотометрування планет» (1967).

Загальний список робіт М. П. Барабашова включає понад 300 наукових статей, монографій, учбових посібників, а також велику кількість науково-популярних брошур, статей і заміток.

Наукова діяльність М. П. Барабашова і створеної ним школи в галузі планетознавства добре відомі не тільки в нашій країні, але й далеко за її межами. Багато з результатів дослідження фізичної природи Місяця і планет, одержаних М. П. Барабашовим та його учнями, відіграють велику практичну роль у вік освоєння Місяця і планет засобами космонавтики.

Численні учні й співробітники Миколи Павловича — А. Т. Чекирда, Л. І. Крисенко, Л. І. Шингарьов, В. О. Федорець-Єзерська, І. М. Гордон, В. Й. Єзерський, В. М. Лебединєв, І. К. Коваль,

Ю. В. Александров, Л. А. Акимов, О. М. Стародубцева, В. Н. Дудінов, Н. Н. Євсюков, В. С. Опрятова, М. Ф. Ходячих, Н. О. Ібрагімов та ін. стали кандидатами й докторами наук, далі успішно розвивають наукові дослідження свого вчителя.

Велику роль у розвитку досліджень Місяця й планет у нашій країні відіграла діяльність Комісії з фізики планет Астрономічної Ради АН СРСР, створеної за ініціативою М. П. Барабашова.

Перша Всесоюзна конференція з фізики планет, на якій була затверджена вказана вище комісія, відбулася в Харкові 21—23 травня 1949 р. У роботі конференції взяли участь представники всіх астрономічних центрів країни, що займаються фізикою планет. Відкриваючи конференцію, Микола Павлович підкреслив: «Скликання планетної конференції стало суттєвою необхідністю у зв'язку з тими успіхами, яких досягли окремі радянські обсерваторії і астрономи в справі вивчення планет нашої сонячної системи. Прийшов час чітко спланувати і координувати цю роботу на майбутнє».

Діяльність планетної комісії, яку М. П. Барабашов очолював протягом понад 15 років, сприяла координації планетних досліджень, підготовці спеціалістів в галузі планетознавства, залученню до вивчення планет обсерваторій, озброєних сучасними інструментами (Абастуманської обсерваторії, Кримської астрофізичної обсерваторії, Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР, Астрофізичного інституту АН Казахської РСР та ін.). Пленуми планетної комісії відбулися в Харкові в червні 1953 р., березні 1955 р., травні 1958 р., жовтні 1960 р., жовтні 1966 р. На цих пленумах було розглянуто й обговорено багато важливих проблем розвитку планетних досліджень. Так, на пленумі в червні 1953 р. М. П. Барабашов порушив питання про необхідність створення спеціального планетного інституту.

Як директор Харківської обсерваторії Микола Павлович зробив величезний вклад у зміцнення і розширення інструментальної бази обсерваторії, докладав багато зусиль для всебічного розвитку тут наукових досліджень. У 1931 р. він передав обсерваторії виготовлений ним ще в студентські роки 270-міліметровий рефлектор, який успішно використовувався в науковій роботі, зокрема за спостереженнями Марса. У 30-ті роки Микола Павлович вирішив організувати в обсерваторії глибокі дослідження Сонця. Він запросив ленінградського оптика М. Г. Пономарьова і разом з ним розробив конструкцію спектрогеліоскопа, який в 1935 р. був створений співробітниками обсерваторії. Це був перший спектрогеліоскоп, виготовлений у Радянському Союзі (в подальшому він декілька разів удосконалювався і тепер застосовується для «Служби Сонця»).

Багато уваги М. П. Барабашов приділяв плану будівництва нової обсерваторії. На жаль, цей план не був здійснений у зв'яз-

ку з віроломним нападом на нашу країну фашистської Німеччини.

Завдяки кипучій енергії Миколи Павловича у даний час створено заміську базу обсерваторії. Поблизу Гракове, за 70 кілометрів від Харкова встановлений і працює новий 70-сантиметровий планетний телескоп АЗТ-8. Споруджується лабораторний корпус.

Багато корисного зробив М. П. Барабашов на посту ректора Харківського університету, на який його було призначено в 1943 р. після звільнення Харкова від гітлерівських загарбників. Тоді перед ректоратом щоденно виникало багато складних проблем навчання і побуту студентів. Комуніст Барабашов завжди по-діловому, правильно вирішував їх. Він був організатором і активним учасником численних суботників і недільників, які регулярно проводилися викладачами і студентами університету в той важкий воєнний час.

Складна напружена робота по відновленню університету, тяжкі роки евакуації негативно позначилися на стані здоров'я Миколи Павловича, почався жорстокий двобій з хворобою, в якому перемогла сила духу, воля людини. М. П. Барабашов повертається до своєї,любимої роботи. У 1948 р. його обирають дійсним членом АН УРСР.

Протягом понад 50 років М. П. Барабашов виконував величезну педагогічну діяльність, викладаючи в Харківському університеті, де він очолював кафедру астрономії з 1935 р. і до останніх днів свого життя, а також в інших вузах міста. У своїх лекціях, що завжди відзначалися високою ерудицією і блискучою майстерністю слова, Микола Павлович багато місця відводив ідейному, патріотичному вихованню молодих спеціалістів. Його вихованцями були Ваня Тимошенко і Володя Перцов, які загинули в боях за Батьківщину, Ляля Убийвовк — керівник підпільної комсомольської організації в Полтаві, закатована фашистами, якій посмертно було присвоєно звання Героя Радянського Союзу, учасник Великої Вітчизняної війни, Герой Радянського Союзу В. П. Сімон та ін.

М. П. Барабашов брав найактивнішу участь у громадсько-політичному житті. Його неодноразово обирали членом Харківського міського і обласного комітетів партії, депутатом Верховної Ради СРСР IV і V скликань.

Свою наукову і виховну діяльність Микола Павлович успішно поєднував з широкою науково-популяризаторською роботою. Він часто виступав з лекціями, доповідями перед трудящими, військовослужбовцями, по радіо і телебаченню, публікував численні статті та нариси в газетах і журналах.

Партія і уряд високо оцінили заслуги М. П. Барабашова, нагородивши його чотирма орденами Леніна, орденом Трудового Червоного Прапора, медалями. У 1969 р. йому було присвоєно високе звання Героя Соціалістичної Праці.

До останніх днів свого життя він був сповнений невичерпної творчої енергії, не припиняв дослідницької і організаторської роботи і назавжди зостанеться в пам'яті учнів, друзів, всіх, хто близько знав його, як полум'яний ентузіаст, видатний учений-комуніст, людина світлого розуму і гарячого серця.

В. Й. Єзерський, К. Н. Кузьменко, В. Х. Плужников.

КАТАЛОГ НОРМАЛЬНОГО АЛЬБЕДО І ГРАДІЄНТА ЯСКРАВОСТІ ДІЛЯНОК МІСЯЧНОЇ ПОВЕРХНІ

М. П. Барабашов, В. О. Єзерська, В. Й. Єзерський, І. І. Латиніна

Найбільш характерною особливістю відбивних властивостей місячної поверхні, вперше вивчених М. П. Барабашовим [1], є швидке зростання яскравості поблизу нульового значення кута фази. М. П. Барабашов і В. Й. Єзерський показали, що в цілому місячна поверхня фотометрично однорідна і що разом з тим на ній є такі ділянки, які відрізняються від середніх фотометричних властивостей всієї поверхні [2, 3, 4].

Відхилення від середніх фотометричних властивостей місячної поверхні можна виразити як середнє відхилення від нормованої до повного місяця яскравості або як різницю градієнта яскравості від його середнього значення.

Раніше [4, 5] градієнт яскравості поблизу нульової фази визначали, виходячи з того, що яскравість на інтервалі кута фази $\pm 5^\circ$ змінюється лінійно. При цьому було використано дані Харківського фотометричного каталога [6], а також результати спеціально проведених фотометричних вимірювань серії фотографій Місяця, на основі яких було складено Харківський фотометричний каталог. Градієнт яскравості встановлювався як середнє значення для таких інтервалів кута фази:

$$[(-8^\circ, 9; -7^\circ, 1) \div -1^\circ, 5] \text{ і } [-1^\circ, 5 \div (+4^\circ, 6; +5^\circ, 5)].$$

Аналіз ходу яскравості біля нульового значення фази свідчить [5, 6], що є такі ділянки, в яких максимум яскравості має різко виражений характер і градієнт яскравості становить значну величину. Разом з тим наявні і такі ділянки, для яких, навпаки, найбільша яскравість має місце не при мінімальному значенні кута фази і максимум має розмитий характер.

Такий спосіб визначення градієнта яскравості має деякі недоліки, а саме: його величина багато в чому залежить від випадкових помилок в яскравості при названих всього тільки п'яти вели-

чинах кута фази, а також не враховується можливість більш швидкого зростання яскравості порівняно з лінійним ходом. Тому було вирішено далі знаходити значення градієнта яскравості іншим шляхом. У відповідності з розвинутими в роботі [7] теоретичними формулами вважалося, що яскравість біля максимального значення змінюється експоненціально, і визначався градієнт яскравості в логарифмічній шкалі, тобто величина $\frac{\partial \lg b}{\partial \alpha}$.

Градієнт яскравості визначався за даними фотометричних вимірювань при дев'яти значеннях кута фази:

$$\begin{array}{ccccccc} -17^\circ,6 & -11^\circ,3 & -8^\circ,9 & -7^\circ,1 & & & \\ & & & & -1^\circ,5 & & \\ +4^\circ,6 & +5^\circ,5 & +13^\circ,1 & +17^\circ,8 & & & \end{array}$$

Яскравість ділянок встановлювалася відносно її значення при $\alpha = -1^\circ,5$.

Для виключення асиметрії фазової залежності яскравості, пов'язаної з положенням деталі на диску, проводилася редукція до нульового меридіана. При цьому вважалося, що залежність яскравості від фотометричної довготи при даній фазі визначається згідно з теоретичними дослідженнями Хапке, а також виходячи з висновку, одержаного в роботі [8] на основі загального аналізу фотометричних властивостей місячної поверхні, і може бути представлена такою формулою:

$$\varphi(\alpha, l) = \frac{\cos(l - \alpha)}{\cos l + \cos(l - \alpha)},$$

або

$$\varphi(\alpha, x) = \frac{x}{1 + x},$$

де

$$x = \frac{\cos(l - \alpha)}{\cos l} = \frac{\cos i}{\cos \varepsilon};$$

α — кут фази; l — фотометрична довгота; i — кут падіння сонячних променів; ε — кут відбиття.

Остаточний множник K для редукції до нульового меридіана виражається таким чином:

$$K = \frac{\varphi(\alpha, 0)}{\varphi(\alpha, l)} = \left(\frac{x_0}{1 + x_0} \right) \cdot \left(\frac{1 + x}{x} \right), \quad x_0 = \cos \alpha.$$

Розрахунки проводилися на ЕОМ «М-20» за способом найменших квадратів. Знаходилося значення градієнта яскравості в логарифмічній шкалі, а також яскравість при нульовому куті фази $b(0^\circ)$ і значення середніх квадратичних відхилень цих величин. Як правило, лінійна апроксимація зміни логарифма яскравості на

інтервалі $\pm 18^\circ$ виявлялася достатньо точною, особливо для ділянок з середнім і великим значеннями градієнта яскравості. Для ділянок, в яких максимум яскравості розмитий, величина квадратичного відхилення зростала. У ряді випадків значення градієнта яскравості встановлювалося без урахування даних для крайніх величин кута фази: $-17^\circ,6$; $+17^\circ,8$.

Такий спосіб визначення градієнта яскравості має деякі переваги, бо заснований на більшому числі даних і не в такій мірі, як раніше, залежить від випадкових помилок. Але при малому значенні градієнта яскравості відносно середнє квадратичне відхилення зростає, оскільки лінійна апроксимація в даному випадку перестає бути достатньо точною.

Перехід до значення градієнта яскравості $g_0 = \left(\frac{\partial b}{\partial \alpha} \right)_0$ здійснювався за формулою

$$g_0 = 2,303 b(0^\circ) \left[\frac{\partial \lg b}{\partial \alpha} \right].$$

Одержані величини яскравості $b(0^\circ)$ переводилися в значення фактора яскравості за допомогою перехідного множника від відносної системи каталога [6] в абсолютну систему, одержаного в [9].

Здобуті величини фактора яскравості при нульовому куті фази, тобто нормального альbedo, значення градієнта яскравості, а також селенографічні координати 814 ділянок наведені в табл. 1.

Ці дані потребують спеціального аналізу, зокрема детально го зіставлення із знайденими радіометричними та радіолокаційними неоднорідностями. У даній статті виконано тільки попередній розгляд цього питання.

Таблиця 1

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
1	Море Криз	$20^\circ,0$	$61^\circ,1$	0,107	0,0473
2	" "	18,2	54,5	0,108	0,0527
3	" "	12,2	56,5	0,105	0,0521
4	Болото Снів	14,0	42,8	0,134	0,0356
5	Море Нектара	$-15,0$	34,1	0,108	0,0245
6	Лангрен	$-8,5$	60,7	0,174	0,0475
7	Венеделін	$-17,0$	61,6	0,152	0,0568
8	Петавій	$-24,3$	59,5	0,180	0,0519
9	На південь від Моря Криз	6,5	55,0	0,160	0,0446
10	Клеомед	27,3	56,0	0,134	0,0324
11	Край Місяця	$-30,7$	80,0	0,115	0,0357
12	" "	43,0	65,0	0,150	0,0499
13	Промінь в Морі Ясності	20,0	17,0	0,090	0,0215
14	Море Ясності	22,1	18,0	0,065	0,0154

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
15	Море Ясності	25,9	17,0	0,084	0,0300
16	" "	21,0	20,0	0,080	0,0242
17	" "	22,0	13,0	0,075	0,0215
18	" "	29,9	26,5	0,080	0,0265
19	Материк	27,7	34,0	0,105	0,0156
20	Озеро Сновидінь	35,5	35,0	0,091	0,0232
21	Фракастор	-21,2	32,3	0,139	0,0256
22	Теофіл	-11,7	26,8	0,131	0,0126
23	Кірілл	-13,3	24,0	0,158	0,0158
24	Катаріна	-17,4	23,0	0,148	0,0139
25	Море Холоду	58,0	17,0	0,110	0,0263
26	" "	51,0	30,0	0,104	0,0289
27	Посідоній	31,9	29,5	0,109	0,0160
28	Менелай	16,0	15,9	0,112	0,0155
29	Манілій	14,4	8,5	0,117	0,0156
30	Море Родючості	-3,1	56,0	0,115	0,0577
31	" "	-4,0	46,0	0,101	0,0352
32	" "	-7,5	47,0	0,147	0,0482
33	" "	-7,5	45,0	0,135	0,0529
34	Материк	8,2	68,0	0,144	0,0313
35	Берег Болота Снів	16,4	45,2	0,134	0,0125
36	Море Спокою	-4,0	25,0	0,103	0,0232
37	Материк	-25,0	35,0	0,152	0,0234
38	"	13,0	12,0	0,103	0,0235
39	"	-3,0	14,0	0,140	0,0328
40	"	38,0	43,0	0,170	0,0438
41	Море Спокою	8,0	30,0	0,078	0,0243
42	" "	12,0	37,0	0,079	0,0258
43	" "	1,0	25,0	0,090	0,0228
44	Гіппарх, центр	-5,0	5,1	0,147	0,0292
45	Арістїлл	33,0	2,0	0,111	0,0198
46	Автолік	30,9	2,0	0,116	0,0227
47	Вал Автоліка	30,9	1,3	0,109	0,0177
48	Вал Арістїлла	33,3	0,5	0,108	0,0200
49	Море Парів	14,0	2,0	0,085	0,0218
50	" "	10,0	8,0	0,068	0,0317
51	Птолемей	-8,1	-2,8	0,124	0,0254
52	Альфонс	-12,8	-3,3	0,135	0,0223
53	Пляма в Альфонсі	-13,3	-4,4	0,127	0,0244
54	" "	-13,1	-2,0	0,127	0,0236
55	Платон	51,2	-10,0	0,096	0,0329
56	"	50,5	-8,7	0,098	0,0302
57	Материк	17,0	-2,0	0,120	0,0192
58	Центральна Затока	0,0	0,0	0,099	0,0184
59	" "	7,0	-8,0	0,085	0,0361
60	Тїхо, дно	-43,0	-11,1	0,197	0,0174
61	Промїнь Тїхо	-41,1	-8,0	0,179	0,0148
62	Поруч з променем	-40,0	-11,0	0,148	0,0125
63	Вал Тїхо	-43,0	-13,0	0,182	0,0137
64	Промїнь Тїхо	-36,5	-28,0	0,133	0,0204
65	Поруч з променем	-35,0	-28,0	0,106	0,0171
66	Промїнь Тїхо	-23,0	-24,0	0,118	0,0298

