

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ  
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

# АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР

**2023**

Випуск шістдесят дев'ятий

Видається з 1948 р.

КИЇВ  
АКАДЕМПЕРІОДИКА  
2022

УДК 52(059)

**Астрономічний календар. 2023** / ред. кол.: А. П. Відьмаченко (гол. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ: Академперіодика, 2022. — 254 с.

У довідковій частині щорічника наведено таблиць-календар на 2023 рік, відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу, основні величини для Сонця, Землі, Місяця й планет, ефемериди Сонця, Місяця і планет, час сходу та заходу Сонця й Місяця, моменти кульмінацій і фази Місяця, планетні конфігурації, відомості про видимість на небі великих планет і галілеєвих супутників Юпітера, про яскраві й змінні зорі, про туманності, комети, покриття зір Місяцем, метеорні потоки, затемнення та про інші небесні явища, подано інформацію про пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики.

Як довідник і посібник для практичних робіт книжка може стати у пригоді широкому загалові користувачів: спеціалістам з астрономії та інших галузей науки, викладачам, студентам, школярам, аматорам астрономії тощо.

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

доктор фізико-математичних наук, професор *А. П. Відьмаченко* (головний редактор), *О. В. Клименко* (відповідальний секретар), кандидат фізико-математичних наук *Л. М. Свачій*, кандидат фізико-математичних наук *В. Г. Іванчук*, кандидат фізико-математичних наук *В. М. Клименко*, кандидат фізико-математичних наук *Г. У. Ковальчук*, доктор фізико-математичних наук *В. Я. Чолій*, *К. М. Ненахова*

*Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми НАН України «Створення та розвиток науково-видавничого комплексу НАН України».*

*Друкується за рішенням Ученої ради ГАО НАН України  
(протокол № 13 від 08.12.2022)*

На першій сторінці обкладинки — Міжнародному дню астрономії — 50 років (див. статтю А. П. Відьмаченка на с. 220)

ISBN 978-966-360-475-6

© Головна астрономічна обсерваторія  
НАН України, 2022

© Академперіодика, оформлення, 2022

---

---

## ЗМІСТ

<b>ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2023 РОКУ</b> .....	6
<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	7
<b>ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР НА 2023 рік</b> .....	9
<b>ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА</b> .....	13
<b>ХРОНОЛОГІЯ — КАЛЕНДАРІ</b> .....	26
<b>СОНЦЕ, ЗЕМЛЯ ТА МІСЯЦЬ</b> .....	31
Основні дані про Сонце .....	31
Основні дані про Землю .....	34
Основні дані про Місяць .....	35
Ефемериди Сонця та Місяця .....	38
Схід і захід Сонця на широті $50^\circ$ .....	50
Поправки часу сходу Сонця для різних широт .....	51
Азимуті точок сходу та заходу Сонця .....	52
Тривалість громадянських примерків .....	52
Схід, кульмінація та захід Місяця для широти $50^\circ$ та східної довготи $2^h02^m$ .....	53
Поправки моментів сходу та заходу Місяця .....	65
Фази Місяця .....	75
Проходження Місяця через апогей і перигей .....	75
Проходження Місяця через вузли своєї орбіти .....	76
Входження Сонця в знаки зодіаку .....	76
Входження Місяця в знаки зодіаку .....	77
Ефемериди для фізичних спостережень Сонця .....	79
Ефемериди для фізичних спостережень Місяця .....	80
<b>ПЛАНЕТИ</b> .....	84
Меркурій .....	84
Венера .....	86
Марс .....	89
Юпітер .....	90
Сатурн .....	92
Уран .....	94
Нептун .....	95
Планетні конфігурації .....	97
Сполучення планет .....	98

Сполучення планет із Місяцем .....	98
Ефемериди планет .....	101
Видимість яскравих планет на широті $50^\circ$ .....	110
Геліоцентричні довготи ( $l$ ) і відстані ( $r$ ) планет, геоцентричні відстані ( $\rho$ ) ..	114
Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти $50^\circ$ .....	118
Галілеєві супутники Юпітера .....	121
Середні елементи орбіт планет на епоху $J2000.0$ .....	128
Фізичні характеристики планет Сонячної системи .....	128
<b>КОМЕТИ</b> .....	129
Видимість комет упродовж 2023 р. ....	129
Комети, які проходять перигелій у 2023 р. ....	133
Елементи кометних орбіт .....	135
Ефемериди комет. ....	137
<b>МЕТЕОРНІ ПОТОКИ</b> .....	140
Основні метеорні потоки .....	141
Горизонтальні координати радіантів метеорних потоків .....	142
<b>ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ</b> .....	152
Розсіяні зоряні скупчення .....	153
Кульові зоряні скупчення .....	154
Галактики .....	155
Туманності .....	155
<b>ЗАТЕМНЕННЯ</b> .....	157
Повне сонячне затемнення 20 квітня 2023 р. ....	157
Півтіньове місячне затемнення 5 травня 2023 р. ....	158
Кільцеподібне сонячне затемнення 14 жовтня 2023 р. ....	160
Часткове місячне затемнення 28 жовтня 2023 р. ....	161
Покриття зір і планет Місяцем .....	163
Зорі до 6.1 зоряної величини, покриття яких можна спостерігати в Україні 2023 р. ....	165
Обставини покриттів зір і планет Місяцем .....	166
<b>ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ</b> .....	172
Азимуты Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот .....	172
Середня рефракція .....	173
Переведення часток доби у години, хвилини та секунди .....	173
Переведення годин і хвилин у частки доби .....	174
Кількість юліанських діб від початку юліанського періоду до 12 год нульового дня кожного місяця .....	174



Поправки для перетворення проміжків сонячного середнього часу на зоряний та зоряного часу на середній .....	175
Широти та довготи деяких міст України .....	176
<b>ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ .....</b>	<b>177</b>
<b>ПОДІЇ, ЯВИЩА, ФАКТИ .....</b>	<b>183</b>
Транзитна екзопланета — теплий супер-Юпітер навколо молоді зорі HD114082 — <i>О. В. Захожай, А. П. Відьмаченко</i> .....	183
Про «життя» у метеоритах — <i>О. Ф. Стеклов, А. П. Відьмаченко</i> .....	189
Віч-на-віч з кометами — <i>І. О. Дичко</i> .....	203
Міжнародному дню астрономії — 50 років — <i>А. П. Відьмаченко</i> .....	220
<b>З ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ .....</b>	<b>225</b>
Solis statos Terrae motor. До 550-річчя з дня народження Миколи Коперника — <i>М. Лашко</i> .....	225
Симон Маріус (1573—1624) — <i>М. Лашко</i> .....	230
Астрометрист (до сторіччя Миколи Якимовича Чернеги) — <i>В. М. Єфіменко, Л. В. Казанцева</i> .....	233
Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики — <i>Л. М. Свачій</i> .....	238

---

---

## ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2023 РОКУ

### 66—67-й роки космічної ери

- Початок тропічного року 2023.0** — 31 грудня 2022 р.  
о 14 год 30 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в перигелії** — 4 січня о 20 год 05 хв (за всесвітнім часом).
- Весняне рівнодення** (початок астрономічної весни) — 20 березня  
о 21 год 25 хв (за всесвітнім часом).
- Літнє сонцестояння** (початок астрономічного літа) — 21 червня  
о 14 год 58 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в афелії** — 6 липня о 9 год 01 хв (за всесвітнім часом).
- Осіннє рівнодення** (початок астрономічної осені) — 23 вересня  
о 6 год 50 хв (за всесвітнім часом).
- Зимове сонцестояння** (початок астрономічної зими) — 22 грудня  
о 3 год 28 хв (за всесвітнім часом).

### ЗАТЕМНЕННЯ

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <i>Повне сонячне затемнення</i>         | 20 квітня (в Україні не видно). |
| <i>Північне місячне затемнення</i>      | 5 травня (в Україні не видно).  |
| <i>Кільцеподібне сонячне затемнення</i> | 14 жовтня (в Україні не видно). |
| <i>Часткове місячне затемнення</i>      | 28 жовтня (в Україні видно).    |

### КОМЕТИ

*C/2020 V2 (ЗТФ)* (січень — квітень; червень — жовтень), *81P/Від 2* (січень — квітень), *103P/Гартлі 2* (липень — грудень), *C/2021 T4 (Леммон)* (серпень — жовтень), *C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)* (серпень — грудень), *2P/Енке* (вересень — жовтень), *62P/Цзициньшань 1* (жовтень — грудень), *144P/Кусіда* (листопад — грудень), *12P/Понс — Брукс* (грудень).

### МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

*Квадрантиди* (січень, максимум 2—4.I), *Віргініди* (лютий — травень, максимум 3.III—18.IV), *Ліриди* (квітень, максимум 21.IV), *η-Аквариди* (квітень — травень, максимум 4—6.V), *Арієтиди* (травень — липень, максимум 7.VI), *δ-Аквариди* (липень — серпень, максимум 27—30.VII), *α-Каприкорніди* (липень — серпень, максимум 30.VII), *Персеїди* (липень — серпень, максимум 9—13.VIII), *Цигніди* (серпень, максимум 20.VIII), *Оріоніди* (серпень — листопад, максимум 20—22.X), *Драконіди* (жовтень, максимум 9.X), *Південні Тауриди* (вересень — грудень, максимум 30.X—7.XI), *Північні Тауриди* (вересень — грудень, максимум 4—7.XI), *Леоніди* (листопад — грудень, максимум 17.XI), *Гемініди* (грудень, максимум 13—14.XII), *Урсиди* (грудень, максимум 22—23.XII).

---

---

## ПЕРЕДМОВА

У 69-му випуску «Астрономічного календаря» подано відомості довідкового й інформаційного характеру про небесні світила та явища впродовж 2023 р., статті з актуальних проблем в астрономії, а також з історії астрономічної науки.

Довідкова частина Календаря містить: відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу; основні характеристики Сонця, Землі, Місяця, планет; ефемериди Сонця, Місяця й планет; обставини видимості планет; планетні конфігурації, відомості про затемнення й покриття зір Місяцем, про метеорні потоки, туманності, зоряні скупчення, галактики; передбачення щодо повернення комет, які спостерігалися раніше; моменти входження Сонця та Місяця в знаки Зодіаку; довідник спостерігача; допоміжні таблиці для розрахунків й уточнення обставин астрономічних явищ на небосхилі; пояснення до табличної частини Календаря та ін.

Довідкові матеріали підготували: **С. А. Борисенко** (видимість комет), **М. І. Буромський** (затемнення Сонця й Місяця), **В. Й. Мазур** (планетні конфігурації; сполучення планет; сполучення планет із Місяцем; покриття зір і планет Місяцем; геліоцентричні довготи й відстані планет, геоцентричні відстані; азимути Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот), **К. М. Ненахова** (основні астрономічні події 2023 р.; табель-календар; довідник спостерігача; хронологія — календарі; основні дані про Землю; ефемериди Сонця й Місяця; схід і захід Сонця; поправки часу сходу Сонця; азимути точок сходу та заходу Сонця; тривалість громадянських присмерків; поправки моментів сходу та заходу Місяця; фази Місяця; проходження Місяця через апогей і перигей; проходження Місяця через вузли своєї орбіти; входження Сонця в знаки Зодіаку; входження Місяця в знаки Зодіаку; ефемериди для фізичних спостережень Сонця; ефемериди для фізичних спостережень Місяця; ефемериди планет; видимість яскравих планет; кількість юліанських днів; допоміжні таблиці; пояснення до табличної частини календаря; схід, кульмінація та захід Місяця — разом із **В. Й. Мазуром**; видимість планет на небосхилі — разом із **І. П. Крячком**), **П. М. Федій** (графічний календар; галілеєві супутники Юпітера).

Крім того, долучено матеріали, які готували для попередніх випусків: **В. М. Андрук** (зоряні скупчення, галактики, туманності), **О. В. Бахонський** (карти вигляду зоряного неба), **А. П. Відьмаченко** та **В. Г. Кручиненко** (метеорні потоки), **В. Г. Іванчук** (відомості про Сонце), **В. С. Кислюк** (відомості про Місяць), **Л. М. Кізюн** (елементи орбіт і фізичні характеристики планет).

Інформаційна частина Календаря має два розділи. У розділі «Події, явища, факти» подано статті «Транзитна екзопланета — теплий супер-Юпітер навколо молодого зорі HD114082» (О. В. Захожай, А. П. Відьмаченко), «Про «життя» у метеоритах» (О. Ф. Стеклов, А. П. Відьмаченко), «Віч-на-віч з кометами» (І. О. Дичко), «Міжнародному дню астрономії — 50 років» (А. П. Відьмаченко). У розділі «3 історії астрономії» вміщено статті «Solis stator Terrae motor. До 550-річчя з дня народження Миколи Коперника» (М. Лашко), «Симон Маріус (1573—1624)» (М. Лашко), «Астрометрист (до сторіччя Миколи Якимовича Чернеги)» (В. М. Єфіменко, Л. В. Казанцева), «Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики» (Л. М. Свачій).

Редколегія «Астрономічного календаря» висловлює щире подяку всім авторам за підготовлені матеріали та звертається до читачів «Астрономічного календаря» і всіх, хто цікавиться астрономією, з проханням надсилати оригінальні матеріали для публікації у майбутніх випусках Календаря на адресу:

вул. Академіка Заболотного 27, Київ, 03143  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України  
Головному редакторові  
«Астрономічного календаря»  
проф. Відьмаченкові А.П.

*Редколегія звертається до зацікавлених осіб й установ з проханням надати спонсорську допомогу для підтримки цього популярного видання — найповнішого довідника з астрономії, який має на меті поширювати в Україні знання про Всесвіт.*

*Наші реквізити: УАА ЄДРПОУ 14288097  
р/р 26001066651001 в ПАТ «Банк національний кредит»  
в м. Києві МФО 320702*

*Головний редактор Календаря  
проф. А.П. Відьмаченко*

**ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР  
на 2023 рік**

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...
Січень				Лютий				Березень			
1	Нд	1	945.5	1	Ср	32	976.5	1	Ср	60	004.5
				2	Чт	33	977.5	2	Чт	61	005.5
2	Пн	2	946.5	3	Пт	34	978.5	3	Пт	62	006.5
3	Вт	3	947.5	4	Сб	35	979.5	4	Сб	63	007.5
4	Ср	4	948.5	5	Нд	36	980.5	5	Нд	64	008.5
5	Чт	5	949.5								
6	Пт	6	950.5	6	Пн	37	981.5	6	Пн	65	009.5
7	Сб	7	951.5	7	Вт	38	982.5	7	Вт	66	010.5
8	Нд	8	952.5	8	Ср	39	983.5	8	Ср	67	011.5
				9	Чт	40	984.5	9	Чт	68	012.5
9	Пн	9	953.5	10	Пт	41	985.5	10	Пт	69	013.5
10	Вт	10	954.5	11	Сб	42	986.5	11	Сб	70	014.5
11	Ср	11	955.5	12	Нд	43	987.5	12	Нд	71	015.5
12	Чт	12	956.5								
13	Пт	13	957.5	13	Пн	44	988.5	13	Пн	72	016.5
14	Сб	14	958.5	14	Вт	45	989.5	14	Вт	73	017.5
15	Нд	15	959.5	15	Ср	46	990.5	15	Ср	74	018.5
				16	Чт	47	991.5	16	Чт	75	019.5
16	Пн	16	960.5	17	Пт	48	992.5	17	Пт	76	020.5
17	Вт	17	961.5	18	Сб	49	993.5	18	Сб	77	021.5
18	Ср	18	962.5	19	Нд	50	994.5	19	Нд	78	022.5
19	Чт	19	963.5								
20	Пт	20	964.5	20	Пн	51	995.5	20	Пн	79	023.5
21	Сб	21	965.5	21	Вт	52	996.5	21	Вт	80	024.5
22	Нд	22	966.5	22	Ср	53	997.5	22	Ср	81	025.5
				23	Чт	54	998.5	23	Чт	82	026.5
23	Пн	23	967.5	24	Пт	55	999.5	24	Пт	83	027.5
24	Вт	24	968.5	25	Сб	56	000.5*	25	Сб	84	028.5
25	Ср	25	969.5	26	Нд	57	001.5*	26	Нд	85	029.5
26	Чт	26	970.5								
27	Пт	27	971.5	27	Пн	58	002.5*	27	Пн	86	030.5
28	Сб	28	972.5	28	Вт	59	003.5*	28	Вт	87	031.5
29	Нд	29	973.5					29	Ср	88	032.5
								30	Чт	89	033.5
30	Пн	30	974.5					31	Пт	90	034.5
31	Вт	31	975.5								

\*Увага! Для 25-28 лютого перші чотири цифри юліанських діб мають бути 2460...

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...
Квітень				Травень				Червень			
1	Сб	91	035.5	1	Пн	121	065.5	1	Чт	152	096.5
2	Нд	92	036.5	2	Вт	122	066.5	2	Пт	153	097.5
				3	Ср	123	067.5	3	Сб	154	098.5
3	Пн	93	037.5	4	Чт	124	068.5	4	Нд	155	099.5
4	Вт	94	038.5	5	Пт	125	069.5				
5	Ср	95	039.5	6	Сб	126	070.5	5	Пн	156	100.5
6	Чт	96	040.5	7	Нд	127	071.5	6	Вт	157	101.5
7	Пт	97	041.5					7	Ср	158	102.5
8	Сб	98	042.5	8	Пн	128	072.5	8	Чт	159	103.5
9	Нд	99	043.5	9	Вт	129	073.5	9	Пт	160	104.5
				10	Ср	130	074.5	10	Сб	161	105.5
10	Пн	100	044.5	11	Чт	131	075.5	11	Нд	162	106.5
11	Вт	101	045.5	12	Пт	132	076.5				
12	Ср	102	046.5	13	Сб	133	077.5	12	Пн	163	107.5
13	Чт	103	047.5	14	Нд	134	078.5	13	Вт	164	108.5
14	Пт	104	048.5					14	Ср	165	109.5
15	Сб	105	049.5	15	Пн	135	079.5	15	Чт	166	110.5
16	Нд	106	050.5	16	Вт	136	080.5	16	Пт	167	111.5
				17	Ср	137	081.5	17	Сб	168	112.5
17	Пн	107	051.5	18	Чт	138	082.5	18	Нд	169	113.5
18	Вт	108	052.5	19	Пт	139	083.5				
19	Ср	109	053.5	20	Сб	140	084.5	19	Пн	170	114.5
20	Чт	110	054.5	21	Нд	141	085.5	20	Вт	171	115.5
21	Пт	111	055.5					21	Ср	172	116.5
22	Сб	112	056.5	22	Пн	142	086.5	22	Чт	173	117.5
23	Нд	113	057.5	23	Вт	143	087.5	23	Пт	174	118.5
				24	Ср	144	088.5	24	Сб	175	119.5
24	Пн	114	058.5	25	Чт	145	089.5	25	Нд	176	120.5
25	Вт	115	059.5	26	Пт	146	090.5				
26	Ср	116	060.5	27	Сб	147	091.5	26	Пн	177	121.5
27	Чт	117	061.5	28	Нд	148	092.5	27	Вт	178	122.5
28	Пт	118	062.5					28	Ср	179	123.5
29	Сб	119	063.5	29	Пн	149	093.5	29	Чт	180	124.5
30	Нд	120	064.5	30	Вт	150	094.5	30	Пт	181	125.5
				31	Ср	151	095.5				

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2460 ...
Липень				Серпень				Вересень			
1	Сб	182	126.5	1	Вт	213	157.5	1	Пт	244	188.5
2	Нд	183	127.5	2	Ср	214	158.5	2	Сб	245	189.5
				3	Чт	215	159.5	3	Нд	246	190.5
3	Пн	184	128.5	4	Пт	216	160.5				
4	Вт	185	129.5	5	Сб	217	161.5	4	Пн	247	191.5
5	Ср	186	130.5	6	Нд	218	162.5	5	Вт	248	192.5
6	Чт	187	131.5					6	Ср	249	193.5
7	Пт	188	132.5	7	Пн	219	163.5	7	Чт	250	194.5
8	Сб	189	133.5	8	Вт	220	164.5	8	Пт	251	195.5
9	Нд	190	134.5	9	Ср	221	165.5	9	Сб	252	196.5
				10	Чт	222	166.5	10	Нд	253	197.5
10	Пн	191	135.5	11	Пт	223	167.5				
11	Вт	192	136.5	12	Сб	224	168.5	11	Пн	254	198.5
12	Ср	193	137.5	13	Нд	225	169.5	12	Вт	255	199.5
13	Чт	194	138.5					13	Ср	256	200.5
14	Пт	195	139.5	14	Пн	226	170.5	14	Чт	257	201.5
15	Сб	196	140.5	15	Вт	227	171.5	15	Пт	258	202.5
16	Нд	197	141.5	16	Ср	228	172.5	16	Сб	259	203.5
				17	Чт	229	173.5	17	Нд	260	204.5
17	Пн	198	142.5	18	Пт	230	174.5				
18	Вт	199	143.5	19	Сб	231	175.5	18	Пн	261	205.5
19	Ср	200	144.5	20	Нд	232	176.5	19	Вт	262	206.5
20	Чт	201	145.5					20	Ср	263	207.5
21	Пт	202	146.5	21	Пн	233	177.5	21	Чт	264	208.5
22	Сб	203	147.5	22	Вт	234	178.5	22	Пт	265	209.5
23	Нд	204	148.5	23	Ср	235	179.5	23	Сб	266	210.5
				24	Чт	236	180.5	24	Нд	267	211.5
24	Пн	205	149.5	25	Пт	237	181.5				
25	Вт	206	150.5	26	Сб	238	182.5	25	Пн	268	212.5
26	Ср	207	151.5	27	Нд	239	183.5	26	Вт	269	213.5
27	Чт	208	152.5					27	Ср	270	214.5
28	Пт	209	153.5	28	Пн	240	184.5	28	Чт	271	215.5
29	Сб	210	154.5	29	Вт	241	185.5	29	Пт	272	216.5
30	Нд	211	155.5	30	Ср	242	186.5	30	Сб	273	217.5
				31	Чт	243	187.5				
31	Пн	212	156.5								

Закінчення таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...
Жовтень				Листопад				Грудень			
1	Нд	274	218.5	1	Ср	305	249.5	1	Пт	335	279.5
				2	Чт	306	250.5	2	Сб	336	280.5
2	Пн	275	219.5	3	Пт	307	251.5	3	Нд	337	281.5
3	Вт	276	220.5	4	Сб	308	252.5				
4	Ср	277	221.5	5	Нд	309	253.5	4	Пн	338	282.5
5	Чт	278	222.5					5	Вт	339	283.5
6	Пт	279	223.5	6	Пн	310	254.5	6	Ср	340	284.5
7	Сб	280	224.5	7	Вт	311	255.5	7	Чт	341	285.5
8	Нд	281	225.5	8	Ср	312	256.5	8	Пт	342	286.5
				9	Чт	313	257.5	9	Сб	343	287.5
9	Пн	282	226.5	10	Пт	314	258.5	10	Нд	344	288.5
10	Вт	283	227.5	11	Сб	315	259.5				
11	Ср	284	228.5	12	Нд	316	260.5	11	Пн	345	289.5
12	Чт	285	229.5					12	Вт	346	290.5
13	Пт	286	230.5	13	Пн	317	261.5	13	Ср	347	291.5
14	Сб	287	231.5	14	Вт	318	262.5	14	Чт	348	292.5
15	Нд	288	232.5	15	Ср	319	263.5	15	Пт	349	293.5
				16	Чт	320	264.5	16	Сб	350	294.5
16	Пн	289	233.5	17	Пт	321	265.5	17	Нд	351	295.5
17	Вт	290	234.5	18	Сб	322	266.5				
18	Ср	291	235.5	19	Нд	323	267.5	18	Пн	352	296.5
19	Чт	292	236.5					19	Вт	353	297.5
20	Пт	293	237.5	20	Пн	324	268.5	20	Ср	354	298.5
21	Сб	294	238.5	21	Вт	325	269.5	21	Чт	355	299.5
22	Нд	295	239.5	22	Ср	326	270.5	22	Пт	356	300.5
				23	Чт	327	271.5	23	Сб	357	301.5
23	Пн	296	240.5	24	Пт	328	272.5	24	Нд	358	302.5
24	Вт	297	241.5	25	Сб	329	273.5				
25	Ср	298	242.5	26	Нд	330	274.5	25	Пн	359	303.5
26	Чт	299	243.5					26	Вт	360	304.5
27	Пт	300	244.5	27	Пн	331	275.5	27	Ср	361	305.5
28	Сб	301	245.5	28	Вт	332	276.5	28	Чт	362	306.5
29	Нд	302	246.5	29	Ср	333	277.5	29	Пт	363	307.5
				30	Чт	334	278.5	30	Сб	364	308.5
30	Пн	303	247.5					31	Нд	365	309.5
31	Вт	304	248.5								



## ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА

(моменти подано за всесвітнім часом)

Розміщення сузір'їв на небі для широти  $50^\circ$  на певну годину за місцевим часом для кожного місяця ілюструється за допомогою зоряних карт. Унаслідок обертання Землі навколо власної осі сузір'я зміщуються зі сходу на захід приблизно на  $15^\circ$  за годину. Крім того, через обертальний рух Землі навколо Сонця протягом року вигляд зоряного неба теж безперервно змінюється відносно горизонту так, що сузір'я зміщуються в західному напрямку кожного місяця на  $30^\circ$ , за пів місяця — на  $15^\circ$ , за добу — на  $1^\circ$ . Отже, розміщення сузір'їв на інші моменти доби за місцевим часом неважко передбачити.

### Скорочені назви сузір'їв

And	Андромеда	Lac	Ящірка
Aqr	Водолій	Leo	Лев
Aql	Орел	LMi	Малий Лев
Ari	Овен	Lep	Заєць
Aur	Візничий	Lib	Терези
Boo	Волопас	Lup	Вовк
Cam	Жираф	Lyn	Рись
Cnc	Рак	Lyr	Ліра
CVn	Гончі Пси	Mon	Одноріг
CMa	Великий Пес	Oph	Змієносець
CMi	Малий Пес	Ori	Оріон
Cap	Козоріг	Peg	Пегас
Cas	Кассіопея	Per	Персей
Cep	Цефей	Psc	Риби
Cet	Кит	Sgr	Стрілець
CrB	Північна Корона	Sco	Скорпіон
Crv	Ворон	Sct	Щит
Crt	Чаша	Ser	Змія
Cyg	Лебідь	Tau	Телець
Del	Дельфін	Tri	Трикутник
Dra	Дракон	UMa	Велика Ведмедиця
Eri	Еридан	UMi	Мала Ведмедиця
Gem	Близнята	Vir	Діва
Her	Геркулес	Vul	Лисичка
Hya	Гідра		

## Січень

Видимість планет: Меркурій (увечері — кілька перших днів місяця; після першої десятиденки місяця — уранці); Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Юпітер (перша половина ночі); Сатурн (увечері); Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Квадрантиди (до 12.I), максимум 2—4.I.

Земля в перигелії: 4.I о 20 год 05 хв.

Фази Місяця: повний Місяць — 6.I, остання чверть — 15.I, новий Місяць — 21.I, перша чверть — 28.I.

Місяць в апогеї — 8.I, у перигеї — 21.I.

Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), 81P/Вілд 2.

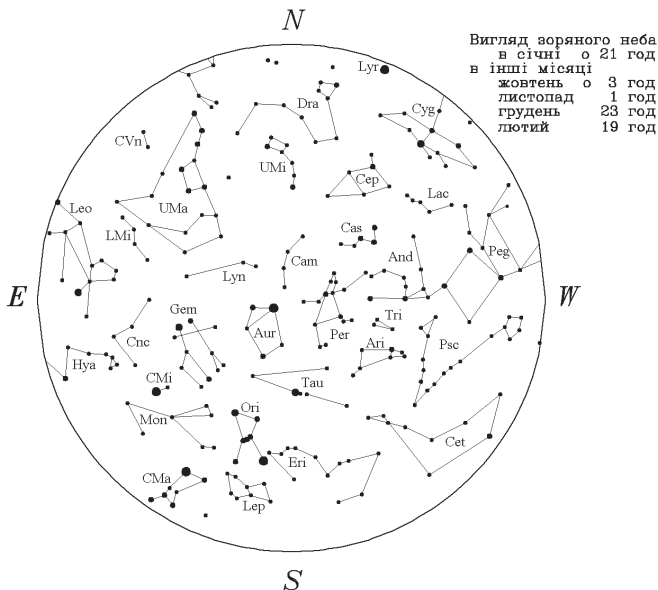
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\eta$  Персея,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї,  $\lambda$  Овна,  $\lambda$ ,  $\iota$ ,  $\zeta$  Оріона,  $\iota$  Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона й Овна.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Трикутника й Великої Ведмедиці.

Молочний Шлях проходить по західній половині неба, від південної частини горизонту до північної.



## Лютий

Видимість планет: Меркурій (уранці — перша половина місяця); Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Юпітер (перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері); Сатурн (увечері — упродовж першого тижня); Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі); Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Віргініди (друга половина місяця).

Фази Місяця: повний Місяць — 5.П, остання чверть — 13.П, новий Місяць — 20.П, перша чверть — 27.П.

Місяць в апогеї — 4.П, у перигеї — 19.П.

Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), 81P/Вілд 2.

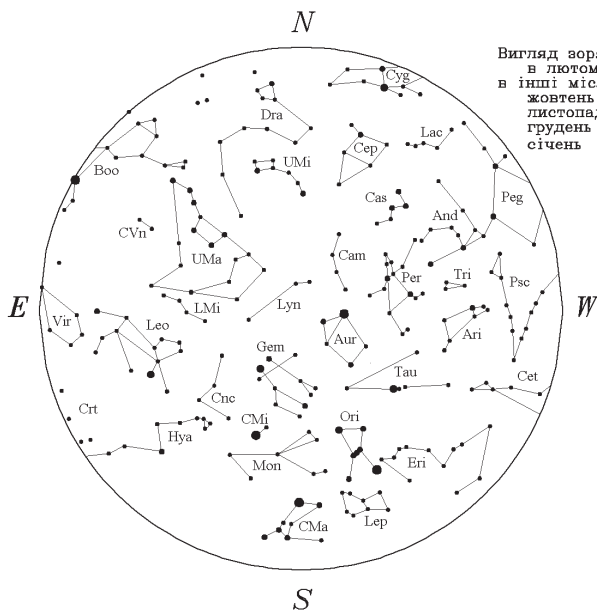
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\chi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\alpha$  Гончих Псів.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона й Одророга.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить через західну половину неба від південно-західної точки горизонту до північної.



## Березень

Видимість планет: Меркурій (увечері — останній тиждень місяця); Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Юпітер (увечері); Сатурн (уранці, друга половина місяця); Уран (перша половина ночі); Нептун (увечері — упродовж першого тижня місяця).

Метеорні потоки: Віргініди, максимум: 3.III—18.IV.

Весняне рівнодення: 20.III, 21 год 25 хв. Початок весни.

Фази Місяця: повний Місяць — 7.III, остання чверть — 15.III, новий Місяць — 21.III, перша чверть — 29.III.

Місяць в апогеї — 3.III та 31.III, у перигеї — 19.III.

Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), 81P/Вілд 2.

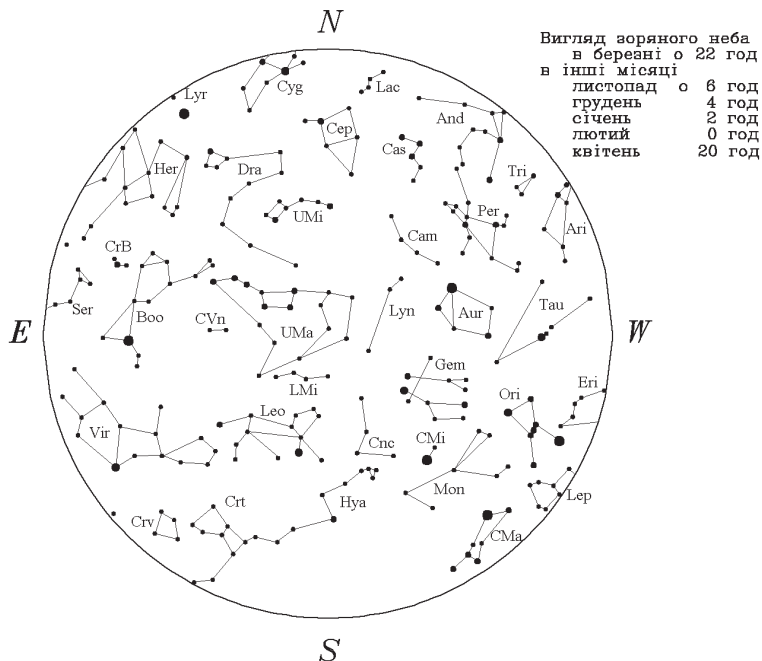
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\xi$ ,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї, 23,  $\lambda$ ,  $\iota$ ,  $\zeta$  Оріона,  $\iota$  Рака,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\eta$  Персея.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона й Овна.

Галактики: у сузір'ях Трикутника, Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить із заходу на схід низько над горизонтом.



## Квітень

Видимість планет: Меркурій (увечері — цілий місяць, крім останніх кількох днів); Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Сатурн (уранці); Уран (на початку місяця — перша половина ночі; наприкінці місяця — увечері); Нептун (уранці — цілий місяць, крім першої десятиденки місяця).

Метеорні потоки: Віргініди, максимум: 3.III—18.IV; Ліриди 19—25.IV, максимум 21.IV;  $\eta$ -Аквариди — з 19.IV.

Фази Місяця: повний Місяць — 6.IV, остання чверть — 13.IV, новий Місяць — 20.IV, перша чверть — 27.IV.

Місяць у перигеї — 16.IV, в апогеї — 28.IV.

Повне сонячне затемнення 20 квітня (в Україні не видно).

Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), 81P/Вілд 2.

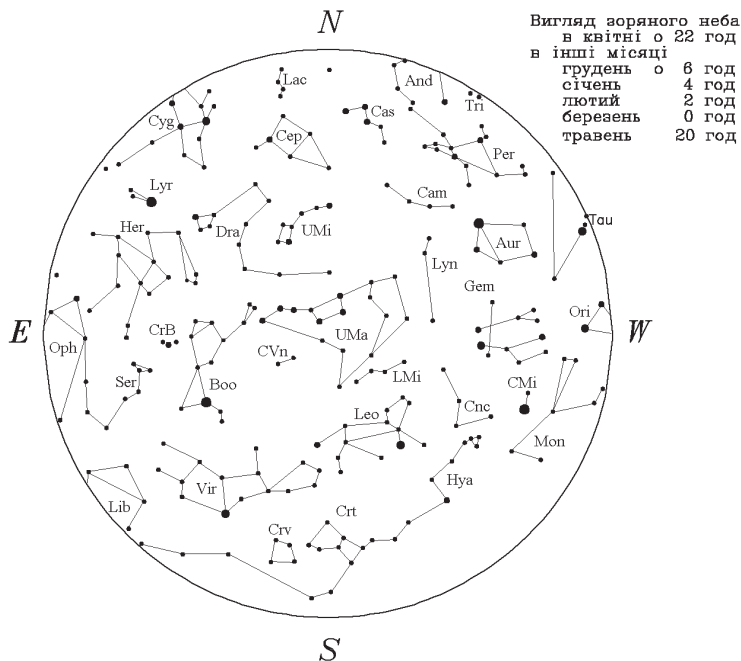
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\tau$ ,  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  Лебедя,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\epsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона.

Зоряні скупчення: Ясла.

Туманності: у сузір'ях Змієносія, Ліри, Лисички та Лебедя.

Галактики: у сузір'ях Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить низько над горизонтом, над його північною частиною.



## Травень

Видимість планет: Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі); Юпітер (уранці — майже цілий місяць, крім першої десятиденки); Сатурн (уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Уран (уранці — упродовж кількох останніх днів місяця); Нептун (уранці).

Метеорні потоки: Віргініди (до 6.V);  $\eta$ -Аквариди, максимум 4—6.V; Арієтиди — остання десятиденка місяця.

Фази Місяця: повний Місяць — 5.V, остання чверть — 12.V, новий Місяць — 19.V, перша чверть — 27.V.

Півтіньове місячне затемнення 5 травня (в Україні не видно).

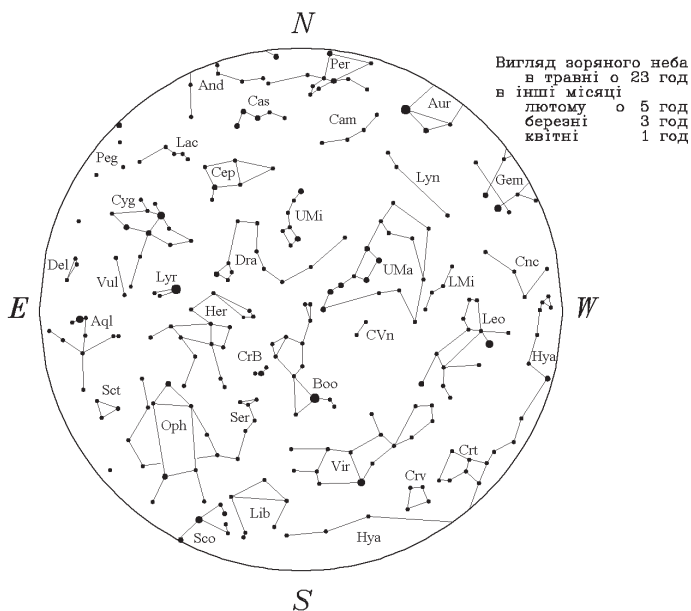
Місяць у перигеї — 11.V, в апогеї — 26.V.

Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\tau$ ,  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  Лебедя,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\epsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\delta$  Змії,  $\xi$  Скорпіона,  $\xi$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\iota$  Рака.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієнося, Ліри, Лебедя та Лисички.

Галактики: у сузір'ях Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить з північно-західної частини горизонту до південно-східної, високо піднявшись у східній частині неба.



## Червень

Видимість планет: Меркурій (уранці — цілий місяць, крім останньої десятиденки); Венера (увечері); Марс (перша половина ночі); Юпітер (на початку місяця — уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Сатурн (друга половина ночі); Уран (уранці); Нептун (уранці — на початку місяця, наприкінці місяця — друга половина ночі).

Метеорні потоки: Арістиди, максимум 7.VI.

Фази Місяця: повний Місяць — 4.VI, остання чверть — 10.VI, новий Місяць — 18.VI, перша чверть — 26.VI.

Місяць у перигеї — 6.VI, в апогеї — 22.VI.

Літнє сонцестояння: 21.VI, 14 год 58 хв. Початок літа.

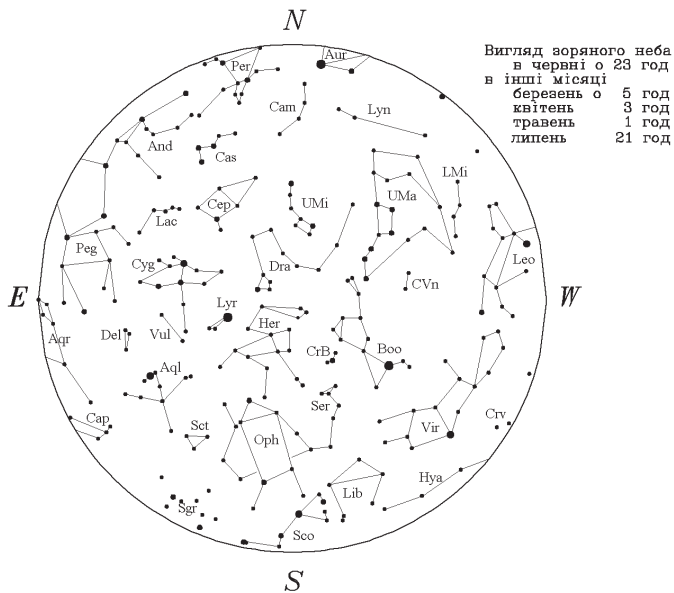
Комети: C/2020 V2 (ЗТФ).

Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\tau$ ,  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  Лебеда,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\delta$  Змії,  $\xi$  Скорпіона,  $\zeta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносія, Стрільця, Ліри та Лисички.

Галактики: у сузір'ях Великої Ведмедиці й Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить високо над східною частиною неба з північної точки горизонту до південної.



## Липень

Видимість планет: Меркурій (увечері — цілий місяць, крім першої десятиденки); Венера (увечері — цілий місяць, крім останнього тижня); Марс (увечері); Юпітер (на початку місяця — друга половина ночі, наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (друга половина ночі, наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Уран (на початку місяця — уранці; наприкінці місяця — друга половина ночі); Нептун (упродовж другої половини ночі — на початку місяця; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин).