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
67	Поруч з променем	-23,0	-21,5	0,095	0,0237
68	Промінь Тіхо	-54,5	-25,0	0,0184	0,0218
69	Поруч з променем	-54,0	-57,0	0,152	0,0181
70	Архімед	+29,8	-4,0	0,093	0,0150
71	Коперник	9,0	-20,0	0,148	0,0148
72	Промінь Коперника	12,3	-17,7	0,114	0,0337
73	Район Коперника	6,0	-22,0	0,102	0,0214
74	Світла смуга в Морі Дощів	23,0	-21,8	0,114	0,0332
75	Поруч із смугою	23,0	-22,8	0,089	0,0266
76	Світла смуга на схід від Тимо- харіса	28,0	-15,5	0,103	0,0285
77	Поруч із смугою	27,0	-14,0	0,084	0,0251
78	Промінь Тіхо	-33,8	5,1	0,167	0,0207
79	Кеплер	7,5	-37,8	0,154	0,0323
80	Промінь Кеплера	8,0	-36,5	0,131	0,0388
81	Поруч з променем	4,5	-36,5	0,098	0,0292
82	Море Дощів	30,0	-17,0	0,084	0,0268
83	Платон	51,3	-12,0	0,093	0,0099
84	Альбатегній	-11,7	4,5	0,118	0,0209
85	Арзахель	-17,8	-2,8	0,156	0,0248
86	Море Дощів	+32,5	5,0	0,092	0,0189
87	" "	43,0	-16,0	0,078	0,0186
88	" "	28,5	-35,0	0,086	0,0221
89	Материк біля Мерана	42,0	-43,0	0,148	0,0428
90	Море Дощів	40,0	-28,0	0,089	0,0421
91	Море Дощів—Море Ясності	29,0	6,0	0,098	0,0295
92	Море Хмар	-21,8	-14,9	0,103	0,0380
93	" "	-26,0	-15,0	0,096	0,0316
94	" "	-8,0	-13,0	0,093	0,0348
95	Пітат	-29,1	-13,8	0,104	0,0216
96	Клавій	-58,0	-15,0	0,196	0,0209
97	Затока Спеки	12,0	-10,0	0,104	0,0228
98	" "	12,0	-3,6	0,092	0,0254
99	Затока Райдуг	45,0	-32,5	0,089	0,0332
100	" "	45,0	-34,0	0,092	0,0382
101	Арістарх	23,0	-47,1	0,217	0,0294
102	Море Вологості	-22,6	-37,6	0,090	0,0401
103	Апеніни	25,0	5,0	0,108	0,0203
104	Болото Туманів	38,6	4,0	0,109	0,0230
105	Океан Бур	-0,1	-58,0	0,083	0,0543
106	" "	32,0	-46,0	0,092	0,0387
107	" "	10,0	-45,0	0,089	0,0360
108	" "	50,0	-66,0	0,089	0,0301
109	" "	42,0	-52,0	0,089	0,0459
110	Пляма Вуда	24,0	-50,0	0,114	0,0492
111	Світлий промінь Арістарха	26,0	-48,0	0,178	0,0474
112	Поруч з променем	26,0	-46,0	0,104	0,0301
113	Гассенді	-17,7	-40,0	0,135	0,0383
114	Грімальді	-5,0	-63,0	0,130	0,0455
115	Море Вологості	-25,0	-32,1	0,099	0,0418
116	Шіккард	-43,8	-55,4	0,128	0,0311
117	Грімальді	-5,2	-67,1	0,086	0,0620

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
118	Темна пляма в Шіккарді	-42,8	-57,5	0,110	0,0417
119	" " "	-46,0	-53,0	0,109	0,0258
120	Океан Бур	23,0	-65,0	0,081	0,0194
121	Материк	-5,0	35,0	0,141	0,0249
122	"	-3,0	-8,0	0,121	0,0166
123	"	-25,0	0,0	0,156	0,0120
124	"	54,0	-10,0	0,131	0,0263
125	Край Місяця	0,0	70,0	0,147	0,0419
126	" "	22,0	70,0	0,164	0,0581
127	" "	60,0	65,0	0,153	0,0411
128	" "	70,0	-10,0	0,170	0,0174
129	" "	-70,0	0,0	0,183	0,0312
130	" "	-60,0	70,0	0,166	0,0489
131	Прокл	16,2	46,4	0,218	0,0258
132	Море Ясності	31,7	20,0	0,084	0,0263
133	Промінь в Морі Ясності	31,7	22,0	0,108	0,0305
134	Материк	-34,2	36,0	0,176	0,0581
135	"	-8,0	11,2	0,156	0,0188
136	"	-35,0	14,0	0,143	0,0117
137	"	-37,1	59,6	0,180	0,0363
138	"	-32,5	61,8	0,162	0,0260
139	"	-29,5	50,7	0,164	0,0310
140	"	-27,0	42,9	0,152	0,0289
141	"	-7,2	-6,0	0,122	0,0114
142	Океан Бур	-4,9	-36,1	0,078	0,0216
143	" "	19,5	-37,0	0,091	0,0300
144	" "	0,0	-35,0	0,096	0,0281
145	" "	-2,5	-41,8	0,079	0,0302
146	" "	-11,0	-52,0	0,091	0,0492
147	" "	32,5	-50,0	0,084	0,0382
148	" "	32,5	-41,4	0,086	0,0274
149	Материк	-15,5	-6,5	0,100	0,0143
150	"	-17,0	-46,6	0,103	0,0329
151	"	-18,5	-53,8	0,155	0,0406
152	Море Ясності	28,8	10,0	0,084	0,0278
153	" "	22,0	27,0	0,082	0,0260
154	Поруч з променем Коперника	11,0	-17,0	0,140	0,0261
155	Промінь Коперника	7,0	-21,5	0,131	0,0274
156	Поруч з променем Коперника	-35,0	7,0	0,148	0,0427
157	Промінь Тіхо	-37,0	10,0	0,177	0,0197
158	Поруч з променем Тіхо	-35,0	10,0	0,165	0,0233
159	Клавій	-56,5	-18,8	0,179	0,0225
160	"	-57,0	-8,0	0,178	0,0180
161	"	-57,0	-6,8	0,175	0,0210
162	Материк	37,0	59,6	0,107	0,0272
163	Арістотель	50,1	17,5	0,148	0,0343
164	Море Холоду	54,0	20,0	0,112	0,0287
165	Евдокс	43,9	16,3	0,142	0,0313
166	Альпи	43,6	2,3	0,135	0,0226
167	Море Ясності	32,3	14,0	0,104	0,0246
168	" "	27,7	11,7	0,088	0,0300
169	Материк	2,6	17,6	0,159	0,0216
170	Пліній	15,1	23,7	0,120	0,0136

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
171	Море Спокою	8,2	24,5	0,100	0,0355
172	Коші	9,4	38,7	0,111	0,0330
173	Море Спокою	7,9	37,1	0,093	0,0346
174	Гокленій	-9,0	45,0	0,150	0,0348
175	"	-9,8	45,0	0,136	0,0439
176	Тарунцій	4,7	46,7	0,149	0,0404
177	"	5,4	46,7	0,127	0,0409
178	Дауес	17,0	26,4	0,102	0,0133
179	Море Спокою	15,0	26,0	0,094	0,0286
180	Море Ясності	19,0	25,3	0,090	0,0241
181	Тавр	26,5	34,5	0,152	0,0054
182	Материк біля Макробію	21,4	41,0	0,138	0,0213
183	Булліальд	-20,8	-22,1	0,141	0,0372
184	Любинецький	-17,8	-23,7	0,109	0,0349
185	Море Хмар	-19,0	-22,7	0,098	0,0340
186	Ератосфен	14,4	-11,7	0,132	0,0404
187	Затока Спеки	15,0	-9,4	0,108	0,0357
188	Тімохаріс	26,7	-12,9	0,121	0,0320
189	Енке	6,0	-36,7	0,131	0,0265
190	На південь від Енке	3,2	-38,1	0,094	0,0256
191	Промінь Кеплера	7,3	-40,3	0,110	0,0232
192	"	6,4	-37,5	0,123	0,0287
193	"	8,0	-35,8	0,125	0,0240
194	"	10,0	-38,1	0,118	0,0264
195	Промінь Арістарха	23,9	-48,5	0,157	0,0232
196	Арістарх, промінь	22,6	-49,1	0,138	0,0289
197	Промінь Арістарха	21,8	-50,5	0,119	0,0282
198	"	20,8	-51,8	0,087	0,0279
199	Геродот	23,2	-49,7	0,127	0,0346
200	Промінь Арістарха	22,8	-47,7	0,145	0,0429
201	"	21,0	-46,3	0,118	0,0319
202	"	21,2	-48,8	0,126	0,0386
203	"	26,8	-48,7	0,112	0,0251
204	"	21,1	-53,3	0,108	0,0493
205	Океан Бур на захід від Рейнера	7,7	-58,3	0,105	0,0338
206	Рейнер	6,9	-55,0	0,086	0,0330
207	Океан Бур	4,7	-56,8	0,080	0,0374
208	Зюсс	4,3	-47,8	0,090	0,0076
209	Океан Бур біля місця посадки «Л-9»	7,0	-64,5	0,079	0,0292
210	Флемстед	-3,5	-46,0	0,078	0,0316
211	Вольф	-22,7	-16,6	0,107	0,0274
212	Тріснеккер	3,9	3,7	0,154	0,0033
213	Ландсберг	-0,4	-26,5	0,122	0,0264
214	Рейнгольд	3,2	-22,7	0,125	0,0229
215	Селевк	21,2	-66,4	0,101	0,0347
216	Океан Бур поблизу місця посадки «Луни-13»	18,9	-66,2	0,076	0,0175
217	"	18,8	-64,5	0,077	0,0165
218	"	17,2	-66,3	0,076	0,0230
219	"	17,1	-64,4	0,075	0,0154
220	Піфей	20,5	-20,5	0,135	0,0273
221	Ейлер	23,3	-29,2	0,122	0,0083

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
222	Ламберт	26,8	—20,9	0,108	0,0211
223	Кратер в Морі Дощів	32,7	—16,0	0,109	0,0336
224	Гелікон	40,5	—22,9	0,095	0,0388
225	Леввер'є	40,4	—20,4	0,096	0,0368
226	Евклід	—7,9	—29,7	0,0130	0,0152
227	Медлер	—10,9	29,7	0,196	0,0332
228	Месье	—1,7	47,8	0,118	0,0348
229	"	—1,9	47,1	0,120	0,0370
230	Местінг	—0,6	—6,0	0,138	0,0140
231	Поблизу Флемстіда	—3,2	—41,0	0,078	0,0272
232	"	—4,5	—44,0	0,091	0,0292
233	"	—3,7	—46,7	0,084	0,0330
234	Хоррокс	—4,0	6,0	0,168	0,0315
235	Материк	—2,5	21,8	0,155	0,0309
236	Деламбр	—1,8	17,7	0,152	0,0270
237	Кратер на промені Коперника	0,9	—18,7	0,144	0,0262
238	Океан Бур	—3,0	—49,5	0,089	0,0221
239	"	—1,7	—51,5	0,080	0,0363
240	"	—4,7	—51,0	0,083	0,0363
241	"	—1,0	—58,0	0,075	0,0248
242	Море Спокою	10,9	42,5	0,097	0,0390
243	Море Криз—Море Спокою	12,4	47,0	0,177	0,0458
244	Паррі	—7,7	—15,8	0,128	0,0015
245	Берег Моря Спокою	1,2	33,6	0,184	0,0210
246	Море Спокою	1,5	31,3	0,103	0,0345
247	Маскелайн	2,0	30,1	0,112	0,0342
248	Море Ясності	27,4	24,7	0,094	0,0384
249	"	27,2	22,5	0,099	0,0364
250	Юлій Цезар	8,7	15,2	0,104	0,0282
251	Біля Юлія Цезаря	9,3	16,1	0,114	0,0292
252	Материк	—10,0	16,2	0,181	0,0204
253	"	—11,5	11,2	0,145	0,0272
254	"	—18,8	11,2	0,162	0,0278
255	Море Спокою	10,3	26,4	0,098	0,0208
256	Макробій	21,4	46,0	0,067	0,0081
257	Біля Мікробію	18,9	42,6	0,151	0,0023
258	Між Менелаєм і Манілієм	14,3	12,2	0,094	0,0053
259	Марій А	12,5	—46,2	0,093	0,0197
260	Затока Спеки	12,3	—8,3	0,097	0,0406
261	Море Вологості—Море Хмар	—16,3	—38,4	0,113	0,0276
262	"	—16,0	—33,4	0,110	0,0217
263	"	—15,4	—34,3	0,088	0,0298
264	Море Дощів	40,7	1,0	0,114	0,0291
265	Море Дощів	40,7	—2,7	0,108	0,0346
266	Район променевої системи Коперника	10,7	—23,0	0,121	0,0248
267	"	11,7	—25,1	0,130	0,0167
268	Карпати	16,7	—18,2	0,121	0,0139
269	Материк	20,3	32,7	0,122	0,0017
270	Море Спокою	17,6	38,1	0,093	0,0338
271	Район променевої системи Коперника	7,2	—16,3	0,126	0,0347
272	"	5,1	—14,8	0,094	0,0359

2*

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
273	Район променевої системи Коперника	7,6	-13,6	0,091	0,0233
274	Лаланд	-4,6	-8,9	0,131	0,0222
275	Біля Лаланда	-3,8	-10,3	0,132	0,0189
276	Біля Тернера	-1,6	-12,2	0,100	0,0272
277	Океан Бур	16,4	-60,0	0,080	0,0322
278	" "	17,5	-54,0	0,076	0,0328
279	" "	3,3	-55,3	0,074	0,0299
280	" "	2,3	-51,8	0,079	0,0318
281	" "	8,3	-45,0	0,078	0,0296
282	" "	34,0	-55,6	0,085	0,0448
283	Море Криз	16,7	59,0	0,109	0,0440
284	" "	16,0	53,9	0,110	0,0417
285	" "	17,8	64,0	0,110	0,0388
286	Берег Моря Криз	19,3	69,1	0,179	0,0400
287	" "	9,5	54,7	0,169	0,0470
288	Океан Бур	-0,7	-63,3	0,106	0,0301
289	" "	-0,7	-62,0	0,082	0,0324
290	" "	-0,7	-61,0	0,079	0,0312
291	" "	0,0	-62,0	0,074	0,0280
292	" "	0,0	-61,0	0,078	0,0312
293	" "	0,0	-60,0	0,079	0,0308
294	" "	1,0	-58,5	0,072	0,0280
295	" "	1,5	-59,5	0,074	0,0290
296	" "	0,7	-52,0	0,076	0,0322
297	" "	2,0	-57,0	0,076	0,0322
298	" "	0,0	-57,0	0,077	0,0329
299	" "	0,8	-58,8	0,074	0,0346
300	" "	0,6	-55,5	0,079	0,0306
301	" "	1,5	-54,6	0,074	0,0329
302	" "	1,0	-54,0	0,078	0,0285
303	" "	0,2	-53,5	0,078	0,0302
304	" "	1,0	-53,5	0,073	0,0299
305	" "	0,7	-52,5	0,076	0,0311
306	" "	0,3	-56,0	0,076	0,0296
307	" "	-0,7	-56,0	0,075	0,0297
308	" "	-1,0	-56,0	0,075	0,0312
309	" "	-0,3	-55,0	0,076	0,0311
310	" "	-0,7	-55,0	0,076	0,0324
311	" "	-1,0	-55,0	0,076	0,0321
312	" "	-0,3	-54,0	0,071	0,0190
313	" "	-0,7	-54,0	0,074	0,0312
314	" "	-1,0	-54,0	0,075	0,0318
315	" "	-0,3	-53,0	0,072	0,0281
316	" "	-0,7	-53,0	0,074	0,0302
317	" "	-1,0	-53,0	0,078	0,0329
318	" "	-0,3	-52,0	0,077	0,0376
319	" "	-0,7	-52,0	0,076	0,0319
320	" "	-1,0	-52,0	0,078	0,0330
321	" "	0,0	-45,0	0,074	0,0272
322	" "	0,4	-45,0	0,072	0,0258
323	" "	1,1	-45,0	0,072	0,0243
324	" "	0,0	-44,5	0,074	0,0245
325	" "	0,4	-44,5	0,074	0,0260

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
326	Океан Бур	1,1	-44,5	0,075	0,0243
327	" "	0,0	-44,0	0,075	0,0260
328	" "	0,4	-44,0	0,078	0,0232
329	" "	1,1	-44,0	0,077	0,0257
330	" "	0,0	-42,0	0,081	0,0318
331	" "	0,5	-42,0	0,077	0,0272
332	" "	1,0	-42,0	0,077	0,0273
333	" "	0,0	-41,5	0,079	0,0307
334	" "	0,5	-41,5	0,079	0,0281
335	" "	1,0	-41,5	0,078	0,0283
336	" "	0,0	-41,0	0,074	0,0238
337	" "	0,5	-41,0	0,086	0,0262
338	" "	1,0	-41,0	0,074	0,0215
339	" "	0,0	-47,0	0,076	0,0253
340	" "	-0,5	-47,0	0,078	0,0290
341	" "	-1,0	-47,0	0,071	0,0254
342	" "	0,0	-46,0	0,077	0,0245
343	" "	-0,5	-46,0	0,076	0,0259
344	" "	-1,0	-46,0	0,076	0,0265
345	" "	0,0	-45,0	0,081	0,0290
346	" "	-0,5	-45,0	0,078	0,0281
347	" "	-1,0	-45,0	0,080	0,0290
348	" "	-1,3	-42,0	0,076	0,0243
349	" "	-0,7	-42,0	0,074	0,0249
350	" "	-0,7	-41,0	0,078	0,0244
351	" "	-1,3	-41,0	0,074	0,0249
352	" "	-0,3	-40,2	0,095	0,0245
353	" "	-3,0	-40,2	0,078	0,0182
354	" "	0,0	-32,0	0,089	0,0224
355	" "	-0,3	-32,0	0,083	0,0208
356	" "	-0,5	-32,0	0,084	0,0216
357	" "	-1,0	-32,0	0,084	0,0213
358	" "	0,0	-31,5	0,088	0,0222
359	" "	-0,5	-31,5	0,090	0,0256
360	" "	-1,0	-31,5	0,087	0,0244
361	" "	0,3	-31,2	0,109	0,0217
362	" "	0,0	-31,2	0,106	0,0193
363	" "	-0,5	-31,2	0,083	0,0222
364	" "	-1,0	-31,2	0,086	0,0260
365	Центральна Затока	1,2	-2,2	0,098	0,0238
366	" "	1,9	-2,0	0,098	0,0282
367	" "	2,0	-1,7	0,107	0,0259
368	" "	1,8	-0,8	0,099	0,0267
369	" "	1,0	-2,0	0,094	0,0249
370	" "	1,0	-0,9	0,095	0,0252
371	" "	1,2	-0,3	0,094	0,0246
372	" "	0,4	-1,1	0,093	0,0240
373	" "	0,5	-0,5	0,091	0,0228
374	" "	0,0	-2,0	0,094	0,0247
375	" "	0,0	-1,0	0,098	0,0266
376	" "	0,0	0,0	0,097	0,0263
377	" "	0,0	-1,5	0,095	0,0260
378	" "	-0,7	-0,5	0,093	0,0187

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
379	Центральна затока	-1,0	-2,0	0,114	0,0272
380	" "	-1,0	-0,7	0,104	0,0264
381	Материк	0,0	1,2	0,129	0,214
382	"	0,5	12,0	0,122	0,0191
383	"	0,0	12,5	0,132	0,0182
384	"	-0,5	12,5	0,122	0,0167
385	"	0,0	13,0	0,129	0,0187
386	"	-0,5	13,0	0,131	0,0190
387	Море Спокою	0,0	21,0	0,098	0,0177
388	" "	1,2	20,2	0,107	0,0203
389	" "	1,2	20,5	0,110	0,0218
390	" "	0,8	21,6	0,091	0,0164
391	" "	2,0	21,8	0,087	0,0203
392	" "	0,2	22,0	0,093	0,0229
393	" "	0,2	22,5	0,104	0,0270
394	" "	0,8	21,4	0,094	0,0236
395	" "	0,9	21,9	0,086	0,0207
396	" "	0,0	27,9	0,092	0,0276
397	" "	0,0	27,7	0,099	0,0295
398	" "	0,0	28,0	0,092	0,0268
399	" "	0,0	28,5	0,097	0,0281
400	" "	0,0	28,8	0,104	0,0270
401	" "	0,0	29,0	0,097	0,0269
402	" "	0,7	27,2	0,097	0,0245
403	" "	0,7	28,0	0,092	0,0271
404	" "	0,7	29,0	0,096	0,0250
405	" "	2,0	27,0	0,092	0,0281
406	" "	2,0	28,0	0,095	0,0298
407	" "	2,0	29,0	0,092	0,0247
408	" "	2,2	30,0	0,106	0,0271
409	" "	-0,5	22,0	0,099	0,0252
410	" "	-0,3	23,0	0,094	0,0236
411	" "	-0,8	23,0	0,123	0,0219
412	" "	-0,2	24,0	0,092	0,0218
413	" "	-0,5	24,0	0,109	0,0210
414	" "	0,0	24,8	0,096	0,0256
415	" "	-0,4	24,7	0,097	0,0266
416	" "	-0,4	25,5	0,098	0,0257
417	" "	-0,7	28,0	0,098	0,0292
418	" "	-1,0	26,5	0,104	0,0194
419	" "	-0,5	26,5	0,102	0,0334
420	Море Родючості	0,0	43,0	0,104	0,0351
421	"	0,0	44,0	0,105	0,0345
422	" "	0,0	45,0	0,113	0,0360
423	" "	0,0	46,0	0,104	0,0361
424	" "	0,0	47,0	0,104	0,0315
425	" "	-0,5	43,0	0,107	0,0362
426	" "	-0,5	44,0	0,111	0,0351
427	" "	-0,3	45,0	0,109	0,0319
428	" "	-0,5	48,0	0,102	0,0328
429	" "	-0,5	47,0	0,106	0,0334
430	" "	-1,0	48,0	0,104	0,0354
431	" "	-1,0	47,0	0,110	0,0346

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
432	Море Родючості	-2,2	47,0	0,122	0,0356
433	" "	-2,1	47,7	0,121	0,0355
434	" "	0,0	57,0	0,110	0,0441
435	" "	0,0	58,0	0,115	0,0442
436	" "	0,5	57,0	0,115	0,0525
437	" "	0,5	58,0	0,119	0,0486
438	" "	1,0	57,5	0,111	0,0485
439	" "	1,0	59,0	0,137	0,0487
440	Море Піни	2,1	64,0	0,120	0,0487
441	" "	0,0	64,0	0,151	0,0501
442	" "	0,0	65,5	0,133	0,0454
443	" "	0,0	66,7	0,153	0,0485
444	" "	1,0	64,0	0,129	0,0478
445	" "	0,8	65,0	0,133	0,0490
446	" "	0,6	67,0	0,173	0,0465
447	" "	-0,6	64,5	0,136	0,0404
448	" "	-0,6	65,5	0,149	0,0464
449	" "	-0,7	67,0	0,135	0,0480
450	Океан Бур	1,9	41,2	0,081	0,0220
451	" "	1,9	42,0	0,076	0,0238
452	" "	1,9	43,0	0,075	0,0248
453	" "	-2,0	43,9	0,074	0,0272
454	" "	-1,9	42,4	0,074	0,0287
455	" "	-2,3	42,9	0,076	0,0281
456	" "	-2,4	38,8	0,072	0,0198
457	" "	-3,0	38,8	0,073	0,0216
458	" "	-2,3	36,3	0,076	0,0227
459	" "	-2,8	36,3	0,076	0,0256
460	" "	3,1	35,2	0,097	0,0308
461	" "	2,4	35,2	0,093	0,0284
462	" "	3,0	34,7	0,094	0,0303
463	" "	2,4	34,9	0,086	0,0242
464	" "	3,7	27,8	0,094	0,0276
465	" "	4,0	26,8	0,106	0,0289
466	" "	3,7	27,2	0,100	0,0250
467	" "	3,6	26,8	0,094	0,0290
468	" "	3,1	28,0	0,094	0,0306
469	" "	2,8	26,9	0,103	0,0325
470	" "	3,0	26,4	0,096	0,0333
471	" "	2,5	26,0	0,103	0,0275
472	" "	-2,2	23,1	0,090	0,0338
473	" "	-3,2	23,0	0,085	0,0281
474	" "	-2,4	22,2	0,088	0,0327
475	" "	-3,5	22,0	0,095	0,0336
476	Море Дощів	1,0	20,1	0,101	0,0298
477	" "	0,9	19,8	0,119	0,0290
478	" "	0,9	19,2	0,109	0,0314
479	" "	1,2	19,0	0,144	0,0289
480	" "	0,3	20,0	0,098	0,0320
481	" "	-0,4	20,0	0,097	0,0346
482	Центральна Затока	-4,0	3,2	0,121	0,0277
483	Материк	-4,1	2,9	0,134	0,0317
484	"	-4,3	1,7	0,137	0,0313

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
485	Материк	0,0	0,0	0,109	0,0361
486	Море Спокою	4,3	15,0	0,125	0,0266
487	" "	4,3	15,8	0,122	0,0268
488	" "	4,2	16,2	0,134	0,0376
489	" "	4,0	21,1	0,089	0,0306
490	" "	4,6	21,2	0,090	0,0301
491	" "	4,2	22,1	0,091	0,0306
492	" "	4,0	22,9	0,088	0,0273
493	" "	3,0	24,2	0,086	0,0296
494	" "	2,2	25,0	0,092	0,0264
495	" "	2,0	25,6	0,090	0,0310
496	" "	1,6	22,5	0,098	0,0284
497	" "	1,0	26,0	0,096	0,0296
498	" "	2,9	33,0	0,102	0,0320
499	" "	3,1	33,5	0,092	0,0334
500	" "	2,5	33,8	0,101	0,0364
501	" "	2,3	34,5	0,093	0,0345
502	" "	4,1	35,4	0,094	0,0328
503	" "	4,0	35,8	0,105	0,0326
504	" "	3,9	37,0	0,096	0,0345
505	" "	3,5	37,8	0,095	0,0325
506	" "	2,8	36,7	0,088	0,0314
507	" "	2,3	36,9	0,103	0,0338
508	" "	2,0	38,4	0,105	0,0315
509	" "	2,5	39,0	0,092	0,0318
510	Море Родючості	-0,9	41,5	0,135	0,0378
511	" "	-1,4	42,0	0,105	0,0379
512	" "	-1,8	42,6	0,104	0,0345
513	" "	-2,3	43,1	0,102	0,0312
514	" "	-2,5	43,7	0,109	0,0350
515	" "	-0,7	42,5	0,120	0,0362
516	Океан Бур	1,0	-13,0	0,092	0,0300
517	" "	13,0	-12,8	0,100	0,0314
518	" "	2,1	-12,5	0,093	0,0313
519	" "	1,5	-11,8	0,099	0,0312
520	Материк	-3,0	0,0	0,119	0,0284
521	"	-3,8	0,0	0,117	0,0257
522	Альфонс	-12,8	-2,8	0,112	0,0123
523	"	-14,0	-3,8	0,105	0,0172
524	"	-13,7	-2,2	0,108	0,0134
525	"	-14,5	-3,0	0,121	0,0244
526	"	-14,2	-2,1	0,112	0,0285
527	Океан Бур	19,4	-70,0	0,064	0,0186
528	" "	19,4	-69,2	0,072	0,0058
529	" "	19,4	-89,2	0,074	0,0124
530	" "	18,6	-70,8	0,069	0,0063
531	" "	18,5	-70,0	0,073	0,0035
532	" "	18,6	-69,1	0,072	0,0068
533	" "	18,4	-68,8	0,077	0,0127
534	" "	17,8	-70,4	0,067	0,0054
535	" "	17,4	-70,1	0,070	0,0027
536	" "	17,7	-69,8	0,071	0,0036
537	" "	14,4	-68,7	0,066	0,0036

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
538	Океан Бур	14,8	—68,0	0,073	0,0170
539	" "	15,5	—67,7	0,065	0,0019
540	" "	14,7	—67,3	0,067	0,0105
541	" "	15,3	—67,3	0,065	0,0020
542	" "	15,8	—66,8	0,072	0,0108
543	" "	16,3	—66,7	0,067	0,0109
544	" "	11,5	—65,1	0,070	0,0159
545	" "	11,1	—65,7	0,072	0,0154
546	" "	10,8	—64,8	0,072	0,0186
547	" "	10,5	—65,8	0,070	0,0154
548	" "	9,7	—65,2	0,068	0,0144
549	" "	8,3	—62,5	0,081	0,0308
550	" "	7,3	—63,2	0,072	0,0232
551	" "	7,3	—62,3	0,072	0,0220
552	" "	6,5	—63,2	0,073	0,0234
553	" "	6,5	—62,4	0,072	0,0234
554	" "	5,6	—59,1	0,072	0,0248
555	" "	4,7	—59,7	0,074	0,0262
556	" "	4,1	—59,0	0,072	0,0254
557	" "	4,4	—58,6	0,073	0,0258
558	" "	3,7	—59,1	0,071	0,0241
559	" "	3,0	—59,1	0,071	0,0235
560	" "	—10,2	—53,7	0,074	0,0154
561	" "	—10,0	—54,4	0,078	0,0298
562	" "	—10,0	—54,9	0,080	0,0289
563	" "	—9,7	—53,7	0,080	0,0283
564	" "	—9,5	—55,0	0,077	0,0284
565	" "	—8,3	—49,8	0,070	0,0202
566	" "	—8,4	—50,4	0,069	0,0198
567	" "	—7,7	—50,3	0,069	0,0158
568	" "	—7,9	—50,9	0,069	0,0182
569	" "	—5,4	—48,3	0,071	0,0222
570	" "	—5,0	—48,5	0,071	0,0212
571	" "	—5,0	—49,0	0,071	0,0214
572	" "	—4,6	—48,4	0,074	0,0307
573	" "	5,9	—48,4	0,067	0,0173
574	" "	5,9	—48,3	0,068	0,0172
575	" "	5,5	—48,6	0,069	0,0180
576	" "	5,4	—48,3	0,068	0,0132
577	" "	11,6	—44,3	0,073	0,0205
578	" "	10,8	—44,7	0,074	0,0229
579	" "	11,0	—44,2	0,074	0,0252
580	" "	11,2	—43,8	0,076	0,0298
581	" "	10,6	—44,0	0,075	0,0239
582	" "	—2,0	—31,3	0,095	0,0364
583	" "	—1,3	—31,1	0,094	0,0373
584	" "	—1,3	—31,9	0,096	0,0419
585	" "	—1,6	—31,8	0,095	0,0405
586	" "	—3,9	—28,8	0,094	0,0396
587	" "	—3,7	—29,6	0,095	0,0403
588	" "	—4,2	—29,4	0,095	0,0420
589	" "	3,6	—28,2	0,100	0,0394
590	" "	3,0	—28,3	0,102	0,0440

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	ξ_0
591	Океан Бур	3,2	—27,7	0,094	0,0197
592	" "	3,2	—27,4	0,099	0,0323
593	" "	2,6	—28,2	0,096	0,0276
594	Море Пізнане	—8,5	—24,1	0,080	0,0204
595	" "	—8,6	—24,4	0,079	0,0189
596	" "	—8,7	—25,0	0,079	0,0199
597	" "	—8,0	—24,2	0,079	0,0180
598	" "	—8,0	—24,8	0,080	0,0196
599	" "	—8,4	—24,9	0,090	0,0235
600	" "	—12,2	—23,7	0,076	0,0027
601	" "	—11,7	—23,6	0,077	0,0039
602	" "	—11,7	—23,7	0,077	0,0156
603	" "	—11,7	—24,2	0,083	0,0271
604	" "	—11,4	—23,6	0,078	0,0127
605	Море Дощів	17,2	—20,0	0,104	0,0299
606	" "	16,7	—21,8	0,100	0,0188
607	" "	16,9	—21,3	0,104	0,0276
608	" "	16,7	—20,9	0,093	0,0206
609	Море Хмар	—14,0	—6,7	0,078	0,0148
610	" "	—13,6	—6,3	0,081	0,0170
611	" "	—13,3	—6,5	0,085	0,0251
612	" "	—12,7	—6,7	0,084	0,0322
613	Центральна Затока	0,7	—1,3	0,094	0,0232
614	" "	0,2	1,6	0,093	0,0199
615	" "	0,3	—1,0	0,094	0,0228
616	" "	0,3	—0,3	0,091	0,0203
617	" "	0,8	0,7	0,099	0,0225
618	" "	0,3	0,7	0,098	0,0152
619	" "	—0,2	—1,6	0,102	0,0259
620	Море Парів	12,3	2,8	0,063	0,0005
621	" "	11,9	3,3	0,069	0,0135
622	" "	11,4	3,6	0,066	0,0184
623	" "	10,9	3,8	0,068	0,0132
624	" "	14,6	12,0	0,079	0,0104
625	" "	14,3	12,9	0,079	0,0104
626	" "	13,7	12,5	0,088	0,0107
627	Материк	15,2	14,0	0,089	0,0097
628	"	15,1	14,3	0,089	0,0084
629	"	14,8	14,1	0,091	0,0138
630	Море Спокою	14,7	21,6	0,082	0,0143
631	" "	14,3	21,2	0,079	0,0130
632	" "	14,5	21,6	0,080	0,0093
633	" "	14,0	21,4	0,081	0,0146
634	Море Ясності	16,7	20,7	0,090	0,0246
635	" "	17,1	21,4	0,088	0,0243
636	" "	17,3	22,3	0,088	0,0234
637	" "	17,7	23,5	0,090	0,0266
638	" "	17,3	24,3	0,084	0,0196
639	" "	17,0	23,4	0,085	0,0167
640	" "	16,9	23,7	0,086	0,0196
641	Океан Бур	1,9	—42,8	0,078	0,0292
642	" "	1,3	—43,2	0,079	0,0313
643	" "	1,4	—42,6	0,072	0,0271