Метеорні потоки: Арієтиди (до 3.VII);  $\alpha$ -Каприкорніди, максимум 30.VII;  $\delta$ -Аквариди північні — з 12.VII, максимум 30.VII; Персеїди — друга половина місяця;  $\delta$ -Аквариди південні — остання десятиденка місяця, максимум 27.VII.

Земля в афелії: 6.VII, о 9 год 01 хв.

Фази Місяця: повний Місяць — 3.VII, остання чверть — 10.VII, новий Місяць — 17.VII, перша чверть — 25.VII.

Місяць у перигеї — 4.VII, в апогеї — 20.VII.

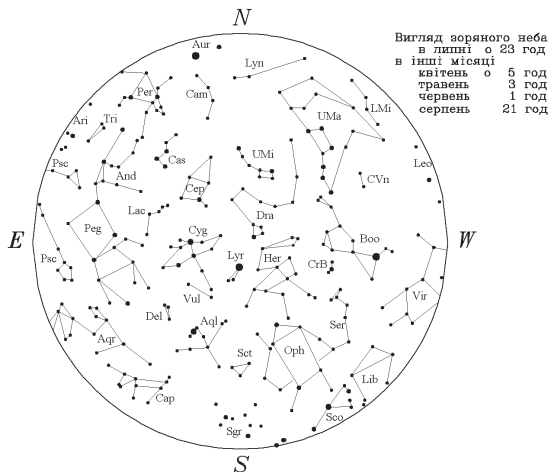
Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), 103P/Гартлі 2.

Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\xi$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\delta$  Змії,  $\zeta$  Скорпіона,  $\zeta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієноця, Стрільця, Ліри, Водолія та Лебеда.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці та Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить з північно-східної частини горизонту до південно-західної і високо піднімається у східній частині неба.





## Серпень

Видимість планет: Меркурій (увечері — упродовж першої десятиденки місяця); Венера (уранці — упродовж останнього тижня); Марс (увечері); Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (упродовж першої десятиденки — майже цілу ніч, крім вечірніх годин; далі — цілу ніч); Уран (на початку місяця — друга половина ночі; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (майже цілу ніч, крім вечірніх годин — на початку місяця; наприкінці місяця — усю ніч).

Метеорні потоки:  $\delta$ -Аквариди південні — перша половина місяця; Цигніди (3—25.VIII), максимум 20.VIII;  $\alpha$ -Каприкорніди (до 20.VIII);  $\delta$ -Аквариди північні (до 23.VIII); Персеїди (до 24.VIII), максимум 9—13.VIII; Оріоніди (останній тиждень місяця).

Фази Місяця: повний Місяць — 1.VIII, остання чверть — 8.VIII, новий Місяць — 16.VIII, перша чверть — 24.VIII, повний Місяць — 31.VIII.

Місяць у перигеї — 2.VIII та 30.VIII, в апогеї — 16.VIII.

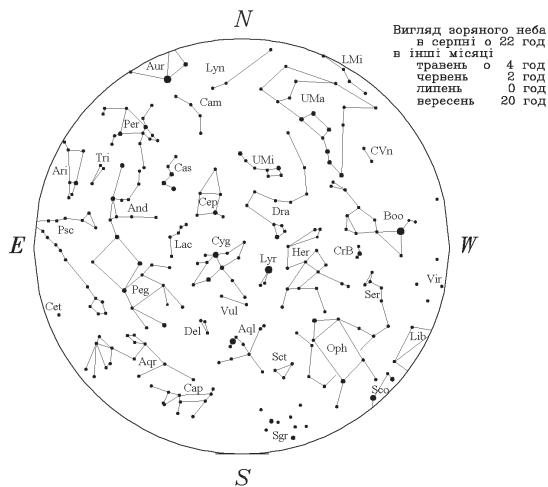
Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), C/2021 T4 (Леммон), C/2017 K2 (ПАНСТАРСС), 103P/Гартлі 2.

Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\xi$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\theta$  Змії,  $\xi$  Скорпіона,  $\alpha$ ,  $\zeta$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносця, Стрільця, Лебеда, Ліри, Лисички та Водолія.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці, Гончих Псів.

Молочний Шлях проходить через зеніт від північно-східної частини горизонту до південно-західної.



## Вересень

Видимість планет: Меркурій (уранці — майже цілий місяць, крім першої десятиденки); Венера (уранці); Марс (увечері — упродовж першої половини місяця); Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Уран (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (усю ніч; упродовж кількох останніх днів місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин).

Метеорні потоки: Оріоніди; Південні Тауриди (з 10.IX); Північні Тауриди (з 19.IX).

Фази Місяця: остання чверть — 6.IX, новий Місяць — 15.IX, перша чверть — 22.IX, повний Місяць — 29.IX.

Місяць в апогеї — 12.IX, у перигеї — 28.IX.

Осіньне рівнодення: 23.IX, 6 год 50 хв. Початок осені.

Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), C/2021 T4 (Леммон), C/2017 K2 (ПАНС-ТАРСС, 103P/Гартлі 2, 2P/Енке).

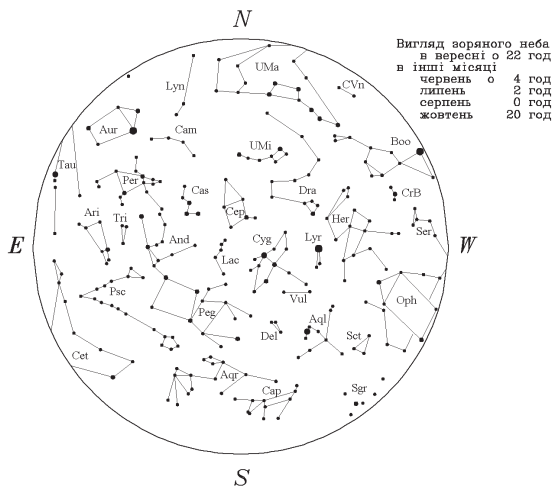
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\zeta$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\theta$  Змії,  $\zeta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї,  $\gamma$ ,  $\lambda$  Овна.

Зоряні скупчення: Гіади.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносця, Стрільця, Ліри, Лисички, Водолія та Лебеда.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці, Трикутника.

Молочний Шлях проходить зі сходу на захід через зеніт.



## Жовтень

Видимість планет: Меркурій (уранці — перша десятиденка місяця); Венера (уранці); Юпітер (на початку місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин; упродовж останньої десятиденки місяця — цілу ніч); Сатурн (майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі); Уран (цілу ніч, крім вечірніх годин; упродовж останньої п'ятиденки місяця — цілу ніч); Нептун (майже цілу ніч, крім уранішніх годин).

Метеорні потоки: Драконіди (6—10.X), максимум 9.X; Оріоніди, максимум 20—22.X; Північні Тауриди; Південні Тауриди, максимум 30.X—7.XI.

Фази Місяця: остання чверть — 6.X, новий Місяць — 14.X, перша чверть — 22.X, повний Місяць — 28.X.

Місяць в апогеї — 10.X, у перигеї — 26.X.

Кільцеподібне сонячне затемнення 14 жовтня (в Україні не видно).

Часткове місячне затемнення 28 жовтня (в Україні видно).

Комети: C/2020 V2 (ЗТФ), C/2021 T4 (Леммон), C/2017 K2 (ПАНС-ТАРСС), 103P/Гартлі 2, 2P/Енке, 62P/Цзицзиньшань 1.

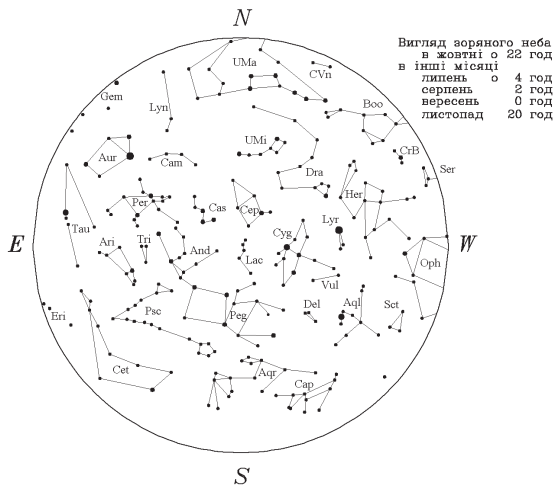
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\theta$  Змії,  $\zeta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї,  $\gamma$ ,  $\lambda$  Овна.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Ліри, Лисички, Водолія та Лебеда.

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

Молочний Шлях проходить через зеніт від східної частини горизонту до західної.



## Листопад

Видимість планет: Меркурій (увечері — остання десятиденка місяця); Венера (уранці); Юпітер (упродовж першої десятиденки — цілу ніч, далі — майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Сатурн (на початку місяця — перша половина ночі; наприкінці місяця — увечері); Уран (цілу ніч; упродовж останнього тижня місяця — цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (на початку місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі).

Метеорні потоки: Південні Тауриди, максимум 30.X—7.XI; Північні Тауриди, максимум 4—7.XI; Леоніди, максимум 17.XI; Орионіди (до 19.XI).

Фази Місяця: остання чверть — 5.XI, новий Місяць — 13.XI, перша чверть — 20.XI, повний Місяць — 27.XI.

Місяць в апогей — 6.XI, у перигей — 21.XI.

Комети: C/2017 K2 (ПАНСТАРСС), 103P/Гартлі 2, 62P/Цзицзиньшань 1, 144P/Кусіда.

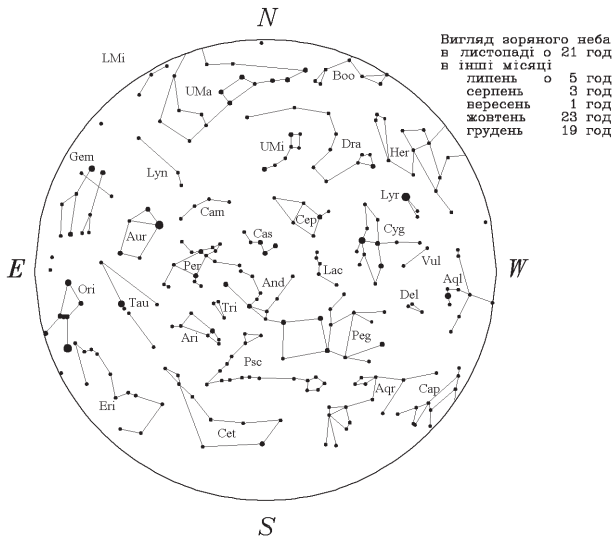
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\tau$  Лебеда,  $\sigma$ ,  $\psi$  Дракона,  $\zeta$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї,  $\lambda$ ,  $\gamma$  Овна,  $\xi$ , 23,  $\lambda$ ,  $\iota$ ,  $\zeta$  Оріона.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона, Ліри, Лисички, Вололія та Лебеда.

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

Молочний Шлях проходить по небу від південно-східної частини горизонту до північно-західної, захоплюючи зенітну зону.



## Грудень

Видимість планет: Меркурій (увечері — упродовж майже трьох перших тижнів; уранці — останній тиждень місяця); Венера (уранці); Марс (уранці — остання десятиденка місяця); Юпітер (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Сатурн (увечері); Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (на початку місяця — перша половина ночі; наприкінці місяця — увечері).

Метеорні потоки: Леоніди (до 3.XII); Північні Тауриди — перша десятиденка місяця; Гемініди (до 19.XII), максимум 13—14.XII; Урсиди (17—26.XII), максимум 22—23.XII.

Фази Місяця: остання чверть — 5.XII, новий Місяць — 12.XII, перша чверть — 19.XII, повний Місяць — 27.XII.

Місяць в апогеї — 4.XII, у перигеї — 16.XII.

Зимове сонцестояння: 22.XII, 3 год 28 хв. Початок зими.

Комети: С/2017 К2 (ПАНСТАРСС), 103Р/Гартлі 2, 62Р/Цзицзиньшань 1, 144Р/Кусіда, 12Р/Понс — Брукс.

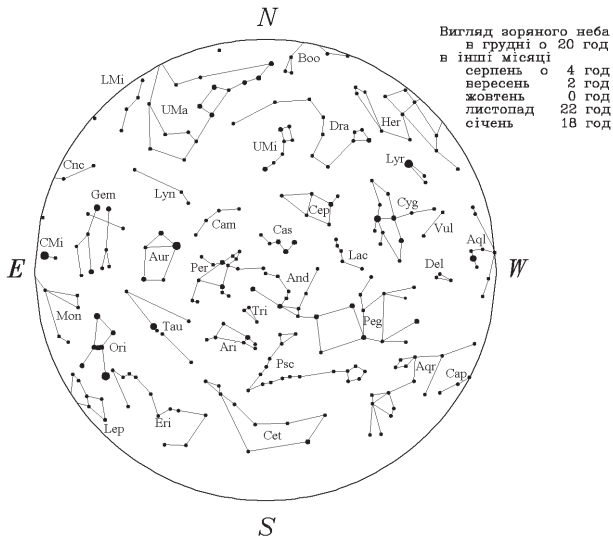
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, λ, μ, τ Лебеда, ο, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ, γ Овна, 23, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона, Однорога, Ліри, Лисички й Водоля.

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Трикутника й Великої Ведмедиці.

Молочний Шлях простягнувся від південно-східної частини небосхилу до північно-західної, проходячи поблизу зеніту.



### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАЛЕНДАР

Календарем називають систему організації одиниць вимірювання часу для відліку їх на довгих проміжках. В основі будь-якого календаря лежать природні періодичності — доба, місяць, рік. Із достатньою для календарних цілей точністю вважають, що тривалість тропічного року становить 365.24219 доби, синодичного місяця — 29.53059 доби. Оскільки ці періодичності не є спільномірними, то їх треба якимось чином узгоджувати.

У сонячному календарі узгоджено рік і добу, тому він добре відстежуватиме зміну пів року — усі сезонні події припадуть з року в рік на одні й ті ж дати календаря (пори року — на свої місяці, свята — на свої дні і т. п.). Але фази Місяця «мандруватимуть» по датах.

У місячному календарі узгоджено тривалість місяця та доби. У ньому фази Місяця завжди припадають на одні й ті ж числа місяця, але календар не узгоджується з порами року.

Календар третього типу (місячно-сонячний) узгоджує всі три періодичності.

\* \* \*

Упродовж 1998—2015 рр. у цьому розділі ми подавали опис найвідоміших календарів (сонячних — юліанського, перського, індійського; місячного — арабського; місячно-сонячних — китайського, єврейського) та наводили довідковий матеріал щодо синхронізації їх з григоріанським (як найбільш поширеним у всьому світі). Від 2016 р. ми стали надавати лише таблицю синхронізації календарів (за абеткою). Починаючи з випуску «Астрономічного календаря» на 2022 р. таблиця містить ще дані, які дають змогу вирахувати тривалість будь-якого місяця.

*Зауваження до таблиці.*

1. Новорічні свята відмічено знаком оклику (!) та надруковано напівжирним шрифтом.

2. Місяці китайського календаря мають не власні назви, а тільки порядкові номери. Тому вставний місяць позначено номером 00.

3. Для всіх календарів (крім григоріанського та юліанського) наведено перший і останній день кожного місяця.

## СИНХРОНІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРІВ

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
2023 рік	1444 рік	5783 рік	1944 рік	рік Ren-yin (Тигра)	1401 рік	2022 рік
<b>1 січня!</b>	8 Jumada II	8 Teveth	11 Pausa	10.12	11 Dey	19 грудня 2023 рік <b>1 січня!</b>
14 січня			30 Pausa		30 Dey	
20 січня			1 Magna	30.12	1 Bahman	
21 січня				рік Gui-mao (Зайця)		
22 січня	29 Jumada II	29 Teveth		<b>1.01!</b>		
23 січня	1 Rajab	1 Shevat				
1 лютого	10 Rajab	10 Shevat	12 Magna	11.01	12 Bahman	19 січня 1 лютого
14 лютого						
19 лютого			30 Magna	29.01	30 Bahman	
20 лютого			1 Phalguna	1.02	1 Esfandi	
21 лютого	30 Rajab	30 Shevat				
22 лютого	1 Sha'ban	1 Adar				
1 березня	8 Sha'ban	8 Adar	10 Phalguna	10.02	10 Esfandi	16 лютого 1 березня
20 березня						
21 березня			30 Phalguna	30.02	29 Esfandi	
			рік 1945		рік 1402	
			<b>1 Chaitra!</b>		<b>1 Farvardin!</b>	
22 березня	29 Sha'ban	29 Adar		1.00		
23 березня	1 Ramadan	1 Nisan				

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
1 квітня	10 Ramadan	10 Nisan	11 Chaitra	11.00	12 Farvardin	19 березня
14 квітня						1 квітня
19 квітня				29.00		
20 квітня	30 Ramadan	30 Nisan	30 Chaitra	1.03	31 Farvardin	
21 квітня	1 Shawwal	1 Iyar	1 Vaisakha		1 Ordibehesht	
22 квітня						
1 травня	10 Shawwal	10 Iyar	11 Vaisakha	12.03	11 Ordibehesht	18 квітня
14 травня						1 травня
18 травня				29.03		
19 травня				1.04		
20 травня	29 Shawwal	29 Iyar				
21 травня	1 Dhu l-Qa'da	1 Sivan	31 Vaisakha		31 Ordibehesht	
22 травня			1 Juaistha		1 Khordad	
1 червня	12 Dhu l-Qa'da	12 Sivan	11 Juaistha	14.04	11 Khordad	19 травня
14 червня						1 червня
17 червня				30.04		
18 червня				1.05		
19 червня	30 Dhu l-Qa'da	30 Sivan				
20 червня	1 Dhu l-Hijja	1 Tammuz				
21 червня						
22 червня	12 Dhu l-Hijja	12 Tammuz	31 Juaistha		31 Khordad	
1 липня			1 Asadha		1 Tir	
14 липня			10 Asadha	14.05	10 Tir	18 червня
17 липня						1 липня
18 липня	29 Dhu l-Hijja	29 Tammuz		30.05		
	1445 рік			1.06		



Продовження таблиці

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
19 липня	<b>1 Muharram!</b>	1 Av				
22 липня			31 Asadha		31 Tir	
23 липня			1 Sravana		1 Mordad	
1 серпня	14 Muharram	14 Av	10 Sravana	15.06	10 Mordad	19 липня
14 серпня				29.06		1 серпня
15 серпня				1.07		
16 серпня						
17 серпня	30 Muharram	30 Av				
18 серпня	1 Safar	1 Elul				
22 серпня			31 Sravana		31 Mordad	
23 серпня			1 Bhadra		1 Shahrivar	
1 вересня	15 Safar	15 Elul	10 Bhadra	17.07	10 Shahrivar	19 серпня
14 вересня				30.07		1 вересня
15 вересня	29 Safar	29 Elul		1.08		
		5784 рік				
16 вересня	1 Rabi'al-Awwal	<b>1 Tishri!</b>				
22 вересня			31 Bhadra		31 Shahrivar	
23 вересня			1 Ashvina		1 Mehr	
1 жовтня	16 Rabi'al-Awwal	16 Tishri	9 Ashvina	17.08	9 Mehr	18 вересня
14 жовтня				30.08		1 жовтня
15 жовтня	30 Rabi'al-Awwal	30 Tishri		1.09		
16 жовтня	1 Rabi'ath-Thani	1 Heshvan				
22 жовтня			30 Ashvina		30 Mehr	
23 жовтня			1 Kartika		1 Aban	

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
1 листопада	17 Rabi'ath-Thani	17 Heshvan	10 Kartika	18.09	10 Aban	19 жовтня
12 листопада				29.09		
13 листопада	29 Rabi'ath-Thani	29 Heshvan		1.10		
14 листопада	1 Jumada I	1 Kislev				1 листопада
21 листопада			30 Kartika		30 Aban	
22 листопада			1 Agrahayana		1 Azar	
1 грудня	18 Jumada I	18 Kislev	10 Agrahayana	19.10	10 Azar	18 листопада
12 грудня		29 Kislev		30.10		
13 грудня	30 Jumada I	1 Teveth		1.11		
14 грудня	1 Jumada II					
21 грудня			30 Agrahayana		30 Azar	1 грудня
22 грудня			1 Pausa		1 Dey	
2024 рік	1445 рік	5784 рік	1945 рік	Gui-mao (Зайця)	1402 рік	2023 рік
<b>1 січня!</b>	19 Jumada II	20 Teveth	11 Pausa	20.11	11 Dey	19 грудня

## СОНЦЕ, ЗЕМЛЯ ТА МІСЯЦЬ

---

### ОСНОВНІ ДАНІ ПРО СОНЦЕ

Радіус  $R_{\odot} = (6.960 \pm 0.001) \cdot 10^{10}$  см = 109.12  $R_3 \approx 7 \cdot 10^{10}$  см.  
Маса  $M_{\odot} = (1.991 \pm 0.002) \cdot 10^{33}$  г = 332 946  $M_3 \approx 2 \cdot 10^{33}$  г (що становить 99.866% маси Сонячної системи).  
Вік приблизно дорівнює  $4.5 \cdot 10^9$  року.  
Площа поверхні  $S_{\odot} = 6.069 \cdot 10^{22}$  см<sup>2</sup>.  
Об'єм  $V_{\odot} = 1.4095 \cdot 10^{33}$  см<sup>3</sup> = 1 303 800  $V_3 \approx 1.4 \cdot 10^{33}$  см<sup>3</sup>.  
Середня щільність  $\rho_{\odot} = 1.410$  г/см<sup>3</sup>.  
Щільність в центрі Сонця приблизно становить 160 г/см<sup>3</sup>.  
Температура в центрі Сонця приблизно дорівнює  $1.5 \cdot 10^7$  К.  
Прискорення вільного падіння на рівні видимої поверхні  $g_{\odot} = (2.7398 \pm 0.0004) \cdot 10^4$  см/с<sup>2</sup>.  
Параболічна швидкість на поверхні Сонця дорівнює 617.7 км/с.  
Світність  $L_{\odot} = (3.86 \pm 0.003) \cdot 10^{33}$  ерг/с =  $3.86 \cdot 10^{26}$  Вт  $\approx 1.18 \cdot 10^{41}$  ерг\*/рік.  
Спектральний клас — dG2V (жовтий карлик).  
Сидеричний період обертання на екваторі приблизно становить 25.0 доби.  
Кутова швидкість обертання на екваторі дорівнює  $2.90 \cdot 10^{-6}$  рад/с.  
Лінійна швидкість обертання на екваторі приблизно становить 2.0 км/с.  
Відцентрове прискорення на екваторі дорівнює  $-0.587$  см/с<sup>2</sup>.  
Момент інерції дорівнює  $5 \cdot 10^{53}$  г · см<sup>2</sup>.  
Кутовий момент становить  $6.11 \cdot 10^{48}$  г · см<sup>2</sup>/с.  
Кінетична енергія обертання становить  $(1.9-2.4) \cdot 10^{42}$  ерг.  
Робота, потрібна для розсіяння сонячної речовини в простір, дорівнює  $7.4 \cdot 10^{48}$  ерг.  
Загальна величина променевої енергії в Сонці становить  $2.8 \cdot 10^{47}$  ерг.  
Енергія іонізації та збудження не перевищує  $2.7 \cdot 10^{48}$  ерг.  
Значення напруженості загального магнітного поля Сонця на полюсах  $H_p \approx 1-3$  Гс.\*\*  
Магнітний потік цього поля приблизно дорівнює  $(1-3) \cdot 10^{22}$  Мкс.  
Характеристики сонячного вітру на відстані 1 а. о. в площині екліптики:  
швидкість 300—900 км/с;

---

\* 1 ерг =  $10^{-7}$  Дж.

\*\* 1 Гс =  $10^{-4}$  Тл.

щільність 1—30 часток/см<sup>3</sup>;  
напруженість магнітного поля  $\approx 5 \cdot 10^{-5}$  Гс;  
температура  $(5-15) \cdot 10^5$  К;  
склад: протони, електрони, ядра гелію (2—20%) та ін. (< 0.1%).

Швидкість втрати маси Сонця:

на сонячний вітер  $(1-2) \cdot 10^{12}$  г/с =  $(3-6) \cdot 10^{19}$  г/рік;

на фотонне випромінювання  $L_{\odot} / c^2 = 4.3 \cdot 10^{12}$  г/с.

Середня тривалість циклу активності сонячних плям становить 11.07 року (змінюється від 7.5 року до 16 років).

Середня тривалість магнітного циклу сонячної активності (циклу Хела) дорівнює 22.11 року.

Тривалість вікового циклу сонячної активності становить 80—90 р.

## Обертання Сонця

Нахил екватора до екліптики дорівнює  $7^{\circ} 15'$ .

Довгота висхідного вузла сонячного екватора становить  $74^{\circ} 22' + 84' \cdot T$  ( $T$  виражене в століттях від 1900.0).

Добова кутова швидкість сидеричного обертання, визначена за переміщенням плям, становить  $14.38^{\circ} - 2.7^{\circ} \sin^2 \varphi$  (залежить від широти  $\varphi$ ).

Така ж величина для синодичного обертання сонячної поверхні дорівнює  $13.39^{\circ} - 2.7^{\circ} \sin^2 \varphi$ .

Період синодичного обертання для керрінгтонівської системи довгот (відповідає широті  $\varphi = \pm 16^{\circ}$ ) становить 27.275 доби (13.20° за добу).

Відповідний сидеричний період дорівнює 25.38 доби (14.18° за добу).

Синодичний період 27.00 доби використовується в багатьох статистичних дослідженнях із геліофізики (він відповідає широті  $\varphi = \pm 8^{\circ}$ ).

## Сонце із Землі

Паралакс Сонця на середній відстані Землі від Сонця  $p = 8.794'' \pm 0.002'' = 4.263 \cdot 10^{-5}$  рад. Паралакс Сонця змінюється від  $8.65''$  до  $8.94''$ .

Середня відстань від Землі до Сонця (астрономічна одиниця, а. о.)

$A = (1.4960 \pm 0.0003) \cdot 10^{13}$  см  $\approx 215 R_{\odot} = 23\,455.04 R_3$ .

Середня відстань у перигелії становить  $1.4710 \cdot 10^{13}$  см.

Середня відстань в афелії дорівнює  $1.5210 \cdot 10^{13}$  см.

Середній кутовий діаметр Сонця становить  $31'59.26'' = 1919.26''$ ;  
кутовий діаметр змінюється від  $32'31.4''$  (у січні) до  $31'27.2''$   
(у липні), або від  $1951.4''$  до  $1887.2''$  ( $1''$  на поверхні Сонця в серед-  
ньому відповідає  $725.3$  км,  $1' - 43\,518$  км).

Тілесний кут сонячного диска на середній відстані становить  $6.8000 \cdot 10^{-5}$  ср,  
 $A/R_{\odot} = 214.94$ ,  $(A/R_{\odot})^2 = 46\,200$ .

Площа поверхні сфери з радіусом  $1$  а. о.  $4\pi A^2 = 2.812 \cdot 10^{27}$  см<sup>2</sup>.

## Випромінювання Сонця

Середнє значення сонячної сталої поза атмосферою Землі на висоті  $65$  км становить  $1.97$  кал/(см<sup>2</sup> · хв) =  $1.37 \cdot 10^6$  ерг/(с·см<sup>2</sup>); змінюється не більше ніж на  $1.5\%$  за тривалий період часу і на  $0.4\%$  з коротким періодом.

У діапазоні коротких хвиль ( $\lambda < 1550$  Å) сонячна стала дорівнює  $3-15$  ерг/(с·см<sup>2</sup>).

У рентгенівському діапазоні ( $\lambda = 1-100$  Å) сонячна стала становить  $0.1-1$  ерг/(с·см<sup>2</sup>).

Випромінювання на одиницю маси  $L_{\odot}/M_{\odot} = 3.86 \cdot 10^{33}$  ерг/с :  
 $1.99 \cdot 10^{33}$  г =  $1.94$  ерг/(с · г).

Середня інтенсивність випромінювання сонячного диска  
 $F = 2.02 \cdot 10^{10}$  ерг/(с·см<sup>2</sup> · ср).

Потік випромінювання від фотосфери  $F = \pi F = 6.35 \cdot 10^{10}$  ерг/(с·см<sup>2</sup>).

Інтенсивність випромінювання від центра диска

$$I(0) = 2.46 \cdot 10^{10} \text{ ерг/(с·см}^2 \cdot \text{ср)}.$$

Ефективна температура поверхні Сонця  $T_{\text{еф}} = (5780 \pm 10)$  К.

Середня яскравість поверхні сонячного диска поза земною атмосферою становить  $2.02 \cdot 10^5$  сб.

Яскравість центра диска дорівнює  $2.52 \cdot 10^5$  сб.

Сила світла Сонця становить  $3.07 \cdot 10^{27}$  кд (міжнар. св.).

Середня освітленість від Сонця (поза земною атмосферою) дорівнює  $136\,000$  лк, або  $548\,000$  повних Місяців у зеніті.

## Сонце як зоря

Модуль відстані Сонця  $M - m = 31.57$ .

Показник кольору  $M_{pg} - M_{pv} = m_{pg} - m_{pv} = +0.50$ .

Показник кольору у системі  $B - V$  має значення  $+0.63$ .

Зоряна величина	Видима	Абсолютна
Фотографічна	$m_{pg} = -26.26$	$M_{pg} = 5.31$
Фотовізуальна	$m_{pv} = -26.76$	$M_{pv} = 4.81$
Болометрична	$m_{bol} = -26.83$	$M_{bol} = 4.74$
У системі $U$	$m_U = -25.96$	$M_U = 5.61$
У системі $B$	$m_B = -26.17$	$M_B = 5.40$
У системі $V$	$m_V = -26.80$	$M_V = 4.77$

Швидкість руху Сонця відносно близьких зір становить  $19.5 \pm 0.5$  км/с, або приблизно дорівнює  $6 \cdot 10^8$  км/рік (у напрямку до сузір'я Геркулеса).

Апекс руху Сонця:  $\alpha = 271^\circ$ ,  $\delta = +30^\circ$  (1900.0).

Відстань Сонця від центра Галактики становить  $8.2 \pm 0.8$  кпк  $\approx 30\,000$  с. р.

Відстань Сонця від галактичної площини приблизно дорівнює 15 пк до півночі.

Швидкість руху Сонця навколо центра Галактики приблизно становить  $220 \pm 20$  км/с.

Період обертання Сонця навколо центра Галактики приблизно дорівнює 200 млн років.

## ОСНОВНІ ДАНІ ПРО ЗЕМЛЮ (за всесвітнім часом)

Початок тропічного року  $B2023.0$  — 31 грудня 2022 р. о 14 год 30 хв.

Весняне рівнодення: 20.III, 21 год 25 хв.

Літнє сонцестояння: 21.VI, 14 год 58 хв.

Осіньне рівнодення: 23.IX, 6 год 50 хв.

Зимове сонцестояння: 22.XII, 3 год 28 хв.

Земля в перигелії — 4 січня о 20 год; у цей момент відстань між Землею та Сонцем  $R_{\min} = 0.983293$  а. о. = 147 098 539 км; швидкість Землі  $v_{\max} = 30.27$  км/с.

Земля в афелії — 6 липня о 9 год; у цей момент відстань між Землею та Сонцем  $R_{\max} = 1.016682$  а. о. = 152 093 462 км; швидкість Землі  $v_{\min} = 29.27$  км/с.

Середня відстань від Землі до Сонця (1 а. о.)  $au = 149\,597\,870\,700$  м (точно).

Світловий проміжок для одиничної відстані (світлове рівняння)

$$\tau_A = 499.00478384 \text{ с.}$$

Середній нахил екліптики до екватора  $\varepsilon = 23^\circ 26' 10.44''$  для епохи  $T = J2023.5$ .

Ексцентриситет орбіти  $e = 0.016699$  для епохи  $T = J2023.5$ .

Річна прецесія (для епохи  $T = J2023.5$ ): по прямому піднесенню  $m = 3.0754^s = 46.1309''$ ; по схиленню  $n = 20.0410'' = 1.3361^s$ ; по довготі  $p = 50.2964''$ .

Радіуси Землі: екваторіальний  $a_e = 6378,137$  км; полярний  $a_p = 6356.752$  км.  
Поверхня Землі  $S_3 = 510\,069\,000$  км<sup>2</sup> =  $83.8 \cdot 10^{-6}$  поверхні Сонця =  
= 13.5 поверхні Місяця.

Об'єм Землі  $V_3 = 1.083219 \cdot 10^{12}$  км<sup>3</sup> =  $0.77 \cdot 10^{-6}$  об'єму Сонця =  
= 49.3 об'єму Місяця.

Середня щільність Землі  $\rho_3 = 5.574$  г/см<sup>3</sup>.

Відношення мас Землі та Сонця  $M_3/M_\odot = 30.03 \cdot 10^{-7}$ ; відношення мас Землі та Місяця  $M_3/M_M = 81.30$ .

Довжина 1<sup>о</sup> географічної довготи  $l_\lambda$  та географічної широти  $l_\varphi$  залежить від широти і дорівнює:  $l_\lambda = (111.321 \cos \varphi - 0.094 \cos 3\varphi)$  км,  
 $l_\varphi = (111.143 - 0.562 \cos 2\varphi)$  км; для Києва ( $\varphi = 50^\circ 25'$ )  $l_\lambda = 71.0$  км і  $l_\varphi = 111.25$  км.

Лінійна швидкість точки земної поверхні, зумовлена обертанням Землі,  
 $v = 465.119 \cos \varphi$  м/с (для Києва  $v = 296.28$  м/с).

Кутова швидкість обертання Землі  $\omega = 7.292115 \cdot 10^{-5}$  рад/с.

Перша космічна швидкість на поверхні Землі  $v_1 = 7.91$  км/с.

Друга космічна швидкість  $v_{II} = 11.2$  км/с.

Середня температура поверхні Землі становить  $+15^\circ \text{C}$ .

## ОСНОВНІ ДАНІ ПРО МІСЯЦЬ

Видимий кутовий діаметр Місяця  $D = 31' 05.16''$  на середній відстані його від Землі  $r = 384\,400$  км.

Середній лінійний радіус  $R = 1738.0$  км =  $0.2725 R_3$ .

Об'єм  $V = 21.99 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup> =  $0.02 V_3$ .

Площа поверхні  $S = 37.96 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup> =  $0.074 S_3$ .

Маса  $M = 7.35 \cdot 10^{25}$  г =  $(1/81.30) M_3$ .

Середня щільність  $\rho = 3.34$  г/см<sup>3</sup> =  $0.607 \rho_3$ .

Прискорення вільного падіння на поверхні Місяця  $g = 1.623$  м/с<sup>2</sup> =  
=  $0.166 g_3$ .

Перша космічна швидкість на поверхні Місяця  $v_1 = 1.68$  км/с.

Друга космічна швидкість  $v_2 = 2.38$  км/с.

Середній добовий паралакс  $\pi = 57' 02.61''$ .  
 Середній ексцентриситет місячної орбіти  $e = 0.055$ ; ексцентриситет змінюється від 0.044 до 0.072 з періодом 8.85 року; середній лінійний ексцентриситет місячної орбіти  $e = 21\,000$  км.  
 Середній нахил місячної орбіти до екліптики  $i = 5^\circ 08' 43.4''$ , він змінюється від  $4^\circ 59'$  до  $5^\circ 19'$  з періодом 173 доби.  
 Середній нахил місячного екватора до екліптики  $I = 1^\circ 32' 33''$ .  
 Нахил місячної орбіти до земного екватора змінюється від  $18^\circ 18'$  до  $28^\circ 36'$ .  
 Амплітуда оптичної лібрації за довготою  $l = \pm 7^\circ 54'$ .  
 Амплітуда оптичної лібрації за широтою  $b = \pm 6^\circ 50'$ .  
 Амплітуда паралактичної лібрації  $k \approx 1^\circ$ .  
 Середня швидкість руху по орбіті  $m = 1.023$  км/с.  
 Видима кутова швидкість руху по небу  $n = 13.2^\circ$  за добу.  
 Прискорення Місяця в його русі навколо Землі  $\omega = 0.272$  см/с<sup>2</sup>.  
 Сидеричний місяць  $Z = 27$  діб 7 год 43 хв 11.47 с.  
 Синодичний місяць  $C = 29$  діб 12 год 44 хв 02.78 с. Змінюється внаслідок еліптичності місячної орбіти від 29.25 до 29.83 доби.  
 Тропічний місяць  $T = 27$  діб 7 год 43 хв 4.7 с.  
 Аномалістичний місяць  $A = 27$  діб 13 год 18 хв 33.2 с.  
 Драконічний місяць  $D = 27$  діб 5 год 5 хв 35.8 с.  
 Період обертання лінії вузлів  $P_\Omega = 18.61$  року.  
 Період обертання лінії апсид  $P_n = 8.85$  року.  
 Кутова швидкість обертання лінії апсид  $\omega = 40^\circ$  на рік.  
 Максимум відбитого випромінювання Місяця припадає приблизно на довжину хвилі  $\lambda = 0.6$  мкм; максимум власного випромінювання — на довжину хвилі  $\lambda = 7$  мкм.  
 Візуальна зоряна величина Місяця у повні  $m_L = -12.91^m$ .  
 Освітленість від Місяця на середній відстані від Землі в повню  $E = 0.449$  лк.  
 Фазовий інтеграл Місяця в системі істинної повні  $q = 0.509$ .  
 Геометричне альbedo в істинну повню  $p_L = 0.147$ .  
 Сферичне альbedo в істинну повню  $A_L = 0.075$ .  
 Середнє альbedo всієї місячної поверхні становить 12.44 %, материкових областей — 13.45%; морських областей — 7.30 %.  
 Показник кольору  $B - V = +1.2^m$ .  
 Середнє значення максимального ступеня поляризації світла поверхнею Місяця  $P = 6-8$  % при фазових кутах  $\alpha = 100-110^\circ$ , материкових областей — 6.5—7.5 %; морських областей — 12—16%.  
 Температура поверхні Місяця в підсонячній точці  $t_0 \approx +130^\circ\text{C}$ .  
 Температура поверхні Місяця на його нічному боці  $t \approx -(160-170)^\circ\text{C}$ .



Концентрація газів біля поверхні Місяця вдень (на освітленому боці) становить  $10^4 \text{ см}^{-3}$ , тобто  $10^{-13}$  концентрації молекул газів у земній атмосфері; уночі (на темному боці) —  $2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ .

Площа морських областей на всій поверхні Місяця становить 16.9 %; на видимій півкулі — 31.2 % її поверхні; на зворотній півкулі — 2.6 % її поверхні.

Середнє відношення глибини кратерів Місяця до їхнього діаметра становить 0.2.

Невидима із Землі частина поверхні Місяця дорівнює 41 % усієї поверхні; крайова, або лібраційна, зона становить 18 %.

Середня товщина шару реголіту дорівнює 2—3 м.

Середня товщина місячної кори дорівнює 60 км на видимій півкулі та 100 км на зворотній.

Щільність анортозитових порід  $\rho_a = 2.9 \text{ г/см}^3$ ; щільність базальтових порід  $\rho_b = 3.3 \text{ г/см}^3$ .

Вік давніх материкових порід дорівнює 4.3—4.6 млрд років.

Середній вік місячних базальтів Імбірійської системи становить 3.7 млрд років; Ератосфенівської системи — 3.2 млрд років.

Вік кратера Коперник дорівнює 0.85 млрд років.