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
644	Океан Бур	1,7	—42,1	0,047	0,0136
645	" "	1,4	—42,2	0,071	0,0257
646	" "	0,9	—42,3	0,061	0,0184
647	" "	0,6	—42,3	0,071	0,0011
648	" "	1,5	—41,7	0,076	0,0325
649	" "	1,1	—41,7	0,082	0,0308
649	" "	0,8	—42,0	0,076	0,0329
650	" "	0,5	—20,3	0,097	0,0161
51	" "	0,0	—20,4	0,101	0,0421
652	" "	— 0,6	—20,3	0,100	0,0310
653	Море Дощів	0,0	—20,0	0,098	0,0378
654	" "	—0,6	—19,7	0,100	0,0310
655	" "	0,0	—19,5	0,092	0,0410
656	" "	—0,7	—19,3	0,102	0,0170
657	" "	—0,6	—2,5	0,101	0,0357
658	Центральна Затока	0,5	—2,5	0,097	0,0327
659	" "	1,2	—1,9	0,103	0,0210
660	" "	0,0	—1,7	0,103	0,0447
661	" "	1,0	—1,4	0,101	0,0240
662	" "	—1,1	—1,6	0,105	0,0381
663	" "	—0,7	—0,8	0,097	0,0388
664	" "	0,0	—0,6	0,099	0,0280
665	" "	1,0	—0,3	0,102	0,0256
666	" "	0,5	24,0	0,086	0,0180
667	Море Спокою	0,4	24,5	0,086	0,0185
668	" "	0,9	24,9	0,093	0,0272
669	" "	0,3	24,8	0,090	0,0264
670	" "	0,4	25,5	0,089	0,0264
671	" "	1,3	25,9	0,099	0,0308
672	" "	0,8	26,1	0,092	0,0299
673	" "	0,4	26,1	0,091	0,0275
674	" "	1,2	26,4	0,089	0,0264
675	" "	0,5	28,4	0,089	0,0283
676	" "	0,3	26,7	0,100	0,0236
677	" "	0,3	27,3	0,087	0,0241
678	" "	0,3	27,6	0,098	0,0252
679	" "	0,3	27,8	0,088	0,0240
680	" "	0,2	28,2	0,089	0,0258
681	" "	—0,5	56,2	0,106	0,0368
682	Море Родючості	—1,2	55,3	0,104	0,0372
683	" "	—1,3	56,0	0,102	0,0315
684	" "	—1,3	56,6	0,102	0,0345
685	" "	39,2	—34,4	0,084	0,0307
686	Море Дощів	39,4	—35,0	0,080	0,0252
687	" "	38,9	—35,7	0,085	0,0278
688	" "	38,7	—35,0	0,084	0,0339
689	" "	38,5	—35,9	0,084	0,0296
690	" "	38,4	—36,8	0,087	0,0296
691	" "	38,3	—35,7	0,082	0,0305
692	" "	37,7	—34,6	0,080	0,0265
693	" "	—37,9	—36,7	0,079	0,0278
694	" "	37,3	—34,6	0,083	0,0317
695	" "	37,2	—35,7	0,084	0,0277
696	" "				

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
697	Море Дошів	37,3	—36,7	0,081	0,0299
698	Коперник	11,3	—19,7	0,137	0,0197
699	"	10,7	—19,8	0,152	0,0218
700	"	10,4	—19,7	0,157	0,0273
701	"	9,8	—17,8	0,126	0,0183
702	"	9,7	—18,6	0,138	0,0181
703	"	9,7	—19,3	0,148	0,0213
704	"	9,6	—20,4	0,150	0,0211
705	"	9,7	—21,2	0,148	0,0198
706	"	9,6	—21,7	0,144	0,0208
707	"	8,5	—19,7	0,139	0,0213
708	"	8,0	—19,7	0,130	0,0193
709	Біля Коперника	7,7	—17,7	0,105	0,0223
710	"	7,7	—18,4	0,116	0,0315
711	"	7,2	—17,4	0,114	0,0293
712	"	6,5	—17,4	0,113	0,0265
713	"	6,6	—18,4	0,111	0,0241
714	"	—2,7	—20,0	0,097	0,0363
715	Район Фра-Мауро	—1,0	—18,1	0,112	0,0306
716	"	—1,7	—20,0	0,096	0,0300
717	"	—2,3	—18,1	0,106	0,0237
718	Море Дошів	32,7	—21,7	0,086	0,0251
719	"	32,4	—21,0	0,081	0,0252
720	"	32,0	—21,3	0,079	0,0247
721	"	31,3	—21,7	0,070	0,0142
722	"	33,7	—22,5	0,083	0,0273
723	"	33,7	—21,7	0,082	0,0272
724	"	33,3	—21,5	0,090	0,0283
725	"	32,7	—20,5	0,084	0,0301
726	Море Спокою	33,0	34,0	0,088	0,0232
727	"	24,0	34,6	0,100	0,0286
728	"	1,5	33,5	0,127	0,0248
729	"	2,7	34,1	0,091	0,0259
730	Біля Грентхейзена	35,7	—41,5	0,097	0,0327
731	"	34,7	—41,2	0,085	0,0295
732	"	35,0	—40,9	0,083	0,0274
733	"	35,4	—40,6	0,081	0,0274
734	Біля Торунція	4,7	34,5	0,089	0,0333
735	"	4,5	33,4	0,096	0,0302
736	"	3,7	33,5	0,096	0,0288
737	Фра-Мауро	—6,6	—17,4	0,105	0,0240
738	"	—7,3	—17,4	0,116	0,0271
739	"	—7,7	—15,8	0,108	0,0212
740	"	—7,8	—17,5	0,108	0,0249
741	"	—8,4	—16,6	0,110	0,0230
742	Пікколоміні	—32,0	32,0	0,155	0,0303
743	"	—31,0	32,0	0,167	0,0379
744	"	—30,5	32,5	0,158	0,0343
745	Алтай	—27,0	28,0	0,156	0,0298
746	"	—28,0	27,0	0,149	0,0243
747	Снелліус	—29,0	58,0	0,146	0,0293
748	"	—29,0	57,0	0,147	0,0268
749	Аль-Мамун	—15,6	15,0	0,141	0,0193

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
750	Аль-Мамун	—16,6	15,0	0,147	0,0217
751	Море Нектару	—14,0	35,0	0,113	0,0296
752	Біля Сантбека	—21,0	46,0	0,127	0,0311
753	Сантбек	—20,9	44,3	0,128	0,0260
754	Борда	—25,0	46,5	0,162	0,0330
755	Біля Борда	—25,0	52,0	0,166	0,0386
756	Біля Гокленія	—11,0	49,0	0,112	0,0374
757	Море Родючості	—12,0	53,0	0,108	0,0337
758	"	—17,0	50,0	0,114	0,0301
759	Венеделін	—15,0	59,0	0,137	0,0344
760	"	—17,0	60,0	0,132	0,0260
761	Птолемей	—8,0	—2,0	0,111	0,0206
762	Цензорін	—3,1	30,0	0,128	0,0221
763	"	—2,7	29,5	0,095	0,0287
764	Море Спокою	0,0	30,0	0,094	0,0286
765	"	1,0	36,0	0,098	0,0313
766	Лангрен	—9,0	62,0	0,173	0,0179
767	Материк	25,0	31,0	0,101	0,0261
768	Лемонье	26,6	30,6	0,085	0,0286
769	Посідоній Р	33,5	27,7	0,105	0,0297
770	Материк	32,0	41,0	0,128	0,0197
771	Район Альп	45,0	3,0	0,136	0,0258
772	Берег моря Холоду	53,0	38,0	0,131	0,0329
773	Біля Атласа	47,0	42,0	0,146	0,0393
774	Атлас	46,6	43,5	0,127	0,0264
775	Геркулес	46,0	38,0	0,128	0,0354
776	На захід від Геркулеса	46,0	37,5	0,133	0,0299
777	Море Холоду	53,0	10,0	0,107	0,0259
778	Арістотель	51,0	19,0	0,134	0,0288
779	Море Спокою	10,0	21,0	0,075	0,0287
780	"	10,0	26,0	0,081	0,0252
781	"	16,0	27,0	0,075	0,0233
782	"	13,0	40,0	0,091	0,0325
783	"	18,0	40,0	0,094	0,0267
784	Море Ясності	21,0	17,0	0,077	0,0254
785	"	20,0	20,0	0,083	0,0270
786	"	30,0	25,0	0,095	0,0295
787	"	25,0	23,0	0,078	0,0249
788	Атлас	46,5	45,6	0,134	0,0262
789	Бер	27,0	—9,0	0,111	0,0284
790	Деліль	30,0	—34,6	0,098	0,0317
791	Ератосфен	15,7	—11,2	0,124	0,0362
792	Діофант	27,5	—14,5	0,102	0,0288
793	Ейлер	23,5	—29,3	0,098	0,0188
794	Геркулес	46,6	39,6	0,140	0,0347
795	Море Дошів біля місця посадки «Луна-17»	38,5	—32,7	0,079	0,0304
796	"	38,5	—31,7	0,080	0,0345
797	"	38,6	—31,2	0,086	0,0340
798	"	38,7	—30,2	0,081	0,0347
799	"	38,7	—29,5	0,087	0,0378
800	"	38,8	—28,9	0,081	0,0346
801	"	38,9	—27,5	0,079	0,0334

Таблиця 1 (продовження)

№	Назва ділянок	β	λ	ρ_0	g_0
802	Море Дошів біля місця посадки «Луна-17».	39,0	-26,7	0,079	0,0348
803	„	39,2	-24,7	0,079	0,0328
804	Море Родючості біля місця посадки «Луна-16»	-2,4	55,9	0,101	0,0348
805	„	-3,3	55,6	0,099	0,0325
806	„	-4,5	55,2	0,097	0,0328
807	„	-5,6	54,7	0,101	0,0358
808	„	-6,6	54,5	0,101	0,0349
809	„	-7,4	54,2	0,086	0,0125
810	„	-8,0	54,0	0,096	0,0332
811	„	-8,5	53,5	0,097	0,0332
812	Море Дошів	30,6	-20,0	0,081	0,0256
813	„	30,5	-20,6	0,083	0,0265
814	„	30,5	-21,6	0,082	0,0277

Зупинимось перш за все на значеннях градієнта яскравості.

Герелс на основі фотометричних досліджень місячної поверх-

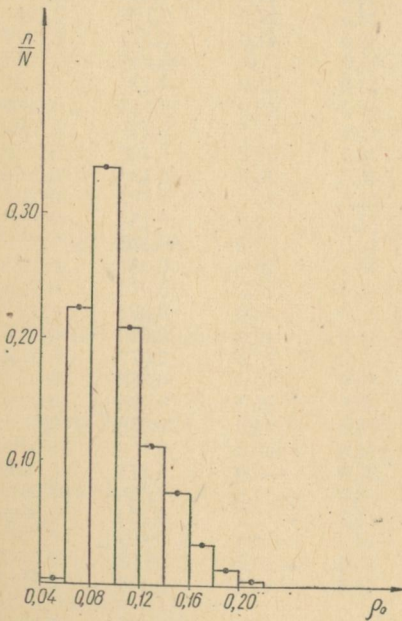


Рис. 1. Статистичний розподіл нормального альбедо.

ні вважав, що градієнт яскравості на інтервалі 0° — 5° складає 10% на градус. Але фотометричні дослідження, проведені на космічних кораблях «Аполлон-8» і «Аполлон-10» при істинному повному Місяці, показали, що градієнт яскравості змінюється від ділянки до ділянки. Зокрема, для місця посадки космічного корабля «Аполлон-11» Вільдей і Пон знайшли, що редукція від $\alpha = -1^\circ,5$ на нульову фазу дорівнює 7,2%, що відповідає градієнту яскравості $g_0 = 0,042$ [11]. Вільдей і Пон встановили також, що за даними фотометричних спостережень з борту космічного корабля «Аполлон-8» яскравість на інтервалі 5° — 0° взагалі збільшується не вдвічі, як гадав Герелс [18], а приблизно на 30%.

За даними нашого каталога середнє значення градієнта

яскравості дорівнює $\bar{g}_0 = 0,030$. Статистичний розподіл значень величин ρ_0 і g_0 показаний на рис. 1, 2. Для статистичного розпо-

ділу нормального альbedo характерний різкий спад в ділянці малих значень і більш плавний спуск в ділянці більших значень нормального альbedo. Що стосується градієнта яскравості, то він характеризується симетричнішим розподілом.

Для розгляду питання про можливу зміну фотометричних параметрів—нормального альbedo і градієнта яскравості — в ході еволюції місячної поверхні, тобто з часом було проведено порів-



Рис. 2. Статистичний розподіл градієнта яскравості.

няння значень цих параметрів з приналежністю ділянок до стратиграфічних періодів.

Ми використали стратиграфічну схему, розроблену А. О. Сухановим і В. Г. Трифоновим [12]. У цій схемі виділено системи й комплекси порід, причому відрізняються морські й кратерні комплекси. На основі даних табл. 1 і геолого-морфологічних карт [12] були встановлені середні значення нормального альbedo і градієнта яскравості для систем морського комплексу — найстарішої (Ant), небулярієвої (Nb), алтайської (Al), медійської (Md), процелярієвої (Pr) і наймолодшої (M), а також для си-

стем кратерного комплексу — догіппархівського (Php), гіппархівського (Hr), птоломейського (Pt), ератосфенського (Er), коперниковського (Кр). Одержані дані наведено на рис. 3, 4. З цих даних видно, що для ділянок морського комплексу при переході від нижньої системи до середньої і верхньої систем, тобто, від більш старих до молодших утворень середнє значення нормального альбедо зменшується. Для ділянок кратерного комплексу

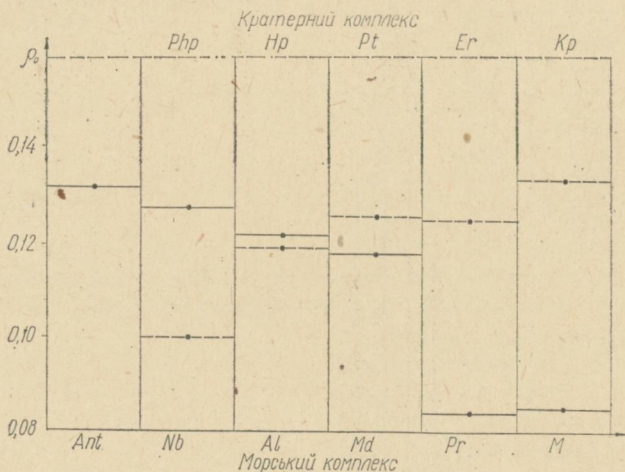


Рис. 3. Середнє значення нормального альбедо для морських — Ant, Nb, Al, Md, Pr, M і кратерних — Php, Hr, Pt, Er, Kr комплексів.

має місце протилежна залежність, а саме: при переході від нижньої системи до середньої і верхньої середнє значення нормального альбедо збільшується. При цьому слід зазначити, що при складанні стратиграфічних геолого-морфологічних карт до деякої міри враховувалося значення альбедо, але це робилося тільки якісно на основі розгляду і оцінки фотографічних карт місячної поверхні при різних умовах освітлення. Зокрема, О. Л. Суханов і В. Г. Трифонов відзначили, що в сучасних місячних морях є рівні ділянки, які при прямому освітленні темніше всіх ділянок поверхні морів [12]. Проведене нами порівняння фотометричних характеристик ділянок з їх приналежністю до стратиграфічних систем і комплексів дало змогу одержати кількісну залежність між цими характеристиками.

Щодо еволюційних змін градієнта яскравості, то тут слід зазначити, що в даному напрямку не виникає різниці між морськими і кратерними комплексами і що має місце деяке збільшення градієнта яскравості з часом. Таким чином, можна вважати, що певний єдиний процес обумовлює зміни оптичних характеристик

речовини, при якому речовина, що складає морський комплекс, з часом світлішає, а речовина кратерного комплексу темнішає і градієнт яскравості зростає. Зв'язок між нормальним альбедо і градієнтом яскравості видно на прикладі ділянок процелярієвого комплексу, число яких в каталозі значне, бо при фотометричних дослідженнях особливу увагу приділяли екваторіальній морській зоні. Одержані дані показано на рис. 5, з якого видно,

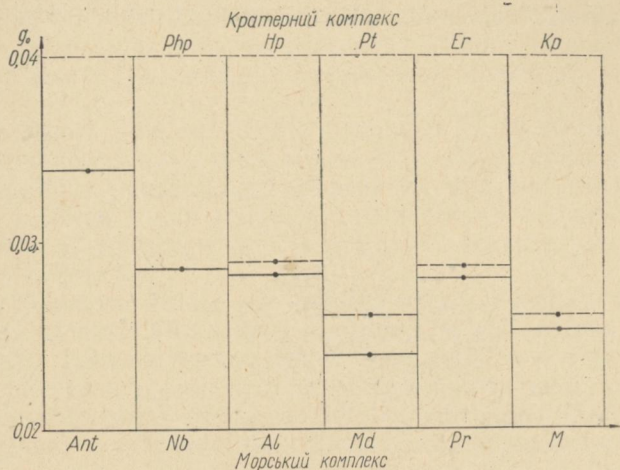


Рис. 4. Середні значення градієнта яскравості для морських — Ant, Nb, Al, Md, Pr, М (суцільна лінія) і кратерних — Php, Hp, Pt, Er, Kr (пунктирна лінія) комплексів.

що із збільшенням нормального альбедо, тобто з часом, зростає і градієнт яскравості.

Чим можна пояснити виявлені особливості зв'язку зміни фотометричних параметрів із стратиграфією, тобто з часом. Слід спершу зауважити, що і тепер причини різниці в альбедо між морями і материками, навіть з урахуванням даних, одержаних за допомогою космічних апаратів, ще не дістали свого пояснення. Б. Хапке відзначає, що різниця хімічного складу морів і материків, а саме дещо менша кількість заліза в речовині материків може тільки частково розкрити різницю в альбедо [13]. Шумейкер [14] вважає, що зміна альбедо з часом пов'язана із знесенням темної плівки в результаті дії сонячного вітру, яка виникає на дрібних зернах у формі гідрокарбонатів при дегазації з надр Місяця. На альбедо може справити вплив такий фактор, як розмір частинок, що змінюється в результаті дії ударів мікрометеоритів і сонячного вітру.

Виявлена різниця в зміні з часом нормального альбедо морського і кратерного комплексів може бути пов'язана з різницею в хімічному складі і неоднаковою диференціацією речовини при розбризуванні від ударів мікрометеоритів, а також з відмінністю в умовах виникнення і застигання речовини різних комплексів.

Зупинимось ще на питанні про фотометричні неоднорідності, тобто ділянки, для яких градієнт яскравості значно відрізняється

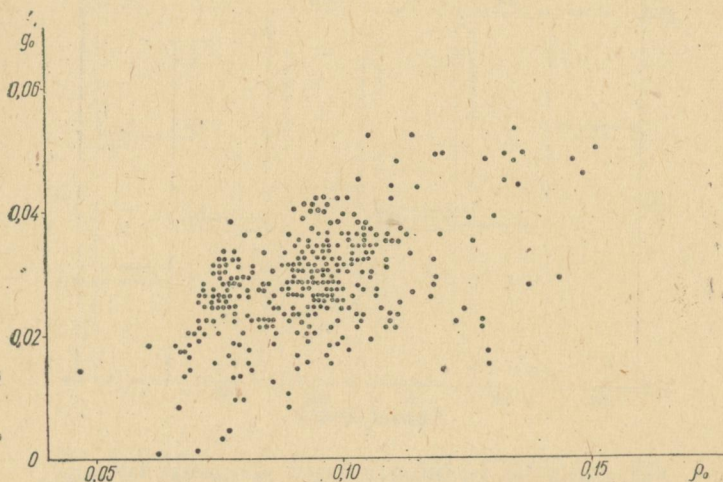


Рис. 5. Співвідношення між градієнтом яскравості і нормальним альбедо для ділянок процелярієвого комплексу.

від середнього значення, що повинно свідчити про структурні особливості цих ділянок. Раніше було помічено, що, як правило,

для інтенсивних гарячих плям на Місяці, до яких належить більшість великих променистих кратерів, градієнт яскравості має мале значення, що може бути пов'язано з більшою щільністю речовини в цих ділянках, зокрема, з присутністю суцільних гірських порід [4]. Слід підкреслити, що питання про природу теплових аномалій на місячній поверхні ще не одержало свого остаточного вирішення. Його треба розглядати в сукупності радіометричних, радіолокаційних і оптичних даних.

Далі приведено порівняння даних про радарні аномалії і фотометричні неоднорідності, виражені значенням градієнта яскравості.

Таблиця 2

Назва	Посилення	δ_0
Арістілл	4,2	-0,34
Берг	4,0	-0,05
Ейлер	3,4	-0,70
Лангрен	4,0	-0,41
Пліній	8,0	-0,54
Теofil	5,0	-0,59
Тіхо	5,0	-0,58

У табл. 2 наведено кратери, які, за даними Томпсона [15], показали посилення відбитого радарного сигналу більш ніж втричі порівняно з прилягаючою поверхнею, а також значення відносного градієнта яскравості, розрахованого за формулою

$$\delta_0 = \frac{g_0 - \bar{g}_0}{\bar{g}_0}.$$

З семи кратерів, що ввійшли до табл. 2, шість мають негативну величину δ_0 , тобто для них градієнт яскравості має мале значення, що можна пояснити як результат більшої щільності речовини, а це може зумовлювати і посилення відбитого радарного сигналу.

Відзначимо також, що згідно з даними М. М. Крупеніо [16], а також Зонненштраля і Фельдмана [17], оснований на аналізі радіолокаційних вимірювань, проведених при польотах станцій «Луна-9» і «Луна-13», в районі посадки станції «Луна-13» ефективна площа розсіювання приблизно вдвічі більша, ніж за даними станції «Луна-9».

Такий висновок якісно узгоджується із значенням градієнта яскравості ділянки біля місця посадки станції «Луна-13», яке приблизно в 1,5 раза менше середнього значення, а також значення градієнта яскравості ділянки місця посадки станції «Луна-9». Цю особливість також можна пояснити тим, що має місце більша щільність речовини біля місця посадки станції «Луна-13».

ЛІТЕРАТУРА

1. Н. П. Барабашов. *Astron. Nachr.* 1923, 217, № 5207.
2. Н. П. Барабашов, В. А. Езерская, В. И. Езерский, Т. И. Ишутина. «Известия комиссии по физике планет», 1959, № 1, 67—69.
3. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский. *Новое о Луне*. М., 1963.
4. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский. «Вестник Харьк. ун-та, сер. астроном.», вып. 1. Харьков, 1964, 22—42.
5. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский, Б. М. Зыков, В. И. Лацько. «Вестник Харьк. ун-та, сер. астроном.», вып. 3, Харьков, 1967, 21—35.
6. В. А. Федорец. *Труды Харьк. астроном. общ-ва*. 2, (10), Харьков, 1952, 49—172.
7. В. Напке. *Journ. Geophys. Res.* 1963, 68, № 15, 4571—4586.
8. В. А. Езерская, В. И. Езерский. *Известия планетной комиссии*. 1961, № 3, 68—53.
9. В. А. Езерская, В. И. Езерский. *Астрономич. циркуляр АН СССР*. 1959, № 205, 10—11.
10. Н. А. Phon, H. Radin, R. Wildey. *Astroph. Jour.* 1969, 157, 193—195.
11. Н. А. Phon, R. Wildey. *Astroph. J.* 1969, 158, № 2, P. 2, 129—130.
12. А. Л. Суханов, В. Г. Трифонов. В сб. «Проблемы геологии Луны», М., 1969.
13. В. Напке. *Radio Science*. 1970, 5, 293—299.
14. Shoemaker, 1968, Surveyor — 7, Preliminary Report.
15. T. Thompson. *Journ Geoph. Res.* 1966, 71, № 20.
16. Н. Н. Крупеніо. *Космические исследования*, 1968, 6, № 2.
17. Г. А. Зонненштраль, Ю. И. Фельдман. *Космические исследования*, 1970, 8, № 4.
18. T. Gehrels, T. Coffen, Owings. *Astron. J.* 1964, 69, № 10.

ПОРІВНЯННЯ ФОТОМЕТРИЧНИХ КАТАЛОГІВ ДІЛЯНОК МІСЯЧНОЇ ПОВЕРХНІ

М. П. Барабашов, В. О. Єзерська, В. Й. Єзерський,
Н. П. Стадникова

Перш ніж почалося безпосереднє вивчення речовини поверхневого шару Місяця за допомогою космічних апаратів, основні його фізичні характеристики і властивості досліджувалися методом наземних оптичних спостережень. Так, М. П. Барабашов [1, 2], аналізуючи відкриті ним фотометричні властивості місячної поверхні, довів, що її мікрорельєф відзначається великою зритістю і пористістю, що було підтверджено при безпосередньому вивченні.

Порівняння фотометричних властивостей різних ділянок поверхні Місяця дало можливість виявити, що вона в значній мірі є фотометрично однорідною [3, 4]. Виходячи з цього, М. П. Барабашов і В. Й. Єзерський вивели середню фотометричну функцію і показали, що вона залежить від кута фази та фотометричної довготи [5]. Порівнюючи фотометричну функцію окремих ділянок з середнім їх значенням, вдалося виявити ділянки з помітними відхиленнями, що свідчать про їх деякі структурні особливості [6].

Наземні фотометричні дослідження Місяця і тепер не втратили свого значення для вирішення ряду питань, наприклад, для вивчення неоднорідностей і активних процесів, складання геолого-морфологічних карт, дослідження еволюції місячної поверхні тощо.

Одне з найбільш повних фотометричних досліджень властивостей ділянок місячної поверхні в Харківській астрономічній обсерваторії здійснила В. О. Федорець методом фотографічної фотометрії. Одержаний нею каталог включає дані про фотометричну функцію 168 ділянок для 40 значень кута фази в інтервалі від -140° до 140° при мінімальній величині кута фази $-1^\circ,5$. Яскравість ділянок у каталозі В. Федорець [7] дається у відносних величинах в єдиній системі каталога.

Порівнюючи дані Харківського фотометричного каталога [7] з каталогом Н. М. Ситінської і В. В. Шаронова [8], в якому яскравість деталей Місяця представлена значеннями фактору яскравості, було визначено перехідний множник K у співвідношенні

$$\rho = KB_{\phi},$$

де B_{ϕ} — відносна яскравість у системі каталога В. Федорець [7], а ρ — фактор яскравості. Перехідний множник виявився рівним [9]:

$$K = 0,051 \pm 0,005.$$

Дані Харківського фотометричного каталога неодноразово використовувалися різними авторами для порівняння з результатами аналогічних досліджень [10, 11, 12], в тому числі для зіставлення з результатами фотометричних досліджень, проведеними безпосередньо на поверхні Місяця [13].

У 60-ті роки було виконано ряд фотометричних досліджень поверхні Місяця з застосуванням великих телескопів і сучасної апаратури. Цікаво зіставити дані цих досліджень з Харківським фотометричним каталогом. Тут ми порівнюємо каталог В. О. Федорець з даними Вільдея і Пона [14], Пікока [12] і Джонса [15].

Різниця у значеннях фотометричних характеристик ділянок місячної поверхні може бути викликана неоднаковими причинами і мати різний характер:

А. Різниця фотометричних систем порівнюваних каталогів не матиме великого значення, бо місячна поверхня тільки незначно відрізняється за кольором.

Б. Різниця відбивної здатності близьких за координатами, але не повністю однакових ділянок повинна виявитися в систематичній різниці їх яскравості при різних фазах.

В. Систематична різниця, обумовлена особливостями методу калібровки і пов'язання в єдину систему каталога.

Г. Випадкові помилки вимірювань і різниця значень геометричних параметрів, від яких залежить фотометрична функція.

І. Порівняння з даними Вільдея і Пона. Свої спостереження Вільдей і Пон проводили в 1962—1963 рр. на 60" рефлекторі обсерваторії Маунт-Вільсон за допомогою фотоелектричного фотометра в системі *UBV*. Спостерігалось 25 деталей в інтервалі кута фази $\alpha = \pm 28^\circ$, при чому кожна деталь спостерігалася при 20—25 значеннях кута фази.

Для порівняння каталогів застосовували графічний інтерполяційний метод. Було відібрано 10 спільних деталей, дані про які наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Назва	Федорець			Вільдей і Пон			$lg \frac{\bar{B}_W}{B_\Phi}$
	№ п/п	β	λ	№ п/п	β	λ	
Арістарх	102	23°0	—47°1	3	24°15	—46°15	—0,642
Кеплер	80	7,5	—38,1	4	8 00	—38 00	—0,614
Коперник	72	9,0	—20,0	10	10 11	—20 11	—0,614
Тіхо	61	—43,0	—11,0	13	—42 07	—10 21	—0,620
Море Парів	49	14,0	2,0	15	14 50	1 55	—0,650
Арістіл	48	33,3	0,5	16	33 54	1 46	—0,597
Платон	56	51,2	—10,0	30	51 14	9 49	—0,647
Манілій	29	14,4	8,5	19	14 25	8 05	—0,591
Теofil	22	—11,7	26,8	22	—11 21	27 05	—0,659
Море Криз	3	12,2	56,5	27	12 20	60 48	—0,699

Для кожної деталі будувалися криві залежності логарифма яскравості від кута фази. Дані каталога Вільдея і Пона, представлені в системі V як зоряна величина з квадратної секунди дуги, переводилися в значення логарифма яскравості, вираженої в стільбах за співвідношенням: $V = 2,68 - 2,5 \lg B_{\odot}$ в якому згідно з [16] позаатмосферна зоряна величина люкса дорівнює $m_{\text{ак}} = -13,89$. З побудованих кривих для цілих значень кута фази знімали різницю $\lg B_{\phi} - \lg B_W$ в логарифмічній шкалі, де B_W — яскравість по Вільдею і Пону в стільбах. В останньому стовпці табл. 1 наведено середнє значення $\lg \frac{B_W}{B_{\phi}}$, виведене для порівнюваних деталей.

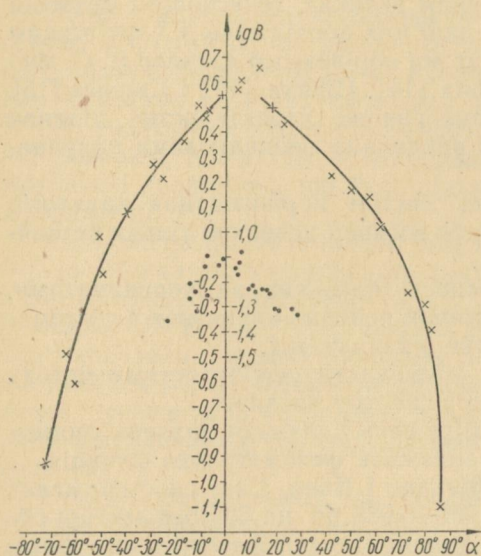


Рис. 1. Залежність логарифма яскравості від кута фази для Тіхо за даними В. Федорець (×××) та Вільдея і Пона (...)

Середнє значення $\lg \frac{B_W}{B_{\phi}}$ для всієї сукупності порівнянь виявилося рівним:

$$\lg \frac{B_W}{B_{\phi}} = -0,635 \pm 0,070.$$

Одержані дані свідчать, що має місце задовільна узгодженість порівнюваних каталогів. Проведене порівняння дає змогу виявити значення перехідного коефіцієнта від відносних значень каталога [7] до фактора яскравості.

Фактор яскравості визначається співвідношенням

$$\rho = \frac{B}{B_{A\odot}},$$

де $B_{A\odot}$ — яскравість абсолютно білого екрану, освітленого нормально падаючими сонячними променями.

Остання величина, виражена в стільбах, може бути представлена співвідношенням

$$B_{A\odot} = \frac{E_{\odot}}{\pi} \cdot 10^{-4},$$

де $E_{\odot}$ — освітленість від Сонця, виражена в люксах.

Остаточно логарифм фактора яскравості можна подати так:

$$\lg \rho = \lg B_{\Phi} + 4 + \lg \pi - \lg E_{\odot} + \lg K_{\Phi\Phi},$$

де $\lg K_{\Phi\Phi} = \lg \frac{B_W}{B_{\Phi}} = -0,635$. Для зоряної величини Сонця в системі V згідно з [16] було взято значення $V_{\odot} = -26,80$. Таким

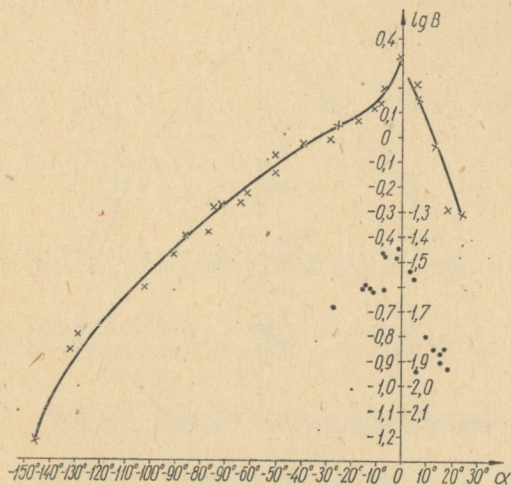


Рис. 2. Залежність логарифма яскравості від кута фази для ділянки в Морі Криз заданими В. Федорець (×××) та Вільдея і Пона (...).

чином, шуканий перехідний множник виявився рівним $K = 0,050 \pm \pm 0,008$, що дуже близько до значення, раніше одержаного при порівнянні з каталогом Н. М. Ситінської і В. В. Шаронова.

2. Порівняння з даними К. Пікока. К. Пікок проводив свої спостереження в 1965 р. на 74'' рефлекторі обсерваторії Коттаміа в ОАР за допомогою трюхпроменевого електрофотометра у фокусі Кассегрена з масштабом 6''/мм. Одночасно з спостереженнями 23 вибраних ділянок поверхні Місяця проводилися фотографічні спостереження зірок для зв'язку спостережень, проведених в різні ночі і для встановлення коефіцієнта прозорості атмосфери. Результати спостережень представлені у вигляді таблиць, в яких для кожної деталі наведено значення кута фази та інтенсивності у відносних одиницях. Спостереження проводилися в інтервалі кута фази $-75^{\circ} \div +80^{\circ}$ при найменшому значенні кута фази -7° .