Таблиця 1

**ЕФЕМЕРИДИ СОНЦЯ ТА МІСЯЦЯ**  
(на 0 годин земного часу)

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Січень

1	6	41	34	+3	11	18	44	44	-23	02.4	2	06	37	+12	03.0
2	6	45	30	+3	39	18	49	09	-22	57.4	2	54	34	+17	04.3
3	6	49	27	+4	06	18	53	34	-22	52.0	3	44	02	+21	17.2
4	6	53	24	+4	34	18	57	58	-22	46.2	4	35	17	+24	30.5
5	6	57	20	+5	01	19	02	22	-22	39.9	5	28	08	+26	34.9
6	7	01	17	+5	28	19	06	45	-22	33.1	6	21	49	+27	24.0
7	7	05	13	+5	54	19	11	08	-22	25.4	7	15	20	+26	55.8
8	7	09	10	+6	20	19	15	30	-22	18.2	8	07	36	+25	13.7
9	7	13	06	+6	45	19	19	52	-22	10.2	8	57	52	+22	25.3
10	7	17	03	+7	10	19	24	13	-22	01.6	9	45	51	+18	40.9
11	7	20	59	+7	34	19	28	34	-21	52.7	10	31	45	+14	11.6
12	7	24	56	+7	58	19	32	54	-21	43.3	11	16	08	+9	08.2
13	7	28	53	+8	21	19	37	14	-21	33.5	11	59	48	+3	40.7
14	7	32	49	+8	44	19	41	33	-21	23.3	12	43	44	-2	00.9
15	7	36	46	+9	05	19	45	51	-21	12.7	13	29	02	-7	46.2
16	7	40	42	+9	27	19	50	09	-21	01.7	14	16	58	-13	22.2
17	7	44	39	+9	47	19	54	26	-20	50.2	15	08	45	-18	32.1
18	7	48	35	+10	07	19	58	42	-20	38.4	16	05	24	-22	53.8
19	7	52	32	+10	26	20	02	58	-20	26.2	17	07	17	-26	00.5
20	7	56	28	+10	45	20	07	13	-20	13.5	18	13	27	-27	25.1
21	8	00	25	+11	02	20	11	27	-20	00.5	19	21	31	-26	49.2
22	8	04	22	+11	19	20	15	41	-19	47.2	20	28	25	-24	11.8
23	8	08	18	+11	36	20	19	54	-19	33.4	21	31	41	-19	51.0
24	8	12	15	+11	51	20	24	06	-19	19.3	22	30	21	-14	16.4
25	8	16	11	+12	06	20	28	17	-19	04.9	23	24	44	-7	59.8
26	8	20	08	+12	20	20	32	27	-18	50.1	0	15	51	-1	29.6
27	8	24	04	+12	33	20	36	37	-18	34.9	1	04	58	+4	52.2
28	8	28	01	+12	45	20	40	46	-18	19.4	1	53	18	+10	48.6
29	8	31	57	+12	56	20	44	54	-18	03.6	2	41	53	+16	06.3
30	8	35	54	+13	07	20	49	01	-17	47.4	3	31	30	+20	33.9
31	8	39	51	+13	16	20	53	07	-17	31.0	4	22	34	+24	01.8

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Лютий

1	8	43	47	+13	25	20	57	12	-17	14.2	5	15	03	+26	21.3
2	8	47	44	+13	33	21	01	17	-16	57.2	6	08	28	+27	26.4
3	8	51	40	+13	41	21	05	21	-16	39.3	7	01	55	+27	14.6
4	8	55	37	+13	47	21	09	24	-16	22.2	7	54	26	+25	47.9
5	8	59	33	+13	53	21	13	26	-16	04.2	8	45	12	+23	12.5
6	9	03	30	+13	57	21	17	27	-15	46.0	9	33	49	+19	37.8
7	9	07	26	+14	01	21	21	28	-15	27.5	10	20	19	+15	15.0
8	9	11	23	+14	04	21	25	27	-15	08.8	11	05	07	+10	15.4
9	9	15	20	+14	07	21	29	26	-14	49.8	11	48	53	+4	50.3
10	9	19	16	+14	08	21	33	25	-14	30.5	12	32	28	-0	49.6
11	9	23	13	+14	09	21	37	22	-14	11.0	13	16	52	-6	33.1
12	9	27	09	+14	09	21	41	19	-13	51.3	14	03	10	-12	08.0
13	9	31	06	+14	09	21	45	15	-13	31.3	14	52	30	-17	19.6
14	9	35	02	+14	07	21	49	10	-13	11.1	15	45	53	-21	50.0
15	9	38	59	+14	05	21	53	04	-12	50.7	16	43	57	-25	17.0
16	9	42	55	+14	02	21	56	58	-12	30.1	17	46	29	-27	16.9
17	9	46	52	+13	59	22	00	51	-12	09.3	18	52	02	-27	28.9
18	9	50	49	+13	55	22	04	43	-11	48.3	19	58	11	-25	43.4
19	9	54	45	+13	50	22	08	35	-11	27.1	21	02	23	-22	06.5
20	9	58	42	+13	44	22	12	26	-11	05.7	22	03	04	-16	59.3
21	10	02	38	+13	38	22	16	16	-10	44.1	22	59	52	-10	51.1
22	10	06	35	+13	31	22	20	06	-10	22.4	23	53	23	-4	12.4
23	10	10	31	+13	24	22	23	55	-10	00.5	0	44	37	+2	29.4
24	10	14	28	+13	16	22	27	44	-9	38.5	1	34	43	+8	51.7
25	10	18	24	+13	07	22	31	31	-9	16.3	2	24	42	+14	36.9
26	10	22	21	+12	57	22	35	18	-8	54.0	3	15	22	+19	31.0
27	10	26	18	+12	48	22	39	05	-8	31.5	4	07	11	+23	23.0
28	10	30	14	+12	37	22	42	51	-8	08.9	5	00	11	+26	04.5

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Березень

1	10	34	11	+12	26	22	46	37	-7	46.3	5	53	58	+27	29.8
2	10	38	07	+12	14	22	50	22	-7	23.5	6	47	44	+27	36.8
3	10	42	04	+12	02	22	54	06	-7	00.5	7	40	37	+26	27.3
4	10	46	00	+11	50	22	57	50	-6	37.5	8	31	50	+24	07.1
5	10	49	57	+11	37	23	01	34	-6	14.4	9	21	00	+20	44.8
6	10	53	53	+11	23	23	05	17	-5	51.3	10	08	06	+16	30.5
7	10	57	50	+11	09	23	08	59	-5	28.0	10	53	27	+11	35.3
8	11	01	47	+10	55	23	12	41	-5	04.7	11	37	42	+6	10.6
9	11	05	43	+10	40	23	16	23	-4	41.3	12	21	36	+0	27.7
10	11	09	40	+10	25	23	20	05	-4	17.8	13	06	03	-5	21.1
11	11	13	36	+10	10	23	23	46	-3	54.3	13	52	01	-11	03.0
12	11	17	33	+9	54	23	27	27	-3	30.7	14	40	32	-16	22.8
13	11	21	29	+9	38	23	31	07	-3	07.1	15	32	30	-21	03.4
14	11	25	26	+9	21	23	34	47	-2	43.5	16	28	31	-24	45.0
15	11	29	22	+9	05	23	38	27	-2	19.8	17	28	30	-27	06.5
16	11	33	19	+8	48	23	42	07	-1	56.1	18	31	26	-27	49.7
17	11	37	16	+8	31	23	45	47	-1	32.4	19	35	27	-26	43.5
18	11	41	12	+8	14	23	49	26	-1	08.7	20	38	22	-23	49.1
19	11	45	09	+7	57	23	53	05	-0	44.9	21	38	39	-19	20.0
20	11	49	05	+7	39	23	56	45	-0	21.2	22	35	40	-13	38.8
21	11	53	02	+7	22	0	00	23	+0	02.5	23	29	45	-7	11.9
22	11	56	58	+7	04	0	04	02	+0	26.3	0	21	44	-0	26.3
23	12	00	55	+6	46	0	07	41	+0	50.0	1	12	37	+6	13.3
24	12	04	51	+6	28	0	11	20	+1	13.6	2	03	25	+12	25.0
25	12	08	48	+6	10	0	14	58	+1	37.3	2	54	55	+17	50.6
26	12	12	45	+5	52	0	18	37	+2	00.9	3	47	37	+22	15.3
27	12	16	41	+5	34	0	22	15	+2	24.4	4	41	32	+25	28.0
28	12	20	38	+5	16	0	25	54	+2	47.9	5	36	16	+27	21.7
29	12	24	34	+4	58	0	29	32	+3	11.4	6	30	59	+27	53.8
30	12	28	31	+4	40	0	33	11	+3	34.7	7	24	43	+27	06.2
31	12	32	27	+4	22	0	36	49	+3	58.1	8	16	42	+25	05.1

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Квітень

1	12	36	24	+4	04	0	40	28	+4	21.3	9	06	30	+21	59.1
2	12	40	20	+3	46	0	44	07	+4	44.4	9	54	07	+17	58.2
3	12	44	17	+3	28	0	47	45	+5	07.5	10	39	53	+13	12.8
4	12	48	14	+3	11	0	51	24	+5	30.5	11	24	27	+7	53.4
5	12	52	10	+2	53	0	55	04	+5	53.4	12	08	36	+2	10.9
6	12	56	07	+2	36	0	58	43	+6	16.1	12	53	14	-3	43.0
7	13	00	03	+2	19	1	02	22	+6	38.6	13	39	18	-9	34.6
8	13	04	00	+2	02	1	06	02	+7	01.4	14	27	48	-15	08.4
9	13	07	56	+1	45	1	09	42	+7	23.8	15	19	36	-20	06.0
10	13	11	53	+1	29	1	13	22	+7	46.1	16	15	15	-24	06.8
11	13	15	49	+1	13	1	17	02	+8	08.3	17	14	39	-26	49.5
12	13	19	46	+0	57	1	20	43	+8	30.3	18	16	50	-27	56.2
13	13	23	43	+0	42	1	24	24	+8	52.2	19	19	58	-27	16.5
14	13	27	39	+0	26	1	28	06	+9	14.0	20	21	59	-24	51.3
15	13	31	36	+0	12	1	31	47	+9	35.6	21	21	24	-20	52.6
16	13	35	32	-0	03	1	35	29	+9	57.1	22	17	39	-15	39.6
17	13	39	29	-0	17	1	39	12	+10	18.4	23	10	59	-9	35.1
18	13	43	25	-0	31	1	42	55	+10	39.5	0	02	14	-3	02.3
19	13	47	22	-0	44	1	46	38	+11	00.4	0	52	27	+3	36.2
20	13	51	18	-0	57	1	50	22	+11	21.2	1	42	39	+9	58.9
21	13	55	15	-1	09	1	54	06	+11	41.8	2	33	45	+15	46.1
22	13	59	12	-1	21	1	57	50	+12	02.2	3	26	19	+20	39.9
23	14	03	08	-1	33	2	01	35	+12	22.4	4	20	29	+24	25.6
24	14	07	05	-1	44	2	05	21	+12	42.3	5	15	53	+26	52.4
25	14	11	01	-1	55	2	09	06	+13	02.1	6	11	36	+27	55.2
26	14	14	58	-2	05	2	12	53	+13	21.7	7	06	31	+27	34.6
27	14	18	54	-2	15	2	16	40	+13	41.0	7	59	38	+25	56.4
28	14	22	51	-2	24	2	20	27	+14	00.1	8	50	22	+23	10.0
29	14	26	47	-2	33	2	24	15	+14	19.0	9	38	37	+19	25.9
30	14	30	44	-2	41	2	28	03	+14	37.6	10	24	45	+14	54.9

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Травень

1	14	34	41	-2	49	2	31	52	+14	56.0	11	09	23	+9	47.0
2	14	38	37	-2	56	2	35	41	+15	14.1	11	53	24	+4	12.1
3	14	42	34	-3	03	2	39	31	+15	32.0	12	37	43	-1	39.3
4	14	46	30	-3	09	2	43	21	+15	49.7	13	23	22	-7	35.3
5	14	50	27	-3	15	2	47	12	+16	07.0	14	11	27	-13	20.9
6	14	54	23	-3	20	2	51	03	+16	24.1	15	02	56	-18	37.5
7	14	58	20	-3	24	2	54	55	+16	41.0	15	58	31	-23	03.2
8	15	02	16	-3	28	2	58	48	+16	57.5	16	58	15	-26	14.0
9	15	06	13	-3	32	3	02	41	+17	13.8	18	01	09	-27	48.8
10	15	10	10	-3	35	3	06	35	+17	29.8	19	05	15	-27	34.7
11	15	14	06	-3	37	3	10	29	+17	45.5	20	08	13	-25	31.8
12	15	18	03	-3	39	3	14	24	+18	00.9	21	08	16	-21	52.6
13	15	21	59	-3	40	3	18	20	+18	16.0	22	04	42	-16	57.6
14	15	25	56	-3	40	3	22	16	+18	30.8	22	57	45	-11	09.5
15	15	29	52	-3	40	3	26	12	+18	45.2	23	48	18	-4	50.5
16	15	33	49	-3	39	3	30	10	+18	59.4	0	37	29	+1	38.7
17	15	37	45	-3	38	3	34	08	+19	13.2	1	26	27	+7	59.3
18	15	41	42	-3	36	3	38	06	+19	26.8	2	16	13	+13	53.0
19	15	45	39	-3	34	3	42	05	+19	39.9	3	07	34	+19	02.5
20	15	49	35	-3	31	3	46	05	+19	52.8	4	00	51	+23	11.7
21	15	53	32	-3	27	3	50	05	+20	05.3	4	55	52	+26	07.1
22	15	57	28	-3	23	3	54	05	+20	17.5	5	51	51	+27	39.9
23	16	01	25	-3	18	3	58	06	+20	29.3	6	47	33	+27	47.5
24	16	05	21	-3	13	4	02	08	+20	40.7	7	41	45	+26	34.0
25	16	09	18	-3	08	4	06	10	+20	51.9	8	33	34	+24	08.3
26	16	13	14	-3	02	4	10	13	+21	02.6	9	22	41	+20	41.7
27	16	17	11	-2	55	4	14	16	+21	13.0	10	09	17	+16	26.0
28	16	21	08	-2	48	4	18	20	+21	23.0	10	54	00	+11	31.9
29	16	25	04	-2	41	4	22	24	+21	32.7	11	37	40	+6	09.0
30	16	29	01	-2	33	4	26	28	+21	41.9	12	21	14	+0	26.7
31	16	32	57	-2	24	4	30	33	+21	50.8	13	05	49	-5	24.8

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Червень

1	16	36	54	-2	16	4	34	38	+21	59.3	13	52	35	-11	13.1
2	16	40	50	-2	07	4	38	44	+22	07.5	14	42	39	-16	42.0
3	16	44	47	-1	57	4	42	50	+22	15.2	15	37	03	-21	30.5
4	16	48	43	-1	47	4	46	56	+22	22.6	16	36	12	-25	13.5
5	16	52	40	-1	37	4	51	03	+22	29.5	17	39	31	-27	25.3
6	16	56	37	-1	27	4	55	10	+22	36.1	18	45	10	-27	46.4
7	17	00	33	-1	16	4	59	17	+22	42.3	19	50	26	-26	11.4
8	17	04	30	-1	05	5	03	25	+22	48.1	20	52	55	-22	50.7
9	17	08	26	-0	53	5	07	33	+22	53.4	21	51	21	-18	06.3
10	17	12	23	-0	41	5	11	41	+22	58.4	22	45	45	-12	24.3
11	17	16	19	-0	29	5	15	50	+23	03.0	23	36	57	-6	09.5
12	17	20	16	-0	17	5	19	59	+23	07.2	0	26	06	+0	16.6
13	17	24	12	-0	05	5	24	08	+23	10.9	1	14	28	+6	35.5
14	17	28	09	+0	08	5	28	17	+23	14.3	2	03	13	+12	30.7
15	17	32	06	+0	21	5	32	26	+23	17.2	2	53	16	+17	46.6
16	17	36	02	+0	34	5	36	36	+23	19.8	3	45	13	+22	08.4
17	17	39	59	+0	47	5	40	45	+23	21.9	4	39	08	+25	22.3
18	17	43	55	+1	00	5	44	55	+23	23.6	5	34	29	+27	17.9
19	17	47	52	+1	13	5	49	05	+23	24.9	6	30	11	+27	49.9
20	17	51	48	+1	26	5	53	14	+23	25.8	7	24	55	+26	59.3
21	17	55	45	+1	39	5	57	24	+23	26.2	8	17	34	+24	53.3
22	17	59	41	+1	52	6	01	34	+23	26.3	9	07	31	+21	42.8
23	18	03	38	+2	05	6	05	43	+23	25.9	9	54	47	+17	40.4
24	18	07	35	+2	18	6	09	53	+23	25.1	10	39	46	+12	57.8
25	18	11	31	+2	31	6	14	02	+23	24.0	11	23	14	+7	45.7
26	18	15	28	+2	44	6	18	12	+23	22.4	12	06	07	+2	13.5
27	18	19	24	+2	57	6	22	21	+23	20.3	12	49	28	-3	29.6
28	18	23	21	+3	09	6	26	30	+23	17.9	13	34	27	-9	13.3
29	18	27	17	+3	21	6	30	39	+23	15.1	14	22	17	-14	44.5
30	18	31	14	+3	33	6	34	47	+23	11.8	15	14	10	-19	45.9

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Липень															
1	18	35	10	+3	45	6	38	56	+23	08.2	16	10	58	-23	54.8
2	18	39	07	+3	57	6	43	04	+23	04.1	17	12	47	-26	44.8
3	18	43	04	+4	08	6	47	12	+22	59.7	18	18	26	-27	50.6
4	18	47	00	+4	19	6	51	19	+22	54.8	19	25	24	-26	57.2
5	18	50	57	+4	30	6	55	26	+22	49.6	20	30	46	-24	06.7
6	18	54	53	+4	40	6	59	33	+22	44.0	21	32	26	-19	38.0
7	18	58	50	+4	50	7	03	40	+22	37.9	22	29	44	-13	59.3
8	19	02	46	+5	00	7	07	46	+22	31.5	23	23	10	-7	39.9
9	19	06	43	+5	09	7	11	52	+22	24.7	0	13	48	-1	05.9
10	19	10	39	+5	18	7	15	57	+22	17.5	1	02	58	+5	21.6
11	19	14	36	+5	26	7	20	02	+22	09.9	1	51	52	+11	25.1
12	19	18	33	+5	34	7	24	07	+22	01.9	2	41	33	+16	49.6
13	19	22	29	+5	42	7	28	11	+21	53.5	3	32	45	+21	21.5
14	19	26	26	+5	49	7	32	15	+21	44.8	4	25	46	+24	48.6
15	19	30	22	+5	56	7	36	18	+21	35.7	5	20	19	+27	00.5
16	19	34	19	+6	02	7	40	21	+21	26.2	6	15	33	+27	51.1
17	19	38	15	+6	08	7	44	23	+21	16.4	7	10	17	+27	19.5
18	19	42	12	+6	13	7	48	25	+21	06.2	8	03	19	+25	30.8
19	19	46	08	+6	17	7	52	26	+20	55.6	8	53	54	+22	34.6
20	19	50	05	+6	21	7	56	26	+20	44.7	9	41	48	+18	43.3
21	19	54	02	+6	25	8	00	27	+20	33.5	10	27	14	+14	09.1
22	19	57	58	+6	28	8	04	26	+20	21.9	11	10	51	+9	03.6
23	20	01	55	+6	30	8	08	25	+20	09.9	11	53	26	+3	37.4
24	20	05	51	+6	32	8	12	23	+19	57.6	12	35	59	-2	00.0
25	20	09	48	+6	33	8	16	21	+19	45.0	13	19	32	-7	38.8
26	20	13	44	+6	34	8	20	18	+19	32.1	14	05	16	-13	08.1
27	20	17	41	+6	34	8	24	15	+19	18.8	14	54	22	-18	13.6
28	20	21	37	+6	33	8	28	10	+19	05.2	15	47	55	-22	37.1
29	20	25	34	+6	32	8	32	06	+18	51.4	16	46	30	-25	55.3
30	20	29	31	+6	30	8	36	00	+18	37.2	17	49	46	-27	43.1
31	20	33	27	+6	27	8	39	54	+18	22.6	18	56	01	-27	39.0



Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Серпень

1	20	37	24	+6	24	8	43	48	+18	07.8	20	02	32	-25	34.4
2	20	41	20	+6	20	8	47	41	+17	52.7	21	06	43	-21	38.3
3	20	45	17	+6	16	8	51	33	+17	37.3	22	07	04	-16	14.6
4	20	49	13	+6	11	8	55	24	+17	21.7	23	03	25	-9	54.0
5	20	53	10	+6	06	8	59	15	+17	05.7	23	56	34	-3	07.4
6	20	57	06	+5	59	9	03	06	+16	49.5	0	47	39	+3	38.5
7	21	01	03	+5	53	9	06	56	+16	33.0	1	37	55	+10	02.0
8	21	05	00	+5	45	9	10	45	+16	16.2	2	28	26	+15	45.8
9	21	08	56	+5	37	9	14	33	+15	59.2	3	20	01	+20	35.6
10	21	12	53	+5	29	9	18	22	+15	41.9	4	13	05	+24	19.5
11	21	16	49	+5	20	9	22	09	+15	24.3	5	07	29	+26	48.1
12	21	20	46	+5	10	9	25	56	+15	06.5	6	02	33	+27	55.5
13	21	24	42	+5	00	9	29	43	+14	48.5	6	57	16	+27	40.7
14	21	28	39	+4	50	9	33	29	+14	30.2	7	50	32	+26	07.7
15	21	32	35	+4	38	9	37	14	+14	11.7	8	41	33	+23	25.0
16	21	36	32	+4	27	9	40	59	+13	53.0	9	29	57	+19	43.9
17	21	40	29	+4	14	9	44	43	+13	34.0	10	15	55	+15	16.7
18	21	44	25	+4	02	9	48	27	+13	14.8	10	59	54	+10	15.4
19	21	48	22	+3	48	9	52	10	+12	55.4	11	42	37	+4	51.2
20	21	52	18	+3	35	9	55	53	+12	35.9	12	24	57	-0	45.5
21	21	56	15	+3	20	9	59	35	+12	16.1	13	07	51	-6	24.4
22	22	00	11	+3	06	10	03	17	+11	56.1	13	52	21	-11	54.5
23	22	04	08	+2	50	10	06	58	+11	35.9	14	39	32	-17	03.1
24	22	08	04	+2	35	10	10	39	+11	15.6	15	30	25	-21	34.7
25	22	12	01	+2	19	10	14	19	+10	55.1	16	25	46	-25	10.0
26	22	15	58	+2	02	10	17	59	+10	34.4	17	25	40	-27	27.2
27	22	19	54	+1	45	10	21	39	+10	13.5	18	29	10	-28	05.1
28	22	23	51	+1	28	10	25	18	+9	52.5	19	34	17	-26	49.6
29	22	27	47	+1	10	10	28	57	+9	31.3	20	38	35	-23	40.1
30	22	31	44	+0	52	10	32	35	+9	10.0	21	40	14	-18	50.8
31	22	35	40	+0	33	10	36	13	+8	48.5	22	38	30	-12	47.1

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Вересень

1	22	39	37	+1	14	10	39	51	+8	26.9	23	33	42	-5	59.3
2	22	43	33	-0	05	10	43	29	+8	05.2	0	26	42	+1	02.4
3	22	47	30	-0	24	10	47	06	+7	43.3	1	18	39	+7	51.1
4	22	51	27	-0	44	10	50	43	+7	21.3	2	10	36	+14	04.3
5	22	55	23	-1	04	10	54	19	+6	59.2	3	03	22	+19	23.7
6	22	59	20	-1	24	10	57	56	+6	37.0	3	57	24	+23	35.2
7	23	03	16	-1	44	11	01	32	+6	14.6	4	52	36	+26	28.6
8	23	07	13	-2	05	11	05	08	+5	52.2	5	48	22	+27	57.9
9	23	11	09	-2	25	11	08	44	+5	29.6	6	43	42	+28	02.4
10	23	15	06	-2	46	11	12	20	+5	07.0	7	37	33	+26	46.3
11	23	19	02	-3	07	11	15	55	+4	44.2	8	29	08	+24	18.2
12	23	22	59	-3	28	11	19	31	+4	21.4	9	18	06	+20	48.8
13	23	26	56	-3	49	11	23	06	+3	58.5	10	04	34	+16	30.1
14	23	30	52	-4	11	11	26	41	+3	35.6	10	48	59	+11	33.8
15	23	34	49	-4	32	11	30	17	+3	12.5	11	32	03	+6	11.1
16	23	38	45	-4	53	11	33	52	+2	49.5	12	14	34	+0	32.8
17	23	42	42	-5	15	11	37	27	+2	26.3	12	57	25	-5	10.0
18	23	46	38	-5	36	11	41	02	+2	03.1	13	41	34	-10	45.9
19	23	50	35	-5	57	11	44	37	+1	39.9	14	27	58	-16	01.9
20	23	54	31	-6	19	11	48	13	+1	16.6	15	17	34	-20	42.9
21	23	58	28	-6	40	11	51	48	+0	53.3	16	11	01	-24	31.5
22	0	02	25	-7	01	11	55	23	+0	30.0	17	08	31	-27	08.4
23	0	06	21	-7	23	11	58	58	+0	06.7	18	09	25	-28	14.8
24	0	10	18	-7	44	12	02	34	-0	16.7	19	12	12	-27	37.0
25	0	14	14	-8	05	12	06	10	-0	40.0	20	14	52	-25	10.8
26	0	18	11	-8	26	12	09	45	-1	03.4	21	15	43	-21	04.0
27	0	22	07	-8	46	12	13	21	-1	26.8	22	13	52	-15	34.4
28	0	26	04	-9	07	12	16	57	-1	50.1	23	09	21	-9	06.4
29	0	30	00	-9	27	12	20	33	-2	13.4	0	02	51	-2	07.5
30	0	33	57	-9	47	12	24	10	-2	36.7	0	55	25	+4	54.6

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

## Жовтень

1	0	37	54	-10	07	12	27	47	-3	00.0	1	48	03	+11	33.8
2	0	41	50	-10	26	12	31	24	-3	23.3	2	41	38	+17	27.3
3	0	45	47	-10	46	12	35	01	-3	46.5	3	36	40	+22	15.7
4	0	49	43	-11	04	12	38	39	-4	09.7	4	33	04	+25	44.7
5	0	53	40	-11	23	12	42	17	-4	32.8	5	30	12	+27	45.9
6	0	57	36	-11	41	12	45	55	-4	55.9	6	26	57	+28	17.3
7	1	01	33	-11	59	12	49	34	-5	18.9	7	22	09	+27	23.2
8	1	05	29	-12	16	12	53	13	-5	41.8	8	14	52	+25	13.0
9	1	09	26	-12	33	12	56	53	-6	04.7	9	04	45	+21	58.1
10	1	13	23	-12	49	13	00	33	-6	27.5	9	51	53	+17	50.9
11	1	17	19	-13	05	13	04	14	-6	50.3	10	36	47	+13	03.1
12	1	21	16	-13	21	13	07	55	-7	12.9	11	20	09	+7	45.3
13	1	25	12	-13	36	13	11	36	-7	35.4	12	02	51	+2	08.2
14	1	29	09	-13	50	13	15	18	-7	57.8	12	45	47	-3	37.8
15	1	33	05	-14	04	13	19	01	-8	20.2	13	29	55	-9	21.0
16	1	37	02	-14	18	13	22	44	-8	42.4	14	16	11	-14	47.8
17	1	40	58	-14	30	13	26	28	-9	04.5	15	05	28	-19	42.7
18	1	44	55	-14	43	13	30	12	-9	26.4	15	58	24	-23	47.6
19	1	48	52	-14	54	13	33	57	-9	48.2	16	55	09	-26	43.2
20	1	52	48	-15	05	13	37	43	-10	09.9	17	55	05	-28	11.3
21	1	56	45	-15	16	13	41	29	-10	31.4	18	56	43	-27	59.3
22	2	00	41	-15	26	13	45	16	-10	52.8	19	58	12	-26	03.2
23	2	04	38	-15	35	13	49	03	-11	13.9	20	57	54	-22	29.5
24	2	08	34	-15	43	13	52	51	-11	34.9	21	54	57	-17	33.2
25	2	12	31	-15	51	13	56	40	-11	55.8	22	49	24	-11	34.4
26	2	16	27	-15	58	14	00	29	-12	16.5	23	41	55	-4	55.7
27	2	20	24	-16	04	14	04	20	-12	36.9	0	33	30	+1	58.9
28	2	24	21	-16	10	14	08	10	-12	57.2	1	25	15	+8	45.6
29	2	28	17	-16	15	14	12	02	-13	17.3	2	18	10	+15	00.5
30	2	32	14	-16	19	14	15	54	-13	37.2	3	12	54	+20	21.3
31	2	36	10	-16	23	14	19	48	-13	56.8	4	09	36	+24	28.7

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Листопад															
1	2	40	07	-16	25	14	23	42	-14	16.2	5	07	41	+27	09.0
2	2	44	03	-16	27	14	27	36	-14	35.5	6	05	59	+28	15.8
3	2	48	00	-16	28	14	31	32	-14	54.4	7	03	00	+27	51.0
4	2	51	56	-16	28	14	35	28	-15	13.2	7	57	31	+26	03.7
5	2	55	53	-16	27	14	39	26	-15	31.6	8	48	53	+23	06.6
6	2	59	50	-16	26	14	43	24	-15	49.9	9	37	07	+19	13.6
7	3	03	46	-16	23	14	47	23	-16	07.8	10	22	41	+14	37.2
8	3	07	43	-16	20	14	51	23	-16	25.5	11	06	22	+9	28.5
9	3	11	39	-16	16	14	55	23	-16	43.0	11	49	04	+3	57.5
10	3	15	36	-16	11	14	59	25	-17	00.1	12	31	47	-1	46.2
11	3	19	32	-16	05	15	03	27	-17	17.0	13	15	32	-7	32.1
12	3	23	29	-15	59	15	07	30	-17	33.5	14	01	22	-13	07.6
13	3	27	25	-15	51	15	11	34	-17	49.8	14	50	16	-18	17.3
14	3	31	22	-15	43	15	15	39	-18	05.7	15	43	00	-22	42.5
15	3	35	19	-15	33	15	19	45	-18	21.4	16	39	48	-26	01.9
16	3	39	15	-15	23	15	23	52	-18	36.7	17	40	07	-27	55.1
17	3	43	12	-15	12	15	27	59	-18	51.7	18	42	23	-28	07.1
18	3	47	08	-15	01	15	32	08	-19	06.3	19	44	30	-26	33.2
19	3	51	05	-14	48	15	36	17	-19	20.6	20	44	35	-23	20.3
20	3	55	01	-14	35	15	40	27	-19	34.6	21	41	36	-18	44.4
21	3	58	58	-14	21	15	44	37	-19	48.2	22	35	32	-13	06.1
22	4	02	54	-14	06	15	48	49	-20	01.4	23	27	05	-6	46.7
23	4	06	51	-13	50	15	53	01	-20	14.3	0	17	18	-0	07.2
24	4	10	48	-13	33	15	57	14	-20	26.8	1	07	23	+6	31.7
25	4	14	44	-13	16	16	01	28	-20	38.9	1	58	29	+12	49.4
26	4	18	41	-12	58	16	05	42	-20	50.6	2	51	30	+18	25.1
27	4	22	37	-12	39	16	09	58	-21	01.9	3	46	53	+22	58.7
28	4	26	34	-12	20	16	14	14	-21	12.9	4	44	25	+26	12.8
29	4	30	30	-12	00	16	18	31	-21	23.4	5	43	06	+27	55.9
30	4	34	27	-11	39	16	22	48	-21	33.6	6	41	22	+28	04.7

Закінчення табл. 1

Дата	Зоряний час $S_0$			Рівняння часу $\eta$		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Грудень															
1	4	38	23	-11	17	16	27	06	-21	43.3	7	37	37	+26	44.9
2	4	42	20	-10	55	16	31	25	-21	52.7	8	30	47	+24	08.8
3	4	46	17	-10	32	16	35	44	-22	01.6	9	20	32	+20	31.3
4	4	50	13	-10	09	16	40	04	-22	10.1	10	07	09	+16	06.9
5	4	54	10	-9	45	16	44	25	-22	18.1	10	51	22	+11	08.2
6	4	58	06	-9	20	16	48	46	-22	25.7	11	34	05	+5	45.8
7	5	02	03	-8	55	16	53	08	-22	32.9	12	16	21	+0	08.8
8	5	05	59	-8	29	16	57	31	-22	39.7	12	59	15	-5	33.5
9	5	09	56	-8	02	17	01	53	-22	46.0	13	43	55	-11	10.7
10	5	13	52	-7	36	17	06	17	-22	51.8	14	31	28	-16	29.5
11	5	17	49	-7	08	17	10	41	-22	57.2	15	22	56	-21	12.5
12	5	21	46	-6	41	17	15	05	-23	02.2	16	18	55	-24	58.6
13	5	25	42	-6	13	17	19	29	-23	06.7	17	19	13	-27	24.3
14	5	29	39	-5	44	17	23	54	-23	10.7	18	22	31	-28	09.4
15	5	33	35	-5	16	17	28	20	-23	14.3	19	26	32	-27	03.5
16	5	37	32	-4	47	17	32	45	-23	17.4	20	28	52	-24	10.5
17	5	41	28	-4	18	17	37	11	-23	20.1	21	27	54	-19	46.8
18	5	45	25	-3	48	17	41	37	-23	22.3	22	23	14	-14	15.8
19	5	49	21	-3	19	17	46	03	-23	24.0	23	15	27	-8	01.9
20	5	53	18	-2	49	17	50	29	-23	25.2	0	05	36	-1	27.7
21	5	57	15	-2	19	17	54	55	-23	26.0	0	54	56	+5	06.6
22	6	01	11	-1	50	17	59	21	-23	26.3	1	44	42	+11	22.4
23	6	05	08	-1	20	18	03	48	-23	26.1	2	35	58	+17	01.7
24	6	09	04	-0	50	18	08	14	-23	25.5	3	29	28	+21	46.7
25	6	13	01	-0	20	18	12	40	-23	24.4	4	25	19	+25	20.7
26	6	16	57	+0	09	18	17	07	-23	22.8	5	22	58	+27	30.4
27	6	20	54	+0	39	18	21	33	-23	20.7	6	21	05	+28	08.4
28	6	24	50	+1	08	18	25	59	-23	18.2	7	18	03	+27	16.0
29	6	28	47	+1	38	18	30	25	-23	15.2	8	12	28	+25	02.3
30	6	32	44	+2	07	18	34	50	-23	11.8	9	03	36	+21	41.3
31	6	36	40	+2	36	18	39	16	-23	07.9	9	51	25	+17	28.4

Таблиця 2

**СХІД І ЗАХІД СОНЦЯ НА ШИРОТІ 50°  
(за місцевим часом)**

Дата	Схід		Захід		Дата	Схід		Захід			
	год	хв	год	хв		год	хв	год	хв		
Січень	1	7	58	16	08	Липень	4	3	57	20	12
	5	7	58	16	13		8	4	00	20	09
	9	7	56	16	18		12	4	04	20	07
	13	7	54	16	23		16	4	08	20	03
	17	7	51	16	29		20	4	13	19	59
	21	7	48	16	35		24	4	18	19	54
	25	7	43	16	42		28	4	23	19	49
Лютий	29	7	38	16	48	Серпень	1	4	29	19	43
	2	7	33	16	55		5	4	34	19	37
	6	7	27	17	02		9	4	40	19	30
	10	7	20	17	09		13	4	46	19	23
	14	7	13	17	16		17	4	52	19	15
	18	7	06	17	23		21	4	58	19	07
	22	6	58	17	30		25	5	04	18	59
Березень	26	6	50	17	36	Вересень	29	5	10	18	51
	2	6	42	17	43		2	5	16	18	43
	6	6	34	17	50		6	5	22	18	34
	10	6	25	17	56		10	5	28	18	25
	14	6	17	18	03		14	5	34	18	17
	18	6	08	18	09		18	5	40	18	08
	22	5	59	18	15		22	5	46	17	59
Квітень	26	5	51	18	22	Жовтень	26	5	52	17	50
	30	5	42	18	28		30	5	58	17	42
	3	5	33	18	34		4	6	04	17	33
	7	5	25	18	41		8	6	10	17	24
	11	5	16	18	47		12	6	16	17	16
	15	5	08	18	53		16	6	23	17	08
	19	5	00	18	59		20	6	29	17	00
Травень	23	4	52	19	06	Листопад	24	6	36	16	52
	27	4	45	19	12		28	6	42	16	45
	1	4	37	19	18		1	6	49	16	38
	5	4	30	19	24		5	6	56	16	31
	9	4	24	19	30		9	7	02	16	25
	13	4	18	19	36		13	7	09	16	19
	17	4	12	19	42		17	7	15	16	14
Червень	21	4	07	19	47	Грудень	21	7	22	16	09
	25	4	03	19	52		25	7	28	16	06
	29	3	59	19	57		29	7	33	16	03
	2	3	56	20	01		3	7	39	16	00
	6	3	53	20	05		7	7	44	15	59
	10	3	51	20	08		11	7	48	15	58
	14	3	50	20	10		15	7	52	15	58
Грудень	18	3	50	20	12	Грудень	19	7	54	15	59
	22	3	51	20	13		23	7	57	16	01
	26	3	52	20	13		27	7	58	16	04
	30	3	54	20	13		31	7	59	16	07

Таблиця 3

**ПОПРАВКИ ЧАСУ СХОДУ СОНЦЯ  
ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ (у хвиликах)**

Дата	Географічна широта, град.									
	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
Січень	1	-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	+5	+10
	9	-22	-19	-15	-12	-8	-4	0	+5	+10
	17	-20	-18	-14	-11	-7	-4	0	+4	+8
Лютий	25	-18	-15	-12	-10	-6	-3	0	+4	+8
	2	-16	-14	-11	-9	-6	-3	0	+3	+6
	10	-13	-11	-9	-7	-5	-2	0	+3	+5
Березень	18	-10	-8	-7	-6	-4	-2	0	+2	+4
	26	-7	-6	-5	-4	-2	-1	0	+2	+3
	6	-4	-4	-3	-2	-2	0	0	+1	+2
Квітень	14	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	+1
	22	+1	+1	0	0	0	0	0	0	0
	30	+4	+3	+2	+2	+1	+1	0	-1	-1
Травень	7	+7	+6	+4	+4	+2	+1	0	-1	-2
	15	+10	+8	+7	+5	+4	+2	0	-2	-4
	23	+12	+11	+9	+7	+5	+2	0	-2	-5
Червень	1	+15	+13	+11	+8	+6	+3	0	-3	-6
	9	+18	+15	+12	+9	+6	+3	0	-4	-7
	17	+20	+17	+14	+11	+8	+4	0	-4	-8
Липень	25	+22	+19	+16	+12	+8	+4	0	-5	-9
	2	+24	+20	+17	+13	+9	+4	0	-5	-10
	10	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-10
Серпень	18	+27	+23	+18	+14	+10	+5	0	-5	-11
	26	+27	+22	+18	+14	+10	+5	0	-6	-11
	4	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-10
Вересень	12	+24	+21	+17	+13	+9	+5	0	-5	-10
	20	+22	+19	+16	+12	+8	+4	0	-4	-9
	28	+20	+17	+14	+11	+8	+4	0	-4	-8
Жовтень	5	+18	+15	+12	+10	+7	+4	0	-3	-7
	13	+15	+13	+10	+8	+6	+3	0	-3	-6
	21	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-2	-5
Листопад	29	+9	+8	+6	+5	+3	+2	0	-2	-4
	6	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-3
	14	+4	+3	+2	+2	+1	0	0	0	-2
Січень	22	+1	+1	0	0	0	0	0	0	0
	30	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	+1
	8	-5	-4	-4	-2	-2	-1	0	+1	+2
Лютий	16	-8	-6	-5	-4	-3	-2	0	+2	+3
	24	-10	-9	-7	-6	-4	-2	0	+2	+4
	1	-13	-11	-9	-7	-5	-2	0	+2	+5
Березень	9	-16	-13	-11	-8	-6	-3	0	+3	+6
	17	-18	-16	-12	-10	-7	-3	0	+4	+7
	25	-21	-18	-14	-11	-8	-4	0	+4	+8
Квітень	3	-23	-19	-16	-12	-8	-4	0	+4	+9
	11	-24	-20	-17	-13	-9	-4	0	+5	+9
	19	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
Травень	27	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
	4	-23	-20	-16	-12	-8	-4	0	+4	+9

Примітка. Для заходу Сонця поправки слід брати з протилежним знаком.

Таблиця 4

**АЗИМУТИ ТОЧОК СХОДУ ТА ЗАХОДУ СОНЦЯ  
(дотикання верхньої точки диска до горизонту)**

Дата		Географічна широта, град.				Дата		Географічна широта, град.			
		40	45	50	55			40	45	50	55
Січень	1	60°	57°	54°	49°	Липень	10	120°	123°	127°	133°
	11	62	59	56	51		20	118	121	124	129
	21	64	62	59	55		30	115	118	121	125
	31	68	66	63	60		Серпень	9	112	114	116
Лютий	10	72	70	68	66	19		108	109	111	114
	20	76	75	74	72	29	103	104	106	108	
Березень	2	81	81	80	78	Вересень	8	98	99	100	101
	12	86	86	86	85		18	93	94	94	94
	22	92	92	92	92		28	88	88	88	88
Квітень	1	96	97	98	99	Жовтень	8	83	82	82	81
	11	101	103	104	106		18	78	77	76	74
	21	106	108	110	112		28	73	72	70	68
Травень	1	110	112	115	118	Листопад	7	69	67	65	62
	11	114	117	120	124		17	66	64	61	57
	21	117	120	124	128		27	63	60	57	53
	31	120	123	127	132		Грудень	7	61	58	55
Червень	10	122	125	129	135	17		60	57	53	48
	20	122	125	129	136	27		60	57	53	48
	30	122	125	129	135	Січень	6	61	58	55	50

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу Сонця та на захід для заходу Сонця.