Порівняння каталогів здійснювалося на основі 14 спільних даних, дані про які показані в табл. 2. При цьому порівнянні також графічним методом визначалися величини $\lg B_p - \lg B_\phi$ за кривими в логарифмічній шкалі, приклади яких наведено на рис. 4—7. В останніх двох стовпцях табл. 2 даються середні значення величини $\lg \frac{B_p}{B_\phi}$ окремо для позитивних і негативних значень

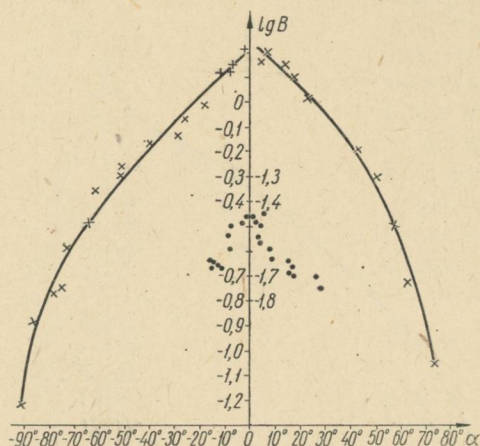


Рис. 3. Залежність логарифма яскравості від кута фази для ділянки в Морі Парів за даними В. Федорець (×××) та Вільдея і Пона (...).

фазового кута. Як видно з табл. 2, систематичного розходження при різних знаках фазового кута не спостерігається. Але слід зауважити, що значення середнього квадратичного відхилення систематично більше для позитивних величин кута фази.

З усієї сукупності порівняння встановлюється таке значення перехідного коефіцієнта:

$$\lg K_{p\phi} = \lg \frac{\overline{B_p}}{B_\phi} = 0,698 \pm 0,049.$$

Як видно з одержаної величини середнього квадратичного відхилення, має місце більша узгодженість каталогів, ніж в попередньому порівнянні. Пікок також проводив порівняння своїх даних з Харківським фотометричним каталогом. При цьому він зіставляв значення інтенсивностей близьких ділянок при близьких значеннях кута фази. Він одержав для перехідного множника значення $K_{p\phi} = 4,87$, за нашими даними $K_{p\phi} = 5,00 \pm 0,51$.

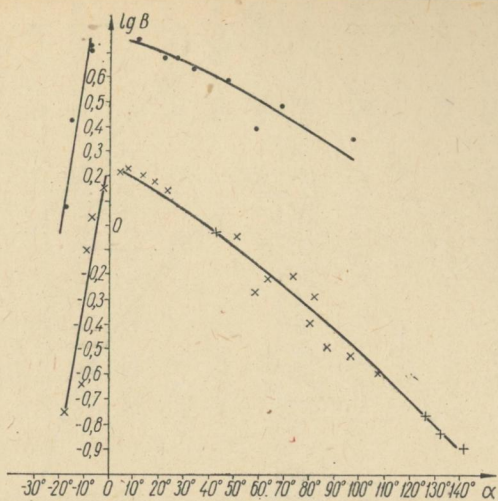


Рис. 4. Залежність логарифма яскравості від кута фази для Грімальді за даними В. Федорець (×××) і Пікока (...).

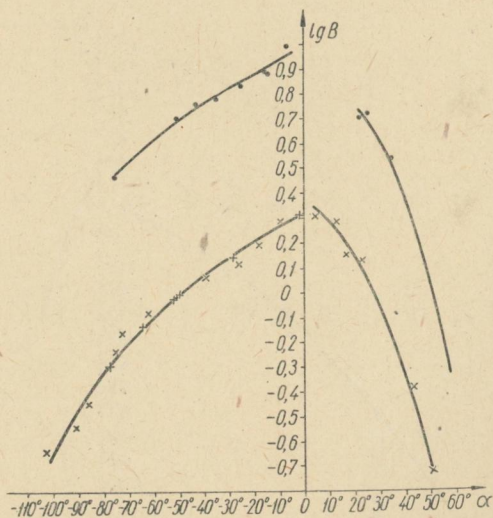


Рис. 5. Залежність логарифма яскравості від кута фази для Посідонія за даними В. Федорець (×××) і Пікока (...).

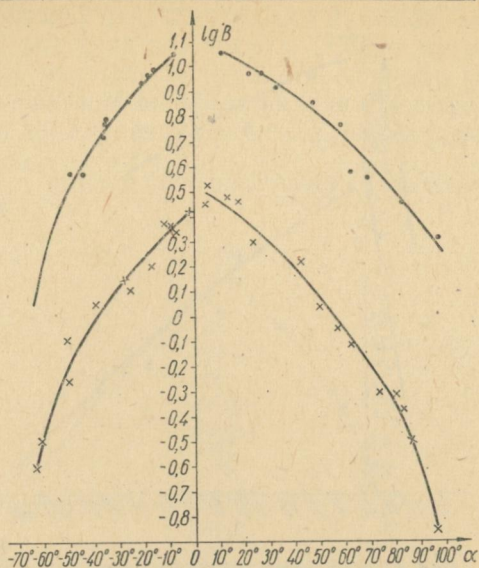


Рис. 6. Залежність логарифма яскравості від кута фази для Коперника за даними В. Федорець (×××) і Пікока (...).

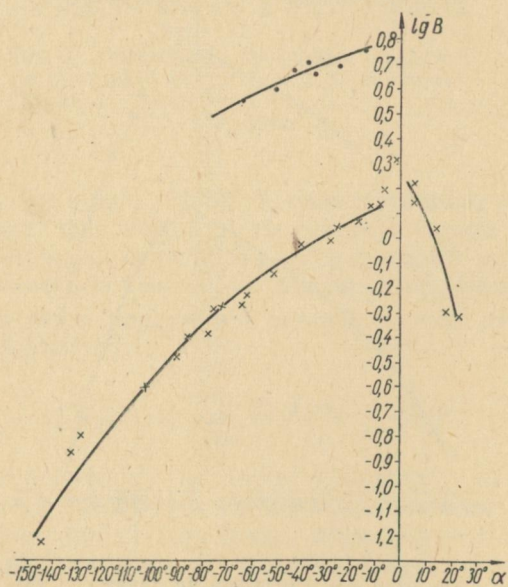


Рис. 7. Залежність логарифма яскравості від кута фази для ділянки в Морі Криз за даними В. Федорець (×××) і Пікока (...).

Таблиця 2

Назва	Федорець			Пікок			$1g \frac{B_p}{B_\Phi} \pm \delta$	
	№ п/п	β	λ		β	λ	$\alpha < 0$	$\alpha > 0$
Коперник	72	9°,0	—20°,0		10°00	—20°00	0,700±0,005	0,696±0,064
Море Криз	2	8,2	54,5	A	15 30	55 00	0,715±0,043	—
Грімальді	118	—5,2	—67,1	X	—7 00	—68 30	—	0,618±0,049
Арістарх	102	23,0	—47,0		23 00	—48 00	—	0,740±0,130
Посідоній	27	31,9	29,5	E	30 00	29 30	0,692±0,018	0,674±0,046
Платон	56	51,2	—10,0		52 30	—10 00	0,629±0,047	0,637±0,064
Промінь біля Коперника	74a	0,7	—21,5	O	4 30	—23 30	0,714±0,025	0,729±0,053
Птолемей	52	—8,1	—2,8	K	—8 30	—2 00	0,779±0,039	0,737±0,072
Фракастор	21	—21,2	32,3	B	—32 00	—32 00	0,658±0,020	0,688±0,068
Материк	37	—25,0	35,0	C	—24 30	—32 30	0,650±0,006	0,725±0,023
Світла пляма в Платоні	57	50,5	—8,7		52 30	—10 00	0,624±0,058	0,635±0,074
Кеплер	80	+7,5	—37,8		7 30	—37 30	0,703±0,038	0,697±0,100
Промінь біля Кеплера	81	8,0	—36,5		7 30	—37 30	0,801±0,050	0,772±0,079

Для вирішення питання про те, чи мають місце систематичні розходження між порівнюваними каталогами, були підраховані значення перехідного коефіцієнта для позитивних і негативних

Таблиця 3

Назва	Федорець			Джонс		
	№ п/п	β	λ	№ п/п	β	λ
Лангрєн	6	-8°,5	60°,7	3	-8°,34	61°,92
Лангрєн	6	-8,5	60,7	4	-9,79	62,13
Петавій	8	-24,3	59,5	16	-25,91	60,01
Клеомед	10	27,3	56,0	6	27,71	56,24
Море Ясності	13	20,0	17,0	86	21,72	17,93
Море Ясності	14	22,1	18,0	86	21,72	17,93
Теофіл	22	-11,7	26,8	73	-12,8	28,16
Катаріна	24	-17,4	23,0	78	-18,36	23,60
Автолік	46	30,9	2,0	113	30,33	1,46
Автолік	47	30,9	1,3	113	30,33	1,46
Птолемей	52	-8,1	-2,8	144	-8,51	-1,22
Альфонс	53	-12,8	-3,3	145	-12,59	-2,23
Альфонс	55	-13,1	-2,0	145	-12,59	-2,23
Архімед	71	29,8	-4,0	134	30,07	-3,78
Коперник	72	9,0	-20,0	152	10,20	-20,15
Кеплер	80	7,5	-37,8	181	7,93	-37,89
Промінь Кеплера	81	8,0	-36,5	182	7,35	-36,79
Альбатеній	85	-11,5	4,7	124	-10,66	4,55
Арзахель	86	-17,8	-2,8	146	-17,94	-2,41
Море Дошів	92	29,0	6,0	114	30,00	6,30
Клавій	97	-58,0	-15,0	164	-58,65	-10,00
Арістіл	45	33,3	2,0	111	33,37	1,37

величин кута фази для всіх порівнюваних ділянок. Одержані дані наведено на рис. 8, з якого видно, що в області малих позитивних значень фазового кута має місце деяке зменшення величини перехідного коефіцієнта K_{pf} порівняно з його величиною при негативному значенні кута фази. Але в області більших позитивних значень кута фази перехідний коефіцієнт у невеликих межах систематично збільшується.

Герелс шляхом порівняння одержаних ним даних фазової залежності яскравості місячних ділянок з відповідними даними Харківського фотометричного каталога визначив перехідні множники K_{Gf} для окремих фаз. Значення здобутого ним перехідного множника наведені на рис. 8, де вони зображені кружками. Порівняння ходу коефіцієнтів K_{pf} і K_{Gf} з кутом фази показує, що узгодженість відсутня і немає підстав вважати, що каталог [7] має систематичні відхилення, тим більше, що по всій сукупності порівнянь між каталогом [7] і даними Пікока середнє квадратичне відхилення не перевищує 12—15%. Таку узгодженість фотометричних даних, одержаних різними методами, слід

вважати задовільною. Разом з цим одержані дані свідчать, що з порівняння з різними каталогами виявляється деяке зменшення перехідного коефіцієнта при малих позитивних значеннях кута фази. Тому є деякі підстави припустити, що дані каталога [7] де-що завищені при малих позитивних величинах кута фази. Але,

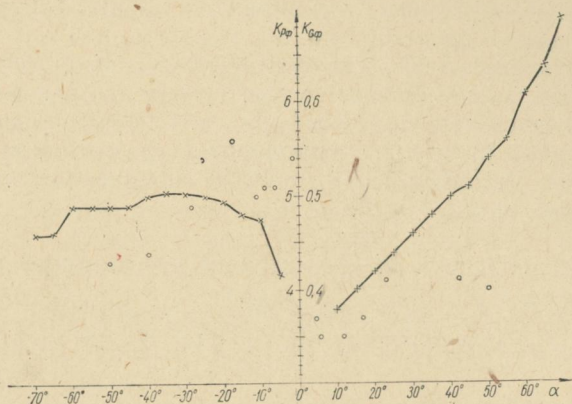


Рис. 8. Значення перехідних коефіцієнтів $K_{рф}$ і $K_{гф}$ в залежності від кута фази.

взагалі кажучи, це може бути пов'язано як з деяким збільшенням даних каталога [7], так і з деяким зменшенням даних каталога Пікока при малих позитивних значеннях кута фази. Остання особливість, очевидно, може бути пов'язана з збільшенням коефіцієнта $K_{рф}$ при великих позитивних значеннях кута фази. Що ж до збільшення коефіцієнта $K_{рф}$ в області значних позитивних кутів фази, то причина цього може полягати ось в чому. Пікок вказує, що за його даними, починаючи з $|\alpha| = 20^\circ$, яскравість змінюється лінійно аж до нульового значення яскравості. Більш детальні дані каталога [7] і виведені на його основі середні фазові криві показують, що і в цій області значень кута фази градієнт яскравості змінюється. Для остаточного вирішення питання про деякі невеликі розходження між порівнюваними каталогами необхідне проведення додаткових вимірювань. Дані каталога Пікока на основі порівняння з Харківським каталогом можна перевести в значення фактора яскравості за допомогою множника $K_{рр} = 0,001$.

3. Порівняння з дослідженнями Джонса. Джонс на відміну від попередніх дослідників користувався методом фотографічної фотометрії, вважаючи, що цей метод має деякі переваги порівняно з фотоелектричним методом при вивченні відносної яскравості великого числа місячних деталей. Спостереження проводилися протягом березня 1967 р. на 60" рефракторі обсерваторії Пік-дю-

Міді. Діаметр зображення Місяця складав 17 см. Спостереження були здійснені тільки до повного Місяця при шести значеннях кута фази: $-2^{\circ},07$; $-17^{\circ},47$; $-32^{\circ},47$; $-46^{\circ},24$; $-59^{\circ},45$; $-72^{\circ},08$. Зображення, одержані при різних кутах фази, фотометрично між собою не порівнювалися і не зв'язувалися. Значення інтенсивності 199 ділянок остаточно були виражені тільки у відносних одиницях для кожної фази окремо.

Для порівняння каталогів були взяті деталі, дані про які наведено в табл. 3. Для кожного з шести значень кута фази окремо встановлювалися перехідні коефіцієнти. При цьому дані каталога В. Федорець були проінтерпольовані на значення кута фази спостережень М. Джонса. Як і раніше визначалося середнє значення різниці: $\lg B_J - \lg B_{\Phi}$.

Середнє значення $\lg \frac{B_J}{B_{\Phi}}$ і середнє квадратичне відхилення наведені в табл. 4, в якій також показана величина перехідних множників $K_{\text{рф}}$ для переходу від значень B_J до фактора яскравості.

Таблиця 4

α	$-2^{\circ},07$	$-17^{\circ},47$	$-32^{\circ},47$	$-46^{\circ},24$	$-59^{\circ},45$	$-72^{\circ},08$
$\lg K_{J\Phi}$	1,671	1,850	2,000	2,092	2,210	2,354
σ	$\pm 0,045$	$\pm 0,045$	$\pm 0,038$	$\pm 0,050$	$\pm 0,046$	$\pm 0,067$
$K_{\text{рф}} \cdot 10^4$	10,9	7,2	5,1	4,1	3,1	2,2

При порівнянні каталогів [7] і [15] були виявлені деталі, для яких відхилення від середнього арифметичного значення, виражене як

$$\delta_i = \lg \frac{B_J}{B_{\Phi}} - \lg \left(\frac{B_J}{B_{\Phi}} \right)_i,$$

має систематичний характер, а саме: має один знак і близьку величину для різних значень кута фази. Ці дані наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Назва	$-2^{\circ},07$	$-17^{\circ},47$	$-32^{\circ},47$	$-42^{\circ},64$	$-69^{\circ},45$	$-72^{\circ},02$
Венеделін	0,245	0,164	0,151	0,107	0,093	0,100
Фракастор	—	0,173	0,127	0,127	0,156	0,100
Евдокс А	$-0,138$	$-0,160$	$-0,104$	$-0,134$	$-0,106$	$-0,104$
Менелай	$-0,157$	$-0,181$	$-0,155$	$-0,200$	$-0,198$	$-0,166$

Імовірно припустити, що ці систематичні відхилення обумовлені різницею нормального альbedo близьких, але не співпадаючих

ділянок. Це свідчить про високу точність фотометричних вимірювань в обох каталогах, в тому числі про високу точність наведення на ділянки місячної поверхні при проведенні фотометрії. Є підстави вважати, що і між цими двома порівнюваними каталогами має місце узгодженість і середнє квадратичне відхилення не перевищує 10—15%.

Окремо треба розглянути питання про так званий «опозиційний ефект». Цей термін був введений Герелсом для позначення зростання яскравості, яке перевищує лінійне зростання на інтервалі кута фази $5^\circ \div 0^\circ$, на що він звернув увагу, аналізуючи дані своїх фотометричних досліджень.

У зв'язку з цим слід зазначити, що на основі аналізу даних Харківського фотометричного каталога, одержаних раніше, було помічено, що є ділянки, в яких зростання яскравості біля максимального значення проходить інтенсивно і які мають значний градієнт яскравості на інтервалі $-1^\circ,5 \div -13^\circ,0$. Разом з тим є такі ділянки, для яких найбільша яскравість має місце не при повномісяччі і максимум яскравості на вказаному інтервалі кута фази значно розмитий.

Для точної оцінки величини «опозиційного ефекту», точніше кажучи, градієнта яскравості, необхідно мати дані фотометричних спостережень, наскільки це можливо, при малих значеннях кута фази.