Таблиця 5

**ТРИВАЛІСТЬ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПРИСМЕРКІВ (у хвиликах)**

Дата		Географічна широта, град.				Дата		Географічна широта, град.			
		40	45	50	55			40	45	50	55
Січень	1	31	33	38	45	Липень	10	32	37	43	54
	11	30	33	38	44		20	31	35	41	50
	21	30	32	36	42		30	30	34	39	48
	31	29	31	35	40		Серпень	9	30	33	37
Лютий	10	28	31	34	38	19		29	32	36	41
	20	28	30	33	37	29	28	31	34	39	
Березень	2	28	30	32	36	Вересень	8	28	30	33	38
	12	27	29	32	36		18	27	30	32	36
	22	27	29	32	36		28	27	30	32	36
Квітень	1	27	30	33	37	Жовтень	8	27	30	33	36
	11	28	30	34	38		18	28	30	33	37
	21	29	32	35	41		28	28	30	33	38
Травень	1	30	32	37	43	Листопад	7	29	31	34	39
	11	30	34	39	46		17	29	32	36	41
	21	31	35	41	50		27	30	33	37	43
	31	32	36	43	54		Грудень	7	30	34	38
Червень	10	33	37	44	57	17		31	34	38	45
	20	33	38	44	58	27		31	34	38	45
	30	33	37	44	58	Січень	6	30	34	38	44



Таблиця 6

**СХІД, КУЛЬМІНАЦІЯ ТА ЗАХІД МІСЯЦЯ  
ДЛЯ ШИРОТИ  $50^\circ$  ТА СХІДНОЇ ДОВГОТИ  $2^h 02^m$   
(за місцевим часом)**

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $\nu$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $\nu$ , с	год	хв	годинна зміна $\nu$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Січень												
1	12	34	-0.9	68	19	57	52	-114.6	2	24	-3.6	289
2	12	53	-1.1	60	20	44	27	-119.1	3	39	-3.6	298
3	13	16	-1.4	53	21	32	59	-124.1	4	53	-3.4	305
4	13	47	-1.8	48	22	23	21	-127.8	6	04	-3.2	311
5	14	26	-2.2	45	23	14	49	-129.0	7	09	-2.8	215
6	15	17	-2.6	45	—	—	—	—	8	05	-2.4	316
7	16	17	-3.0	47	0	06	14	-127.1	8	49	-2.0	314
8	17	24	-3.2	52	0	56	20	-122.4	9	23	-1.5	310
9	18	34	-3.4	58	1	44	16	-116.3	9	49	-1.2	304
10	19	44	-3.4	66	2	29	41	-110.2	10	09	-0.9	297
11	20	54	-3.4	74	3	12	51	-105.3	10	25	-0.8	289
12	22	03	-3.4	83	3	54	22	-102.4	10	39	-0.7	281
13	23	13	-3.5	92	4	35	12	-102.2	10	52	-0.7	272
14	—	—	—	—	5	16	26	-105.0	11	05	-0.7	263
15	0	26	-3.6	102	5	59	22	-111.1	11	20	-0.8	254
16	1	42	-3.8	111	6	45	23	-120.9	11	37	-1.0	245
17	3	03	-3.9	120	7	35	55	-134.0	11	59	-1.4	237
18	4	27	-3.9	128	8	32	04	-148.7	12	29	-1.9	230
19	5	51	-3.6	134	9	33	59	-161.6	13	13	-2.6	225
20	7	05	-3.1	136	10	40	04	-167.8	14	16	-3.4	224
21	8	03	-2.5	134	11	47	05	-164.8	15	36	-3.9	228
22	8	45	-1.8	128	12	51	26	-154.5	17	07	-4.3	235
23	9	14	-1.4	119	13	50	59	-141.5	18	40	-4.3	244
24	9	36	-1.0	110	14	45	23	-129.6	20	09	-4.2	255
25	9	53	-0.8	99	15	35	35	-121.0	21	33	-4.0	266
26	10	09	-0.8	89	16	22	57	-115.9	22	53	-3.9	276
27	10	24	-0.8	79	17	08	56	-114.4	—	—	—	—
28	10	39	-0.8	70	17	54	48	-115.6	0	11	-3.8	286
29	10	57	-1.0	62	18	41	32	-118.8	1	28	-3.7	295
30	11	19	-1.3	54	19	29	47	-123.0	2	43	-3.5	303
31	11	47	-1.6	49	20	19	41	-126.7	3	56	-3.3	310

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Лютий												
1	12	24	-2.1	45	21	10	46	-128.5	5	03	-3.0	314
2	13	11	-2.5	44	22	02	07	-127.5	6	02	-2.5	316
3	14	09	-2.9	46	22	52	35	-123.8	6	49	-2.1	315
4	15	14	-3.2	50	23	41	13	-118.4	7	26	-1.6	312
5	16	23	-3.3	56	—	—	—	—	7	54	-1.3	306
6	17	34	-3.4	63	0	27	31	-112.3	8	15	-1.0	300
7	18	44	-3.4	72	1	11	28	-107.0	8	32	-0.8	292
8	19	54	-3.4	80	1	53	33	-103.3	8	47	-0.7	284
9	21	04	-3.5	90	2	34	30	-101.7	9	00	-0.7	275
10	22	15	-3.5	99	3	15	17	-102.8	9	12	-0.7	266
11	23	29	-3.7	108	3	57	00	-106.9	9	26	-0.7	257
12	—	—	—	—	4	40	54	-114.1	9	41	-0.9	248
13	0	46	-3.8	117	5	28	16	-124.5	10	00	-1.2	239
14	2	07	-3.8	126	6	20	15	-137.3	10	26	-1.6	232
15	3	28	-3.7	132	7	17	31	-150.4	11	02	-2.2	226
16	4	45	-3.3	136	8	19	35	-160.1	11	53	-2.9	224
17	5	49	-2.7	136	9	24	26	-162.8	13	03	-3.6	225
18	6	37	-2.1	132	10	29	00	-157.9	14	29	-4.1	230
19	7	11	-1.6	124	11	30	35	-148.1	16	01	-4.3	239
20	7	36	-1.2	115	12	27	53	-137.1	17	33	-4.3	249
21	7	56	-0.9	105	13	21	02	-128.0	19	02	-4.2	260
22	8	12	-0.8	94	14	11	01	-121.9	20	26	-4.1	271
23	8	27	-0.8	84	14	59	08	-119.0	21	48	-3.9	282
24	8	43	-0.8	74	15	46	38	-118.9	23	09	-3.8	292
25	9	00	-1.0	65	16	34	32	-121.2	—	—	—	—
26	9	21	-1.2	57	17	23	34	-124.5	0	27	-3.7	301
27	9	47	-1.5	50	18	13	57	-127.6	1	43	-3.5	308
28	10	21	-1.9	46	19	05	23	-129.3	2	54	-3.2	313

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Березень												
1	11	05	-2.4	44	19	57	06	-128.6	3	57	-2.7	316
2	11	59	-2.8	45	20	48	04	-125.3	4	48	-2.2	316
3	13	02	-3.1	48	21	37	22	-120.2	5	28	-1.8	313
4	14	11	-3.3	54	22	24	25	-114.3	5	58	-1.4	308
5	15	22	-3.4	61	23	09	11	-109.0	6	21	-1.0	302
6	16	33	-3.4	69	23	52	00	-104.9	6	39	-0.8	295
7	17	44	-3.4	78	—	—	—	—	6	54	-0.7	286
8	18	54	-3.5	87	0	33	31	-102.8	7	07	-0.7	278
9	20	06	-3.5	96	1	14	37	-103.1	7	20	-0.6	269
10	21	19	-3.7	106	1	56	16	-106.1	7	33	-0.7	259
11	22	36	-3.7	115	2	39	36	-111.8	7	47	-0.8	250
12	23	55	-3.8	124	3	25	44	-120.4	8	05	-1.0	242
13	—	—	—	—	4	15	44	-131.2	8	28	-1.4	234
14	1	15	-3.7	131	5	10	15	-142.7	8	59	-1.9	228
15	2	32	-3.3	135	6	09	09	-152.2	9	43	-2.6	224
16	3	39	-2.8	137	7	11	04	-156.7	10	44	-3.3	224
17	4	32	-2.2	134	8	13	40	-154.8	12	01	-3.8	227
18	5	10	-1.7	128	9	14	29	-147.7	13	29	-4.2	234
19	5	37	-1.3	120	10	12	00	-138.6	14	59	-4.3	244
20	5	58	-1.0	110	11	05	54	-130.2	16	28	-4.2	254
21	6	15	-0.8	100	11	56	50	-124.2	17	54	-4.2	266
22	6	31	-0.8	89	12	45	53	-121.2	19	18	-4.1	277
23	6	46	-0.8	79	13	34	14	-121.1	20	41	-4.0	287
24	7	02	-0.9	69	14	22	58	-123.2	22	03	-3.9	297
25	7	22	-1.1	60	15	12	48	-126.5	23	22	-3.7	305
26	7	45	-1.4	53	16	04	02	-129.9	—	—	—	—
27	8	16	-1.8	47	16	56	25	-131.8	0	38	-3.4	312
28	8	57	-2.2	44	17	49	01	-131.2	1	46	-3.0	315
29	9	48	-2.7	44	18	41	11	-127.9	2	43	-2.5	317
30	10	49	-3.0	46	19	31	30	-122.6	3	28	-1.9	315
31	11	56	-3.3	51	20	19	28	-116.4	4	01	-1.5	311

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $\nu$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $\nu$ , с	год	хв	годинна зміна $\nu$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Квітень												
1	13	07	-3.4	58	21	04	59	-110.6	4	26	-1.1	305
2	14	18	-3.4	65	21	48	24	-106.2	4	46	-0.9	298
3	15	29	-3.5	74	22	30	22	-103.7	5	02	-0.8	290
4	16	40	-3.5	83	23	11	44	-103.6	5	15	-0.7	281
5	17	52	-3.6	93	23	53	30	-106.1	5	28	-0.6	272
6	19	06	-3.7	103	—	—	—	—	5	41	-0.7	263
7	20	23	-3.8	112	0	36	45	-111.4	5	54	-0.8	253
8	21	42	-3.8	121	1	22	36	-119.4	6	11	-1.0	244
9	23	04	-3.7	119	2	12	03	-129.5	6	32	-1.3	236
10	—	—	—	—	3	05	48	-140.5	7	00	-1.8	229
11	0	24	-3.5	135	4	03	44	-149.7	7	40	-2.4	224
12	1	34	-3.0	137	5	04	38	-154.2	8	35	-3.0	223
13	2	30	-2.4	136	6	06	19	-152.7	9	47	-3.6	225
14	3	11	-1.8	131	7	06	24	-146.1	11	09	-4.0	231
15	3	41	-1.4	123	8	03	18	-137.2	12	37	-4.1	240
16	4	03	-1.0	114	8	56	40	-128.8	14	04	-4.1	250
17	4	21	-0.8	104	9	47	01	-122.7	15	28	-4.1	260
18	4	36	-0.8	94	10	35	26	-119.6	16	51	-4.0	271
19	4	51	-0.8	83	11	23	07	-119.4	18	13	-4.0	282
20	5	06	-0.8	73	12	11	12	-121.8	19	35	-3.9	292
21	5	24	-1.0	64	13	00	35	-125.9	20	57	-3.8	301
22	5	45	-1.3	56	13	51	45	-130.4	22	16	-3.6	309
23	6	13	-1.6	49	14	44	34	-133.6	23	29	-3.2	314
24	6	49	-2.0	45	15	38	15	-134.2	—	—	—	—
25	7	36	-2.5	43	16	31	36	-131.5	0	33	-2.7	317
26	8	34	-2.9	45	17	23	20	-126.1	1	23	-2.2	316
27	9	40	-3.2	49	18	12	36	-119.3	2	01	-1.7	313
28	10	50	-3.4	55	18	59	07	-112.5	2	30	-1.3	307
29	12	01	-3.4	62	19	43	09	-107.2	2	51	-1.0	301
30	13	12	-3.4	70	20	25	21	-103.8	3	08	-0.8	293

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Травень												
1	14	23	-3.5	79	21	06	37	-102.9	3	22	-0.7	285
2	15	34	-3.5	89	21	48	01	-104.8	3	35	-0.6	276
3	16	47	-3.6	98	22	30	40	-109.7	3	47	-0.7	267
4	18	03	-3.8	108	23	15	48	-117.6	4	01	-0.7	257
5	19	23	-3.9	118	—	—	—	—	4	16	-0.9	248
6	20	46	-3.9	126	0	04	35	-128.0	4	35	-1.2	239
7	22	09	-3.7	133	0	57	52	-139.9	5	01	-1.6	231
8	23	25	-3.2	137	1	55	48	-150.5	5	37	-2.2	226
9	—	—	—	—	2	57	19	-156.6	6	28	-2.9	223
10	0	27	-2.6	136	4	00	05	-155.8	7	36	-3.4	224
11	1	13	-2.0	133	5	01	22	-148.8	8	57	-3.9	229
12	1	45	-1.5	126	5	59	12	-138.8	10	23	-4.1	237
13	2	09	-1.1	117	6	52	57	-129.0	11	49	-4.1	247
14	2	28	-0.9	108	7	43	06	-121.4	13	13	-4.0	257
15	2	43	-0.8	97	8	30	47	-117.1	14	34	-3.9	268
16	2	57	-0.7	87	9	17	19	-116.0	15	54	-3.9	278
17	3	12	-0.8	77	10	03	57	-117.9	17	14	-3.9	288
18	3	28	-0.9	68	10	51	48	-122.2	18	34	-3.8	298
19	3	47	-1.1	59	11	41	36	-127.6	19	54	-3.7	306
20	4	12	-1.4	52	12	33	33	-132.5	21	10	-3.4	312
21	4	44	-1.9	46	13	27	07	-135.1	22	19	-3.0	316
22	5	27	-2.3	44	14	21	08	-134.1	23	15	-2.4	316
23	6	21	-2.8	44	15	14	06	-129.6	23	59	-1.9	314
24	7	25	-3.1	47	16	04	48	-122.7	—	—	—	—
25	8	34	-3.3	52	16	52	35	-115.2	0	31	-1.4	310
26	9	45	-3.4	59	17	37	28	-108.6	0	55	-1.1	303
27	10	55	-3.4	67	18	20	01	-103.9	1	13	-0.8	296
28	12	05	-3.4	76	19	01	06	-101.7	1	28	-0.7	288
29	13	15	-3.5	85	19	41	46	-102.3	1	41	-0.6	280
30	14	26	-3.6	94	20	23	12	-106.0	1	54	-0.6	271
31	15	40	-3.7	104	21	06	43	-113.1	2	06	-0.7	261

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Червень												
1	16	58	-3.9	113	21	53	38	-123.4	2	20	-0.8	252
2	18	20	-3.9	123	22	45	09	-136.2	2	38	-1.0	243
3	19	45	-3.8	130	23	41	58	-149.3	3	00	-1.4	235
4	21	06	-3.5	135	—	—	—	—	3	32	-2.0	228
5	22	16	-2.9	137	0	43	37	-159.1	4	18	-2.7	224
6	23	10	-2.3	134	1	48	02	-161.6	5	21	-3.3	223
7	23	47	-1.7	128	2	52	03	-156.3	6	40	-3.8	227
8	—	—	—	—	3	52	50	-145.7	8	08	-4.1	235
9	0	14	-1.2	120	4	49	02	-134.0	9	36	-4.2	244
10	0	34	-0.9	110	5	40	48	-124.2	11	01	-4.1	254
11	0	50	-0.8	100	6	29	11	-117.7	12	23	-3.9	265
12	1	05	-0.7	90	7	15	36	-114.6	13	43	-3.9	275
13	1	19	-0.8	80	8	01	26	-115.1	15	01	-3.8	285
14	1	34	-0.8	71	8	47	57	-118.3	16	20	-3.8	295
15	1	52	-1.0	62	9	36	09	-123.5	17	38	-3.7	303
16	2	14	-1.3	54	10	26	32	-129.0	18	55	-3.5	310
17	2	43	-1.7	48	11	18	59	-133.2	20	06	-3.1	315
18	3	22	-2.2	45	12	12	37	-134.3	21	07	-2.6	316
19	4	12	-2.6	44	13	06	00	-131.5	21	55	-2.1	315
20	5	13	-3.0	46	13	57	41	-125.6	22	31	-1.6	311
21	6	20	-3.2	50	14	46	40	-118.2	22	57	-1.2	306
22	7	31	-3.4	57	15	32	35	-110.7	23	18	-0.9	299
23	8	41	-3.4	64	16	15	46	-104.8	23	34	-0.8	291
24	9	51	-3.4	72	16	56	56	-101.0	23	47	-0.7	283
25	11	00	-3.4	81	17	37	03	-100.0	23	59	-0.6	274
26	12	09	-3.4	90	18	17	17	-102.0	—	—	—	—
27	13	20	-3.6	100	18	58	51	-107.2	0	12	-0.6	265
28	14	34	-3.7	109	19	43	09	-116.0	0	25	-0.7	256
29	15	53	-3.9	118	20	31	34	-128.2	0	40	-0.9	147
30	17	16	-3.9	127	21	25	17	-142.4	1	00	-1.2	238

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Липень												
1	18	39	-3.7	133	22	24	43	-155.8	1	26	-1.7	231
2	19	56	-3.2	137	23	28	46	-164.0	2	05	-2.4	225
3	20	59	-2.6	136	—	—	—	—	3	00	-3.1	223
4	21	44	-2.0	131	0	34	41	-163.6	4	15	-3.7	225
5	22	15	-1.4	123	1	38	57	-155.4	5	42	-4.1	231
6	22	38	-1.1	114	2	39	03	-143.3	7	14	-4.3	240
7	22	56	-0.9	104	3	34	15	-131.6	8	44	-4.2	250
8	23	12	-0.8	93	4	25	12	-122.7	10	09	-4.1	261
9	23	26	-0.8	83	5	13	13	-117.5	11	31	-4.0	272
10	23	41	-0.8	73	5	59	46	-115.8	12	51	-3.9	283
11	23	58	-1.0	64	6	46	15	-117.3	14	10	-3.8	292
12	—	—	—	—	7	33	47	-121.2	15	28	-3.7	301
13	0	19	-1.2	56	8	23	08	-126.2	16	45	-3.5	308
14	0	45	-1.6	50	9	14	28	-130.7	17	57	-3.2	314
15	1	20	-2.0	45	10	07	17	-133.0	19	01	-2.7	316
16	2	06	-2.5	44	11	00	25	-131.8	19	52	-2.2	316
17	3	03	-2.9	45	11	52	29	-127.2	20	32	-1.7	313
18	4	09	-3.2	49	12	42	15	-120.4	21	01	-1.3	308
19	5	19	-3.3	54	13	29	08	-112.9	21	23	-1.0	301
20	6	30	-3.4	62	14	13	07	-106.4	21	40	-0.8	294
21	7	39	-3.4	70	14	54	44	-101.5	21	54	-0.7	285
22	8	48	-3.4	78	15	34	49	-99.0	22	06	-0.6	277
23	9	56	-3.4	87	16	14	22	-99.3	22	18	-0.6	268
24	11	06	-3.4	97	16	54	32	-102.6	22	30	-0.7	259
25	12	17	-3.6	106	17	36	35	-109.2	22	44	-0.8	250
26	13	32	-3.7	115	18	21	52	-119.2	23	01	-1.0	242
27	14	51	-3.8	124	19	11	43	-132.1	23	23	-1.4	234
28	16	13	-3.7	131	20	07	03	-146.4	23	55	-2.0	227
29	17	32	-3.4	136	21	07	54	-158.5	—	—	—	—
30	18	41	-2.9	137	22	12	38	-164.2	0	41	-2.7	223
31	19	34	-2.3	134	23	18	11	-161.5	1	46	-3.5	223

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Серпень												
1	20	12	-1.7	127	—	—	—	—	3	08	-4.0	228
2	20	39	-1.2	118	0	21	22	-152.3	4	41	-4.3	236
3	21	00	-1.0	108	1	20	17	-140.8	6	14	-4.4	246
4	21	16	-0.8	97	2	14	43	-130.6	7	45	-4.3	257
5	21	32	-0.8	87	3	05	34	-123.5	9	11	-4.2	268
6	21	47	-0.8	76	3	54	13	-120.1	10	35	-4.0	279
7	22	03	-0.9	67	4	42	04	-119.8	11	56	-3.9	289
8	22	22	-1.1	58	5	30	19	-122.2	13	17	-3.8	299
9	22	47	-1.4	51	6	19	50	-126.1	14	35	-3.6	307
10	23	19	-1.9	46	7	10	59	-130.1	15	50	-3.3	313
11	—	—	—	—	8	03	32	-132.4	16	56	-2.9	316
12	0	02	-2.3	43	8	56	34	-132.0	17	51	-2.4	317
13	0	56	-2.8	44	9	48	50	-128.3	18	33	-1.8	314
14	1	59	-3.1	47	10	39	09	-122.1	19	05	-1.4	310
15	3	08	-3.3	52	11	26	46	-115.0	19	28	-1.1	303
16	4	19	-3.4	59	12	11	33	-108.2	19	47	-0.8	296
17	5	30	-3.4	67	12	53	49	-102.8	20	01	-0.7	288
18	6	39	-3.4	76	13	34	17	-99.5	20	14	-0.6	279
19	7	47	-3.4	85	14	13	48	-98.5	20	26	-0.6	271
20	8	56	-3.4	94	14	53	26	-100.3	20	37	-0.6	262
21	10	06	-3.5	103	15	34	15	-105.0	20	50	-0.7	253
22	11	18	-3.6	112	16	17	30	-112.8	21	05	-0.9	244
23	12	34	-3.7	121	17	04	22	-123.4	21	25	-1.2	236
24	13	53	-3.7	129	17	55	56	-136.1	21	51	-1.7	229
25	15	12	-3.5	134	18	52	38	-148.6	22	29	-2.3	224
26	16	24	-3.1	137	19	53	52	-157.5	23	23	-3.0	223
27	17	23	-2.5	136	20	57	34	-159.8	—	—	—	—
28	18	07	-1.9	131	22	00	55	-155.2	0	36	-3.7	225
29	18	38	-1.4	123	23	01	32	-146.3	2	03	-4.2	231
30	19	01	-1.1	113	23	58	56	-136.9	3	37	-4.4	240
31	19	19	-0.9	103	—	—	—	—	5	10	-4.4	251

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.



Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Вересень												
1	19	35	-0.8	92	0	51	42	-129.4	6	40	-4.3	263
2	19	51	-0.8	81	1	42	33	-125.0	8	07	-4.2	274
3	20	07	-0.9	70	2	32	13	-123.8	9	33	-4.1	285
4	20	25	-1.1	61	3	21	54	-125.3	10	57	-4.0	295
5	20	48	-1.3	53	4	12	32	-128.5	12	19	-3.8	304
6	21	18	-1.7	47	5	04	34	-132.0	13	38	-3.5	311
7	21	57	-2.2	44	5	57	52	-134.3	14	49	-3.1	316
8	22	48	-2.7	43	6	51	38	-133.8	15	49	-2.6	317
9	23	50	-3.0	45	7	44	40	-130.3	16	35	-2.0	316
10	—	—	—	—	8	35	48	-124.2	17	09	-1.5	312
11	0	58	-3.3	50	9	24	15	-117.1	17	35	-1.1	306
12	2	08	-3.4	57	10	09	50	-110.1	17	54	-0.9	299
13	3	19	-3.4	64	10	52	49	-104.4	18	09	-0.7	291
14	4	29	-3.4	73	11	33	50	-100.6	18	22	-0.6	282
15	5	38	-3.4	82	12	13	42	-99.0	18	34	-0.6	273
16	6	47	-3.4	91	12	53	22	-99.9	18	46	-0.6	264
17	7	57	-3.5	100	13	33	52	-103.5	18	58	-0.7	256
18	9	09	-3.6	110	14	16	17	-109.9	19	12	-0.8	247
19	10	24	-3.7	118	15	01	43	-118.8	19	30	-1.1	238
20	11	41	-3.7	127	15	51	06	-129.7	19	53	-1.5	231
21	12	59	-3.5	133	16	44	59	-140.9	20	25	-2.0	226
22	14	13	-3.2	137	17	43	05	-149.9	21	12	-2.7	223
23	15	15	-2.6	137	18	44	00	-154.0	22	15	-3.4	223
24	16	03	-2.1	134	19	45	28	-152.1	23	35	-3.9	228
25	16	37	-1.6	127	20	45	19	-145.7	—	—	—	—
26	17	03	-1.2	119	21	42	15	-137.9	1	03	-4.2	235
27	17	22	-0.9	108	22	36	07	-131.0	2	35	-4.3	245
28	17	39	-0.8	97	23	27	40	-126.7	4	05	-4.4	256
29	17	54	-0.8	86	—	—	—	—	5	34	-4.3	268
30	18	10	-0.8	75	0	18	01	-125.5	7	01	-4.2	280

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
<b>Жовтень</b>												
1	18	27	-1.0	65	1	08	23	-127.1	8	27	-4.2	291
2	18	48	-1.2	56	1	59	47	-130.6	9	53	-4.0	300
3	19	15	-1.6	49	2	52	47	-134.8	11	16	-3.8	309
4	19	51	-2.1	44	3	47	17	-137.7	12	34	-3.4	314
5	20	39	-2.5	43	4	42	32	-137.8	13	40	-2.8	317
6	21	38	-2.9	44	5	37	12	-134.4	14	32	-2.3	317
7	22	44	-3.2	48	6	29	57	-128.0	15	11	-1.7	313
8	23	55	-3.4	54	7	19	50	-120.2	15	40	-1.3	308
9	—	—	—	—	8	06	33	-112.5	16	01	-1.0	301
10	1	06	-3.4	61	8	50	23	-106.1	16	17	-0.8	294
11	2	17	-3.4	70	9	31	58	-101.7	16	31	-0.6	285
12	3	26	-3.4	79	10	12	10	-99.6	16	43	-0.6	277
13	4	35	-3.4	88	10	51	59	-100.0	16	54	-0.6	268
14	5	45	-3.5	97	11	32	25	-103.1	17	06	-0.6	259
15	6	57	-3.6	107	12	14	34	-108.9	17	20	-0.8	250
16	8	12	-3.7	116	12	59	29	-117.2	17	36	-1.0	241
17	9	30	-3.7	124	13	47	05	-127.4	17	57	-1.3	233
18	10	49	-3.6	131	14	40	56	-138.0	18	27	-1.8	227
19	12	04	-3.3	136	15	37	46	-146.6	19	08	-2.5	223
20	13	10	-2.8	138	16	37	20	-150.7	20	06	-3.1	222
21	14	01	-2.2	136	17	37	34	-149.2	21	19	-3.6	226
22	14	39	-1.7	130	18	36	21	-143.3	22	42	-4.0	232
23	15	06	-1.3	122	19	32	21	-135.7	—	—	—	—
24	15	27	-1.0	113	20	25	21	-128.8	0	10	-4.2	241
25	15	44	-0.8	102	21	15	59	-124.3	1	38	-4.2	251
26	15	59	-0.8	92	22	05	20	-122.9	3	04	-4.2	263
27	16	14	-0.8	81	22	54	42	-124.6	4	30	-4.2	274
28	16	30	-0.9	70	23	45	13	-128.9	5	55	-4.2	285
29	16	49	-1.1	61	—	—	—	—	7	21	-4.1	296
30	17	13	-1.4	53	0	37	42	-134.4	8	47	-4.0	305
31	17	45	-1.9	46	1	32	23	-139.3	10	09	-3.6	312

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Листопад												
1	18	28	-2.4	43	2	28	39	-141.5	11	23	-3.2	316
2	19	23	-2.8	43	3	25	06	-139.6	12	23	-2.6	317
3	20	28	-3.2	46	4	20	02	-133.6	13	09	-2.0	315
4	21	39	-3.4	51	5	12	05	-128.2	13	41	-1.5	310
5	22	51	-3.4	58	6	00	37	-116.4	14	05	-1.1	304
6	—	—	—	—	6	45	44	-108.6	14	23	-0.8	297
7	0	02	-3.4	66	7	28	06	-102.9	14	38	-0.7	289
8	1	11	-3.4	75	8	08	38	-99.8	14	50	-0.6	280
9	2	20	-3.4	84	8	48	22	-99.4	15	02	-0.6	271
10	3	29	-3.4	93	9	28	25	-101.8	15	13	-0.6	262
11	4	41	-3.6	103	10	09	57	-107.2	15	26	-0.7	253
12	5	55	-3.7	112	10	54	09	-115.4	15	42	-0.9	244
13	7	13	-3.8	121	11	42	04	-125.9	16	01	-1.2	236
14	8	33	-3.7	129	12	34	25	-137.3	16	28	-1.7	229
15	9	52	-3.9	135	13	31	11	-147.1	17	06	-2.3	224
16	11	03	-3.0	138	14	31	01	-152.3	17	59	-2.9	222
17	12	00	-2.4	137	15	32	09	-151.2	19	09	-3.5	224
18	12	41	-1.8	132	16	31	40	-144.8	20	30	-3.9	230
19	13	11	-1.3	125	17	28	05	-135.9	21	56	-4.1	238
20	13	33	-1.0	116	18	20	56	-127.6	23	22	-4.1	248
21	13	50	-0.8	106	19	10	50	-121.7	—	—	—	—
22	14	05	-0.7	96	19	58	54	-119.0	0	46	-4.1	259
23	14	19	-0.7	85	20	46	29	-119.7	2	09	-4.0	270
24	14	34	-0.8	75	21	34	56	-123.6	3	32	-4.0	281
25	14	51	-1.0	65	22	25	21	-129.6	4	55	-4.0	291
26	15	13	-1.3	56	23	18	22	-136.2	6	19	-4.0	301
27	15	41	-1.7	49	—	—	—	—	7	43	-3.8	309
28	16	19	-2.2	44	0	13	51	-141.2	9	01	-3.4	314
29	17	09	-2.7	43	1	10	43	-142.3	10	09	-2.9	317
30	18	11	-3.1	45	2	07	11	-138.6	11	01	-2.3	316

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Закінчення табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Грудень												
1	19	21	-3.3	49	3	01	23	-130.9	11	39	-1.7	313
2	20	33	-3.4	56	3	52	09	-121.5	12	07	-1.2	307
3	21	45	-3.4	63	4	39	07	-112.4	12	27	-0.9	300
4	22	55	-3.4	72	5	22	44	-105.1	12	43	-0.7	292
5	—	—	—	—	6	03	50	-100.3	12	56	-0.6	283
6	0	04	-3.4	80	6	43	31	-98.4	13	08	-0.6	275
7	1	12	-3.4	90	7	22	56	-99.4	13	20	-0.6	266
8	2	22	-3.5	99	8	03	19	-103.6	13	32	-0.7	257
9	3	34	-3.6	108	8	45	55	-111.0	13	46	-0.8	248
10	4	50	-3.7	117	9	32	02	-121.4	14	03	-1.1	239
11	6	10	-3.8	126	10	22	45	-133.9	14	27	-1.5	232
12	7	31	-3.6	133	11	18	32	-146.2	15	00	-2.1	226
13	8	47	-3.2	137	12	18	46	-154.9	15	48	-2.7	223
14	9	51	-2.7	137	13	21	22	-156.8	16	54	-3.4	223
15	10	39	-2.1	134	14	23	25	-151.6	18	14	-3.9	228
16	11	13	-1.5	127	15	22	29	-142.0	19	42	-4.1	236
17	11	38	-1.1	118	16	17	27	-131.7	21	09	-4.2	245
18	11	57	-0.9	109	17	08	35	-123.4	22	35	-4.1	256
19	12	12	-0.8	98	17	56	57	-118.5	23	57	-4.0	267
20	12	26	-0.7	88	18	43	57	-117.1	—	—	—	—
21	12	41	-0.8	78	19	31	01	-119.2	1	19	-4.0	277
22	12	57	-0.9	68	20	19	27	-124.2	2	40	-4.0	288
23	13	16	-1.1	59	21	10	13	-130.6	4	02	-3.9	298
24	13	41	-1.5	52	22	03	38	-136.9	5	24	-3.8	306
25	14	14	-2.0	46	22	59	12	-140.6	6	43	-3.5	313
26	14	59	-2.5	43	23	56	54	-139.9	7	54	-3.0	316
27	15	56	-2.9	44	—	—	—	—	8	52	-2.5	317
28	17	04	-3.3	47	0	50	42	-134.5	9	36	-1.9	314
29	18	16	-3.4	53	1	43	06	-126.0	10	07	-1.4	309
30	19	29	-3.4	60	2	31	52	-116.7	10	30	-1.0	302
31	20	40	-3.4	68	3	17	01	-108.3	10	48	-0.8	295

Примітка. Азимуту відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Таблиця 7

**ПОПРАВКИ МОМЕНТІВ СХОДУ ТА ЗАХОДУ МІСЯЦЯ  
(у хвиликах)**

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
Січень										
1	+14	-12	+10	-8	+5	-4	0	0	-5	+5
2	+19	-18	+14	-13	+7	-7	0	0	-8	+7
3	+25	-24	+18	-17	+9	-9	0	0	-10	+9
4	+30	-29	+21	-20	+11	-11	0	0	-13	+12
5	+33	-32	+24	-23	+13	-12	0	0	-13	+14
6	+33	-34	+23	-24	+12	-12	0	0	-14	+14
7	+31	-31	+22	-22	+12	-11	0	0	-13	+14
8	+26	-27	+18	-19	+10	-10	0	0	-11	+12
9	+21	-22	+14	-15	+7	-8	0	0	-9	+9
10	+15	-17	+11	-12	+5	-6	0	0	-6	+7
11	+9	-11	+6	-8	+3	-4	0	0	-4	+5
12	+4	-6	+3	-4	+2	-2	0	0	-2	+3
13	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	+1	+1
14	—	+4	—	+3	—	+2	—	0	—	-1
15	-7	+9	-5	+6	-3	+3	0	0	+3	-4
16	-13	+15	-9	+10	-5	+5	0	0	+6	-6
17	-20	+22	-14	+15	-7	+8	0	0	+8	-9
18	-26	+28	-18	+20	-10	+10	0	0	+11	-11
19	-33	+33	-23	+23	-12	+12	0	0	+13	-14
20	-34	+34	-24	+24	-13	+12	0	0	+15	-15
21	-32	+31	-22	+22	-11	+12	0	0	+14	-13
22	-26	+25	-18	+17	-10	+9	0	0	+10	-10
23	-19	+17	-13	+12	-7	+6	0	0	+8	-7
24	-12	+9	-8	+6	-4	+3	0	0	+5	-4
25	-5	+3	-3	+2	-2	+1	0	0	+3	-1
26	0	-3	0	-2	0	-1	0	0	0	+2
27	+6	—	+4	—	+2	—	0	—	-3	—
28	+13	-10	+9	-7	+5	-3	0	0	-4	+4
29	+18	-16	+13	-11	+7	-6	0	0	-7	+6
30	+24	-22	+17	-16	+9	-8	0	0	-9	+9
31	+29	-28	+20	-20	+11	-11	0	0	-11	+11
Лютий										
1	+32	-32	+23	-22	+12	-12	0	0	-14	+13
2	+34	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-14	+14

Продовження табл.7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
3	+32	-32	+22	-23	+12	-12	0	0	-14	+14
4	+28	-29	+20	-20	+10	-11	0	0	-12	+12
5	+23	-25	+16	-17	+9	-9	0	0	-9	+9
6	+17	-19	+12	-13	+6	-7	0	0	-7	+8
7	+12	-13	+8	-9	+5	-5	0	0	-4	+5
8	+6	-9	+4	-6	+2	-3	0	0	-2	+3
9	0	-3	0	-2	0	-1	0	0	0	+1
10	-5	+3	-4	+2	-2	+1	0	0	+2	-1
11	-12	+8	-8	+5	-4	+2	0	0	+4	-3
12	—	+14	—	+9	—	+5	—	0	—	-5
13	-18	+20	-12	+14	-7	+7	0	0	+7	-8
14	-25	+25	-18	+18	-9	+9	0	0	+9	-11
15	-30	+31	-21	+22	-11	+11	0	0	+13	-13
16	-35	+35	-24	+24	-13	+13	0	0	+14	-14
17	-34	+34	-24	+24	-13	+13	0	0	+14	-14
18	-30	+28	-21	+20	-11	+10	0	0	+12	-12
19	-23	+21	-16	+15	-8	+8	0	0	+9	-8
20	-16	+13	-11	+9	-6	+5	0	0	+6	-5
21	-9	+6	-7	+4	-4	+2	0	0	+3	-3
22	-2	0	-2	0	-1	0	0	0	+1	+1
23	+4	-7	+3	-5	+2	-2	0	0	-1	+3
24	+10	-14	+7	-10	+3	-5	0	0	-4	+5
25	+16	—	+11	—	+6	—	0	—	-6	—
26	+22	-20	+15	-14	+8	-7	0	0	-9	+8
27	+27	-26	+19	-18	+10	-10	0	0	-11	+11
28	+31	-31	+22	-22	+11	-11	0	0	-14	+13

## Березень

1	+34	-34	+23	-24	+12	-13	0	0	-15	+14
2	+33	-33	+23	-23	+12	-12	0	0	-14	+14
3	+30	-31	+21	-21	+12	-11	0	0	-12	+13
4	+25	-26	+18	-18	+9	-9	0	0	-10	+11
5	+19	-21	+13	-14	+7	-7	0	0	-8	+8
6	+14	-15	+9	-10	+5	-5	0	0	-5	+6
7	+7	-10	+5	-7	+3	-3	0	0	-3	+4
8	+2	-4	+2	-3	+1	-1	0	0	0	+2
9	-4	+1	-3	+1	-2	0	0	0	+1	0
10	-10	+6	-7	+4	-3	+2	0	0	+4	-2
11	-17	+12	-12	+9	-6	+5	0	0	+6	-4
12	-23	+18	-16	+12	-9	+6	0	0	+9	-7

Продовження табл.7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
13	—	+24	—	+16	—	+8	—	0	—	-10
14	-29	+30	-20	+21	-10	+11	0	0	+12	-13
15	-33	+34	-23	+24	-12	+13	0	0	+15	-14
16	-35	+35	-24	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
17	-32	+32	-23	+22	-12	+12	0	0	+13	-13
18	-27	+24	-19	+17	-10	+9	0	0	+10	-10
19	-19	+17	-13	+12	-7	+6	0	0	+8	-7
20	-12	+10	-8	+7	-4	+4	0	0	+5	-4
21	-5	+3	-4	+2	-2	+1	0	0	+3	-1
22	0	-4	0	-2	0	-1	0	0	0	+2
23	+7	-11	+5	-7	+2	-4	0	0	-3	+4
24	+13	-18	+9	-13	+5	-7	0	0	-5	+7
25	+19	-24	+13	-16	+7	-8	0	0	-8	+10
26	+26	—	+18	—	+10	—	0	—	-10	—
27	+31	-29	+22	-21	+11	-11	0	0	-12	+12
28	+34	-33	+23	-23	+12	-12	0	0	-15	+14
29	+34	-34	+24	-24	+13	-12	0	0	-15	+15
30	+32	-33	+22	-23	+12	-12	0	0	-13	+13
31	+28	-28	+19	-19	+10	-10	0	0	-11	+12

## Квітень

1	+22	-23	+15	-16	+8	-8	0	0	-9	+10
2	+16	-18	+11	-12	+6	-6	0	0	-6	+7
3	+10	-12	+7	-9	+4	-5	0	0	-4	+4
4	+4	-6	+3	-4	+2	-2	0	0	-1	+3
5	-2	-1	-1	-1	0	-1	0	0	+1	0
6	-8	+4	-5	+3	-3	+1	0	0	+3	-2
7	-14	+10	-10	+7	-6	+4	0	0	+5	-4
8	-20	+16	-14	+11	-7	+6	0	0	+9	-7
9	-27	+22	-19	+15	-10	+8	0	0	+11	-9
10	—	+29	—	+20	—	+10	—	0	—	-12
11	-33	+33	-23	+23	-13	+12	0	0	+13	-14
12	-35	+36	-25	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
13	-33	+33	-23	+23	-12	+12	0	0	+14	-14
14	-28	+28	-20	+19	-10	+10	0	0	+12	-11
15	-22	+20	-15	+14	-8	+7	0	0	+9	-8
16	-15	+12	-11	+9	-6	+4	0	0	+6	-6
17	-9	+6	-6	+5	-4	+3	0	0	+3	-2
18	-2	0	-2	0	-1	0	0	0	+1	+1

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
19	+4	-7	+2	-5	+1	-2	0	0	-2	+3
20	+10	-14	+7	-10	+4	-5	0	0	-4	+6
21	+16	-21	+11	-15	+5	-8	0	0	-7	+8
22	+23	-27	+16	-19	+8	-10	0	0	-9	+11
23	+28	-32	+19	-22	+10	-11	0	0	-12	+14
24	+33	—	+23	—	+12	—	0	—	-14	—
25	+35	-35	+25	-24	+13	-13	0	0	-14	+15
26	+34	-33	+24	-23	+13	-12	0	0	-14	+15
27	+30	-30	+21	-21	+11	-11	0	0	-12	+13
28	+24	-26	+17	-18	+9	-10	0	0	-9	+10
29	+18	-20	+13	-14	+7	-7	0	0	-7	+8
30	+12	-14	+9	-10	+5	-5	0	0	-5	+5

## Травень

1	+6	-9	+4	-6	+2	-3	0	0	-3	+3
2	+1	-4	0	-2	0	-1	0	0	0	+1
3	-5	+2	-4	+2	-2	+1	0	0	+2	0
4	-11	+7	-8	+5	-4	+2	0	0	+5	-3
5	-18	+14	-13	+9	-7	+5	0	0	+7	-5
6	-25	+20	-17	+14	-9	+7	0	0	+10	-8
7	-31	+26	-22	+18	-12	+10	0	0	+13	-11
8	-35	+32	-25	+23	-13	+12	0	0	+15	-13
9	—	+35	—	+25	—	+13	—	0	—	-15
10	-34	+34	-24	+24	-13	+13	0	0	+15	-14
11	-30	+29	-21	+20	-11	+10	0	0	+12	-12
12	-24	+22	-16	+15	-8	+8	0	0	+10	-9
13	-17	+15	-12	+11	-6	+6	0	0	+7	-6
14	-11	+8	-8	+5	-4	+3	0	0	+4	-3
15	-4	+2	-3	+1	-2	+1	0	0	+2	-1
16	+2	-5	+2	-3	+1	-2	0	0	0	+2
17	+8	-11	+5	-8	+3	-4	0	0	-3	+5
18	+14	-18	+10	-12	+5	-6	0	0	-5	+8
19	+20	-24	+14	-17	+8	-9	0	0	-7	+10
20	+26	-30	+18	-21	+9	-11	0	0	-11	+13
21	+32	-34	+22	-24	+12	-13	0	0	-12	+14
22	+34	-34	+24	-24	+13	-12	0	0	-14	+15
23	+35	-32	+24	-23	+13	-12	0	0	-14	+13
24	+31	—	+22	—	+12	—	0	—	-13	—
25	+26	-28	+18	-19	+10	-10	0	0	-11	+11
26	+20	-22	+14	-16	+7	-8	0	0	-8	+8



Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
27	+15	-16	+10	-11	+6	-6	0	0	-5	+6
28	+9	-11	+6	-8	+3	-4	0	0	-3	+4
29	+3	-6	+2	-4	+1	-2	0	0	-1	+2
30	-2	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	+1	0
31	-9	+5	-6	+4	-3	+2	0	0	+3	-2

## Червень

1	-15	+11	-11	+8	-6	+4	0	0	+6	-4
2	-22	+17	-15	+11	-8	+6	0	0	+9	-7
3	-29	+24	-20	+17	-11	+9	0	0	+12	-9
4	-33	+30	-23	+21	-12	+11	0	0	+15	-12
5	-35	+34	-24	+24	-13	+12	0	0	+15	-15
6	-32	+35	-23	+25	-12	+13	0	0	+13	-15
7	-26	+31	-18	+22	-9	+12	0	0	+11	-13
8	—	+24	—	+17	—	+9	—	0	—	-10
9	-19	+17	-13	+12	-7	+6	0	0	+8	-7
10	-12	+10	-9	+7	-4	+4	0	0	+5	-4
11	-6	+3	-4	+2	-2	+1	0	0	+3	-1
12	0	-4	0	-3	0	-2	0	0	0	+1
13	+6	-9	+4	-6	+2	-3	0	0	-2	+4
14	+12	-16	+9	-11	+5	-6	0	0	-4	+6
15	+18	-22	+13	-15	+7	-8	0	0	-7	+9
16	+24	-28	+17	-20	+9	-10	0	0	-9	+12
17	+30	-33	+21	-23	+11	-12	0	0	-12	+14
18	+33	-35	+23	-24	+12	-13	0	0	-14	+14
19	+34	-33	+24	-23	+13	-12	0	0	-15	+14
20	+32	-29	+22	-20	+12	-11	0	0	-14	+12
21	+28	-23	+20	-16	+10	-8	0	0	-11	+10
22	+22	-19	+15	-13	+8	-7	0	0	-10	+7
23	+17	-13	+12	-9	+6	-5	0	0	-7	+5
24	+11	-7	+7	-5	+4	-3	0	0	-5	+3
25	+5	-3	+3	-2	+1	-1	0	0	-3	0
26	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—
27	-6	+3	-4	+2	-2	+1	0	0	+2	-1
28	-12	+8	-8	+6	-4	+3	0	0	+5	-3
29	-19	+14	-13	+10	-7	+5	0	0	+7	-5
30	-26	+20	-18	+14	-10	+7	0	0	+10	-9

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід

## Липень

1	-31	+27	-22	+19	-11	+10	0	0	+14	-11
2	-35	+32	-24	+23	-13	+12	0	0	+15	-14
3	-34	+36	-24	+25	-13	+14	0	0	+14	-14
4	-29	+33	-20	+23	-11	+12	0	0	+11	-14
5	-21	+28	-15	+19	-8	+10	0	0	+9	-11
6	-14	+20	-10	+14	-5	+7	0	0	+6	-8
7	-8	+12	-5	+8	-3	+4	0	0	+3	-5
8	-2	+5	-2	+4	-1	+2	0	0	0	-2
9	+4	-1	+3	-1	+2	0	0	0	-1	0
10	+10	-8	+7	-6	+4	-3	0	0	-4	+3
11	+16	-15	+11	-10	+6	-5	0	0	-6	+5
12	—	-21	—	-14	—	-7	—	0	—	+8
13	+22	-27	+15	-19	+8	-10	0	0	-9	+11
14	+28	-32	+20	-22	+10	-12	0	0	-11	+13
15	+32	-35	+23	-24	+12	-13	0	0	-13	+14
16	+35	-33	+24	-23	+13	-12	0	0	-14	+14
17	+34	-31	+24	-22	+13	-12	0	0	-14	+12
18	+30	-26	+21	-18	+11	-10	0	0	-12	+10
19	+24	-21	+17	-14	+9	-8	0	0	-10	+8
20	+18	-15	+12	-11	+6	-6	0	0	-8	+5
21	+13	-10	+9	-7	+5	-4	0	0	-5	+3
22	+7	-4	+5	-3	+3	-1	0	0	-3	+2
23	+2	+1	+2	+1	+1	0	0	0	0	0
24	-5	+7	-3	+5	-2	+3	0	0	+1	-2
25	-10	+12	-7	+8	-4	+4	0	0	+4	-5
26	-16	+18	-11	+13	-6	+7	0	0	+6	-7
27	-23	+25	-16	+17	-8	+9	0	0	+9	-9
28	-30	+30	-21	+21	-11	+11	0	0	+12	-13
29	-34	—	-24	—	-13	—	0	—	+14	—
30	-35	+35	-24	+24	-13	+13	0	0	+15	-15
31	-31	+35	-22	+24	-11	+13	0	0	+14	-15

## Серпень

1	-25	+31	-17	+22	-9	+12	0	0	+11	-12
2	-18	+23	-12	+16	-6	+8	0	0	+7	-10
3	-11	+16	-8	+11	-4	+6	0	0	+4	-6
4	-4	+8	-3	+5	-1	+3	0	0	+2	-4
5	+2	+1	+1	+1	0	+1	0	0	-1	0
6	+8	-6	+5	-4	+2	-2	0	0	-4	+2

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
7	+14	-12	+10	-8	+5	-4	0	0	-6	+5
8	+21	-19	+15	-14	+8	-7	0	0	-8	+7
9	+27	-25	+19	-17	+10	-9	0	0	-11	+10
10	+32	-31	+22	-22	+12	-12	0	0	-13	+12
11	—	-34	—	-24	—	-13	—	0	—	+15
12	+34	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-14	+15
13	+34	-31	+24	-22	+13	-11	0	0	-14	+14
14	+32	-27	+22	-19	+12	-10	0	0	-13	+11
15	+27	-21	+19	-15	+10	-7	0	0	-10	+9
16	+21	-17	+15	-12	+8	-6	0	0	-8	+6
17	+14	-11	+10	-7	+5	-4	0	0	-6	+4
18	+9	-6	+6	-4	+3	-2	0	0	-4	+2
19	+4	-1	+3	-1	+2	-1	0	0	-1	0
20	-2	+5	-2	+4	-1	+2	0	0	+1	-1
21	-8	+11	-6	+7	-3	+4	0	0	+3	-4
22	-14	+16	-9	+11	-5	+6	0	0	+6	-6
23	-20	+22	-14	+15	-7	+8	0	0	+9	-9
24	-27	+28	-19	+20	-10	+10	0	0	+11	-11
25	-33	+33	-23	+23	-12	+12	0	0	+14	-14
26	-35	+36	-25	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
27	-34	—	-24	—	-12	—	0	—	+15	—
28	-29	+34	-20	+24	-11	+13	0	0	+12	-14
29	-22	+28	-15	+20	-8	+11	0	0	+9	-11
30	-14	+20	-10	+14	-5	+7	0	0	+6	-8
31	-7	+12	-5	+8	-2	+4	0	0	+3	-5
Вересень										
1	-1	+5	0	+3	0	+2	0	0	+1	-2
2	+5	-2	+3	-1	+2	0	0	0	-3	+1
3	+12	-10	+8	-7	+4	-4	0	0	-5	+4
4	+19	-17	+13	-12	+7	-6	0	0	-7	+6
5	+25	-23	+17	-16	+9	-8	0	0	-10	+10
6	+30	-30	+21	-21	+11	-11	0	0	-13	+12
7	+35	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-14	+14
8	+35	-36	+25	-25	+13	-14	0	0	-14	+14
9	+32	-33	+23	-23	+12	-12	0	0	-14	+14
10	—	-29	—	-20	—	-10	—	0	—	+12
11	+28	-24	+19	-17	+10	-9	0	0	-12	+9
12	+23	-18	+16	-13	+9	-7	0	0	-9	+7
13	+17	-12	+12	-8	+6	-4	0	0	-6	+5
14	+11	-7	+8	-5	+4	-2	0	0	-4	+3

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
15	+5	-2	+4	-1	+2	-1	0	0	-2	+1
16	-1	+3	0	+2	0	+1	0	0	0	-2
17	-7	+9	-5	+6	-2	+3	0	0	+2	-3
18	-13	+14	-9	+10	-5	+5	0	0	+5	-6
19	-19	+20	-13	+14	-7	+7	0	0	+7	-9
20	-25	+26	-17	+18	-9	+9	0	0	+10	-11
21	-31	+32	-22	+23	-11	+12	0	0	+13	-13
22	-36	+35	-25	+25	-14	+13	0	0	+15	-15
23	-36	+36	-25	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
24	-32	+30	-22	+21	-12	+11	0	0	+13	-13
25	-25	—	-17	—	-9	—	0	—	+11	—
26	-18	+24	-13	+17	-7	+9	0	0	+7	-9
27	-11	+16	-7	+11	-4	+6	0	0	+5	-7
28	-5	+9	-3	+6	-2	+3	0	0	+2	-3
29	+2	+1	+2	0	+1	0	0	0	-1	-1
30	+8	-6	+6	-4	+3	-2	0	0	-4	+2
Жовтень										
1	+15	-13	+11	-9	+6	-5	0	0	-6	+5
2	+22	-20	+15	-14	+8	-7	0	0	-9	+8
3	+29	-27	+20	-18	+11	-10	0	0	-11	+12
4	+34	-33	+24	-23	+13	-12	0	0	-14	+13
5	+35	-35	+25	-25	+13	-13	0	0	-15	+15
6	+34	-34	+24	-24	+12	-12	0	0	-15	+15
7	+31	-31	+22	-21	+12	-11	0	0	-12	+13
8	+25	-26	+17	-18	+9	-10	0	0	-10	+10
9	—	-21	—	-14	—	-8	—	0	—	+8
10	+19	-15	+13	-10	+7	-5	0	0	-7	+6
11	+12	-10	+9	-7	+4	-4	0	0	-5	+3
12	+7	-4	+5	-3	+3	-2	0	0	-3	+1
13	+2	+2	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0
14	-4	+7	-3	+5	-1	+3	0	0	+2	-3
15	-10	+12	-7	+8	-4	+4	0	0	+4	-5
16	-17	+18	-11	+13	-6	+7	0	0	+7	-7
17	-23	+25	-16	+17	-9	+9	0	0	+9	-10
18	-30	+30	-21	+21	-11	+11	0	0	+12	-13
19	-34	+35	-24	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
20	-36	+35	-25	+25	-13	+13	0	0	+15	-16
21	-33	+32	-23	+23	-12	+12	0	0	+15	-14
22	-28	+27	-19	+19	-10	+10	0	0	+11	-11
23	-21	—	-14	—	-7	—	0	—	+9	—

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
24	-14	+19	-10	+13	-5	+7	0	0	+5	-8
25	-8	+11	-5	+8	-3	+4	0	0	+3	-5
26	-1	+5	-1	+3	-1	+2	0	0	0	-2
27	+5	-3	+3	-2	+2	-1	0	0	-2	+1
28	+12	-9	+8	-6	+4	-3	0	0	-5	+4
29	+18	-16	+13	-11	+6	-6	0	0	-8	+7
30	+25	-24	+17	-16	+9	-9	0	0	-10	+10
31	+31	-30	+22	-21	+11	-11	0	0	-13	+13
Листопад										
1	+35	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-15	+15
2	+35	-35	+25	-24	+13	-13	0	0	-15	+15
3	+32	-33	+23	-23	+12	-12	0	0	-13	+13
4	+27	-28	+19	-19	+10	-10	0	0	-11	+12
5	+21	-22	+14	-15	+7	-8	0	0	-9	+9
6	—	-17	—	-11	—	-6	—	0	—	+7
7	+15	-12	+10	-8	+5	-4	0	0	-6	+4
8	+9	-6	+7	-4	+3	-2	0	0	-3	+2
9	+4	-1	+3	-1	+1	0	0	0	-1	0
10	-2	+5	-1	+4	0	+2	0	0	+1	-1
11	-8	+11	-6	+7	-3	+4	0	0	+3	-4
12	-14	+16	-10	+11	-5	+5	0	0	+6	-7
13	-21	+23	-14	+16	-8	+8	0	0	+8	-9
14	-27	+29	-19	+20	-10	+10	0	0	+12	-12
15	-33	+34	-23	+24	-12	+12	0	0	+14	-14
16	-36	+36	-25	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
17	-35	+33	-25	+23	-13	+12	0	0	+14	-15
18	-30	+28	-21	+20	-11	+10	0	0	+12	-12
19	-23	+21	-16	+15	-9	+8	0	0	+9	-9
20	-17	+14	-12	+10	-6	+5	0	0	+6	-6
21	-10	—	-7	—	-3	—	0	—	+4	—
22	-3	+7	-2	+5	-1	+3	0	0	+1	-3
23	+3	0	+2	0	+1	0	0	0	-1	0
24	+9	-7	+7	-5	+4	-3	0	0	-3	+2
25	+16	-13	+11	-9	+6	-5	0	0	-6	+5
26	+22	-20	+15	-14	+8	-7	0	0	-9	+9
27	+28	-27	+20	-19	+10	-10	0	0	-12	+11
28	+33	-32	+23	-23	+12	-12	0	0	-14	+14
29	+35	-36	+25	-25	+13	-14	0	0	-15	+14
30	+34	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-14	+14

Закінчення табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
Грудень										
1	+29	-30	+20	-21	+11	-11	0	0	-12	+13
2	+24	-25	+17	-17	+9	-9	0	0	-9	+10
3	+17	-19	+12	-13	+6	-7	0	0	-7	+8
4	+12	-13	+8	-9	+4	-5	0	0	-4	+5
5	—	-8	—	-5	—	-3	—	0	—	+3
6	+6	-3	+4	-2	+2	-1	0	0	-3	+1
7	0	+2	0	+1	0	+1	0	0	0	-1
8	-6	+8	-4	+5	-2	+3	0	0	+2	-3
9	-12	+13	-8	+9	-4	+5	0	0	+4	-5
10	-18	+20	-12	+14	-7	+8	0	0	+7	-7
11	-25	+26	-17	+18	-9	+10	0	0	+10	-11
12	-31	+32	-22	+23	-12	+12	0	0	+13	-13
13	-35	+36	-25	+25	-13	+14	0	0	+15	-15
14	-35	+35	-25	+24	-13	+13	0	0	+15	-15
15	-31	+30	-22	+21	-11	+11	0	0	+13	-12
16	-25	+23	-17	+16	-9	+8	0	0	+10	-10
17	-18	+16	-13	+11	-7	+6	0	0	+7	-6
18	-12	+9	-8	+6	-5	+3	0	0	+4	-4
19	-5	+3	-3	+2	-2	+1	0	0	+2	0
20	+2	—	+1	—	+1	—	0	—	0	—
21	+7	-5	+5	-3	+2	-2	0	0	-3	+2
22	+13	-11	+9	-8	+5	-4	0	0	-6	+4
23	+20	-18	+14	-13	+7	-7	0	0	-8	+7
24	+26	-25	+18	-17	+9	-9	0	0	-11	+10
25	+31	-31	+22	-22	+11	-11	0	0	-13	+13
26	+35	-35	+24	-24	+13	-13	0	0	-15	+15
27	+35	-35	+24	-24	+13	-13	0	0	-14	+15
28	+31	-32	+21	-23	+11	-12	0	0	-13	+13
29	+25	-27	+18	-18	+9	-10	0	0	-10	+11
30	+19	-21	+13	-14	+7	-7	0	0	-8	+9
31	+13	-16	+9	-11	+5	-6	0	0	-6	+6

Таблиця 8

**ФАЗИ МІСЯЦЯ  
(за всесвітнім часом)**

Повний Місяць			Остання чверть			Новий Місяць			Перша чверть		
дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв
I.06	23	10	I.15	2	13	I.21	20	56	I.28	15	20
II.05	18	31	II.13	16	03	II.20	7	09	II.27	8	07
III.07	12	43	III.15	2	10	III.21	17	27	III.29	2	33
IV.06	4	37	IV.13	9	13	IV.20	4	16	IV.27	21	21
V.05	17	37	V.12	14	29	V.19	15	56	V.27	15	24
VI.04	3	44	VI.10	19	32	VI.18	4	39	VI.26	7	51
VII.03	11	41	VII.10	1	49	VII.17	18	33	VII.25	22	08
VIII.01	18	33	VIII.08	10	30	VIII.16	9	39	VIII.24	9	58
VIII.31	1	37	IX.06	22	23	IX.15	1	40	IX.22	19	33
IX.29	9	58	X.06	13	49	X.14	17	55	X.22	3	30
X.28	20	24	XI.05	8	39	XI.13	9	27	XI.20	10	51
XI.27	9	17	XII.05	5	52	XII.12	23	32	XII.19	18	40
XII.27	0	34									

Таблиця 9

**ПРОХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ ЧЕРЕЗ АПОГЕЙ І ПЕРИГЕЙ  
(за всесвітнім часом)**

Апогей					Перигей				
дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км	дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км
		'	"				'	"	
I.08	9.3	29	24	406458	I.21	21.0	33	31	356569
II.04	9.0	29	24	406475	II.19	9.1	33	21	358266
III.03	18.0	29	26	405889	III.19	15.3	32	57	362697
III.31	11.3	29	31	404920	IV.16	2.4	32	28	367966
IV.28	6.8	29	33	404299	V.11	5.0	32	21	369344
V.26	1.7	29	32	404509	VI.06	23.2	32	45	364859
VI.22	18.5	29	29	405384	VII.04	22.5	33	11	360149
VII.20	7.0	29	25	406289	VIII.02	05.9	33	27	357309
VIII.16	11.9	29	23	406634	VIII.30	15.9	33	27	357181
IX.12	15.7	29	25	406288	IX.28	1.1	33	12	359910
X.10	3.7	29	28	405425	X.26	2.9	32	45	364872
XI.06	21.8	29	32	404568	XI.21	21.1	32	19	369823
XII.04	18.7	29	33	404347	XII.16	18.9	32	29	367899

Таблиця 10

**ПРОХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ ЧЕРЕЗ ВУЗЛИ СВОЄЇ ОРБИТИ  
(за всесвітнім часом)**

Висхідний вузол			Низхідний вузол		
дата	год	хв	дата	год	хв
I.01	15	25	I.16	6	32
I.28	16	05	II.12	7	31
II.24	18	56	III.11	8	53
III.24	2	08	IV.07	13	51
IV.20	11	32	V.04	21	57
V.17	19	36	VI.01	6	22
VI.14	0	05	VI.28	12	22
VII.11	1	23	VII.25	15	05
VIII.07	2	46	VIII.21	16	23
IX.03	7	44	IX.17	19	18
IX.30	16	49	X.15	1	11
X.28	3	14	XI.11	8	49
XI.24	11	02	XII.08	15	24
XII.21	13	54			

Таблиця 11

**ВХОДЖЕННЯ СОНЦЯ В ЗНАКИ ЗОДІАКУ  
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час		Зодіакальний знак	
	год	хв		
Січень	20	8	30	Водолія
Лютий	18	22	34	Риб
Березень	20	21	24	Овна
Квітень	20	8	14	Тельця
Травень	21	7	12	Близнят
Червень	21	15	02	Рака
Липень	23	1	54	Лева
Серпень	23	9	04	Діви
Вересень	23	6	51	Терезів
Жовтень	23	16	22	Скорпіона
Листопад	22	14	05	Стрільця
Грудень	22	3	29	Козорога



Таблиця 12

**ВХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ В ЗНАКИ ЗОДІАКУ  
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв			год	хв	
Січень				Лютий				Березень			
3	2	45	Близнят	1	20	12	Рака	1	2	41	Рака
5	14	16	Рака	4	8	49	Лева	3	15	17	Лева
8	2	41	Лева	6	21	15	Діви	6	3	39	Діви
10	15	16	Діви	9	8	48	Терезів	8	14	45	Терезів
13	2	57	Терезів	11	18	35	Скорпіона	11	0	07	Скорпіона
15	12	09	Скорпіона	14	1	32	Стрільця	13	7	22	Стрільця
17	17	34	Стрільця	16	5	01	Козорога	15	12	07	Козорога
19	19	12	Козорога	18	5	35	Водоля	17	14	26	Водоля
21	18	30	Водоля	20	4	57	Риб	19	15	13	Риб
23	17	37	Риб	22	5	15	Овна	21	16	02	Овна
25	18	49	Овна	24	8	30	Тельця	23	18	43	Тельця
27	23	43	Тельця	26	15	49	Близнят	26	0	43	Близнят
30	8	36	Близнят					28	10	23	Рака
								30	22	32	Лева
Квітень				Травень				Червень			
2	10	58	Діви	2	6	10	Терезів	3	5	04	Стрільця
4	21	52	Терезів	4	14	33	Скорпіона	5	7	32	Козорога
7	6	30	Скорпіона	6	20	05	Стрільця	7	8	42	Водоля
9	12	57	Стрільця	8	23	34	Козорога	9	10	15	Риб
11	17	34	Козорога	11	2	06	Водоля	11	13	21	Овна
13	20	43	Водоля	13	4	40	Риб	13	18	32	Тельця
15	22	58	Риб	15	7	57	Овна	16	1	46	Близнят
18	1	10	Овна	17	12	28	Тельця	18	10	58	Рака
20	4	31	Тельця	19	18	48	Близнят	20	22	05	Лева
22	10	12	Близнят	22	3	29	Рака	23	10	36	Діви
24	18	59	Рака	24	14	35	Лева	25	22	58	Терезів
27	6	31	Лева	27	3	06	Діви	28	8	56	Скорпіона
29	19	00	Діви	29	14	51	Терезів	30	15	00	Стрільця
				31	23	46	Скорпіона				
Липень				Серпень				Вересень			
2	17	21	Козорога	1	3	59	Водоля	1	13	26	Овна
4	17	31	Водоля	3	3	07	Риб	3	15	01	Тельця
6	17	33	Риб	5	3	20	Овна	5	20	08	Близнят

Закінчення табл. 12

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак	
	год	хв			год	хв			год	хв		
Липень			Серпень					Вересень				
8	19	20	Овна	7	6	25	Тельця	8	5	01	Рака	
10	23	56	Тельця	9	13	06	Близнят	10	16	37	Лева	
13	7	27	Близнят	11	22	53	Рака	13	5	19	Діви	
15	17	14	Рака	14	10	37	Лева	15	17	45	Терезів	
18	4	40	Лева	16	23	15	Діви	18	4	59	Скорпіона	
20	17	13	Діви	19	11	54	Терезів	20	14	07	Стрільця	
23	5	55	Терезів	21	23	23	Скорпіона	22	20	21	Козорога	
25	16	56	Скорпіона	24	8	08	Стрільця	24	23	30	Водолія	
28	0	25	Стрільця	26	13	06	Козорога	27	0	19	Риб	
30	3	45	Козорога	28	14	33	Водолія	29	0	18	Овна	
				30	13	57	Риб					
Жовтень			Листопад					Грудень				
1	1	19	Тельця	1	21	31	Рака	1	16	01	Лева	
3	5	04	Близнят	4	7	22	Лева	4	3	51	Діви	
5	12	33	Рака	6	19	40	Діви	6	16	36	Терезів	
7	23	25	Лева	9	8	09	Терезів	9	3	36	Скорпіона	
10	12	03	Діви	11	18	40	Скорпіона	11	11	12	Стрільця	
13	0	23	Терезів	14	2	24	Стрільця	13	15	32	Козорога	
15	11	05	Скорпіона	16	7	42	Козорога	15	17	57	Водолія	
17	19	37	Стрільця	18	11	29	Водолія	17	19	59	Риб	
20	1	56	Козорога	20	14	30	Риб	19	22	48	Овна	
22	6	07	Водолія	22	17	20	Овна	22	2	51	Тельця	
24	8	34	Риб	24	20	30	Тельця	24	8	16	Близнят	
26	10	03	Овна	27	0	41	Близнят	26	15	16	Рака	
28	11	45	Тельця	29	6	54	Рака	29	0	24	Лева	
30	15	09	Близнят					31	11	54	Діви	

Таблиця 13

**ЕФЕМЕРИДИ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ СОНЦЯ**  
(на 0 год усесвітнього часу)

Дата	$L_0$	$B_0$	$P$	Дата	$L_0$	$B_0$	$P$				
Січень	1	5.0	-3.0	2.2	Липень	4	96.6	3.1	-1.5		
	5	312.3	-3.4	0.3		8	43.6	3.6	0.3		
	9	259.6	-3.9	-1.7		12	350.7	4.0	2.1		
	13	207.0	-4.3	-3.6		16	297.8	4.4	3.9		
	17	154.3	-4.7	-5.5		20	244.8	4.7	5.7		
	21	101.6	-5.1	-7.3		24	191.9	5.1	7.4		
	25	49.0	-5.4	-9.1		28	139.0	5.4	9.1		
	29	356.3	-5.8	-10.8		Серпень	1	86.1	5.7	10.7	
	Лютий	2	303.6	-6.1			-12.4	5	33.2	6.0	12.2
		6	251.0	-6.3			-14.0	9	340.3	6.3	13.7
10		198.3	-6.6	-15.5	13		287.4	6.5	15.2		
14		145.6	-6.8	-16.9	17		234.5	6.7	16.5		
18		93.0	-6.9	-18.3	21		181.7	6.9	17.8		
22		40.3	-7.1	-19.5	25		128.8	7.0	19.0		
26		347.6	-7.2	-20.6	29		76.0	7.1	20.2		
Березень		2	294.9	-7.2	-21.7		Вересень	2	23.1	7.2	21.2
	6	242.2	-7.2	-22.6	6			330.3	7.2	22.2	
	10	189.5	-7.2	-23.5	10	277.5		7.2	23.0		
	14	136.8	-7.2	-24.2	14	224.7		7.2	23.8		
	18	84.1	-7.1	-24.8	18	171.8		7.2	24.5		
	22	31.4	-7.0	-25.3	22	119.0		7.1	25.0		
	26	338.6	-6.9	-25.7	26	66.2		6.9	25.5		
	30	285.9	-6.7	-26.0	30	13.5		6.8	25.9		
	Квітень	3	233.1	-6.5	-26.2	Жовтень		4	320.7	6.6	26.1
		7	180.3	-6.2	-26.3			8	267.9	6.4	26.2
11		127.5	-6.0	-26.2	12		215.1	6.1	26.3		
15		74.7	-5.7	-26.0	16		162.4	5.8	26.2		
19		21.9	-5.3	-25.7	20		109.6	5.5	25.9		
23		329.1	-5.0	-25.3	24		56.8	5.2	25.6		
27		276.2	-4.6	-24.8	28		4.1	4.8	25.1		
Травень		1	223.4	-4.2	-24.2		Листопад	1	311.3	4.4	24.5
	5	170.5	-3.8	-23.4	5	258.6		4.0	23.8		
	9	117.6	-3.4	-22.6	9	205.9		3.6	23.0		
	13	64.7	-3.0	-21.6	13	153.1		3.1	22.0		
	17	11.8	-2.5	-20.5	17	100.4		2.7	20.9		
	21	318.9	-2.0	-19.3	21	47.7		2.2	19.7		
	25	266.0	-1.6	-18.0	25	354.9		1.7	18.4		
	29	213.1	-1.1	-16.6	29	302.2		1.2	17.0		
	Червень	2	160.1	-0.6	-15.2	Грудень		3	249.5	0.7	15.4
		6	107.2	-0.1	-13.6			7	196.8	0.2	13.8
10		54.3	0.4	-12.0	11		144.1	-0.3	12.1		
14		1.3	0.8	-10.4	15		91.4	-0.8	10.3		
18		308.4	1.3	-8.6	19		38.7	-1.3	8.5		
22		255.4	1.8	-6.9	23		346.0	-1.8	6.6		
26		202.5	2.2	-5.1	27		293.3	-2.3	4.7		
30		149.5	2.7	-3.3	31		240.6	-2.8	2.8		

Таблиця 14

**ЕФЕМЕРИДИ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МІСЯЦЯ**  
(на 0 год усесвітнього часу)

Дата	<i>l</i>	<i>b</i>	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	<i>P</i>	<i>T</i>	$\Phi$	<i>k</i>	
Січень	1	7.0	0.9	376.5	-1.3	342	340	66.5	0.70
	3	5.6	-2.0	40.8	-1.4	349	349	43.6	0.86
	5	3.5	-4.4	65.0	-1.4	358	5	21.7	0.96
	7	1.0	-6.0	89.3	-1.4	8	282	4.6	1.00
	9	-1.5	-6.6	113.6	-1.5	16	4	22.6	0.96
	11	-4.0	-6.0	137.8	-1.5	21	17	43.9	0.86
	13	-6.2	-4.4	162.1	-1.5	22	22	65.9	0.70
	15	-7.6	-1.9	186.4	-1.5	20	22	88.8	0.51
	17	-7.6	1.1	210.7	-1.5	14	15	113.1	0.30
	19	-5.7	4.0	235.1	-1.5	4	2	139.3	0.12
	21	-2.0	6.1	259.5	-1.5	351	332	166.6	0.01
	23	2.4	6.4	283.9	-1.5	342	358	163.1	0.02
	25	6.0	5.0	308.2	-1.5	338	341	135.7	0.14
	27	7.7	2.4	332.6	-1.5	339	338	109.8	0.33
	29	7.4	-0.5	356.9	-1.5	344	342	85.6	0.54
31	5.8	-3.2	21.2	-1.5	352	352	62.9	0.73	
Лютий	2	3.5	-5.3	45.5	-1.5	2	5	41.0	0.88
	4	1.0	-6.4	69.8	-1.6	11	25	19.8	0.97
	6	-1.6	-6.4	94.1	-1.6	18	316	5.5	1.00
	8	-3.9	-5.3	118.3	-1.6	22	14	24.7	0.95
	10	-5.8	-3.3	142.6	-1.5	22	21	46.8	0.84
	12	-7.2	-0.5	166.9	-1.5	18	20	69.7	0.67
	14	-7.3	2.4	191.2	-1.5	11	13	94.0	0.46
	16	-5.8	5.0	215.6	-1.4	0	359	119.8	0.25
	18	-2.7	6.4	240.0	-1.4	348	341	147.0	0.08
	20	1.4	6.2	264.4	-1.4	340	291	173.7	0.00
	22	5.1	4.2	288.8	-1.4	338	344	156.0	0.04
	24	7.0	1.3	313.2	-1.3	340	339	129.8	0.18
	26	7.1	-1.8	337.6	-1.3	346	344	105.3	0.37
	28	5.6	-4.3	1.9	-1.3	355	355	82.4	0.57
	Березень	2	3.3	-6.0	26.2	-1.3	5	7	60.5
4		0.7	-6.6	50.5	-1.3	14	21	39.0	0.89
6		-1.7	-6.1	74.8	-1.2	20	36	17.6	0.98
8		-3.8	-4.6	99.1	-1.2	22	350	6.3	1.00
10		-5.3	-2.1	123.4	-1.2	21	20	28.1	0.94
12		-6.2	0.9	147.7	-1.1	16	18	51.6	0.81
14		-6.1	3.8	172.1	-1.1	8	10	76.0	0.62
16		-4.8	5.9	196.4	-1.0	356	356	101.7	0.40
18		-2.2	6.7	220.8	-1.0	345	341	128.4	0.19
20		1.1	5.8	245.2	-0.9	339	328	155.9	0.04
22		4.1	3.3	269.7	-0.9	338	11	175.5	0.00
24		5.9	0.2	294.1	-0.8	342	340	150.0	0.07
26		6.1	-2.9	318.5	-0.8	349	346	125.3	0.21
28		4.8	-5.2	342.9	-0.7	359	357	102.2	0.40
30		2.6	-6.5	7.3	-0.7	9	9	80.1	0.59

Продовження табл. 14

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$	
Квітень	1	0.1	-6.7	31.6	-0.6	17	20	58.4	0.76
	3	-2.3	-5.8	56.0	-0.6	21	28	36.6	0.90
	5	-4.0	-3.7	80.3	-0.6	22	35	14.1	0.98
	7	-5.1	-0.9	104.6	-0.5	20	17	9.6	0.99
	9	-5.2	2.2	129.0	-0.4	13	17	33.8	0.92
	11	-4.5	4.8	153.3	-0.4	3	7	59.0	0.76
	13	-2.9	6.5	177.7	-0.3	352	353	84.8	0.54
	15	-0.7	6.6	202.1	-0.3	342	340	111.2	0.32
	17	1.7	5.1	226.5	-0.2	338	333	138.0	0.13
	19	3.8	2.4	251.0	-0.2	339	330	164.6	0.02
	21	5.0	-0.8	275.4	-0.1	343	338	169.5	0.01
	23	5.0	-3.8	299.9	-0.0	352	346	145.0	0.09
	25	3.7	-5.8	324.3	0.0	2	358	121.7	0.24
	27	1.6	-6.8	348.8	0.1	12	11	99.5	0.42
	29	-0.9	-6.6	13.2	0.1	19	20	77.8	0.61
Травень	1	-3.2	-5.2	37.6	0.2	22	26	55.8	0.78
	3	-4.8	-2.9	61.9	0.2	22	27	33.0	0.92
	5	-5.3	0.1	86.3	0.3	18	19	9.1	0.99
	7	-4.7	3.2	110.6	0.3	10	20	16.2	0.98
	9	-3.0	5.6	135.0	0.4	359	5	42.2	0.87
	11	-0.8	6.8	159.4	0.4	348	350	68.6	0.68
	13	1.4	6.2	183.8	0.5	340	339	95.1	0.46
	15	3.2	4.2	208.2	0.5	338	335	121.3	0.24
	17	4.4	1.3	232.7	0.6	340	337	147.0	0.08
	19	4.7	-1.9	257.2	0.6	346	354	171.8	0.00
	21	4.2	-4.5	281.7	0.7	355	342	163.7	0.02
	23	2.8	-6.2	306.2	0.8	5	359	140.8	0.11
	25	0.6	-6.8	330.6	0.8	14	11	118.6	0.26
	27	-1.9	-6.1	355.1	0.8	20	20	96.8	0.44
	29	-4.2	-4.4	19.5	0.9	22	24	74.9	0.63
31	-5.8	-1.9	43.9	0.9	21	24	52.0	0.81	
Червень	2	-6.1	1.2	68.3	1.0	16	16	27.8	0.94
	4	-4.8	4.1	92.7	1.0	7	311	3.8	1.00
	6	-2.2	6.1	117.0	1.0	355	6	25.3	0.95
	8	0.8	6.6	141.4	1.1	344	348	52.4	0.80
	10	3.4	5.4	165.8	1.1	339	339	79.2	0.59
	12	5.0	3.0	190.3	1.2	338	336	105.1	0.37
	14	5.4	0.0	214.7	1.2	342	340	130.2	0.18
	16	5.1	-3.0	239.2	1.2	349	352	154.3	0.05
	18	4.0	-5.2	263.7	1.3	358	58	175.4	0.00
	20	2.2	-6.4	288.2	1.3	9	355	158.9	0.03
	22	0.0	-6.5	312.7	1.3	17	12	137.1	0.13
	24	-2.6	-5.4	337.2	1.4	21	20	115.4	0.28
	26	-5.1	-3.4	1.7	1.4	22	23	93.5	0.47
	28	-6.8	-0.8	26.1	1.4	20	22	70.7	0.66
	30	-7.0	2.2	50.5	1.4	14	14	46.5	0.84

Продовження табл. 14

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$	
Липень	2	-5.4	4.9	74.9	1.4	4	355	20.7	0.97
	4	-2.1	6.4	99.3	1.4	351	26	8.7	0.99
	6	1.7	6.2	123.6	1.5	342	348	35.6	0.91
	8	4.8	4.4	148.0	1.5	338	339	62.8	0.73
	10	6.5	1.6	172.5	1.5	339	338	88.9	0.51
	12	6.6	-1.4	196.9	1.5	344	343	113.6	0.30
	14	5.8	-4.1	221.4	1.5	352	354	137.2	0.13
	16	4.2	-5.8	245.9	1.5	2	14	159.7	0.03
	18	2.1	-6.5	270.4	1.5	12	309	174.4	0.00
	20	-0.4	-6.1	294.9	1.5	19	9	155.1	0.05
	22	-3.0	-4.6	319.4	1.6	22	20	133.6	0.16
	24	-5.5	-2.3	343.9	1.6	22	22	111.7	0.32
	26	-7.3	0.5	8.3	1.6	18	20	89.0	0.51
	28	-7.6	3.4	32.7	1.6	11	11	64.8	0.71
30	-6.0	5.6	57.1	1.5	0	356	39.0	0.89	
Серпень	1	-2.5	6.5	81.5	1.5	348	324	12.1	0.99
	3	1.7	5.7	105.9	1.5	340	353	18.1	0.98
	5	5.3	3.3	130.3	1.5	338	339	45.6	0.85
	7	7.3	0.2	154.7	1.5	340	339	71.9	0.66
	9	7.5	-2.8	179.1	1.4	347	345	96.6	0.44
	11	6.4	-5.1	203.5	1.4	356	357	120.0	0.25
	13	4.5	-6.4	228.0	1.4	6	12	142.3	0.10
	15	2.2	-6.5	252.5	1.4	15	33	163.9	0.02
	17	-0.4	-5.5	277.0	1.4	20	348	172.2	0.00
	19	-3.0	-3.6	301.5	1.4	22	18	151.5	0.06
	21	-5.4	-1.0	325.9	1.4	21	22	129.5	0.18
	23	-7.1	1.8	350.4	1.3	16	18	106.7	0.36
	25	-7.6	4.4	14.8	1.3	8	9	82.7	0.56
	27	-6.2	6.2	39.2	1.3	357	354	57.1	0.77
29	-3.0	6.6	63.6	1.2	345	336	29.8	0.93	
31	1.2	5.1	87.9	1.2	339	82	4.0	1.00	
Вересень	2	4.9	2.2	112.3	1.1	338	340	27.2	0.94
	4	7.2	-1.1	136.6	1.1	342	340	53.9	0.80
	6	7.7	-4.0	161.0	1.0	350	348	78.8	0.60
	8	6.6	-5.9	185.4	1.0	360	0	102.1	0.40
	10	4.6	-6.7	209.9	1.0	10	13	124.4	0.22
	12	2.2	-6.3	234.3	0.9	17	25	146.1	0.08
	14	-0.4	-4.9	258.8	0.9	21	40	167.7	0.01
	16	-2.9	-2.6	283.2	0.9	22	13	169.6	0.01
	18	-5.0	0.2	307.7	0.8	19	21	147.3	0.08
	20	-6.4	3.1	332.1	0.8	14	17	124.2	0.22
	22	-6.7	5.4	356.6	0.8	4	6	100.0	0.41
	24	-5.6	6.7	21.0	0.7	353	351	74.6	0.63
	26	-2.9	6.4	45.3	0.6	343	338	47.8	0.84
	28	0.7	4.4	69.6	0.6	338	328	20.0	0.97
30	4.1	1.2	94.0	0.5	339	344	8.1	1.00	

Закінчення табл. 14

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$		
Жовтень	2	6.4	-2.1	118.3	0.4	344	340	34.8	0.91	
	4	7.1	-4.8	142.6	0.4	353	349	59.9	0.75	
	6	6.3	-6.4	167.0	0.3	3	2	83.3	0.56	
	8	4.3	-6.8	191.4	0.2	13	14	105.6	0.36	
	10	1.8	-6.0	215.8	0.2	19	23	127.4	0.20	
	12	-0.8	-4.1	240.2	0.2	22	28	149.2	0.07	
	14	-3.1	-1.5	264.6	0.1	21	31	171.4	0.01	
	16	-4.7	1.4	289.1	0.1	18	23	165.5	0.02	
	18	-5.5	4.2	313.5	0.0	10	16	141.8	0.11	
	20	-5.3	6.1	337.9	-0.0	0	3	117.2	0.27	
	22	-4.0	6.8	2.3	-0.1	349	349	91.8	0.48	
	24	-1.9	5.9	26.6	-0.1	341	338	65.4	0.71	
	26	0.8	3.5	51.0	-0.2	338	333	38.4	0.89	
	28	3.4	0.2	75.2	-0.3	340	337	11.3	0.99	
	30	5.4	-3.0	99.5	-0.3	346	336	15.1	0.98	
	Листопад	1	6.0	-5.5	123.8	-0.4	356	350	40.1	0.88
		3	5.3	-6.7	148.2	-0.5	6	4	63.6	0.72
		5	3.5	-6.6	172.5	-0.5	15	15	85.9	0.54
7		0.9	-5.4	196.8	-0.6	20	23	107.6	0.35	
9		-1.7	-3.3	221.2	-0.6	22	26	129.4	0.18	
11		-3.7	-0.5	245.6	-0.7	21	23	151.9	0.06	
13		-4.8	2.4	270.0	-0.7	16	356	174.9	0.00	
15		-4.8	5.0	294.4	-0.7	7	18	159.9	0.03	
17		-3.7	6.5	318.8	-0.8	355	1	134.7	0.15	
19		-2.0	6.6	343.2	-0.8	345	347	108.8	0.34	
21		-0.1	5.1	7.5	-0.8	339	338	82.7	0.56	
23		1.9	2.3	31.8	-0.9	338	335	56.4	0.78	
25		3.6	-0.9	56.1	-1.0	341	341	30.3	0.93	
27		4.7	-3.9	80.4	-1.0	349	19	5.7	1.00	
29		5.0	-5.9	104.6	-1.1	359	346	20.2	0.97	
Грудень		1	4.2	-6.7	128.9	-1.1	9	4	43.4	0.86
		3	2.3	-6.2	153.2	-1.2	17	16	65.6	0.71
		5	-0.2	-4.6	177.5	-1.2	21	22	87.2	0.52
	7	-2.8	-2.2	201.8	-1.2	22	24	108.9	0.34	
	9	-4.8	0.6	226.2	-1.3	19	21	131.4	0.17	
	11	-5.6	3.4	250.6	-1.3	13	9	154.9	0.05	
	13	-4.8	5.6	275.0	-1.3	3	271	175.7	0.00	
	15	-2.8	6.6	299.4	-1.3	351	2	153.0	0.06	
	17	-0.3	6.0	323.7	-1.3	342	345	126.5	0.20	
	19	2.0	3.9	348.1	-1.4	338	338	100.0	0.41	
	21	3.6	0.9	12.4	-1.4	339	337	74.1	0.64	
	23	4.5	-2.2	36.7	-1.4	343	343	48.8	0.83	
	25	4.8	-4.8	60.9	-1.4	352	359	164.8	0.96	
	27	4.5	-6.2	85.2	-1.5	3	89	170.5	1.00	
	29	3.3	-6.5	109.4	-1.5	12	1	147.0	0.96	
	31	1.3	-5.5	133.7	-1.5	19	16	124.6	0.85	
	Січень	2	-1.3	-3.6	158.0	-1.5	22	22	66.6	0.70

### МЕРКУРІЙ

У 2023 р. буде чотири періоди вечірньої видимості планети та чотири — ранкової.