Герелс спостерігав ділянки в північній місячного затемнення до значення кута фази $\alpha = 0^\circ,6$. Він оцінив загальне зростання яскравості на інтервалі $5^\circ - 0^\circ$ вдвічі, що відповідає градієнту яскравості 10% на 1° . Згідно з даними Харківського фотометричного каталога, в якому мінімальне значення кута фази дорівнює $-1^\circ,5$, середнє значення градієнта яскравості становить приблизно 2,3%, а за останніми більш точними визначеннями цієї величини [19] воно дещо більше, а саме близько 3%.

Дослідження фотометричної функції близько нульового значення кута фази були проведені Вільдеєм і Поном за фотографіями, одержаними на космічному кораблі «Аполлон-8» (район не вказано). За цими даними [18] зростання яскравості на інтервалі $1^\circ,5 - 0^\circ$ складає 19%. Загальне збільшення яскравості від 5° до 0° дорівнює 44%, а не 100%, тобто не вдвічі, як вважав Герелс. По відношенню до найбільшої яскравості це відповідно буде 30 і 50%.

Визначення місцевої фотометричної функції посадочної ділянки космічного корабля «Аполлон-11», проведені з борту космічного корабля «Аполлон-10», показали [17], що редукція на нульову фазу від $\alpha = 1^\circ,5$ становить 7,2%. Отже, градієнт яскравості, розрахований на 1° , дорівнює 4,1%, що вже не так відчутно відрізняється від середнього значення і знаходиться в межах величини градієнта яскравості згідно з останніми визначеннями

цієї величини за Харківськими фотометричними дослідженнями [19].

ЛІТЕРАТУРА

1. Н. П. Барабашов. *Astron. Nachricht.* 1924, **221**, № 5298.
2. Н. П. Барабашов. *Astron. Nachricht.* 1923, **217**, № 5207.
3. Н. П. Барабашов, В. А. Езерская, В. И. Езерский, Т. И. Ишутина. «Известия ком. по физ. планет», 1959, № 1.
4. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский. «Новое о Луне», М., 1963, 292—299.
5. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский. «Вестник Харьк. ун-та, сер. астрономич.», 1964, вып. 1, 22—42.
6. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский, Б. М. Зыков, В. И. Лацко. «Вестник Харьк. ун-та, сер. астрономич.», 1967, вып. 3, 21—35.
7. В. А. Федорец. «Труды Харьк. астрономич. obs.», 1952, **2** (10), 49—172.
8. Н. Н. Сытинская, В. В. Шаронов. «Уч. зап. Ленингр. ун-та», сер. матем., 1959, № 153, вып. 25, 114—159.
9. В. И. Езерский, В. А. Езерская. «Астрономич. цирк». АН СССР, 1959, № 205, 10—11.
10. V. I. Diggelen. *Rech. Astron. de l'obs. d'Utrecht.* XIV, № 2, 1—114.
11. T. Gehrels, T. Coffen. *Owinge, Astron. S.* 1964, **69**, № 10.
12. K. Peacock. *Icarus.* 1968, **9**, № 1, 16—66.
13. Surveyor I. NASA, SPL Technical report № 32—1023.
14. R. Wildey, H. Pohn. *Astrophys. Sourn.* 1964, **69**, № 8.
15. M. Jones. *Icarus.* 1968, **10**, № 1, 66—89.
16. Д. Я. Мартынов. Курс практической астрофизики, М., 1967.
17. H. A. Phon, H. Radin, R. Wildey. *Astrophys. S.*, 1969, **158**, 129—130.
18. H. A. Phon, R. Wildey. *Astrophys. S.*, 1969, **157**, 193—195.

ХІД ОПТИЧНОЇ ГУСТИНИ ГАЗОВОЇ АТМОСФЕРИ МАРСА З ВИСОТОЮ

О. М. Стародубцева

На основі досліджень космічних апаратів (КА) «Марінер-6» і «Марінер-7» у даній роботі знайдено хід оптичної густини газової атмосфери Марса з висотою. Знання цієї характеристики необхідне для вирішення ряду прикладних задач, зокрема при дослідженні яскравості атмосферних шарів за краєм диску. Крім того, значення повної оптичної товщини газової атмосфери становить також самостійний інтерес, оскільки порівняння цієї величини з одержаною при інтерпретації наземних спостережень дає змогу перевіряти правильність передумов, що лежать в основі визначення характеристик атмосфери.

У роботі [1] описано експеримент по радіозатемненню КА «Марінер 6» та «Марінер 7» і наведено результати його аналізу. З одержаного ходу з висотою заломлюючої здатності атмосфери Марса в припущенні 100% складу CO_2 був обчислений висотний

профіль густини атмосфери. Застосування рівняння гідростатичної рівноваги та закону ідеального газу з урахуванням температурної кривої насичення CO_2 дало змогу знайти температуру і тиск. Результати обчислень цих величин як функція висоти наведені у вигляді кривих для чотирьох ситуацій: захід і вихід КА «Марінер 6» та «Марінер 7» (скрізь висота визначена як різниця в радіальній відстані від центру планети між поточною і останньою точками виміру).

Перехід від наведеного в роботі [1] висотного ходу температури і тиску до розподілу оптичної густини в атмосфері Марса був здійснений таким чином.

Як відомо, оптична товщина $\Delta\tau_h$ шару атмосфери Δh виражається виразом

$$\Delta\tau_h = \alpha \Delta h_1, \quad (1)$$

де α — об'ємний коефіцієнт розсіяння атмосфери. Для газової атмосфери α виражається формулою Релея

$$\alpha = \frac{24\pi^3}{\lambda^4 n} \left(\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 2} \right)^2, \quad (2)$$

λ — довжина хвилі;

n — кількість частинок в одиниці об'єму;

μ — коефіцієнт заломлення середовища.

Скористаємося формулою Лорентц-Лоренца

$$\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 2} = R_y \rho, \quad (3)$$

де ρ — густина; R_y — питома рефракція, що дорівнює

$$R_y = \frac{R_M}{M}, \quad (4)$$

M — молекулярна вага; R_M — молекулярна рефракція. Нарешті, беремо до уваги, що

$$n = \frac{P}{kT} \quad (5)$$

і

$$\frac{P}{T} = \frac{\rho R^*}{M}, \quad (6)$$

де P — тиск; T — температура за Кельвіном; k — стала Больцмана; R^* — універсальна газова стала.

Об'єднавши формули (1) — (6), одержимо вираз для оптичної товщини $\Delta\tau_h$ шару атмосфери Δh :

$$\Delta\tau_h = \frac{24\pi^3 \cdot k R_M^2}{\lambda^4 \cdot R^* M} \rho \cdot \Delta h. \quad (7)$$

Таблиця 1

Оптична густина газової атмосфери Марса як функція висоти

$h, \text{ км}$	МА 6 (ВИХІД)	МА 7 (ЗАХІД)	МА 7 (ВИХІД)	МА 6 (ЗАХІД)
	$\Delta\tau_h \times 10^5$	$\Delta\tau_h \times 10^5$	$\Delta\tau_h \times 10^5$	$\Delta\tau_h \times 10^5$
0	43,94	21,97	35,88	24,17
1	40,59	20,20	33,97	22,94
2	36,44	18,42	32,21	21,50
3	32,93	17,86	30,49	20,66
4	29,19	16,25	28,34	19,12
5	25,94	14,63	25,95	17,93
6	23,12	13,67	23,94	16,72
7	20,84	12,69	22,12	15,71
8	19,06	11,43	20,00	14,93
9	17,22	10,31	18,63	13,43
10	15,28	9,54	16,41	12,65
11	13,17	8,46	15,14	11,63
12	11,78	7,62	13,75	10,89
13	10,29	7,47	12,33	9,93
14	8,77	6,26	11,44	9,32
15	7,39	5,71	9,88	8,44
16	6,47	5,10	8,89	7,55
17	5,70	4,09	7,99	6,88
18	4,92	3,65	6,89	6,42
19	4,13	2,62	6,25	5,98
20	3,33	3,00	5,42	5,21
21	2,69	2,44	4,77	4,88
22	2,45	2,34	4,30	4,48
23	2,13	1,99	3,70	3,93
24	1,72	1,71	3,28	3,58
25	0,87	1,49	3,05	3,46
26	0,88	1,02	2,77	3,06
27	0,45	0,86	2,53	2,86
28		0,86	2,32	2,63
29		0,42	2,28	2,33
30		0,41	1,80	2,01
31			1,65	1,92
32			1,48	1,77
33			1,32	1,59
34		0,18	1,06	1,55
35			0,89	1,50
36			0,72	1,21
37			0,45	0,96
38				0,89
39				0,81

Внаслідок майже повної незалежності питомої рефракції від температури і тиску [2] та слабкої залежності від довжини хвилі в області, що цікавить нас [3], вважаємо $R_y = \text{const}$ і для молекулярної рефракції беремо значення $R_M = R_{\text{CO}_2} = 6,8$ за [2].

Висотний профіль густини ρ був відновлений за наведеними в роботі [1] кривими P і T як функція висоти.

Обчислення проводилися для $\lambda = 5 \times 10^{-5}$ см.

Результати обчислень подані в табл. 1.

Значення повної оптичної товщини $\tau_{\text{повн}} = \sum_h \Delta\tau_h$ показані в табл. 2. Тут же даються значення $\tau_{\text{повн}}$, перераховані для інших довжин хвиль відповідно до залежності від $\bar{\lambda}$ у формулі (7).

Таблиця 2

$\bar{\lambda}$, см	4×10^{-5}	5×10^{-5}	6×10^{-5}
МА 6 ВИХІД	0,00957	0,00392	0,00189
МА 7 ЗАХІД	0,00574	0,00235	0,00113
МА 7 ВИХІД	0,01035	0,00424	0,00204
МА 6 ЗАХІД	0,00798	0,00327	0,00158
Середнє	0,00841	0,00344	0,00166
За [4]	0,00994	0,00407	0,00196

В останньому рядку табл. 2 наведено значення $\tau_{\text{повн}}$ газової атмосфери, одержані А. В. Мороженко [4] за поляризаційними спостереженнями. Привертає увагу добра узгодженість наведених величин, одержаних незалежно, різними методами. При цьому істотним є те, що при інтерпретації наземних спостережень у роботі [4] була здійснена оцінка вкладу газової і аерозольної складових оптичної товщини атмосфери. (Зауважимо, що наведене в [4] також значення $\tau = \tau_{\text{газ}} + \tau_{\text{аер}}$ досить добре узгоджується, як це виходить з [5], з одержаним М. П. Барабашовим фотометричним методом значенням цієї величини).

Таблиця 3

	H , км	α_0 , км $^{-1}$	$\tau_{\text{повн}} = \alpha_0 H$
МА 6 ВИХІД	7,43	$52,16 \times 10^{-5}$	0,00387
МА 7 ЗАХІД	8,93	$26,40 \times 10^{-5}$	0,00236
МА 7 ВИХІД	9,49	$44,25 \times 10^{-5}$	0,00420
МА 6 ЗАХІД	11,80	$27,96 \times 10^{-5}$	0,00330
Середнє	9,41	$37,69 \times 10^{-5}$	0,00343

При аналізі планетних атмосфер часто користуються експонентною апроксимацією розподілу атмосферних характеристик з висотою. Вважаємо, що оптичні товщини атмосферних шарів змінюються з висотою відповідно до формули

$$\Delta\tau_h = \alpha_0 \cdot e^{-\frac{h}{H}} \Delta h \quad (8)$$

тоді, скориставшись одержаними нами значеннями $\Delta\tau_h$, знаходимо методом найменших квадратів H — шкалу висот, взявши невідомими у формулі (8) α_0 і H . При цьому ми не користуємося трьома — п'ятьма останніми значеннями $\Delta\tau_h$ в табл. 1 внаслідок їх великої невизначеності (значення тиску були зняті з кри-

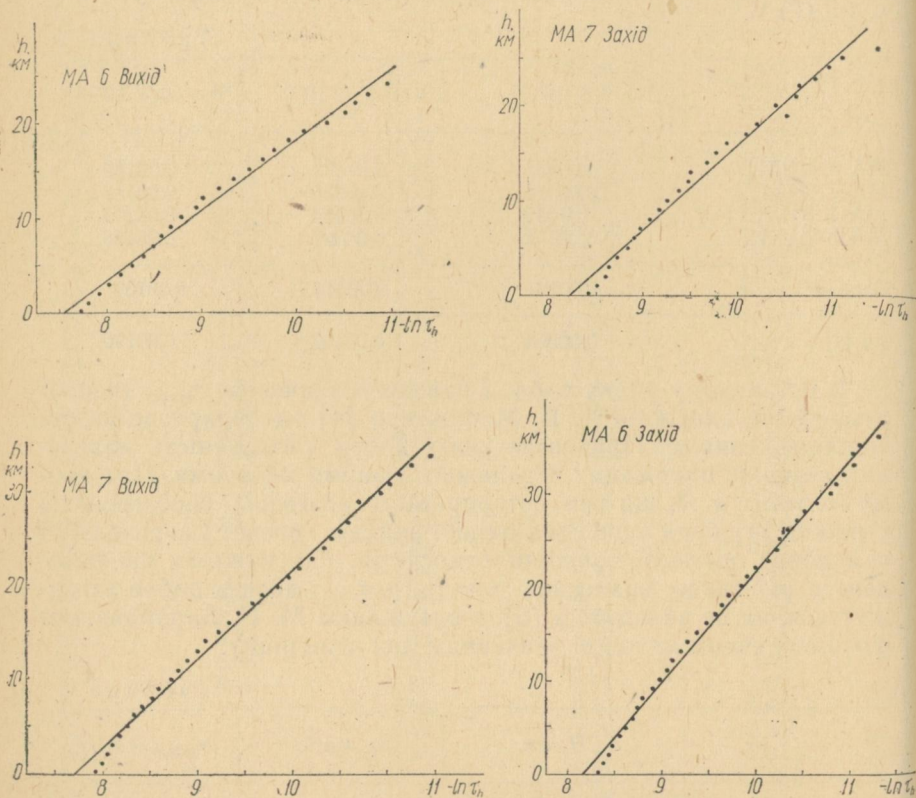


Рис. 1 а, б, в, г. Хід з висотою оптичної густини газової атмосфери Марса.
 — обчислення за даними КА «Марінер 6» і «Марінер 7»;
 ————— — апроксимація експонентою.

вих роботи [1] з великою невпевненістю). Результати обчислень наведені в табл. 3 і на рис. 1, а, б, в, г.

Для порівняння нагадаємо, що експеримент по радіозатемненню КА «Марінер 4» [6] дав значення шкали висот у точці заходу 9 ± 1 км, у точці виходу — 12 ± 1 км. Юнг [7], аналізуючи фотографії Марса поблизу лімбу, одержані КА «Марінер 4», встановив значення шкали висот ≈ 10 км.

Порівняння четвертого стовпця табл. 3 з третім стовпцем табл. 2 показує, що в розглянутому інтервалі висот експонентна апроксимація (8) з $H \approx 9-10$ км цілком задовільна для описан-ня ходу з висотою оптичної густини атмосферних шарів.

ЛІТЕРАТУРА

1. A. J. Kliore, G. Fjeldbo, B. L. Seidel. Summary of Mariner 6 and 7 Radio Occultation Results on the atmosphere of Mars. Paper No. m. 25, Open Meeting, Working Group 7, XIII-th Plenary Meeting of COSPAR, Lenin-grad, U.S.S.R., May 20—29, 1970.
2. А. А. Шишловский. Прикладная физическая оптика. Физматгиз, М., 1961.
3. Сборник физических констант. Под ред. Я. Г. Дорфмана и С. Э. Фри-ша. ОНТИ, М.—Л., 1937.
4. А. В. Мороженко. АЖ, 46, вып. 5, 1969.
5. Н. П. Барабашов. АЖ, 48, вып. 1, 1971.
6. A. J. Kliore, D. L. Gain, G. S. Levy, V. R. Eshleman, G. Fjel- dbo, F. D. Drake. Science, 149, № 3689, 1243—1248 (Sept. 10, 1965). (Русский перевод в сб. «Новое о Марсе и Венере», М., Изд-во «Мир», 1968).
7. A. T. Young. Icarus, 11, № 1, 1969.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОГРАФІЧНОГО СУМІЩЕННЯ ЕКВІДЕНСИТ В СИСТЕМУ

В. І. Бистрицький, В. П. Васильєв

Фотометрування методом еквіденситометрії має незаперечну перевагу перед будь-яким іншим методом за своєю простотою, доступністю, а також швидкістю одержання результатів. Особли- во ж велике значення ці переваги мають для задач загальної фо- тометрії протяжних об'єктів. Крім того, ізофоти, добуті цим ме- тодом, мають достатню точність фотометричного прив'язання і виділяють велику кількість деталей структури об'єкта.

Еквіденситометричний метод, заснований на фотографічному ефекті Сабатьє, полягає у виділенні однакових, або вірніше, близьких за значенням, величин густини почорніння на досліджу- ваному знімку. Ми не будемо зупинятися на описанні цього за- гальновідомого процесу, що вперше був викладений Е. Лау і В. Кругом [1]. У достатній мірі даний метод також описаний в [2]. Там же докладно подана методика одержання еквіденсит. Додержуючись цієї методики, ми зробили еквіденси́ти I, II і III ступенів з фотографій корони на пластинках № 1, 2, 3. Терміно- логія використовується така ж, що і в [2].