На початку січня Меркурій можна спостерігати впродовж кількох днів на південному заході після настання темряви. Цей, *перший* у 2023 р., *період вечірньої видимості* розпочався торік після першої п'ятиденки грудня. Тривалість видимості Меркурія зменшується з майже 25 хв до нуля, а його блиск спадає з +1.3 зоряної величини до +2.8. На 7 січня припадає нижнє сполучення планети.

Після першої десятиденки місяця Меркурій можна спостерігати вже перед світанком на південному сході, ближче до сходу — розпочнеться *перший період ранкової видимості* планети, який закінчиться наприкінці другої декади лютого. Тривалість видимості планети збільшиться з кількох хвилин до 43 хв наприкінці січня. Її блиск зросте з +3.5 зоряної величини до  $-0.1$ . Видимий діаметр Меркурія на початку місяця становитиме  $9.2''$ , наприкінці місяця  $6.5''$ . До стояння 18 січня планета переміщується назаднім рухом, а далі прямим по сузір'ю Стрільця. На 30 січня припадає її найбільша західна елонгація  $W = 24^{\circ}58'$ . У лютому Меркурій, як зоря  $-0.1$  зоряної величини, сходитиме перед світанком на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця о 6 год 18 хв за київським часом, 17 лютого — о 6 год 33 хв, а потім — уже після настання ранкових присмерків. Тривалість його видимості скорочується зі 40 хв до нуля. Меркурій переміщується прямим рухом по сузір'ях Стрільця та Козорога. Видимий діаметр планети наприкінці другої декади лютого становитиме  $5.2''$ .

На 17 березня припадає верхнє сполучення планети.

Упродовж останнього тижня березня Меркурій можна спостерігати на заході після настання темряви — розпочнеться *другий період вечірньої видимості* планети, який триватиме майже до кінця квітня. Упродовж останньої семиденки березня тривалість видимості Меркурія збільшується з 5 хв до 48 хв, а блиск спадає з  $-1.6$  зоряної величини до  $-1.2$ . Видимий діаметр планети наприкінці березня ста-



новитиме  $5.8''$ . Вона переміщується прямим рухом по сузір'ю Риб. У квітні Меркурій можна спостерігати майже цілий місяць (крім трьох останніх днів) на заході після настання темряви. Тривалість його видимості збільшується з 53 хв до 1 год 25 хв (12 квітня — найбільша східна елонгація  $E = 19^{\circ}29'$  планети). Потім тривалість видимості меншає, а наприкінці місяця планета губиться у променях вечірньої заграви. Блиск її зменшується з  $-1.1$  зоряної величини до  $+4.0$ . Видимий діаметр планети наприкінці квітня становитиме  $11.8''$ .

До стояння 21 квітня Меркурій переміщується прямим рухом, а потім назаднім по сузір'ях Риб і Овна.

У травні Меркурій недоступний для спостережень: на 2 травня припадає нижнє сполучення його зі Сонцем. Чотирнадцятого травня відбудеться стояння планети (напрямок руху її зміниться на прямий), а на 29 травня припадає найбільша західна елонгація  $W = 24^{\circ}53'$ .

У червні розпочнеться *другий період ранкової видимості* планети, який триватиме недовго — до кінця другої декади місяця. Планета сходить перед світанком на північному сході, ближче до сходу. Тривалість її видимості буде невелика, не більша за 10 хв. Блиск планети збільшується з  $+0.4$  зоряної величини до  $-1.0$ . Видимий діаметр Меркурія наприкінці періоду видимості становитиме  $5.5''$ . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Овна й Тельця.

На 1 липня припадає верхнє сполучення Меркурія. Тому планету можна буде спостерігати тільки після першої декади місяця, коли розпочнеться *третій період вечірньої видимості*, який триватиме до кінця першої декади серпня. Планету видно на заході після настання темряви. Тривалість її видимості збільшується з кількох хвилин до 18 хв (22—23 липня), а потім меншає. Блиск планети зменшується з  $-1.1$  зоряної величини до  $+0.1$ . Видимий діаметр Меркурія наприкінці липня становитиме  $6.6''$ . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Рака і Лева.

У серпні Меркурій можна спостерігати нетривалий час на заході після настання темряви впродовж першої десятиденки місяця. Тривалість його видимості зменшується з 13 хв до нуля. Блиск планети зменшується з  $+0.1$  зоряної величини до  $+0.4$ . Наприкінці періоду видимості видимий діаметр Меркурія становитиме  $7.6''$ . На 10 серпня припадає найбільша східна елонгація  $E = 27^{\circ}24'$  планети. До стояння 23 серпня Меркурій переміщується прямим рухом, а далі назаднім, по сузір'ю Лева.

На 6 вересня припадає нижнє сполучення Меркурія, тому його можна спостерігати тільки після першої декади місяця — розпочнеться *третій період ранкової видимості* планети (триватиме до початку другої декади жовтня). Меркурій сходить на сході приблизно о 5 год

50 хв за літнім часом (наприкінці місяця приблизно о 5 год 30 хв). Тривалість видимості швидко збільшується з кількох хвилин до 1 год 09 хв (23 вересня), а наприкінці місяця становитиме вже 55 хв. На 22 вересня припадає найбільша західна елонгація  $W = 17^{\circ}52'$  Меркурія. Блиск планети збільшується з +3.2 зоряної величини до -1.0. Наприкінці вересня видимий діаметр Меркурія становитиме  $5.8''$ . До стояння 15 вересня планета переміщується назаднім рухом, а потім прямим по сузір'ю Лева.

Упродовж першої десятиденки жовтня Меркурій можна спостерігати перед світанком. Він сходить на сході: на початку місяця — приблизно о 5 год 36 хв за літнім часом, наприкінці періоду видимості — приблизно о 6 год 35 хв. Блиск планети збільшується з -1.0 зоряної величини до -1.3. Наприкінці періоду видимості видимий діаметр Меркурія становитиме  $5.0''$ . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Лева і Діви. На 20 жовтня припадає верхнє сполучення Меркурія.

У листопаді Меркурій можна спостерігати впродовж останньої десятиденки місяця на південному заході після настання темряви. Це буде *четвертий період вечірньої видимості* планети, який триватиме до кінця другої декади грудня. Планету буде видно спочатку впродовж кількох хвилин, а потім тривалість видимості зросте до 22 хв. Блиск планети становить -0.4 зоряної величини. Видимий діаметр Меркурія наприкінці листопада становитиме  $6.2''$ . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Змієносця і Стрільця.

Упродовж майже двох перших десятиденок грудня на південному заході можна спостерігати Меркурій після настання темряви. На 4 грудня припадає найбільша східна елонгація  $E = 21^{\circ}16'$  планети. Тривалість його видимості збільшується з 24 хв до 35 хв (8—10 грудня), а потім меншає і сходить нанівець. Блиск планети зменшується з -0.4 зоряної величини до +2.1. На 22 грудня припадає нижнє сполучення Меркурія. Після стояння 13 грудня планета переміщується назаднім рухом по сузір'ях Стрільця і Змієносця.

Наприкінці грудня (остання п'ятиденка) розпочнеться *четвертий період ранкової видимості* Меркурія. Його можна спостерігати вже перед світанком на південному сході: на початку місяця він сходить приблизно о 7 год 10 хв за київським часом, 31 грудня — о 6 год 30 хв. Блиск планети збільшується з +3.0 зоряної величини до +0.9. Видимий діаметр Меркурія наприкінці грудня становитиме  $8.7''$ .

## ВЕНЕРА

У 2023 р. буде два періоди видимості Венери — вечірній і ранковий. Через велику яскравість планети її можна спостерігати не лише в темну

частину доби, але й під час вечірніх чи ранкових громадянських приимерків. Це треба мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості тільки в темну пору доби.

У січні Венеру, як зорю  $-3.9$  зоряної величини, можна спостерігати на південному заході після настання темряви й до заходу її: на початку місяця — приблизно о 17 год 30 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 19 год. Триває *період вечірньої видимості* планети, який розпочався торік у грудні. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Стрільця, Козорога та Водоля. Її видимий діаметр на початку місяця становитиме  $10.4''$ , а наприкінці місяця —  $11.1''$ .

У лютому Венеру, як зорю  $-4.0$  зоряної величини, можна спостерігати на південному заході після настання темряви й до заходу її: на початку місяця — о 19 год за київським часом, наприкінці місяця — о 20 год 25 хв. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Водоля і Риб. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме  $12.2''$ .

Венеру, як зорю  $-4.0$  зоряної величини, у березні видно на південному заході (наприкінці місяця — ближче до заходу) після настання темряви. На початку місяця вона заходить о 20 год 29 хв за київським часом, 25 березня — о 21 год 42 хв ще за київським часом, а 26 березня та далі вже за літнім часом — приблизно о 23 год. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Риб і Овна. Видимий діаметр планети наприкінці місяця становитиме  $14.0''$ .

У квітні Венеру, як зорю  $-4.1$  зоряної величини, можна спостерігати на південному заході, ближче до заходу (наприкінці місяця — на заході) після настання темряви. Заходить вона приблизно о 23 год за літнім часом на початку місяця, наприкінці місяця — приблизно через чверть години після півночі. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Овна і Тельця. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме  $17.0''$ .

Венера, як зоря  $-4.2$  зоряної величини, доступна для спостережень у травні в західній ділянці неба після настання темряви. Заходить вона приблизно через 30 хв після півночі за літнім часом. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Тельця і Близнят. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме  $22.6''$ .

У червні Венеру, як зорю  $-4.4$  зоряної величини, можна спостерігати на заході після настання темряви й до заходу її: на початку місяця — приблизно через 30 хв після півночі за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 23 год 20 хв. На 4 червня припадає найбільша східна елонгація  $E = 45^{\circ} 24'$  планети. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Близнят, Рака і Лева. Видимий діаметр планети наприкінці місяця становитиме  $33.4''$ .

Венеру, як зорю  $-4.5$  зоряної величини, можна спостерігати в липні на заході після настання темряви й до заходу її: на початку місяця

приблизно о 23 год 15 хв за літнім часом, на початку третьої десятиденки — приблизно о 22 год. Упродовж останньої десятиденки вона заходить ще до настання темряви. До стояння 21 липня планета переміщується прямим рухом, а потім назаднім, по сузір'ю Лева. Видимий діаметр планети на початку третьої декади липня становитиме  $46.6''$ .

На 13 серпня припадає нижнє сполучення Венери зі Сонцем, після чого її можна буде бачити вже на вранішньому небі — розпочнеться *ранковий період видимості* планети, який триватиме до кінця року. Упродовж останньої десятиденки місяця Венера, як зоря  $-4.3$  зоряної величини, сходить на сході: 22 серпня о 5 год 17 хв за літнім часом, 31 серпня — о 4 год 24 хв. Тривалість видимості планети на темному небі збільшується з кількох хвилин до 1 год 15 хв. Вона переміщується назаднім рухом по сузір'ю Рака. Видимий діаметр планети наприкінці місяця становитиме  $50.0''$ .

У вересні Венера, як зоря  $-4.5$  зоряної величини, сходить на північному сході, ближче до сходу: на початку місяця приблизно о 4 год 20 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 3 год 06 хв. Тривалість її видимості перед світанком збільшується впродовж місяця з 1 год 22 хв до 3 год 20 хв. До стояння 3 вересня Венера переміщується назаднім рухом, а потім прямим по сузір'ях Рака і Лева. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме  $32.0''$ .

У жовтні Венера, як зоря  $-4.4$  зоряної величини, сходить на сході: на початку місяця о 3 год за літнім часом, 29 жовтня — о 3 год 26 хв за літнім часом, а 30 та 31 жовтня вже за київським часом — о 2 год 27 хв та о 2 год 29 хв відповідно. Тривалість видимості її перед світанком збільшується впродовж місяця до 3 год 45 хв. На 24 жовтня припадає найбільша західна елонгація  $W = 46^{\circ}25'$  Венери. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Лева. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме  $22.1''$ .

Венера, як зоря  $-4.2$  зоряної величини, у листопаді сходить на сході: на початку місяця приблизно о 2 год 30 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 3 год 30 хв. Тривалість її видимості перед світанком становить на початку місяця 3 год 45 хв, упродовж місяця вона зменшується на 20 хв. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Лева і Діви. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме  $17.1''$ .

У грудні Венера, як зоря  $-4.1$  зоряної величини, сходить на сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до сходу) приблизно о 3 год 35 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 4 год 50 хв. Тривалість її видимості зменшується з 3 год 25 хв до 2 год 28 хв. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Діви і Терезів. Видимий діаметр наприкінці грудня становитиме  $14.1''$ .

## МАРС

У 2023 р. буде два періоди видимості Марса.

Планету в січні видно після настання темряви на сході (наприкінці місяця — на південному сході). На початку місяця вона заходить приблизно о 6 год за київським часом, наприкінці місяця — о 4 год 10 хв. Блиск Марса зменшується з  $-1.2$  зоряної величини до  $-0.3$ . До стояння 12 січня Марс переміщується назаднім рухом, а потім прямим, по сузір'ю Тельця. Його видимий діаметр упродовж місяця зменшується з 14.5 до 10.7".

У лютому Марс можна спостерігати після настання темряви на південному сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до півдня). Видно планету до її заходу: на початку місяця приблизно о 4 год за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 3 год. Блиск Марса зменшується з  $-0.3$  зоряної величини до  $+0.4$ . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Тельця. Її видимий діаметр наприкінці лютого становитиме 8.2".

Марс у березні видно після настання темряви на південному сході, ближче до півдня (наприкінці місяця — на півдні). На початку місяця планета заходить приблизно о 3 год за київським часом, 26 березня — о 2 год 12 хв за київським часом, а далі вже за літнім часом — приблизно о 3 год. Блиск Марса зменшується з  $+0.4$  зоряної величини до  $+1.0$ . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Тельця і Близнят (остання п'ятиденка місяця). Її видимий діаметр наприкінці березня становитиме 6.4".

У квітні Марс, як зорю  $+1.2$  зоряної величини, можна спостерігати після настання темряви на півдні (наприкінці місяця — на південному заході, ближче до півдня). Видно планету до її заходу: на початку місяця приблизно о 3 год за літнім часом, наприкінці місяця — о 2 год. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ю Близнят. Наприкінці квітня видимий діаметр планети становитиме 5.4".

Упродовж травня Марс, як зоря  $+1.5$  зоряної величини, доступний для спостережень на південному заході після настання темряви. Видно планету до її заходу: на початку місяця приблизно о 2 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 1 год. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ях Близнят і Рака. Наприкінці травня видимий діаметр Марса становитиме 4.7".

Марс, як зорю  $+1.7$  зоряної величини, можна спостерігати у червні після настання темряви на південному заході (наприкінці місяця — на південному заході, ближче до заходу). Видно планету до її заходу: на початку місяця приблизно о 1 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 23 год 30 хв. Марс переміщується

прямим рухом по сузір'ях Рака і Лева. Його видимий діаметр наприкінці червня становитиме  $4.2''$ .

У липні Марс видно після настання темряви на південному заході, ближче до заходу (наприкінці місяця — на заході), як зорю  $+1.8$  зоряної величини. На початку місяця він заходить приблизно о 23 год 30 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 22 год. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Лева. Її видимий діаметр наприкінці липня становитиме  $3.9''$ .

У серпні Марс, як зорю  $+1.8$  зоряної величини, можна спостерігати після настання темряви в західній ділянці неба. Видно планету до її заходу: на початку місяця приблизно о 22 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 20 год 35 хв. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Лева і Діви. Його видимий діаметр наприкінці серпня становитиме  $3.8''$ .

Марс доступний для спостережень у вересні до початку третьої декади місяця. Його видно, як зорю  $+1.7$  зоряної величини, на заході після настання темряви. Тривалість її видимості скорочується з 13 хв на початку місяця до нуля. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Діви. Видимий діаметр Марса наприкінці другої декади вересня становитиме  $3.7''$ .

Упродовж жовтня, листопада та двох перших декад грудня Марс недоступний для спостережень. На 18 листопада припадає сполучення планети зі Сонцем.

Марс буде видно, як зорю  $+1.4$  зоряної величини, упродовж останньої десятиденки грудня на південному сході перед світанком. Тривалість його видимості не перевищуватиме 10 хв. Марс переміщуватиметься прямим рухом по сузір'ю Змієноця. Видимий діаметр планети наприкінці грудня становитиме  $3.9''$ .

## ЮПІТЕР

У 2023 р. Юпітер доступний для спостережень майже весь рік, крім квітня та першої декади травня. Блиск планети становитиме не менше, ніж  $-2.0$  зоряної величини, а тому її можна спостерігати не лише вночі, але й на тлі ранкової зорі та вечірньої заграви. Це варто мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості Юпітера тільки в темну пору доби.

У січні Юпітер, як зорю  $-2.3$  зоряної величини, можна спостерігати на півдні після настання темряви. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно о 23 год 20 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 22 год. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ю Риб. Його видимі діаметри впродовж січня зменшаться: екваторіальний — від  $39.2$  до  $36.1''$ , полярний — від  $36.7$  до  $33.7''$ .

Юпітер, як зорю  $-2.1$  зоряної величини, в лютому можна спостерігати на південному заході після настання темряви. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно о 22 год за київським часом, наприкінці місяця — о 20 год 35 хв. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ю Риб. Наприкінці лютого видимі діаметри планети стануть: екваторіальний —  $34.2''$ , полярний —  $31.9''$ .

У березні Юпітер видно, як зорю  $-2.1$  зоряної величини, на південному заході після настання темряви. Тривалість видимості планети (до її заходу) скорочується з 2 год 15 хв майже до 10 хв. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ю Риб. Наприкінці березня видимі діаметри планети стануть: екваторіальний —  $33.2''$ , полярний —  $31.0''$ .

У квітні Юпітер не видно. На 12 квітня припадає сполучення планети зі Сонцем.

Доступною для спостережень планета буде після першої десятиденки травня. Юпітер, як зоря  $-2.1$  зоряної величини, сходитиме на північному сході, ближче до сходу. Моменти сходу будуть такі: 12 травня — о 4 год 38 хв літнього часу, 31 травня — о 3 год 32 хв. Тривалість видимості планети до світанку збільшується з кількох хвилин до 40 хв. Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ях Риб і Овна. Наприкінці травня видимі діаметри планети стануть: екваторіальний —  $34.4''$ , полярний —  $32.1''$ .

Упродовж червня — серпня Юпітер сходитиме на північному сході, ближче до сходу: 1 червня — о 3 год 29 хв літнього часу, 1 липня — о 1 год 44 хв, 1 серпня о 23 год 49 хв, 31 серпня — о 21 год 55 хв. Видно його до світанку. Тривалість видимості планети збільшується зі 45 хв до 7 год 45 хв. Блиск теж збільшується — з  $-2.1$  зоряної величини до  $-2.6$ . Видимі діаметри також: екваторіальний — від  $34.5$  до  $43.9''$ , полярний — від  $32.2$  до  $41.0''$ . Юпітер переміщується прямим рухом по сузір'ю Овна.

У вересні Юпітер, як зоря  $-2.7$  зоряної величини, сходить на північному сході, ближче до сходу: 1 вересня — о 21 год 52 хв літнього часу, 30 вересня — о 19 год 55 хв. Видно планету до світанку. До стояння 5 вересня Юпітер переміщується прямим рухом, а потім назадним по сузір'ю Овна. Видимі діаметри планети наприкінці вересня стануть: екваторіальний —  $47.6''$ , полярний —  $44.6''$ .

Юпітер, як зоря  $-2.9$  зоряної величини, у жовтні сходить на північному сході, ближче до сходу: 1 жовтня — о 19 год 51 хв літнього часу, 28 жовтня — о 17 год 58 хв ще за літнім часом, а потім уже за київським часом — приблизно о 16 год 50 хв. Упродовж останньої десятиденки місяця Юпітер сходитиме ще під час вечірніх присмерків. Отже після настання темряви планету буде видно як таку, що вже піднялася на деяку висоту над горизонтом. Спостерігати її можна до світанку. Юпітер переміщується назадним рухом по сузір'ю Овна.



Його видимі діаметри наприкінці жовтня становитимуть: екваторіальний — 49.4", полярний — 46.2".

У листопаді Юпітер, як зорю  $-2.9$  зоряної величини, після настання темряви можна спостерігати на північному сході, ближче до сходу (наприкінці місяця — на сході). Упродовж першої десятиденки місяця планету видно цілу ніч. На 3 листопада припадає протистояння Юпітера. Потім тривалість його видимості меншає, бо він заходить ще до світанку. Планета переміщується назаднім рухом по сузір'ю Овна. Її видимі діаметри наприкінці листопада становитимуть: екваторіальний — 47.9", полярний — 44.8".

Юпітер у грудні після настання темряви можна спостерігати на сході (наприкінці місяця — на південному сході), як зорю  $-2.7$  зоряної величини. Видно планету до її заходу: 1 грудня — о 4 год 48 хв за київським часом, 31 грудня — о 2 год 42 хв. До стояння 31 грудня планета переміщується назаднім рухом по сузір'ю Овна. Видимі діаметри Юпітера наприкінці грудня становитимуть: екваторіальний — 43.9", полярний — 41.1".

## САТУРН

У 2023 р. планету можна спостерігати впродовж усього року, крім відтинку часу в межах лютий (після першого тижня) — перша половина березня. До початку другої декади лютого планета перебуватиме в межах сузір'я Козорога, а потім — у сузір'ї Водоля. До стояння 18 червня вона переміщуватиметься прямим рухом, потім назаднім до стояння 4 листопада, а потім знову прямим рухом.

У січні Сатурн, як зорю  $+0.8$  зоряної величини, можна спостерігати на південному заході після настання темряви. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно о 19 год 40 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 18 год. Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна на початку місяця становитимуть приблизно 15.7 і 14.0", а наприкінці — відповідно приблизно 15.4 і 13.7".

Сатурн у лютому видно впродовж першого тижня на південному заході після настання темряви, як зорю  $+0.8$  зоряної величини. Видно планету до її заходу: на початку місяця тривалість видимості становить приблизно 30 хв, а потім швидко сходить нанівець. На 16 лютого припадає сполучення Сатурна. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці періоду видимості становитимуть приблизно 15.3 і 13.7".

Знову доступним для спостережень Сатурн буде у другій половині березня. Його, як зорю  $+0.9$  зоряної величини, можна спостерігати на вранішньому небі. Планета сходить на південному сході, ближче до сходу: 16 березня о 5 год 37 хв за київським часом, 25 березня — о 5 год 04 хв ще за київським часом, далі — вже за літнім часом: о 6 год 00 хв



(26 березня) і о 5 год 41 хв (31 березня). Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна становитимуть приблизно 15.5 і 13.9".

Упродовж квітня — липня Сатурн сходить на південному сході, ближче до сходу: 1 квітня — о 5 год 38 хв за літнім часом, 1 травня — о 3 год 45 хв, 1 червня — о 1 год 47 хв, 1 липня — о 23 год 46 хв, 31 липня — о 21 год 46 хв. Видно його до світанку. Блиск планети збільшується від +1.0 зоряної величини до +0.6. Видимі діаметри теж збільшуються: екваторіальний — від 15.6 до 18.7", полярний — від 14.0 до 16.7". На 18 червня припадає стояння планети, після чого вона переміщуватиметься назаднім рухом.

На початку серпня Сатурн, як зоря +0.5 зоряної величини, сходить на південному сході, ближче до сходу, через 20 хв після настання темряви. Поступово моменти сходу зміщуються на більш ранні години, і після першої десятиденки планета сходитиме ще засвігла. Отже після настання темряви її буде видно як таку, що вже піднялася на деяку висоту над горизонтом. Спостерігати планету можна до світанку. На 27 серпня припадає протистояння Сатурна. Наприкінці місяця видимі екваторіальний і полярний діаметри планети становитимуть приблизно 18.9 і 16.8".

У вересні Сатурн можна спостерігати після настання темряви на південному сході, ближче до сходу (наприкінці місяця — на південному сході), як зорю +0.5 зоряної величини. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно о 5 год 40 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 3 год 50 хв. Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна наприкінці місяця становитимуть приблизно 18.5 і 16.5".

Протягом жовтня Сатурн, як зорю +0.6 зоряної величини, видно після настання темряви на південному сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до півдня). Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — о 3 год 35 хв за літнім часом, 29 жовтня — о 1 год 45 хв ще за літнім часом, потім уже за київським часом — приблизно в 0 год 40 хв. Наприкінці місяця видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна становитимуть приблизно 17.7 і 15.8".

У листопаді Сатурн, як зорю +0.8 зоряної величини, можна спостерігати після настання темряви на південному сході, ближче до півдня. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно в 0 год 30 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 22 год 40 хв. На 4 листопада припадає стояння Сатурна, після чого планета переміщуватиметься прямим рухом. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці місяця становитимуть приблизно 16.8 і 15.0".

Сатурн у грудні можна спостерігати після настання темряви на південному сході, ближче до півдня, як зорю +0.9 зоряної величини. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно о 22 год 30 хв

за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 20 год. 50 хв. Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна становитимуть наприкінці грудня приблизно 16.1 і 14.3”.

## УРАН

У 2023 р. буде два періоди видимості Урана. *Перший період*, який почався ще торік, закінчиться на початку травня. Уран буде видно на небі після настання темряви: на початку періоду майже всю ніч (до середини другої половини ночі), наприкінці періоду — увечері. *Другий період* розпочнеться в останню п’ятиденку травня й триватиме до кінця року. Спершу планету буде видно зранку, після сходу її; потім — упродовж другої половини ночі, усієї ночі, а наприкінці року — до четвертої години ночі. Планета цілий рік перебуватиме в сузір’ї Овна.

У січні Уран можна спостерігати звечора у південно-східній ділянці неба і до його заходу: на початку місяця — о 3 год 33 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 1 год 35 хв. Тривалість видимості планети зменшується впродовж січня з 10 год 47 хв до 8 год 10 хв. На 23 січня припадає стояння Урана, після чого планета стане переміщуватись прямим рухом.

Уран в лютому доступний для спостережень після настання темряви до його заходу: 1 лютого о 1 год 31 хв, 28 лютого — о 23 год 44 хв. Тривалість видимості планети зменшується далі й наприкінці місяця становитиме 5 год 32 хв.

У березні й квітні Уран можна спостерігати після смеркання у південно-західній і західній ділянках неба. На початку березня він заходить о 23 год 40 хв за київським часом, наприкінці квітня — о 21 год 00 хв літнього часу. Тривалість видимості планети далі зменшуватиметься й 30 квітня становитиме 7 хв.

З початку травня Уран буде недоступним для спостережень. На 9 травня припадає його сполучення зі Сонцем.

Наприкінці травня розпочнеться *другий період видимості* Урана, який закінчиться наступного року. Уже впродовж останніх чотирьох днів травня планету можна спостерігати на ранковому небі після її сходу: 28 травня — о 4 год 17 хв за літнім часом, 31 травня — о 4 год 06 хв. У наступні місяці моменти сходу будуть такі: 1 червня — 4 год 02 хв, 1 липня — 2 год 08 хв, 1 серпня — 0 год 09 хв, 31 серпня — 22 год 08 хв. Уран можна спостерігати до світанку: на початку періоду видимості впродовж кількох хвилин, а наприкінці серпня — 7 год 27 хв. На 29 серпня припадає стояння планети, після чого вона переміщуватиметься назаднім рухом.

У вересні — жовтні Уран можна спостерігати звечора і до світанку: на початку вересня планета сходить приблизно о 22 год за літнім

часом, 25 жовтня — о 18 год 28 хв. На початку останньої п'ятиденки жовтня Уран сходитиме на тлі вечірньої заграви. Тому після настання темряви планету видно на північному сході як таку, що вже піднялася над горизонтом на деяку висоту. Її можна спостерігати всю ніч (максимальна тривалість видимості становитиме 13 год 58 хв). На 13 листопада припадає протистояння Урана зі Сонцем. На початку третьої декади листопада тривалість видимості планети меншає, бо вона заходитиме ще до світанку: 22 листопада — о 6 год 43 хв за київським часом, 31 грудня — о 4 год 02 хв. Наприкінці року тривалість видимості планети зменшиться до 11 год 17 хв.

Блиск Урана впродовж року становитиме приблизно +5.7 зоряної величини, видимий діаметр планети змінюватиметься в межах 3.2—3.6".

## НЕПТУН

Цю планету візуально не видно. Її можна спостерігати лише через бінокль або телескоп. У 2023 р. буде два періоди видимості Нептуна. *Перший період*, який розпочався ще торік, закінчиться після першого тижня березня. *Другий період* розпочнеться після першої десятиденки квітня й триватиме до кінця року.

Нептун доступний для спостережень упродовж січня, лютого та першого тижня березня. Планету можна спостерігати у південній та південно-західній частині неба після настання темряви і до її заходу. На початку січня Нептун заходить за горизонт о 22 год 36 хв за київським часом, на початку лютого — о 20 год 38 хв, а наприкінці першої декади березня зникає у променях вечірньої заграви. За цей період тривалість видимості планети скоротиться з 5 год 49 хв до нуля. На 16 березня припадає сполучення Нептуна зі Сонцем.

Нептун знову буде доступним для спостережень після першої декади квітня вже перед світанком — настане другий період видимості, котрий закінчиться наступного року. Планета сходитиме: на початку другого періоду видимості (10 квітня) о 5 год 44 хв за літнім часом, 1 травня — о 4 год 23 хв. На початку літніх місяців моменти сходу будуть такі: 1 червня — 2 год 22 хв за літнім часом, 1 липня — 0 год 25 хв, 1 серпня — 22 год 19 хв. Тривалість видимості Нептуна збільшується з 1 хв до 6 год 33 хв. Поступово моменти сходу зміщуються на більш ранні вечірні години, і в останній день серпня планета сходитиме вже на тлі вечірньої заграви, тобто до настання темряви. Тому на потемнілому небі її видно над горизонтом уже на певній висоті. Упродовж майже всього вересня (крім останніх чотирьох днів) Нептун можна спостерігати цілу ніч, тривалість його видимості збільшиться до 10 год 54 хв. На 19 вересня припадає протистояння планети зі Сонцем.

Наприкінці вересня Нептун заходитиме ще до настання ранкових присмерків (27 вересня — о 6 год 15 хв за літнім часом), тому тривалість його видимості меншає.

Упродовж наступних місяців планету можна спостерігати після закінчення вечірніх присмерків і до її заходу: 1 жовтня — 5 год 59 хв літнього часу, 1 листопада — 2 год 53 хв київського часу, 1 грудня — 0 год 53 хв, 31 грудня — 22 год 53 хв. Тривалість її видимості скорочуватиметься і наприкінці року становитиме 6 год 07 хв.

Блиск Нептуна впродовж року становитиме приблизно +7.9 зоряної величини; його видимий діаметр — у середньому 2.2". До трьох перших днів березня планета перебуватиме в сузір'ї Водолія. Потім — у сузір'ї Риб (до середини третьої декади листопада), Водолія (до кінця першої декади грудня), знову в сузір'ї Риб. До стояння 1 липня Нептун переміщуватиметься прямим рухом, потім до стояння 7 грудня — назаднім, після чого знову прямим.

**ПЛАНЕТНІ КОНФІГУРАЦІЇ**  
(за всесвітнім часом)

Дата	Час		Конфігурація
	год	хв	
Січень	7	12:58	<b>Меркурій</b> нижнє сполучення
	18	11:50	стояння
	30	5:56	найбільша західна елонгація W 24°58'
Березень	17	10:46	верхнє сполучення
Квітень	11	22:10	найбільша східна елонгація E 19°29'
	21	16:02	стояння
Травень	1	23:29	нижнє сполучення
	14	6:45	стояння
	29	5:36	найбільша західна елонгація W 24°53'
Липень	1	5:07	верхнє сполучення
Серпень	10	1:49	найбільша східна елонгація E 27°24'
	23	4:49	стояння
Вересень	6	11:10	нижнє сполучення
	15	0:22	стояння
	22	13:17	найбільша західна елонгація W 17°52'
Жовтень	20	5:39	верхнє сполучення
Грудень	4	14:29	найбільша східна елонгація E 21°16'
	13	4:56	стояння
	22	18:55	нижнє сполучення
			<b>Венера</b>
Червень	4	11:00	найбільша східна елонгація E 45°24'
Липень	20	23:30	стояння
Серпень	13	11:17	нижнє сполучення
Вересень	3	3:35	стояння
Жовтень	23	23:22	найбільша західна елонгація W 46°25'
			<b>Марс</b>
Січень	12	20:13	стояння
Листопад	18	5:43	сполучення
			<b>Юпітер</b>
Квітень	11	22:08	сполучення
Вересень	4	21:03	стояння
Листопад	3	5:04	протистояння
Грудень	31	15:11	стояння
			<b>Сатурн</b>
Лютий	16	16:50	сполучення
Червень	18	15:14	стояння
Серпень	27	8:29	протистояння
Листопад	4	17:02	стояння
			<b>Уран</b>
Січень	23	2:52	стояння
Травень	9	19:57	сполучення
Серпень	29	3:28	стояння
Листопад	13	17:21	протистояння
			<b>Нептун</b>
Березень	15	23:41	сполучення
Липень	1	13:26	стояння
Вересень	19	11:19	протистояння
Грудень	6	23:55	стояння

Таблиця 16

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ  
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час		Сполучення	Видима відстань			
	год	хв					
Січень	22	19	38	Венера із Сатурном	0°	22'	S
Лютий	15	12	21	Венера з Нептуном	0	01	S
Березень	2	9	36	Меркурій із Сатурном	0	56	S
	2	10	42	Венера з Юпітером	0	32	N
	16	15	08	Меркурій із Нептуном	0	25	S
	28	14	36	Меркурій із Юпітером	1	28	N
	31	6	12	Венера з Ураном	1	18	N
Червень	4	4	42	Меркурій із Ураном	2	54	S
Липень	26	12	41	Меркурій із Венерою	5	18	N
Жовтень	29	17	19	Меркурій із Марсом	0	22	S
Грудень	28	2	48	Меркурій із Марсом	3	35	S

Примітка. Літера N (або S) в останньому стовпчику таблиці вказує, що перша планета міститься далі на північ (або далі на південь), ніж друга.

Таблиця 17

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ ІЗ МІСЯЦЕМ  
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час		Планета	Видима відстань			
	год	хв					
Січень	1	22	17	Уран	0°	42'	S
	3	19	38	Марс	0	32	N
	20	7	50	Меркурій	6	56	N
	23	7	22	Сатурн	3	50	N
	23	8	19	Венера	3	27	N
	25	5	56	Нептун	2	42	N
	26	2	04	Юпітер	1	49	N
	29	4	10	Уран	0	57	S
	31	4	26	Марс	0	16	N

Примітка. Літера S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься далі на південь (або далі на північ), ніж центр Місяця.

Продовження табл. 17

Дата	Час		Планета	Видима відстань		
	год	хв				
Лютий	18	20	53	Меркурій	3° 36'	N
	19	23	59	Сатурн	3 41	N
	21	18	17	Нептун	2 28	N
	22	7	57	Венера	2 05	N
	22	22	02	Юпітер	1 11	N
	25	13	07	Уран	1 16	S
	28	4	33	Марс	1 04	S
Березень	19	15	23	Сатурн	3 36	N
	21	6	48	Нептун	2 22	N
	22	0	11	Меркурій	1 50	N
	22	19	57	Юпітер	0 32	N
	24	10	28	Венера	0 07	N
	25	0	40	Уран	1 32	S
	28	13	17	Марс	2 17	S
Квітень	16	3	50	Сатурн	3 30	N
	17	17	25	Нептун	2 19	N
	19	17	33	Юпітер	0 07	S
	21	7	07	Меркурій	1 54	N
	21	13	02	Уран	1 42	S
	23	13	04	Венера	1 19	S
	26	2	20	Марс	3 14	S
Травень	13	13	08	Сатурн	3 17	N
	15	1	27	Нептун	2 12	N
	17	13	19	Юпітер	0 48	S
	18	1	36	Меркурій	3 36	S
	19	0	24	Уран	1 49	S
	23	12	09	Венера	1 52	S
	24	17	33	Марс	3 46	S
Червень	9	20	24	Сатурн	2 59	N
	11	7	48	Нептун	2 00	N
	14	6	37	Юпітер	1 31	S
	15	9	55	Уран	2 00	S
	16	20	39	Меркурій	4 19	S
	22	0	49	Венера	3 41	S
	22	10	10	Марс	3 56	S
Липень	7	3	11	Сатурн	2 40	N
	8	14	13	Нептун	1 43	N
	11	21	22	Юпітер	2 14	S
	12	17	49	Уран	2 17	S
	19	8	57	Меркурій	3 31	S
	20	8	38	Венера	7 52	S
	21	4	01	Марс	3 16	S

Примітка. Літера S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься далі на південь (або далі на північ), ніж центр Місяця.

Закінчення табл. 17

Дата	Час		Планета	Видима відстань		
	год	хв				
Серпень	3	10	27	Сатурн	2° 29'	N
	4	22	03	Нептун	1 29	N
	8	8	45	Юпітер	2 53	S
	9	1	05	Уран	2 35	S
	15	17	01	Венера	15 18	S
	18	11	27	Меркурій	6 47	S
	18	23	08	Марс	2 11	S
	30	18	09	Сатурн	2 30	N
Вересень	1	07	22	Нептун	1 23	N
	4	19	48	Юпітер	3 18	S
	5	8	46	Уран	2 31	S
	11	13	00	Венера	11 23	S
	13	17	41	Меркурій	6 00	S
	16	19	21	Марс	0 40	S
	27	1	31	Сатурн	2 39	N
	28	17	01	Нептун	1 26	N
Жовтень	2	3	21	Юпітер	3 24	S
	2	17	17	Уран	2 56	S
	10	9	46	Венера	6 30	S
	14	9	34	Меркурій	0 40	N
	15	16	18	Марс	1 00	N
	24	7	57	Сатурн	2 46	N
	26	1	24	Нептун	1 31	N
	29	8	16	Юпітер	3 08	S
	30	1	54	Уран	2 52	S
Листопад	9	9	31	Венера	1 01	S
	13	13	34	Марс	2 29	N
	14	14	40	Меркурій	1 40	N
	20	14	07	Сатурн	2 44	N
	22	7	47	Нептун	1 28	N
	25	11	16	Юпітер	2 46	S
	26	9	20	Уран	2 45	S
Грудень	9	16	54	Венера	3 39	N
	12	10	57	Марс	3 34	N
	14	5	20	Меркурій	4 22	N
	17	22	02	Сатурн	2 29	N
	19	13	17	Нептун	1 16	N
	22	14	26	Юпітер	2 36	S
	23	14	55	Уран	2 46	S

Примітка. Літера S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься далі на південь (або далі на північ), ніж центр Місяця.



Таблиця 18

## ЕФЕМЕРИДИ ПЛАНЕТ

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = \lambda^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "		"		°	год хв	год хв	год хв	

## МЕРКУРІЙ

I	1	19 41.6	-20 30	1.3	8.98	0.16	132.2	8 40	12 57	17 15	58
	5	19 26.1	-19 48	3.5	9.78	0.03	159.8	8 04	12 25	16 46	59
	9	19 03.6	-19 33	4.1	10.02	0.02	165.7	7 24	11 47	16 09	59
	13	18 44.5	-19 40	2.0	9.62	0.11	140.9	6 51	11 13	15 35	59
	17	18 35.3	-20 04	0.8	8.88	0.26	119.3	6 29	10 49	15 09	58
	21	18 36.4	-20 36	0.3	8.10	0.39	102.2	6 18	10 35	14 52	58
	25	18 45.4	-21 08	0.0	7.43	0.51	88.9	6 15	10 29	14 43	57
	29	18 59.8	-21 31	-0.1	6.87	0.60	78.4	6 16	10 28	14 40	56
II	2	19 17.9	-21 42	-0.1	6.43	0.67	69.8	6 19	10 31	14 42	56
	6	19 38.6	-21 35	-0.1	6.07	0.73	62.6	6 24	10 36	14 48	56
	10	20 00.9	-21 10	-0.1	5.78	0.78	56.5	6 28	10 42	14 57	57
	14	20 24.4	-20 26	-0.2	5.55	0.82	50.9	6 31	10 50	15 10	58
	18	20 48.8	-19 21	-0.2	5.36	0.85	45.8	6 33	10 59	15 25	60
	22	21 13.8	-17 56	-0.3	5.21	0.88	40.8	6 34	11 08	15 43	62
	26	21 39.3	-16 10	-0.4	5.09	0.91	35.7	6 34	11 18	16 03	65
	2	22 05.2	-14 03	-0.6	5.00	0.93	30.3	6 33	11 28	16 25	69
III	6	22 31.6	-11 35	-0.8	4.94	0.96	24.3	6 30	11 39	16 49	73
	10	22 58.4	-8 47	-1.1	4.91	0.98	17.5	6 27	11 50	17 14	77
	14	23 25.7	-5 39	-1.5	4.92	0.99	9.7	6 24	12 02	17 41	82
	18	23 53.6	-2 13	-1.9	4.98	1.00	4.2	6 19	12 14	18 10	87
	22	0 22.1	+1 26	-1.7	5.10	0.98	13.9	6 15	12 27	18 41	93
	26	0 50.7	+5 12	-1.5	5.31	0.94	28.1	6 09	12 39	19 12	99
	30	1 18.8	+8 55	-1.3	5.63	0.86	44.6	6 03	12 52	19 42	105
	3	1 45.3	+12 19	-1.0	6.09	0.73	62.5	5 57	13 02	20 10	110
IV	7	2 08.6	+15 10	-0.6	6.71	0.58	80.6	5 49	13 09	20 31	115
	11	2 27.4	+17 20	0.0	7.49	0.43	97.9	5 40	13 12	20 45	119
	15	2 40.7	+18 43	0.6	8.40	0.29	114.4	5 29	13 08	20 48	121
	19	2 47.8	+19 16	1.5	9.41	0.18	130.1	5 17	12 59	20 41	122
	23	2 48.9	+19 00	2.6	10.41	0.09	145.5	5 04	12 44	20 22	121
	27	2 44.6	+17 58	4.0	11.28	0.03	160.8	4 50	12 23	19 55	119
V	1	2 36.8	+16 21	5.7	11.85	0.00	175.8	4 36	12 00	19 22	117
	5	2 28.2	+14 28	4.9	12.02	0.01	169.1	4 22	11 35	18 47	114
	9	2 21.3	+12 43	3.5	11.79	0.04	155.5	4 09	11 13	18 16	113
	13	2 17.9	+11 25	2.5	11.24	0.10	143.5	3 56	10 54	17 52	112
	17	2 18.6	+10 44	1.8	10.53	0.17	131.8	3 45	10 40	17 35	108

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Продовження табл. 18

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимуті точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°	
V 21	2 23.7	+10 42	1.3	9.75	0.24	121.8	3 34	10 29	17 25	107
25	2 32.8	+11 15	0.9	8.98	0.31	112.6	3 25	10 23	17 22	108
29	2 45.6	+12 17	0.6	8.26	0.38	103.8	3 17	10 20	17 25	110
VI 2	3 01.8	+13 43	0.3	7.59	0.46	95.0	3 09	10 21	17 34	112
6	3 21.3	+15 27	0.0	7.00	0.54	86.0	3 04	10 25	17 48	115
10	3 44.1	+17 21	-0.3	6.48	0.62	76.1	3 00	10 33	18 07	118
14	4 10.5	+19 20	-0.6	6.04	0.71	64.9	2 59	10 43	18 29	122
18	4 40.4	+21 12	-0.9	5.67	0.81	52.1	3 02	10 58	18 56	122
22	5 13.9	+22 48	-1.3	5.38	0.90	37.5	3 10	11 16	19 24	128
26	5 50.4	+23 56	-1.7	5.18	0.96	21.5	3 23	11 37	19 52	130
30	6 28.5	+24 24	-2.1	5.08	1.00	6.1	3 42	12 00	20 17	131
VII 4	7 06.7	+24 07	-1.9	5.07	0.99	11.9	4 07	12 22	20 36	130
8	7 43.2	+23 09	-1.4	5.13	0.95	25.5	4 34	12 43	20 49	128
12	8 17.2	+21 36	-1.0	5.26	0.90	37.2	5 03	13 01	20 57	126
16	8 48.2	+19 37	-0.7	5.44	0.84	47.1	5 30	13 15	20 59	122
20	9 16.3	+17 21	-0.4	5.66	0.78	55.6	5 56	13 27	20 57	118
24	9 41.5	+14 55	-0.2	5.92	0.73	63.0	6 19	13 37	20 52	114
28	10 04.2	+12 24	0.0	6.23	0.67	69.7	6 39	13 43	20 45	110
VIII 10	10 24.3	+9 52	0.1	6.57	0.62	76.1	6 56	13 47	20 37	106
5	10 41.9	+7 25	0.2	6.97	0.56	82.5	7 10	13 49	20 26	102
9	10 57.0	+5 07	0.3	7.41	0.51	89.2	7 20	13 48	20 14	98
13	11 09.2	+3 02	0.5	7.92	0.44	96.5	7 27	13 44	20 00	95
17	11 18.0	+1 18	0.7	8.49	0.37	104.7	7 28	13 36	19 44	93
21	11 23.0	+0 02	1.0	9.11	0.29	114.3	7 23	13 25	19 27	91
25	11 23.2	-0 35	1.4	9.75	0.21	125.8	7 10	13 09	19 08	90
29	11 18.2	-0 23	2.2	10.32	0.12	139.4	6 47	12 48	18 48	90
IX 2	11 08.2	+0 45	3.4	10.67	0.05	155.3	6 16	12 22	18 28	92
6	10 55.3	+2 42	4.8	10.63	0.01	169.4	5 38	11 53	18 09	95
10	10 43.5	+5 01	3.7	10.10	0.03	159.3	5 00	11 26	17 54	99
14	10 37.3	+7 01	1.9	9.20	0.13	138.4	4 28	11 05	17 42	102
18	10 39.6	+8 09	0.5	8.17	0.28	116.2	4 10	10 52	17 35	103
22	10 50.7	+8 08	-0.3	7.21	0.46	94.3	4 05	10 48	17 31	103
26	11 08.9	+7 01	-0.8	6.44	0.64	73.7	4 14	10 51	17 28	102
30	11 31.6	+5 02	-1.0	5.85	0.78	55.3	4 31	10 58	17 25	98
X 4	11 56.6	+2 27	-1.1	5.44	0.88	39.7	4 52	11 08	17 21	94
8	12 22.3	-0 27	-1.2	5.15	0.95	26.9	5 16	11 18	17 18	90
12	12 47.9	-3 27	-1.3	4.95	0.98	16.5	5 41	11 28	17 13	85
16	13 13.3	-6 27	-1.4	4.82	1.00	8.0	6 05	11 37	17 08	80

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Продовження табл. 18

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°	
X 20	13 38.3	-9 21	-1.4	4.74	1.00	1.9	6 28	11 46	17 03	76
24	14 03.0	-12 06	-1.2	4.70	1.00	5.8	6 51	11 55	16 58	71
28	14 27.7	-14 40	-1.0	4.69	0.99	11.1	7 13	12 04	16 54	67
XI 1	14 52.3	-17 02	-0.8	4.71	0.98	16.1	7 35	12 13	16 50	63
5	15 17.1	-19 10	-0.6	4.76	0.97	21.0	7 56	12 22	16 47	60
9	15 42.0	-21 03	-0.5	4.84	0.95	25.9	8 17	12 31	16 45	57
13	16 07.1	-22 40	-0.5	4.96	0.93	31.0	8 36	12 41	16 45	54
17	16 32.3	-23 58	-0.4	5.12	0.90	36.6	8 54	12 50	16 46	52
21	16 57.4	-24 57	-0.4	5.32	0.87	42.9	9 10	13 00	16 49	50
25	17 22.1	-25 36	-0.4	5.59	0.82	50.2	9 23	13 08	16 54	49
29	17 45.7	-25 52	-0.4	5.95	0.76	59.1	9 32	13 16	17 00	48
XII 3	18 07.1	-25 45	-0.4	6.41	0.67	70.0	9 37	13 21	17 06	48
7	18 24.6	-25 17	-0.3	7.03	0.55	83.9	9 34	13 22	17 11	49
11	18 35.4	-24 30	0.0	7.81	0.40	101.6	9 23	13 16	17 10	51
15	18 35.9	-23 30	0.9	8.73	0.22	124.1	9 01	13 00	16 59	53
19	18 23.6	-22 22	2.7	9.57	0.06	151.1	8 25	12 30	16 37	55
23	18 01.6	-21 14	4.9	9.95	0.00	172.8	7 40	11 52	16 05	57
27	17 40.1	-20 24	2.4	9.62	0.08	147.5	6 58	11 16	15 34	58
31	17 28.3	-20 08	0.9	8.86	0.23	122.8	6 30	10 50	15 09	58
I 4	17 27.7	-20 25	0.2	8.03	0.39	103.1	6 16	10 34	14 52	58
<b>ВЕНЕРА</b>										
I 1	19 58.9	-22 02	-3.9	10.38	0.96	23.5	9 08	13 18	17 28	55
9	20 40.8	-19 53	-3.9	10.54	0.95	26.1	9 06	13 28	17 52	59
17	21 21.4	-17 08	-3.9	10.72	0.94	28.8	8 59	13 37	18 17	64
25	22 00.5	-13 52	-3.9	10.92	0.93	31.5	8 49	13 45	18 42	69
II 2	22 38.4	-10 12	-3.9	11.15	0.91	34.3	8 36	13 51	19 07	75
10	23 15.2	-6 16	-3.9	11.41	0.90	37.1	8 22	13 56	19 32	81
18	23 51.2	-2 09	-4.0	11.70	0.88	40.0	8 07	14 01	19 56	88
26	0 26.8	+2 02	-4.0	12.03	0.87	43.0	7 51	14 05	20 20	94
III 6	1 02.4	+6 10	-4.0	12.40	0.85	46.1	7 35	14 09	20 44	100
14	1 38.2	+10 10	-4.0	12.83	0.83	49.3	7 19	14 13	21 08	110
22	2 14.5	+13 55	-4.0	13.31	0.80	52.5	7 05	14 18	21 33	113
30	2 51.6	+17 20	-4.0	13.85	0.78	55.9	6 52	14 24	21 57	119
IV 7	3 29.6	+20 17	-4.0	14.48	0.75	59.4	6 41	14 30	22 21	124
15	4 08.4	+22 43	-4.1	15.20	0.73	63.0	6 33	14 37	22 43	128
23	4 47.8	+24 31	-4.1	16.03	0.70	66.8	6 28	14 45	23 03	131

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Продовження табл. 18

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимуті точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°	
V	1 5 27.5	+25 39	-4.1	17.00	0.66	70.7	6 28	14 53	23 19	133
	9 6 06.8	+26 05	-4.2	18.13	0.63	74.9	6 33	15 01	23 29	134
	17 6 45.2	+25 49	-4.2	19.45	0.59	79.2	6 42	15 08	23 33	134
	25 7 22.0	+24 55	-4.2	21.01	0.55	83.7	6 54	15 13	23 31	132
VI	2 7 56.5	+23 26	-4.3	22.87	0.51	88.6	7 07	15 16	23 23	129
	10 8 28.2	+21 28	-4.3	25.11	0.47	93.9	7 20	15 16	23 10	125
	18 8 56.4	+19 10	-4.4	27.80	0.42	99.8	7 31	15 12	22 52	121
	26 9 20.6	+16 37	-4.4	31.07	0.36	106.3	7 38	15 04	22 30	117
VII	4 9 39.8	+14 01	-4.5	35.03	0.30	113.8	7 40	14 52	22 03	113
	12 9 52.9	+11 32	-4.5	39.78	0.23	122.7	7 34	14 33	21 31	109
	20 9 58.4	+9 22	-4.4	45.23	0.16	133.2	7 19	14 06	20 53	105
	28 9 54.8	+7 48	-4.3	50.93	0.09	145.7	6 51	13 31	20 10	103
VIII	5 9 41.9	+7 05	-4.1	55.69	0.03	159.7	6 10	12 46	19 22	102
	13 9 22.8	+7 19	-3.9	57.78	0.01	169.3	5 18	11 55	18 33	102
	21 9 04.3	+8 17	-4.1	56.26	0.03	160.1	4 24	11 06	17 48	104
	29 8 52.8	+9 32	-4.4	51.92	0.08	146.1	3 35	10 23	17 12	106
IX	6 8 51.3	+10 37	-4.5	46.44	0.16	133.5	2 56	9 51	16 46	107
	14 8 59.4	+11 17	-4.5	41.07	0.23	122.9	2 30	9 28	16 26	108
	22 9 15.2	+11 25	-4.5	36.34	0.30	114.1	2 13	9 12	16 11	109
	30 9 36.6	+10 57	-4.5	32.36	0.36	106.6	2 06	9 02	15 59	108
X	8 10 02.1	+9 54	-4.5	29.05	0.41	100.2	2 05	8 56	15 48	106
	16 10 30.4	+8 18	-4.4	26.31	0.46	94.5	2 10	8 53	15 36	104
	24 11 00.5	+6 12	-4.4	24.03	0.51	89.3	2 19	8 52	15 24	100
XI	1 11 31.9	+3 41	-4.3	22.11	0.55	84.6	2 31	8 52	15 12	96
	9 12 04.3	+0 50	-4.3	20.48	0.58	80.2	2 45	8 53	14 59	92
	17 12 37.6	-2 15	-4.2	19.10	0.62	76.1	3 02	8 55	14 46	87
XII	25 13 11.7	-5 27	-4.2	17.91	0.65	72.2	3 20	8 57	14 34	82
	3 13 46.8	-8 41	-4.2	16.88	0.68	68.5	3 39	9 01	14 21	77
	11 14 23.0	-11 49	-4.1	15.98	0.71	64.9	3 59	9 05	14 10	72
	19 15 00.3	-14 45	-4.1	15.20	0.74	61.5	4 21	9 11	14 01	67
I	27 15 39.0	-17 21	-4.1	14.51	0.76	58.1	4 42	9 18	13 54	63
	4 16 18.9	-19 31	-4.1	13.90	0.79	54.9	5 03	9 27	13 50	59

## МАРС

I	1 4 27.6	+24 35	-1.2	14.66	0.97	19.1	13 27	21 42	6 02	131
	9 4 23.9	+24 29	-1.0	13.57	0.96	23.8	12 53	21 08	5 26	131
	17 4 24.0	+24 28	-0.7	12.50	0.94	27.7	12 22	20 36	4 55	131
	25 4 27.4	+24 32	-0.5	11.49	0.93	30.7	11 53	20 09	4 27	131

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год уесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°	
II 2	4 33.9	+2442	-0.2	10.58	0.92	33.1	11 27	19 44	4 03	131
10	4 42.8	+2454	0.0	9.76	0.91	34.8	11 03	19 22	3 42	132
18	4 53.8	+2507	0.2	9.03	0.90	36.0	10 41	19 01	3 23	132
26	5 06.6	+2519	0.4	8.40	0.90	36.8	10 21	18 43	3 06	133
III 6	5 20.8	+2529	0.5	7.84	0.90	37.2	10 03	18 25	2 50	133
14	5 36.2	+2535	0.7	7.34	0.90	37.4	9 46	18 09	2 35	133
22	5 52.6	+2536	0.8	6.91	0.90	37.3	9 31	17 54	2 20	133
30	6 09.8	+2531	0.9	6.53	0.90	37.0	9 17	17 40	2 05	133
IV 7	6 27.6	+2518	1.1	6.19	0.90	36.5	9 05	17 26	1 49	133
15	6 45.8	+2457	1.2	5.89	0.90	35.9	8 55	17 13	1 34	132
23	7 04.5	+2428	1.2	5.62	0.91	35.2	8 45	17 00	1 17	131
V 1	7 23.3	+2350	1.3	5.38	0.91	34.4	8 37	16 48	1 00	130
9	7 42.4	+2304	1.4	5.17	0.92	33.5	8 29	16 35	0 43	128
17	8 01.5	+2209	1.5	4.98	0.92	32.5	8 23	16 23	0 24	127
25	8 20.6	+2106	1.5	4.81	0.93	31.4	8 17	16 10	0 05	125
VI 2	8 39.6	+1955	1.6	4.66	0.93	30.3	8 12	15 58	23 43	123
10	8 58.6	+1835	1.6	4.53	0.94	29.1	8 07	15 45	23 22	120
18	9 17.5	+1709	1.7	4.40	0.94	27.9	8 03	15 33	23 02	118
26	9 36.2	+1535	1.7	4.30	0.95	26.6	7 59	15 20	22 40	115
VII 4	9 54.9	+1356	1.7	4.20	0.95	25.3	7 55	15 07	22 18	113
12	10 13.5	+1211	1.7	4.11	0.96	24.0	7 51	14 54	21 56	110
20	10 32.0	+1020	1.8	4.04	0.96	22.6	7 48	14 41	21 33	107
28	10 50.4	+825	1.8	3.97	0.97	21.3	7 44	14 28	21 11	104
VIII 5	11 08.8	+627	1.8	3.91	0.97	19.8	7 41	14 15	20 48	101
13	11 27.3	+425	1.8	3.86	0.97	18.4	7 38	14 02	20 25	97
21	11 45.8	+221	1.8	3.81	0.98	17.0	7 35	13 49	20 02	94
29	12 04.5	+015	1.8	3.77	0.98	15.5	7 32	13 36	19 39	91
IX 6	12 23.3	-152	1.7	3.74	0.98	14.0	7 29	13 23	19 17	88
14	12 42.3	-359	1.7	3.72	0.99	12.5	7 27	13 11	18 54	84
22	13 01.6	-606	1.7	3.70	0.99	11.0	7 25	12 59	18 32	81
30	13 21.3	-810	1.7	3.68	0.99	9.5	7 23	12 47	18 10	78
X 8	13 41.4	-1012	1.6	3.67	1.00	8.0	7 22	12 35	17 48	75
16	14 01.9	-1210	1.6	3.67	1.00	6.4	7 21	12 24	17 27	71
24	14 22.9	-1404	1.6	3.67	1.00	4.9	7 20	12 14	17 07	68
XI 1	14 44.5	-1551	1.5	3.68	1.00	3.4	7 20	12 04	16 48	66
9	15 06.6	-1731	1.5	3.69	1.00	1.8	7 19	11 55	16 29	63
17	15 29.4	-1903	1.4	3.70	1.00	0.3	7 19	11 46	16 12	60
25	15 52.8	-2025	1.4	3.72	1.00	1.3	7 19	11 38	15 56	58

Зауваження. 27 травня — дата подвійного заходу Марса: в 0 год 00 хв та о 23 год 58 хв.

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимуті точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h, \varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' ,		"		°	год хв	год хв	год хв	
XII 3	16 16.8	-21 35	1.4	3.74	1.00	2.9	7 19	11 30	15 41	56
	11 16 41.4	-22 33	1.4	3.77	1.00	4.4	7 18	11 23	15 28	54
	19 17 06.5	-23 18	1.4	3.80	1.00	5.9	7 16	11 17	15 17	53
	27 17 32.1	-23 47	1.4	3.84	1.00	7.5	7 13	11 11	15 08	52
I 4	17 58.0	-24 01	1.4	3.88	0.99	9.0	7 09	11 05	15 01	52

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр (екватор.) $D_e$	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимуті точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 2^h, \varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' ,		"	°	год хв	год хв	год хв	

## ЮПІТЕР

I	1	0 06.4	-0 42	-2.4	39.30	11.3	11 23	17 23	23 22	90
	17	0 14.6	+0 15	-2.3	37.48	10.5	10 24	16 28	22 32	91
II	2	0 24.8	+1 24	-2.2	35.96	9.2	9 26	15 35	21 45	93
	18	0 36.6	+2 43	-2.1	34.78	7.4	8 28	14 44	21 00	95
III	6	0 49.6	+4 07	-2.1	33.91	5.4	7 32	13 54	20 17	97
	22	1 03.3	+5 35	-2.1	33.35	3.1	6 35	13 05	19 35	99
IV	7	1 17.6	+7 03	-2.0	33.09	0.8	5 40	12 16	18 53	102
	23	1 32.0	+8 29	-2.0	33.11	1.7	4 44	11 28	18 12	104
V	9	1 46.4	+9 51	-2.1	33.42	4.0	3 48	10 39	17 30	106
	25	2 00.3	+11 07	-2.1	34.01	6.2	2 53	9 50	16 47	108
VI	10	2 13.5	+12 15	-2.1	34.89	8.1	1 57	9 00	16 03	110
	26	2 25.6	+13 14	-2.2	36.07	9.8	1 01	8 09	15 17	112
VII	12	2 36.1	+14 03	-2.3	37.54	11.0	0 05	7 17	14 29	113
	28	2 44.6	+14 40	-2.4	39.30	11.7	23 03	6 22	13 38	114
VIII	13	2 50.7	+15 04	-2.5	41.30	11.7	22 04	5 25	13 43	115
	29	2 53.8	+15 14	-2.6	43.47	11.0	21 03	4 26	11 44	115
IX	14	2 53.5	+15 10	-2.7	45.63	9.5	20 00	3 22	10 40	115
	30	2 49.9	+14 52	-2.8	47.54	7.1	18 55	2 16	9 32	114

Зауваження. 13 липня — дата подвійного сходу Юпітера: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв. Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Продовження табл. 18

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр (екватор.) $D_e$	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимутні точки сходу та заходу
	на 0 год унесвітнього часу					для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°
X	16	2 43.5 +14 21	-2.9	48.91	4.0	17 49	1 07	8 20	113
XI	1	2 35.4 +13 43	-2.9	49.44	0.6	16 41	23 51	7 06	112
	17	2 27.0 +13 05	-2.9	49.00	3.1	15 33	22 40	5 51	111
XII	3	2 20.1 +12 34	-2.8	47.69	6.3	14 26	21 30	4 39	110
	19	2 15.8 +12 17	-2.7	45.75	8.8	13 21	20 23	3 30	110
I	4	2 14.8 +12 17	-2.6	43.51	10.5	12 17	19 20	2 26	110

Зауваження. 31 жовтня — дата подвійної кульмінації Юпітера: в 00 год 00 хв та о 23 год 56 хв.

## САТУРН

I	1	21 40.8 -15 13	0.8	15.70	3.9	10 10	14 57	19 45	67
	17	21 47.4 -14 39	0.8	15.47	2.7	9 10	14 01	18 52	68
II	2	21 54.6 -14 02	0.8	15.34	1.3	8 11	13 05	17 59	69
	18	22 02.1 -13 23	0.8	15.30	0.2	7 13	12 10	17 07	70
III	6	22 09.5 -12 44	0.9	15.36	1.5	6 14	11 14	16 15	71
	22	22 16.6 -12 07	0.9	15.51	2.9	5 15	10 18	15 22	72
IV	7	22 23.0 -11 32	1.0	15.74	4.0	4 15	9 22	14 29	73
	23	22 28.6 -11 03	1.0	16.05	5.0	3 15	8 25	13 34	73
V	9	22 33.1 -10 40	1.0	16.44	5.6	2 15	7 26	12 37	74
	25	22 36.2 -10 25	1.0	16.88	5.9	1 14	6 26	11 38	74
VI	10	22 37.8 -10 19	0.9	17.35	5.8	0 12	5 25	10 38	75
	26	22 37.9 -10 23	0.8	17.82	5.3	23 06	4 22	9 34	74
VII	12	22 36.4 -10 35	0.7	18.25	4.4	22 02	3 18	8 29	74
	28	22 33.5 -10 56	0.6	18.59	3.1	20 58	2 12	7 21	74
VIII	13	22 29.6 -11 21	0.5	18.81	1.5	19 54	1 05	6 12	73
	29	22 25.1 -11 48	0.4	18.88	0.3	18 48	23 53	5 03	72
IX	14	22 20.6 -12 15	0.5	18.78	1.9	17 43	22 46	3 53	71
	30	22 16.8 -12 36	0.5	18.53	3.4	16 38	21 39	2 45	71
X	16	22 14.1 -12 50	0.6	18.17	4.6	15 34	20 34	1 38	70
XI	1	22 12.4 -12 55	0.7	17.72	5.4	14 30	19 30	0 33	70
	17	22 13.3 -12 50	0.8	17.25	5.8	13 28	18 28	23 27	71
XII	3	22 15.5 -12 37	0.9	16.79	5.7	12 26	17 27	22 28	71
	19	22 19.2 -12 14	0.9	16.37	5.3	11 24	16 28	21 31	71
I	4	22 24.2 -11 44	0.9	16.01	4.5	10 24	15 30	20 35	72

Зауваження. 13 червня — дата подвійного сходу Сатурна: в 00 год 01 хв та о 23 год 57 хв; 28 серпня — дата подвійної кульмінації Сатурна: в 00 год 02 хв та о 23 год 58 хв; 9 листопада — дата подвійного заходу Сатурна: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв.

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина <i>m</i>	Видимий діаметр	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимуті точок сходу та заходу
	на 0 год усвітнього часу					для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ′		"	°	год хв	год хв	год хв	

## УРАН

I	1	2 51.2	+16 02	5.7	3.67	2.3	12 44	20 07	3 33	116
	17	2 50.4	+15 59	5.7	3.62	2.7	11 40	19 03	2 29	116
II	2	2 50.5	+16 00	5.7	3.57	2.9	10 38	18 00	1 27	116
	18	2 51.5	+16 05	5.8	3.52	2.8	9 35	16 58	0 25	116
III	6	2 53.3	+16 13	5.8	3.48	2.5	8 33	15 57	23 21	117
	22	2 55.8	+16 25	5.8	3.44	2.1	7 32	14 57	22 22	117
IV	7	2 58.9	+16 38	5.8	3.41	1.5	6 31	13 57	21 23	117
	23	3 02.4	+16 53	5.9	3.40	0.8	5 30	12 58	20 25	118
V	9	3 06.1	+17 08	5.9	3.39	0.0	4 29	11 58	19 27	118
	25	3 09.8	+17 23	5.9	3.40	0.7	3 29	10 59	18 30	118
VI	10	3 13.3	+17 37	5.8	3.41	1.4	2 28	10 00	17 32	119
	26	3 16.6	+17 50	5.8	3.44	2.0	1 27	9 00	16 33	119
VII	12	3 19.3	+18 00	5.8	3.47	2.5	0 26	8 00	15 34	120
	28	3 21.3	+18 08	5.8	3.51	2.8	23 20	6 59	14 34	120
VIII	13	3 22.6	+18 13	5.7	3.56	3.0	22 18	5 57	13 32	120
	29	3 23.1	+18 14	5.7	3.61	2.9	21 16	4 55	12 30	120
IX	14	3 22.6	+18 12	5.7	3.66	2.6	20 12	3 51	11 27	120
	30	3 21.4	+18 08	5.7	3.70	2.1	19 09	2 47	10 22	120
X	16	3 19.4	+18 00	5.6	3.73	1.5	18 05	1 42	9 16	120
	XI	1	3 17.0	+17 51	5.6	3.75	0.7	17 00	0 37	8 10
17		3 14.3	+17 41	5.6	3.76	0.2	15 55	23 27	7 04	119
XII	3	3 11.7	+17 31	5.6	3.75	1.0	14 51	22 22	5 57	119
	19	3 09.5	+17 22	5.6	3.72	1.7	13 47	21 17	4 51	118
I	4	3 07.8	+17 16	5.7	3.68	2.3	12 43	20 12	3 46	118

Зауваження. 24 лютого — дата подвійного заходу Урана: в 0 год 02 хв та о 23 год 59 хв; 18 липня — дата подвійного сходу Урана: в 0 год 03 хв та о 23 год 59 хв; 10 листопада — дата подвійної кульмінації Урана: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв.

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.



Закінчення табл. 18

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величи- на <i>m</i>	Види- мий діа- метр	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ′		"	°	год хв	год хв	год хв	

**НЕПТУН**

I	1	23 35.7	-3 55	7.9	2.22	1.8	11 08	16 52	22 36	85
	17	23 36.9	-3 47	7.9	2.20	1.6	10 05	15 50	21 35	85
II	2	23 38.5	-3 36	7.9	2.19	1.2	9 03	14 49	20 34	85
	18	23 40.4	-3 24	8.0	2.18	0.8	8 01	13 48	19 34	85
III	6	23 42.5	-3 10	8.0	2.17	0.3	6 59	12 47	18 35	86
	22	23 44.8	-2 55	8.0	2.17	0.2	5 58	11 46	17 35	86
IV	7	23 47.0	-2 42	8.0	2.17	0.7	4 56	10 46	16 35	86
	23	23 49.0	-2 29	7.9	2.18	1.1	3 54	9 45	15 35	87
V	9	23 50.7	-2 18	7.9	2.19	1.5	2 52	8 43	14 35	87
	25	23 52.1	-2 10	7.9	2.21	1.8	1 50	7 42	13 34	87
VI	10	23 53.0	-2 05	7.9	2.23	1.9	0 47	6 40	12 33	87
	26	23 53.4	-2 03	7.9	2.25	1.9	23 41	5 37	11 30	87
VII	12	23 53.4	-2 04	7.9	2.27	1.8	22 38	4 34	10 27	87
	28	23 52.8	-2 09	7.8	2.29	1.6	21 35	3 31	9 23	87
VIII	13	23 51.8	-2 16	7.8	2.30	1.2	20 31	2 27	8 19	87
	29	23 50.5	-2 25	7.8	2.31	0.7	19 28	1 23	7 14	87
IX	14	23 48.9	-2 36	7.8	2.32	0.2	18 24	0 18	6 08	87
	30	23 47.3	-2 46	7.8	2.32	0.4	17 20	23 10	5 03	86
X	16	23 45.8	-2 56	7.8	2.31	0.9	16 17	22 05	3 58	86
	1	23 44.5	-3 04	7.8	2.30	1.3	15 13	21 01	2 53	86
XI	17	23 43.6	-3 09	7.8	2.28	1.6	14 10	19 57	1 49	86
	3	23 43.2	-3 11	7.9	2.26	1.8	13 07	18 54	0 46	86
XII	19	23 43.4	-3 09	7.9	2.24	1.9	12 04	17 51	23 39	86
	I	4	23 44.1	-3 04	7.9	2.22	11 01	16 49	22 37	86

Зауваження. 22 червня — дата подвійного сходу Нептуна: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв; 18 вересня — дата подвійної кульмінації Нептуна: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв; 14 грудня — дата подвійного заходу Нептуна: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв.

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу планети та на захід — для заходу планети.

Таблиця 19

**ВИДИМІСТЬ ЯСКРАВИХ ПЛАНЕТ НА ШИРОТІ 50°  
(за місцевим часом)**

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості							
	год	хв	год	хв		год	хв	год	хв						
<b>МЕРКУРІЙ</b>					<b>ВЕНЕРА</b>										
Вечірня видимість					Вечірня видимість										
I.01	16	47	17	15	0	28	I.01	16	47	17	28	0	41		
I.05	16	51	16	46	[-0 05]		I.09	16	55	17	52	0	57		
Ранкова видимість					Ранкова видимість										
I.10	7	15	7	19	0	04	I.17	17	06	18	17	1	11		
I.14	6	44	7	17	0	33	I.25	17	17	18	42	1	25		
I.18	6	25	7	14	0	49	II.02	17	30	19	07	1	37		
I.22	6	17	7	10	0	53	II.10	17	43	19	32	1	49		
I.26	6	15	7	06	0	51	II.18	17	56	19	56	2	00		
I.30	6	17	7	02	0	45	II.26	18	09	20	20	2	11		
II.03	6	20	6	57	0	37	III.06	18	22	20	44	2	22		
II.07	6	25	6	51	0	26	III.14	18	35	21	08	2	33		
II.11	6	28	6	45	0	17	III.22	18	48	21	33	2	45		
II.15	6	31	6	38	0	07	III.30	19	01	21	57	2	56		
II.19	6	33	6	31	[-0 02]		IV.07	19	14	22	21	3	07		
Вечірня видимість					Вечірня видимість										
III.24	18	51	18	56	0	05	IV.15	19	27	22	43	3	16		
III.28	18	58	19	27	0	29	IV.23	19	41	23	03	3	22		
IV.01	19	04	19	57	0	53	V.01	19	55	23	19	3	24		
IV.05	19	11	20	22	1	11	V.09	20	08	23	29	3	21		
IV.09	19	17	20	39	1	22	V.17	20	22	23	33	3	11		
IV.13	19	24	20	48	1	24	V.25	20	34	23	31	2	57		
IV.17	19	31	20	46	1	15	VI.02	20	44	23	23	2	39		
IV.21	19	38	20	33	0	55	VI.10	20	52	23	10	2	18		
IV.25	19	45	20	10	0	25	VI.18	20	57	22	52	1	55		
IV.27	19	55	19	48	[-0 07]		VI.26	20	58	22	30	1	32		
Ранкова видимість					Ранкова видимість										
V.31	3	13	3	14	0	01	VII.04	20	55	22	03	1	08		
VI.04	3	06	3	11	0	05	VII.12	20	49	21	31	0	42		
VI.08	3	02	3	08	0	06	VII.20	20	40	20	53	0	13		
VI.12	2	59	3	07	0	08	VII.24	20	35	20	32	[-0 03]			
VI.16	3	00	3	06	0	06	VIII.22	4	17	4	24	0	07		
VI.20	3	05	3	06	0	01	VIII.30	3	29	4	37	1	08		
					IX.07					2	52	4	50	1	58
					IX.15					2	27	5	03	2	36
					IX.23					2	12	5	15	3	03
					X.01					2	05	5	27	3	22
					X.09					2	05	5	39	3	34

Зауваження. Від'ємне число в квадратних дужках вказує на те, що планета зайшла ще перед настанням темряви (під час вечірньої видимості) або сходить після закінчення ранкових присмерків (під час ранкової видимості).

Продовження табл. 19

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості					
	год	хв	год	хв		год	хв	год	хв				
Вечірня видимість					X.17	2	11	5	52	3	41		
VII.10	20	51	20	54	0	03	X.25	2	20	6	04	3	44
VII.14	20	47	20	58	0	11	XI.02	2	32	6	17	3	45
VII.18	20	43	20	58	0	15	XI.10	2	47	6	29	3	42
VII.22	20	37	20	55	0	18	XI.18	3	04	6	41	3	37
VII.26	20	32	20	49	0	17	XI.26	3	22	6	52	3	30
VII.30	20	25	20	41	0	16	XII.04	3	42	7	02	3	20
VIII.03	20	18	20	31	0	13	XII.12	4	02	7	11	3	09
VIII.07	20	11	20	20	0	09	XII.20	4	23	7	17	2	54
VIII.11	20	03	20	07	0	04	XII.28	4	45	7	20	2	35
VIII.15	19	55	19	52	[-0	03]	I.05	5	05	7	20	2	15
Ранкова видимість													
IX.11	4	51	4	56	0	05							
IX.15	4	22	5	03	0	41							
IX.19	4	07	5	09	1	02							
IX.23	4	06	5	15	1	09							
IX.27	4	17	5	21	1	04							
X.01	4	36	5	27	0	51							
X.05	4	58	5	33	0	35							
X.09	5	22	5	39	0	17							
X.13	5	47	5	45	[-0	02]							
Вечірня видимість													
XI.21	16	46	16	49	0	03							
XI.25	16	42	16	54	0	12							
XI.29	16	40	17	00	0	20							
XII.03	16	38	17	06	0	28							
XII.07	16	37	17	11	0	34							
XII.11	16	36	17	10	0	34							
XII.15	16	37	16	59	0	22							
XII.19	16	38	16	37	[-0	01]							
Ранкова видимість													
XII.25	7	18	7	19	0	01							
XII.29	6	42	7	20	0	38							
I.02	6	22	7	20	0	58							

Зауваження. Від'ємне число в квадратних дужках вказує на те, що планета зайшла ще перед настанням темряви (під час вечірньої видимості) або сходить після закінчення ранкових присмерків (під час ранкової видимості).