Для засвічування фотопластинок з метою одержання еквіден- сит застосовувалася молочна лампа, підвішена на висоті близько 2 м від робочого майданчика, де створювалася освітленість, рів-

на 30 люксам. Напруга, що подавалася на лампу через реостат, стабілізувалася. Рівномірність освітленості контролювалася пристроєм, описаним в нашій статті. Перевірка її дала задовільні результати. Нерівномірність освітленості не перевищувала 3—4 %.

Оскільки еквіденсити пластинки № 2 практично нічим в деталях не відрізняються від еквіденсит пластинки № 1, то ми тут розглядаємо результати еквіденситометрії пластинок № 1 і № 3 (рис. 1, 2).

У табл. 1 подано умови одержання еквіденсит для цих фотографій у позначеннях, запропонованих в [2].

Таблиця 1

Пластинка № 3			
1	I(7+7)	II(90+20)	III(120+20)
2	I(8,5+10)	II(120+20)	III(150+20)
3	I(10+10)	II(150+20)	III(150+20)
4	I(13+10)	II(150+20)	III(150+20)
5	I(15+10)	II(150+20)	III(150+20)
6	I(20+10)	II(150+20)	III(150+20)
7	I(25+10)	II(150+20)	III(150+20)

Пластинка № 1			
1	I(5+5)	II(90+20)	III(120+20)
2	I(7+7)	II(90+20)	III(120+20)
3	I(8,5+10)	II(90+20)	III(120+20)
4	I(10+10)	II(120+20)	III(150+20)
5	I(13+10)	II(150+20)	III(150+20)
6	I(15+10)	II(150+20)	III(150+20)
7	I(18+10)	II(150+20)	III(150+20)
8	I(20+10)	II(150+20)	III(150+20)
9	I(23+10)	II(150+20)	III(150+20)
10	I(25+10)	II(150+20)	III(150+20)

Деяким ускладненням у застосуванні методу еквіденсит для фотометрії досліджуваних об'єктів є процес зведення еквіденсит в систему ізофот та їх фотометричне прив'язання. Найбільш простий вихід з цього ускладнення — перемалювати еквіденсити через фотозбільшувач, попередньо сумістивши їх, на папір, а відповідні цим еквіденситам густини почорніння знаходити за способом фотометричного розрізу [2]. Але навіть за достатнього навичку зарисовка еквіденсит призводить до зайвих помилок, пов'язаних з певним суб'єктивізмом процесу. Тому спосіб фотографічного зведення еквіденсит в систему, що його ми пропонуємо, має деякі переваги і, перш за все, через свою документальність, а значить, і більшу точність картини розподілу ізофот.

З метою суміщення еквіденсит на фотографіях корони були зроблені три реперних позначки у вигляді плям *a*, *b*, *c*, нанесених

тушшю на диск Місяця (див. рис. 1). На пластинках з еквіденситами корони ці позначки виходять також у вигляді еквіденсит, що зображуються фігурами, близькими за формою до кола. Зображення орієнтувальної нитки на знімках корони при еквіденситометруванні мало вигляд піків на еквіденситах, вістря яких були спрямовані вздовж центра зображення нитки. Ці деталі використовувалися при суміщенні еквіденсит в систему.

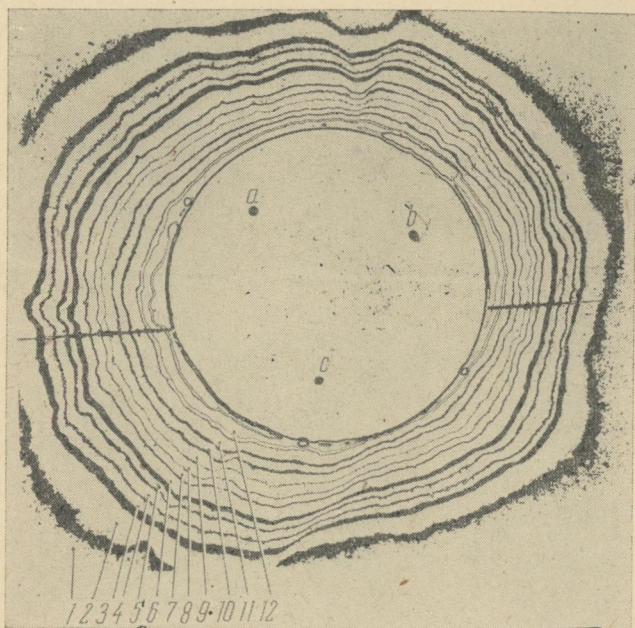


Рис. 1.

Для суміщення вибиралися найбільш контрастні еквіденсити III ступеня, що були досить рівномірно розташовані вздовж всієї шкали густини почорніння фотографії корони. З 30—40 еквіденсит III ступеня неважко знайти такі, що відповідали б цим умовам. На пластинках з вибраними еквіденситами покривалися тушшю останні, які не входять до системи. Крім вибраних еквіденсит на цих пластинках незафарбованими залишалися також піки і кола, які є еквіденситами зображення нитки і реперних позначок. З оброблених таким чином пластинок виконувалися позитивні відбитки. Один з них робився дзеркально-відбитим по відношенню до інших, тобто при копіюванні негатив еквіденсити клася на пластинку, що експонувалася, емульсією вгору. Цей позитив суміщувався з прямим і склеювався. Операція суміщен-

ня нескладна, бо кількість деталей, що суміщуються досить велика. До того ж, емульсійні шари із зображенням еквіденсит на пластинках, що суміщуються, прилягають один до одного, що виключає помилку паралаксу і полегшує склеювання.

З цих склеєних пластинок з двома або більшою кількістю еквіденсит констактним способом друкувався негатив так, щоб позитив, зроблений з нього, був, у свою чергу, дзеркально-відби-

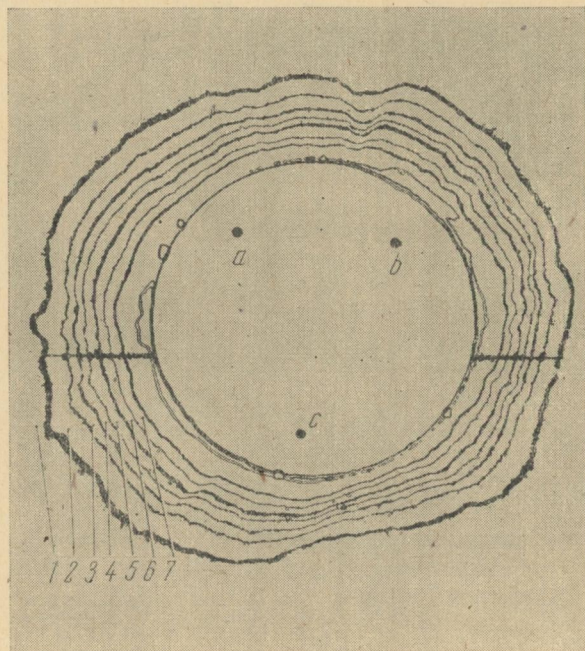


Рис. 2.

тим по відношенню до позитива наступної еквіденсити у вибраній нами системі. Це необхідно для того, щоб при суміщенні вже цих позитивів еквіденсит емульсійні шари їх також прилягали б один до одного.

Процес суміщення і склеювання пластинок з уже вдрукованими еквіденситами з позитивом наступної еквіденсити, одержання з цих пластинок негатива, а потім позитива продовжується до перенесення останньої з еквіденсит, вибраних для системи, на одну пластинку (рис. 1, 2).

Безумовно; цей спосіб зведення еквіденсит має свої вади. Перш за все, це громіздкість процесу зведення в систему, але його можна значно спростити і прискорити, застосувавши замість

пластинок відповідний контрастний плівковий фотоматеріал, що дозволить робити негатив одразу з декількох сумішених еквіденсит. Другою негативною рисою запропонованого способу є те, що при одержанні негативів із склеєних пластинок фотографічне зображення сумішених еквіденсит не прилягає до емульсійного шару пластинки, на яку вони копіюються. У випадку непаралельності пучка світла, за допомогою якого робиться експонування негатива, зображення еквіденсит на ньому може бути спотворене і завжди дещо розмите порівняно з оригіналом. Щоб уникнути спотворень, для засвічування фотопластинок, на які копіювалися еквіденсити, використовувався спеціальний пристрій. Він являв собою проектор, лампа якого з точковою ниткою розжарення розміщена на висоті 1 м над столиком. Дуже задіафрагмований пучок світла від цієї лампи був практично паралельним. Розширення еквіденсит при копіюванні із склеєних пластинок, що відбувається за рахунок розсіювання світла у фотопластинках, зменшується із застосуванням контрастного фотоматеріалу і контрастного проявника. Ми користувалися в цьому випадку фотопластинками *ORWO FFU-S-5*, що оброблялися в особливо контрастному проявнику *D-11*. Для одержання позитивних зображень еквіденсит з цих негативів з метою економії фотопластинок *FU-5* використовувався менш контрастний фотоматеріал: *ORWO DU-2, DU-3, WO-3*.

Значення густини почорніння еквіденсит було одержано методом фотометричного розрізу. Через центри еквіденсит реперних позначок було зроблено три фотометричних розрізи системи еквіденсит корони: *ab, bc, ca*. Такі ж розрізи через центри позначок тільки в другому напрямку (*ba, cb, ac*), зроблені на фотографіях корони Сонця. Регістрограми фотометричних розрізів фіксувалися мікрофотометром *МФ-4* на фотопластинках. Розріз системи еквіденсит являв собою запис фону, що переривався в місцях, де щільна мікрофотометра перетинала зображення ліній еквіденсит, краю диска Місяця, реперних позначок. Довжина розриву на записі відповідала ширині еквіденсити в місці її розрізу. Відомо, що еквіденсита являє собою смугу, ширина якої залежить головним чином від градієнта густини почорніння досліджуваного об'єкта в місці, що описується еквіденситою. Слід відзначити, що за певних оптимальних умов одержання еквіденсит ця ширина також буде оптимальною і зменшення її не збільшить точності фотометричного прив'язання, бо в цьому випадку почнуть виявлятися статистичні коливання зерна фотоемульсії, що зроблять хід еквіденсити випадковим. Можна припустити, що і за оптимальної ширини еквіденсити вона виділяє в досліджуваному об'єкті смугу з деяким, хоч і малим, градієнтом густини почорніння. Цей градієнт повинен являти собою набір значень густини почорніння, куди входять значення дійсного градієнта густини почорніння на ширині розрізу еквіденсити і похибок, що виникли

за рахунок фотографічних ефектів процесу еквіденситометрії. У нашій системі еквіденсит в цей градієнт входять ще похибки, що виникли у процесі фотографічного зведення еквіденсит в систему.

Ці градієнти густини почорніння були легко визначені після суміщення пластинок з відповідними фотометричними розрізами корони і її системи еквіденсит. Суміщення здійснювалося в двох напрямках: за допомогою фотометричних записів нульової лінії і реперних позначок. З трьох фотометричних розрізів було одержано шість значень градієнта густини почорніння кожної еквіденсити. Загальну область для всіх цих значень можна вважати дійсним градієнтом густини почорніння вздовж поперечного розрізу еквіденсити з деякою похибкою вимірювання. Значення цієї області для кожної еквіденсити систем, одержаних з фотографій корони (пластинка № 1 і № 3), даються в табл. 2, 3.

Таблиця 2

№ п/п	δD	D_i
1	0,032—0,057	0,049
2	0,127—0,152	0,140
3	0,212—0,222	0,217
4	0,322—0,348	0,335
5	0,411—0,441	0,426
6	0,602—0,612	0,607
7	0,733—0,739	0,736
8	0,858—0,874	0,866
9	0,968—0,989	0,978
10	1,088—1,104	0,096
11	1,211—1,215	0,213
12	1,269—1,302	1,285

Тут δD — дійсний градієнт густини почорніння еквіденсити;

D_i — густина почорніння відповідної ізофоти.

Як видно з табл. 2, 3, навіть найбільш тонкі еквіденсити нашої системи мають реальний градієнт густини почорніння вздовж поперечного розрізу. Зваживши на цей факт, треба однозначно встановити положення ізофоти на еквіденситі. Таким положенням може бути геометричний центр смуги еквіденсити, а найбільш близьким значенням густини почорніння, що відповідає даному положенню, буде значення середини її дійсного градієнта густини почорніння. Для еквіденсит, ширина смуги яких досить мала, щоб їх можна було використовувати як ізофоти, найбільш точним значенням густини почорніння є також значення центра істинного градієнта густини почорніння цих еквіденсит.

Для оцінки похибки, що виникає у фотографічному процесі зведення еквіденсит, таким самим методом було зроблено фотометричне прив'язання еквіденсит системи, одержаних з пластин-

ки № 3, але в цьому випадку використовувалися оригінали еквіденсит III ступеня, тобто робилися фотометричні розрізи не системи еквіденсит, а негативів еквіденсит III ступеня, які входять в цю систему. З метою зменшення похибки вимірювання прив'язання здійснювалося до тих самих фотометричних розрізів корони, що і раніше.

Таблиця 3

№ п/п	δD	D_i
1	0,118—0,125	0,122
2	0,231—0,248	0,240
3	0,358—0,378	0,368
4	0,469—0,475	0,472
5	0,586—0,612	0,599
6	0,759—0,774	0,767
7	0,911—0,919	0,915

У табл. 4 наводяться значення дійсного градієнта густини почорніння еквіденсит δD , значення густини почорніння ізофот, D_i і різниця між цими значеннями густини почорніння ізофот, аналогічними з табл. 3— ΔD . Мала величина цих різниць свідчить про те, що похибка, яка вноситься у процесі фотографічного суміщення еквіденсит, є неістотною.

Таблиця 4

№ п/п	δD	D_i	ΔD
1	0,120—0,139	0,129	0,007
2	0,262—0,265	0,263	0,023
3	0,369—0,380	0,374	0,006
4	0,468—0,480	0,474	0,002
5	0,588—0,604	0,596	0,003
6	0,773—0,781	0,777	0,010
7	0,900—0,924	0,912	0,003

Пластинки з фотографічним зображенням системи еквіденсит, що є фотокопіями в масштабі 1/1 їх оригіналів, мають перевагу не тільки своєю документальністю, але й тим, що вони відзначаються більшими можливостями в застосуванні різних способів обробки, які прискорюють і полегшують вирішення ряду задач загальної фотометрії. Крім того, фотометричне прив'язання еквіденсит, зроблене шляхом суміщення фотометричних розрізів системи еквіденсит і корони, зменшує кількість випадкових помилок і дає більш точні й впевнені результати порівняно з відомими способами.

ЛІТЕРАТУРА

1. E. Lau, W. Krug. «Die Äquidensitometrie», Berlin, 1957.
2. И. И. Брейдо, Т. П. Чеботарева. «Изв. Гл. астрон. обсерватории в Пулкове», 24, № 180, 159, 1966.

КОРОНА СОНЦЯ ІЗ СПОСТЕРЕЖЕНЬ СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 22 ВЕРЕСНЯ 1968 р. ЕКСПЕДИЦІЄЮ ХАО

В. І. Бистрицький, В. П. Васильєв

Для спостереження сонячного затемнення експедицією Харківської астрономічної обсерваторії було вибрано місце за 5 км від станції Єсиль Цілиноградської області. Координати місця спостереження, а також розрахунок обставин затемнення були здійснені співробітниками ХАО В. І. Гаражою та С. Р. Ізмайловим.

У табл. 1 наведено значення 2-го і 3-го контактів, одержаних з розрахунків та із спостережень.

Таблиця 1

№ контактів	Розрахунковий момент контакту	Спостережуваний момент контакту
T_2	$11^h 27^m 14^s, 9$	$11^h 27^m 19^s, 2$
T_3	$11^h 27^m 56^s, 5$	$11^h 27^m 53^s, 2$

Різниця розрахованих і спостережуваних значень моментів контакту пояснюється збільшенням часу видимості чіток в ці моменти, що пов'язано з великою нерівністю місячного краю в даних точках.

Одним із завдань експедиції було фотографування корони. Воно провадилося на 5-метровому коронографі ХАО [1] фотоапаратом «Зеніт» з об'єктивом МТО-1000 (спостерігач студент А. П. Ляхов).

Зображення корони Сонця спрямовувалося в об'єктив коронографа целостатним і допоміжним дзеркалами, діаметр яких дорівнював 15 см. Спеціально призначений для спостережень сонячних затемнень целостат був забезпечений пружинним заводом, розрахованим на півгодинне ведення дзеркала. Експозиція здійснювалася за допомогою жалюзного затвора, розміщеного перед об'єктивом. Тривалість експозиції фіксувалася на шлейфному осцилографі, куди спрямовувалися також сигнали часу з хронометра. У дні підготовки до спостереження затемнення погода була дуже нестійкою, а за кілька днів перед затемненням остаточно зіпсувалася. У день затемнення була значна хмарність і часом ішов дощ. Сильний вітер у другій половині цього дня ро-