Продовження табл.19

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Початок і кінець видимості		Тривалість видимості	
	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв
	<b>МАРС</b>				<b>ЮПІТЕР</b>				<b>САТУРН</b>			
I.01	16 46	6 02	13 16	16 47	23 22	6 35	16 47	19 45	2 58			
	16 47	<u>5 57</u>	13 10									
I.09	16 54	<u>5 26</u>	12 32	16 55	22 57	6 02	16 55	19 18	2 23			
	16 55	<u>5 22</u>	12 27									
I.17	17 04	<u>4 55</u>	11 51	17 06	22 32	5 26	17 06	18 52	1 46			
	17 06	<u>4 51</u>	11 45									
I.25	17 16	<u>4 27</u>	11 11	17 17	22 08	4 51	17 17	18 25	1 08			
	17 17	<u>4 24</u>	11 07									
II.02	17 28	<u>4 03</u>	10 35	17 30	21 45	4 15	17 30	17 59	0 29			
	17 30	<u>4 01</u>	10 31									
II.10	17 41	<u>3 42</u>	10 01	17 43	21 22	3 39	—	—	—			
	17 43	<u>3 40</u>	9 57									
II.18	17 54	<u>3 23</u>	9 29	17 56	21 00	3 04	—	—	—			
	17 56	<u>3 21</u>	9 25									
II.26	18 07	<u>3 06</u>	8 59	18 09	20 38	2 29	—	—	—			
	18 09	<u>3 04</u>	8 55									
III.06	18 20	<u>2 50</u>	8 30	18 22	20 17	1 55	—	—	—			
	18 22	<u>2 48</u>	8 26									
III.14	18 33	<u>2 35</u>	8 02	18 35	19 56	1 21	5 44	5 45	0 01			
	18 35	<u>2 33</u>	7 58									
III.22	18 46	<u>2 20</u>	7 34	18 48	19 35	0 47	5 15	5 27	0 12			
	18 48	<u>2 18</u>	7 30									
III.30	18 59	<u>2 05</u>	7 06	19 01	19 14	0 13	4 45	5 09	0 24			
	19 01	<u>2 03</u>	7 02									
IV.07	19 12	<u>1 49</u>	6 37	—	—	—	4 15	4 52	0 37			
	19 14	<u>1 47</u>	6 33									
IV.15	19 26	<u>1 34</u>	6 08	—	—	—	3 45	4 34	0 49			
	19 27	<u>1 32</u>	6 05									
IV.23	19 39	<u>1 17</u>	5 38	—	—	—	3 15	4 17	1 02			
	19 41	<u>1 15</u>	5 34									
V.01	19 53	<u>1 00</u>	5 07	—	—	—	2 45	4 01	1 16			
	19 55	<u>0 58</u>	5 03									
V.09	20 07	<u>0 43</u>	4 36	3 48	3 46	[-0 02]	2 15	3 46	1 31			
	20 08	<u>0 40</u>	4 32									
V.17	20 20	<u>0 24</u>	4 04	3 21	3 32	0 11	1 45	3 32	1 47			
	20 22	<u>0 22</u>	4 00									
V.25	20 32	<u>0 05</u>	3 33	2 53	3 21	0 28	1 14	3 21	2 07			
	20 34	<u>0 03</u>	3 29									
VI.02	20 44	<u>23 43</u>	2 59	2 25	3 13	0 48	0 43	3 13	2 30			
VI.10	20 52	23 22	2 30	1 57	3 07	1 10	0 12	3 07	2 55			
VI.18	20 57	23 02	2 05	1 29	3 06	1 37	<u>23 41</u>	<u>3 06</u>	3 25			
							<u>23 37</u>	<u>3 06</u>	3 29			
VI.26	20 58	22 40	1 42	1 01	3 08	2 07	<u>23 10</u>	<u>3 08</u>	3 58			
							<u>23 06</u>	<u>3 08</u>	4 02			
VII.04	20 55	22 18	1 23	0 33	3 13	2 40	<u>22 38</u>	<u>3 13</u>	4 35			
							<u>22 34</u>	<u>3 14</u>	4 40			
VII.12	20 49	21 56	1 07	0 05	3 21	3 16	<u>22 06</u>	<u>3 21</u>	5 15			
							<u>22 02</u>	<u>3 22</u>	5 20			
VII.20	20 40	21 33	0 53	<u>23 36</u>	<u>3 32</u>	3 56	<u>21 34</u>	<u>3 32</u>	5 58			
				<u>23 32</u>	<u>3 33</u>	4 01	<u>21 30</u>	<u>3 33</u>	6 03			
VII.28	20 28	21 11	0 43	<u>23 07</u>	<u>3 44</u>	4 37	<u>21 02</u>	<u>3 44</u>	6 42			
				<u>23 03</u>	<u>3 45</u>	4 42	<u>20 58</u>	<u>3 45</u>	6 47			

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Початок і кінець видимості		Тривалість видимості					
	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв				
VIII.05	20	15	20	48	0	33	<u>22 38</u>	<u>3 56</u>	5	18	<u>20 30</u>	<u>3 56</u>	7	26		
							<u>22 34</u>	<u>3 58</u>	5	24	<u>20 26</u>	<u>3 58</u>	7	32		
VIII.13	19	59	20	25	0	26	<u>22 08</u>	<u>4 10</u>	6	02	<u>20 01</u>	<u>4 10</u>	8	09		
							<u>22 04</u>	<u>4 11</u>	6	07	<u>19 59</u>	<u>4 11</u>	8	12		
VIII.21	19	43	20	02	0	19	<u>21 38</u>	<u>4 23</u>	6	45	<u>19 45</u>	<u>4 23</u>	8	38		
							<u>21 34</u>	<u>4 24</u>	6	50	<u>19 43</u>	<u>4 24</u>	8	41		
VIII.29	19	25	19	39	0	14	<u>21 07</u>	<u>4 36</u>	7	29	<u>19 27</u>	<u>4 36</u>	9	09		
							<u>21 03</u>	<u>4 37</u>	7	34	<u>19 25</u>	<u>4 37</u>	9	12		
IX.06	19	07	19	17	0	10	<u>20 36</u>	<u>4 48</u>	8	12	<u>19 10</u>	<u>4 28</u>	9	18		
							<u>20 32</u>	<u>4 50</u>	8	18	<u>19 07</u>	<u>4 24</u>	9	17		
IX.14	18	49	18	54	0	05	<u>20 04</u>	<u>5 01</u>	8	57	<u>18 52</u>	<u>3 53</u>	9	01		
							<u>20 00</u>	<u>5 03</u>	9	03	<u>18 49</u>	<u>3 49</u>	9	00		
IX.22	18	31	18	31	0	00	<u>19 32</u>	<u>5 13</u>	9	41	<u>18 34</u>	<u>3 19</u>	8	45		
							<u>19 28</u>	<u>5 15</u>	9	47	<u>18 31</u>	<u>3 15</u>	8	44		
IX.30	—	—	—	—	—	—	<u>19 00</u>	<u>5 26</u>	10	26	<u>18 16</u>	<u>2 45</u>	8	29		
							<u>18 55</u>	<u>5 27</u>	10	32	<u>18 14</u>	<u>2 40</u>	8	26		
X.08	—	—	—	—	—	—	<u>18 26</u>	<u>5 38</u>	11	12	<u>17 59</u>	<u>2 11</u>	8	12		
							<u>18 22</u>	<u>5 39</u>	11	17	<u>17 57</u>	<u>2 07</u>	8	10		
X.16	—	—	—	—	—	—	<u>17 53</u>	<u>5 50</u>	11	57	<u>17 42</u>	<u>1 38</u>	7	56		
							<u>17 49</u>	<u>5 52</u>	12	03	<u>17 40</u>	<u>1 34</u>	7	54		
X.24	—	—	—	—	—	—	<u>17 27</u>	<u>6 03</u>	12	36	<u>17 27</u>	<u>1 05</u>	7	38		
							<u>17 25</u>	<u>6 04</u>	12	39	<u>17 25</u>	<u>1 01</u>	7	36		
XI.01	—	—	—	—	—	—	<u>17 13</u>	<u>6 15</u>	13	02	<u>17 13</u>	<u>0 33</u>	7	20		
							<u>17 11</u>	<u>6 17</u>	13	06	<u>17 11</u>	<u>0 29</u>	7	18		
XI.09	—	—	—	—	—	—	<u>17 01</u>	<u>6 27</u>	13	26	<u>17 01</u>	<u>0 02</u>	7	01		
							<u>17 00</u>	<u>6 24</u>	13	24	<u>17 00</u>	<u>23 58</u>	6	58		
XI.17	—	—	—	—	—	—	<u>16 51</u>	<u>5 51</u>	13	00	<u>16 50</u>	<u>23 27</u>	6	37		
							<u>16 50</u>	<u>5 47</u>	12	57						
XI.25	—	—	—	—	—	—	<u>16 43</u>	<u>5 15</u>	12	32	16	42	22	57	6	15
							<u>16 42</u>	<u>5 10</u>	12	28						
XII.03	—	—	—	—	—	—	<u>16 38</u>	<u>4 39</u>	12	01	16	38	22	28	5	50
							<u>16 38</u>	<u>4 34</u>	11	56						
XII.11	—	—	—	—	—	—	<u>16 36</u>	<u>4 04</u>	11	28	16	36	21	59	5	23
							<u>16 36</u>	<u>4 00</u>	11	24						
XII.19	7	16	7	16	0	00	<u>16 37</u>	<u>3 30</u>	10	53	16	38	21	31	4	53
							<u>16 38</u>	<u>3 26</u>	10	48						
XII.27	7	13	7	20	0	07	<u>16 42</u>	<u>2 58</u>	10	16	16	42	21	03	4	21
							<u>16 42</u>	<u>2 54</u>	10	12						
I.04	7	09	7	20	0	11	<u>16 48</u>	<u>2 26</u>	9	38	16	49	20	35	3	46
							<u>16 49</u>	<u>2 22</u>	9	33						

Зауваження. Від'ємне число в квадратних дужках вказує на те, що планета заходить ще перед настанням темряви (під час вечірньої видимості) або сходить після закінчення ранкових примірок (під час ранкової видимості).

Примітка. Моменти, які підкреслено однією рисою, належать попередній даті. Моменти, які підкреслено подвійною рисою, належать наступній даті.

Таблиця 20

**ГЕЛІОЦЕНТРИЧНІ ДОВГОТИ ( $l$ ) І ВІДСТАНІ ( $r$ ) ПЛАНЕТ,  
ГЕОЦЕНТРИЧНІ ВІДСТАНІ ( $\rho$ )**

Дата	Меркурій			Венера				
	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.		
Січень	1	66.0	0.308	0.749	320.8	0.728	1.607	
	5	91.2	0.309	0.687	327.2	0.728	1.596	
	9	115.8	0.319	0.671	333.5	0.728	1.583	
	13	138.3	0.337	0.699	339.8	0.728	1.570	
	17	158.4	0.359	0.758	346.2	0.727	1.556	
	21	176.0	0.382	0.830	352.5	0.727	1.542	
	25	191.6	0.404	0.906	358.9	0.727	1.528	
	29	205.5	0.424	0.979	5.3	0.726	1.512	
Лютий	2	218.3	0.440	1.047	11.6	0.726	1.496	
	6	230.2	0.453	1.108	18.0	0.725	1.479	
	10	241.5	0.462	1.164	24.4	0.725	1.462	
	14	252.6	0.466	1.212	30.8	0.724	1.444	
	18	263.6	0.466	1.255	37.2	0.724	1.426	
	22	274.7	0.461	1.292	43.6	0.723	1.407	
	26	286.2	0.452	1.322	50.0	0.723	1.387	
	29	298.4	0.439	1.345	56.4	0.722	1.366	
Березень	6	311.4	0.422	1.361	62.8	0.722	1.345	
	10	325.6	0.402	1.369	69.3	0.721	1.323	
	14	341.4	0.380	1.366	75.7	0.720	1.301	
	18	359.2	0.356	1.350	82.2	0.720	1.278	
	22	19.3	0.335	1.318	88.6	0.720	1.254	
	26	41.8	0.318	1.266	95.1	0.719	1.230	
	30	66.2	0.308	1.194	101.6	0.719	1.204	
	31	91.4	0.309	1.104	108.0	0.719	1.179	
Квітень	7	115.9	0.319	1.002	114.5	0.719	1.152	
	11	138.5	0.337	0.898	121.0	0.718	1.125	
	15	158.5	0.359	0.800	127.5	0.718	1.098	
	19	176.1	0.382	0.715	134.0	0.718	1.069	
	23	191.7	0.404	0.646	140.5	0.718	1.041	
	27	205.6	0.424	0.596	147.0	0.717	1.011	
	Травень	1	218.4	0.441	0.567	153.5	0.719	0.981
		5	230.3	0.453	0.559	160.0	0.719	0.951
9		241.6	0.462	0.571	166.5	0.719	0.920	
13		252.7	0.466	0.598	173.0	0.720	0.889	
17		263.7	0.466	0.639	179.5	0.720	0.858	
21		274.8	0.461	0.690	186.0	0.720	0.826	
25		286.3	0.452	0.749	192.4	0.721	0.794	
29		298.5	0.439	0.815	198.9	0.721	0.762	
Червень	2	311.5	0.422	0.886	205.3	0.722	0.729	
	6	325.7	0.402	0.960	211.8	0.722	0.697	
	10	341.5	0.379	1.037	218.2	0.723	0.665	
	14	359.3	0.356	1.114	224.6	0.724	0.632	
	18	19.5	0.335	1.187	231.0	0.724	0.600	
	22	42.0	0.318	1.250	237.4	0.725	0.568	
	26	66.4	0.308	1.297	243.7	0.725	0.537	

Дата	Меркурій			Венера			
	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	
Червень	30	91.6	0.309	1.323	250.1	0.726	0.506
Липень	4	116.1	0.319	1.327	256.4	0.726	0.476
	8	138.6	0.337	1.310	262.8	0.726	0.447
	12	158.7	0.359	1.279	269.1	0.727	0.419
	16	176.2	0.382	1.237	275.4	0.727	0.393
	20	191.8	0.404	1.188	281.8	0.728	0.369
	24	205.7	0.424	1.136	288.1	0.728	0.347
Серпень	28	218.5	0.441	1.080	294.4	0.728	0.328
	1	230.4	0.453	1.023	300.8	0.728	0.312
	5	241.7	0.462	0.965	307.1	0.728	0.300
	9	252.8	0.466	0.907	313.4	0.728	0.292
	13	263.8	0.466	0.849	319.7	0.728	0.289
	17	274.9	0.461	0.792	326.1	0.728	0.290
	21	286.4	0.452	0.738	332.4	0.728	0.296
	25	298.6	0.439	0.690	338.7	0.728	0.307
Вересень	29	311.6	0.422	0.651	345.1	0.727	0.321
	2	325.8	0.402	0.630	351.4	0.727	0.339
	6	341.7	0.379	0.633	357.8	0.727	0.359
	10	359.5	0.356	0.666	4.2	0.726	0.382
	14	19.6	0.335	0.731	10.5	0.726	0.406
	18	42.2	0.318	0.824	16.9	0.725	0.432
	22	66.6	0.308	0.933	23.3	0.725	0.459
	26	91.8	0.309	1.045	29.7	0.724	0.487
	30	116.3	0.319	1.149	36.1	0.724	0.516
	Жовтень	4	138.8	0.337	1.237	42.5	0.723
8		158.8	0.359	1.306	48.9	0.723	0.574
12		176.4	0.382	1.359	55.3	0.722	0.604
16		191.9	0.404	1.396	61.7	0.722	0.634
20		205.8	0.424	1.420	68.2	0.721	0.664
24		218.6	0.441	1.432	74.6	0.721	0.694
28		230.5	0.454	1.435	81.0	0.720	0.725
Листопад	1	241.8	0.462	1.428	87.5	0.720	0.755
	5	252.9	0.466	1.413	94.0	0.719	0.785
	9	263.9	0.466	1.389	100.4	0.719	0.815
	13	275.0	0.461	1.356	106.9	0.719	0.844
	17	286.5	0.452	1.315	113.4	0.719	0.874
	21	298.6	0.439	1.264	119.9	0.718	0.903
	25	311.7	0.422	1.202	126.4	0.718	0.932
	29	325.9	0.402	1.131	132.9	0.718	0.960
Грудень	3	341.8	0.379	1.048	139.4	0.718	0.989
	7	359.6	0.356	0.957	145.9	0.719	1.017
	11	19.8	0.334	0.861	152.4	0.719	1.044
	15	42.3	0.318	0.770	158.9	0.719	1.071
	19	66.8	0.308	0.702	165.4	0.719	1.098
	23	92.0	0.309	0.676	171.9	0.720	1.124
	27	116.5	0.320	0.699	178.4	0.720	1.150
Січень	31	139.0	0.337	0.759	184.8	0.720	1.176
	4	159.0	0.359	0.838	191.3	0.721	1.201

Продовження табл. 20

Дата		Земля		Марс		
		<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	$\rho$ , а. о.
Січень	1	100.3	0.983	88.1	1.564	0.638
	9	108.4	0.983	92.0	1.574	0.690
	17	116.6	0.984	95.9	1.583	0.749
	25	124.7	0.984	99.8	1.592	0.814
Лютий	2	132.9	0.985	103.6	1.601	0.885
	10	141.0	0.987	107.3	1.609	0.959
	18	150.0	0.988	111.0	1.616	1.036
	26	157.1	0.990	114.7	1.624	1.114
Березень	6	165.1	0.992	118.4	1.630	1.194
	14	173.1	0.994	122.0	1.636	1.274
	22	181.1	0.996	125.6	1.642	1.354
	30	189.0	0.998	129.2	1.647	1.434
Квітень	7	196.9	1.001	132.8	1.652	1.512
	15	204.8	1.003	136.3	1.656	1.590
	23	212.6	1.005	139.9	1.659	1.665
Травень	1	220.4	1.007	143.4	1.661	1.738
	9	228.1	1.009	146.9	1.664	1.810
	17	235.9	1.011	150.4	1.665	1.878
	25	243.6	1.013	153.9	1.666	1.944
Червень	2	251.2	1.014	157.4	1.666	2.008
	10	258.9	1.015	160.9	1.665	2.068
	18	266.5	1.016	164.4	1.664	2.125
	26	274.2	1.016	167.9	1.662	2.178
Липень	4	281.8	1.017	171.4	1.660	2.229
	12	289.4	1.017	174.9	1.657	2.275
	20	297.1	1.016	178.5	1.654	2.319
	28	304.7	1.015	182.0	1.649	2.358
Серпень	5	312.3	1.014	185.6	1.644	2.394
	13	320.0	1.013	189.2	1.639	2.426
	21	327.7	1.012	192.8	1.633	2.454
	29	335.4	1.010	196.4	1.627	2.479
Вересень	6	343.2	1.008	200.1	1.620	2.500
	14	350.9	1.006	203.8	1.612	2.517
	22	358.8	1.004	207.6	1.604	2.531
	30	6.6	1.002	211.4	1.596	2.540
Жовтень	8	14.5	0.999	215.2	1.587	2.547
	16	22.4	0.997	219.0	1.578	2.550
	24	30.3	0.995	223.0	1.569	2.549
	Листопад	1	38.3	0.993	226.9	1.559
Грудень	9	46.3	0.991	230.9	1.549	2.538
	17	54.4	0.989	235.0	1.539	2.528
	25	62.4	0.987	239.1	1.527	2.515
	3	70.5	0.986	243.3	1.518	2.499
	11	78.7	0.985	247.5	1.508	2.481
Січень	19	86.8	0.984	251.8	1.497	2.461
	27	94.9	0.983	256.2	1.487	2.439
	4	103.1	0.983	260.6	1.477	2.415



Дата		Юпітер			Сатурн		
		$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.
Січень	1	12.5	4.951	5.010	326.3	9.836	10.542
	21	14.3	4.951	5.312	326.9	9.830	10.722
Лютий	10	16.2	4.951	5.573	327.5	9.825	10.806
Березень	2	18.0	4.951	5.775	328.2	9.820	10.788
	22	19.8	4.952	5.904	328.8	9.815	10.670
Квітень	11	21.7	4.953	5.954	329.4	9.810	10.464
Травень	1	23.5	4.954	5.925	330.1	9.805	10.188
	21	25.3	4.955	5.818	330.7	9.799	9.869
Червень	10	27.2	4.957	5.642	331.3	9.794	9.537
	30	29.0	4.958	5.407	332.0	9.789	9.228
Липень	20	30.8	4.960	5.128	332.6	9.783	8.976
Серпень	9	32.6	4.963	4.827	333.2	9.778	8.814
	29	34.5	4.965	4.529	333.9	9.773	8.763
Вересень	18	36.3	4.968	4.267	334.5	9.767	8.832
Жовтень	8	38.1	4.970	4.075	335.2	9.762	9.011
	28	39.9	4.974	3.986	335.8	9.756	9.276
Листопад	17	41.8	4.977	4.018	336.4	9.750	9.592
Грудень	7	43.6	4.980	4.167	337.1	9.745	9.922
	27	45.4	4.984	4.410	337.7	9.739	10.226
Січень	16	47.2	4.988	4.711	338.4	9.734	10.474

Дата		Уран			Нептун		
		$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.
Січень	1	47.5	19.670	19.091	354.7	29.912	30.192
	21	47.7	19.667	19.401	354.8	29.912	30.499
Лютий	10	47.9	19.664	19.740	354.9	29.912	30.735
Березень	2	48.2	19.661	20.068	355.0	29.911	30.874
	22	48.4	19.658	20.347	355.1	29.911	30.902
Квітень	11	48.6	19.655	20.547	355.3	29.910	30.817
Травень	1	48.8	19.652	20.649	355.4	29.910	30.630
	21	49.1	19.649	20.644	355.5	29.909	30.363
Червень	10	49.3	19.646	20.534	355.6	29.909	30.045
	30	49.5	19.642	20.331	355.8	29.908	29.710
Липень	20	49.7	19.639	20.053	355.9	29.908	29.395
Серпень	9	50.0	19.636	19.729	356.0	29.907	29.136
	29	50.2	19.633	19.392	356.1	29.907	28.964
Вересень	18	50.4	19.630	19.080	356.3	29.906	28.902
Жовтень	8	50.6	19.627	18.829	356.4	29.906	28.958
	28	50.9	19.624	18.673	356.5	29.905	29.127
Листопад	17	51.1	19.621	18.633	356.6	29.905	29.389
Грудень	7	51.3	19.617	18.716	356.7	29.904	29.713
	27	51.5	19.614	18.912	356.9	29.904	30.058
Січень	16	51.8	19.611	19.193	357.0	29.903	30.382

## ГРАФІЧНИЙ КАЛЕНДАР ФАЗ МІСЯЦЯ ТА ВИДИМОСТІ ПЛАНЕТ ДЛЯ ШИРОТИ 50°

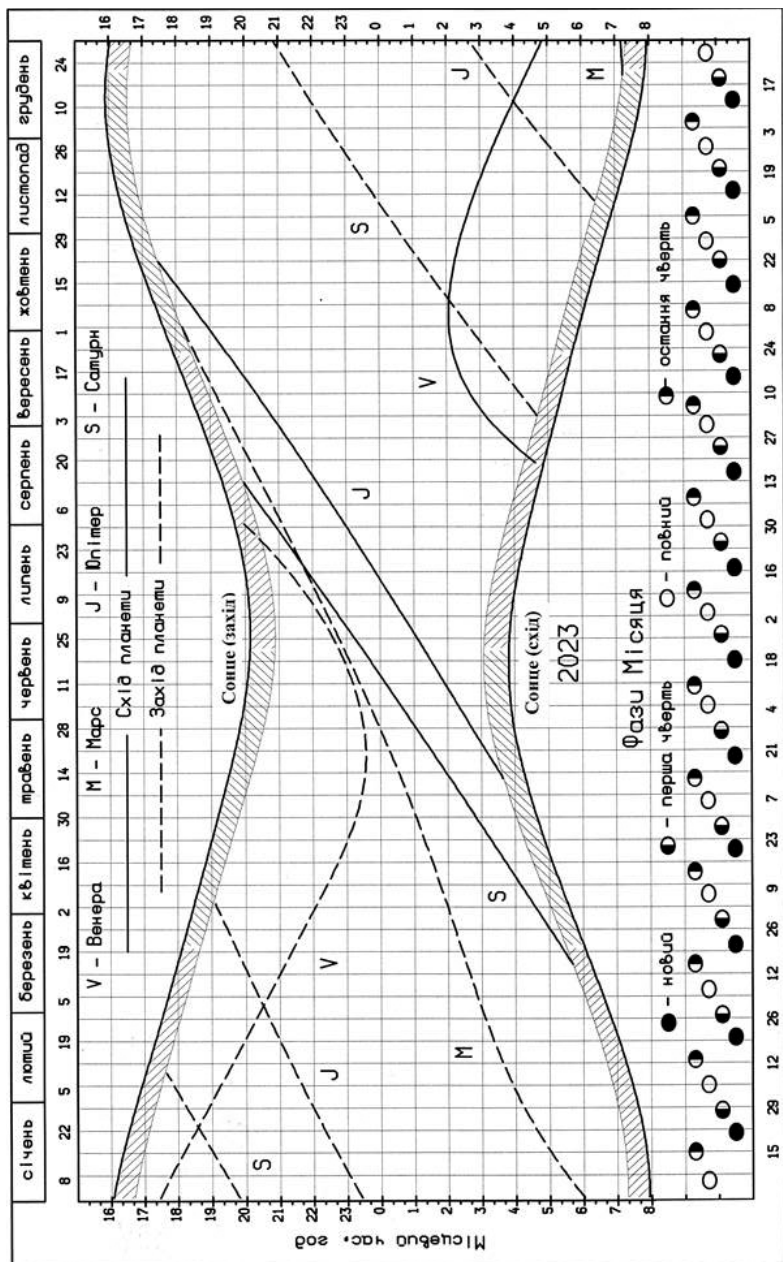
Графічний календар дає змогу встановити дати фаз Місяця, визначити умови видимості яскравих планет для будь-якої календарної дати, а також наочно простежити зміну цих умов упродовж року.

У календарі по горизонталі розміщено дати 2023 року. Сітка вертикальних ліній (ліній дати), виконана з інтервалом сім днів, фіксує дати неділей, що дає змогу легко ідентифікувати інші дні тижня. На вертикальній осі календаря відкладено місцевий середній час меридіану спостерігача. Щоб перейти до шкали київського часу, яким користуємось у побуті, слід додати до визначеного моменту величину (2 год —  $\lambda$ ), де  $\lambda$  — географічна довгота пункту спостереження (у часовій мірі), яку беруть з табл. 40 або з географічної мапи. У разі запровадження в країні літнього часу слід у період його дії додавати величину (3 год —  $\lambda$ ).

На основному полі календаря, обмеженому лініями сходу та заходу Сонця, зображено графіки моментів сходу (суцільні криві) та заходу (штрихові криві) для чотирьох яскравих планет: Венери (V), Марса (M), Юпітера (J), Сатурна (S).

Щоб визначити умови видимості планет, слід від потрібної дати на горизонтальній осі провести вертикально лінію дати. Точки перетину лінії дати з кривими графіків укажуть моменти сходу та заходу планет і Сонця, а також кінець вечірніх і початок ранкових громадянських присмерків, смуги яких на малюнку заштриховано. Зміна напрямку штриховки означає зміну астрономічних пір року і, таким чином, указує на дати сонцестоянь і рівнодень.

Видимість планети умовно обмежують її сходом (або заходом) і присмерками. Реальні моменти початку і кінця видимості планети залежать від багатьох чинників. У календарі враховано певною мірою тільки середні блиски планет. Якщо лінія дати після перетину кривої заходу Сонця перетинає лінію заходу планети, то цю планету буде видно приблизно з моменту закінчення вечірніх присмерків до її заходу; якщо ж лінія дати спочатку перетинає криву сходу планети, а потім криву сходу Сонця, то видимість планети триває з моменту її сходу до ранкових присмерків. Наприклад, у ніч проти 30 жовтня 2023 р. Сатурн можна буде спостерігати після закінчення вечірніх присмерків 29 жовтня (приблизно о 17 год 15 хв) до його заходу приблизно в 0 год 40 хв наступної доби. Венера зійде о 2 год 20 хв 30 жовтня і буде доступною для спостережень принаймні до початку ранкових присмерків (6 год 05 хв). Юпітер перебуватиме над горизонтом усю ніч, а от Марс



Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°

недоступний для спостережень, у чому неважко переконатися, екстраполювавши лінії сходу та заходу цих планет на вказану дату.

Спостереження планет слід починати через півгодини-годину після їхнього сходу і завершувати дещо раніше заходу, оскільки поблизу горизонту атмосфера дуже послаблює світло небесних тіл. Для умов видимості важливе значення має також блиск світила. Так, яскраву Венеру добре видно навіть у приимерках, а значно слабший Марс, як правило, — тільки за цілковитої темряви.

Щоб визначити фазу Місяця в ту чи ту дату, слід провести вертикальну лінію через центр найближчого до цієї дати значка, який зображує деяку фазу. Так, на рисунку найближчим до 29 жовтня зображенням місячної фази є значок «повний місяць» (повномісяччя припадає на 28 жовтня). Отже, у ніч проти 30 жовтня Місяць буде таким, що тільки-но пройшов фазу «повний місяць», і його можна спостерігати практично всю ніч.

Графічний календар складено для широти  $50^\circ$ . Для інших географічних широт він подаватиме моменти астрономічних явищ із похибками, які, однак, не перевищуватимуть 30 хв для більшої частини України, за винятком південних регіонів. Щоб забезпечити вищу точність моментів, слід звернутися до таблиць.

Календар можна використовувати для планування навчальних й аматорських астрономічних спостережень.

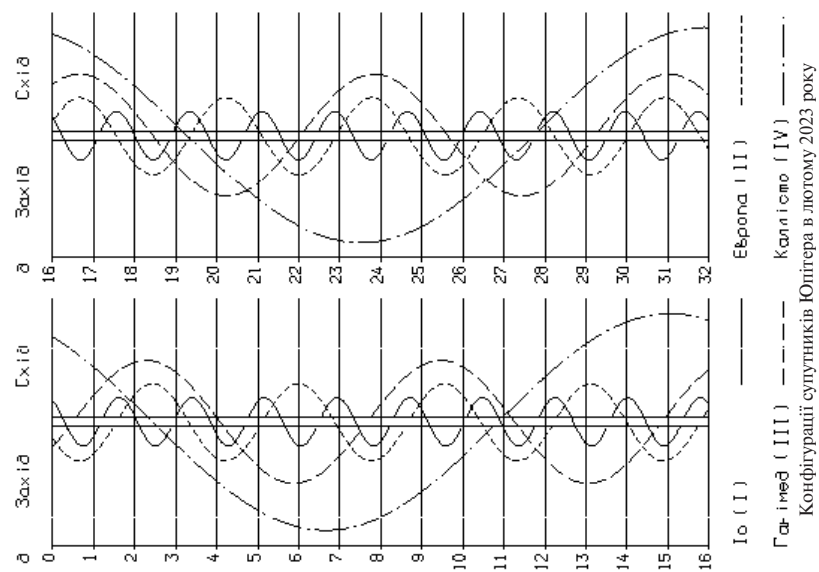
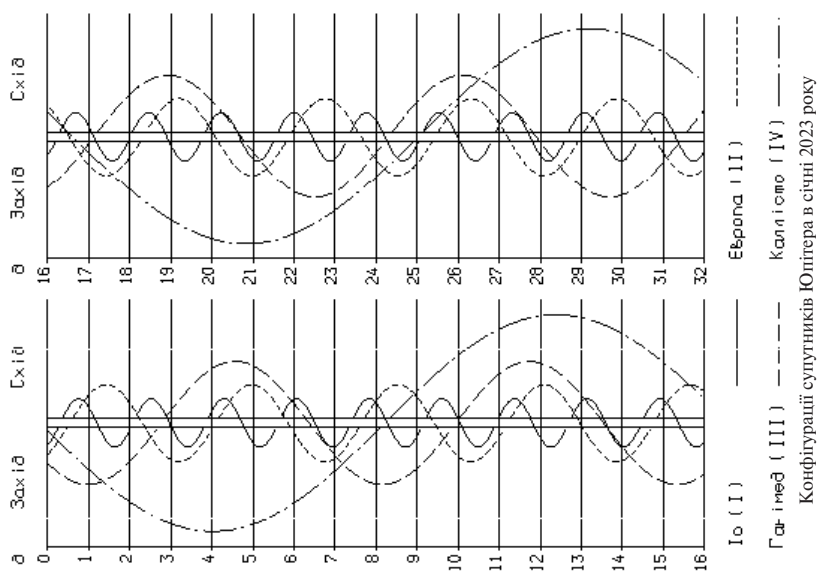
## ГАЛЛЕЄВІ СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА

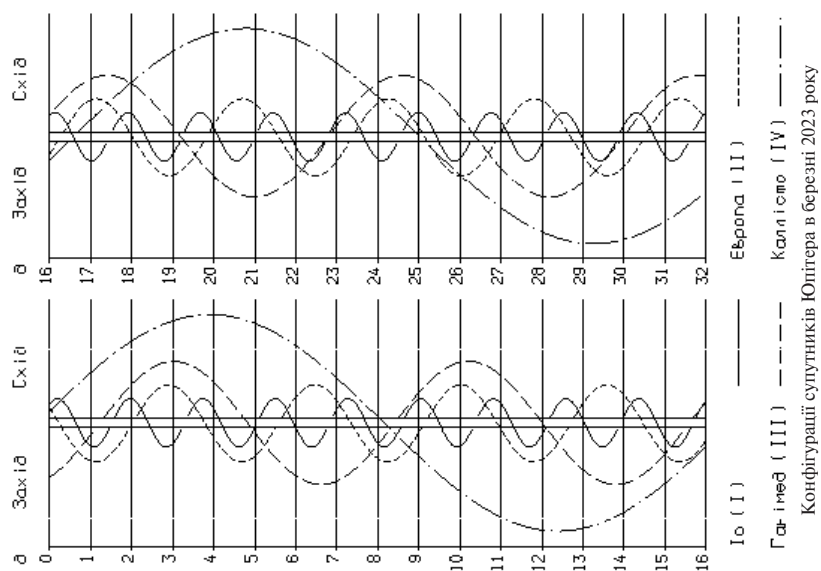
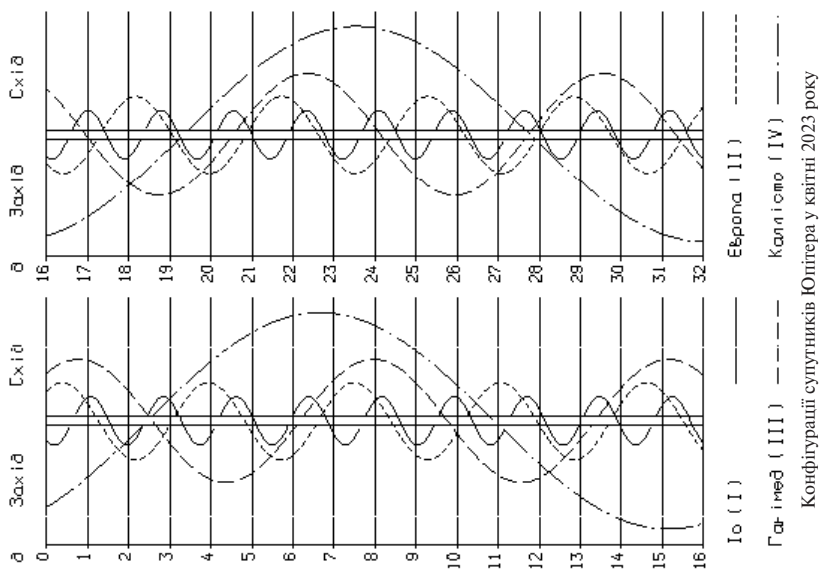
Нижче подано графіки конфігурацій найяскравіших супутників Юпітера: Іо (I), Європи (II), Ганімеда (III), Каллісто (IV), які можна спостерігати в невеликий телескоп або бінокль на території України в темний час доби. Для земного спостерігача орбіти цих супутників видно з ребра, тому вони перебувають поблизу лінії, яка є продовженням екваторіальної смуги Юпітера. На графіках центральна вертикальна смуга зображує диск Юпітера в різні моменти всесвітнього часу. Горизонтальні лінії зазначають початок календарних діб, тобто відповідають 0 год 00 хв за всесвітнім часом для наведених біля цих ліній дат.

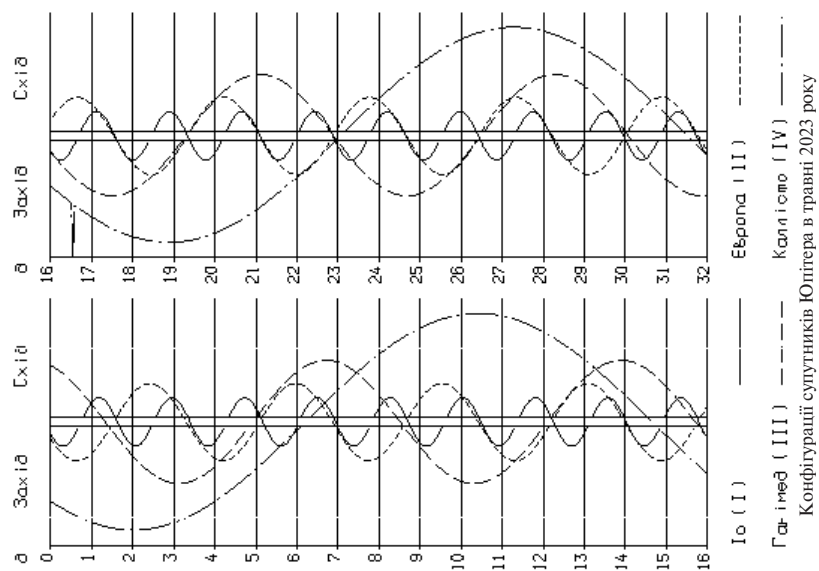
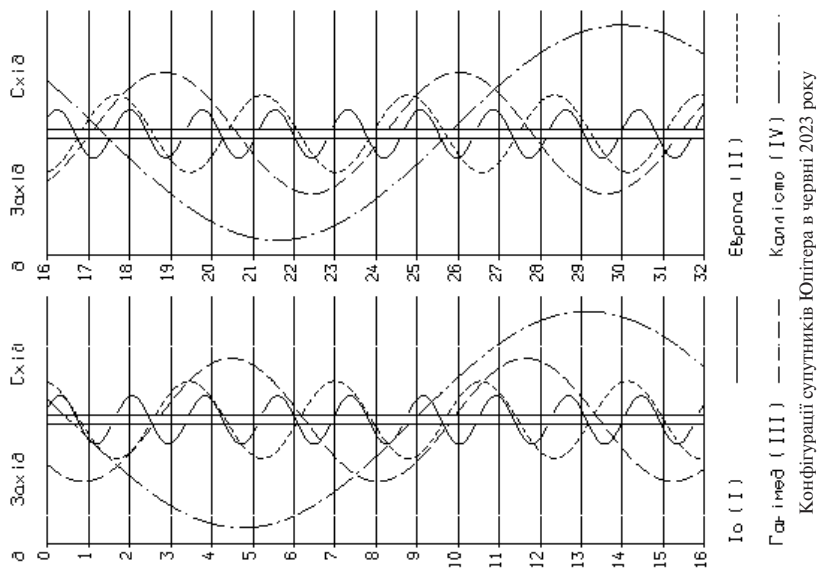
Положення супутників щодо Юпітера зображено кривими різних типів. Конфігурації наведено для спостережень у телескоп-рефрактор, тобто схід — праворуч від диска, а захід — ліворуч від нього. Щоб дізнатися про конфігурації супутників у певний момент усесвітнього часу, слід провести горизонтальну лінію, яка відповідає даному моментові. Точки перетину цієї лінії з кривими графіків дадуть уявлення про розташування того чи іншого супутника відносно планети. Можна визначити відстань між супутником і Юпітером в одиницях його діаметра (радіуса).

Нижче наведено приклад розташування супутників відносно диска Юпітера в його екваторіальній площині в 0 год усесвітнього часу 29 жовтня 2023 р.

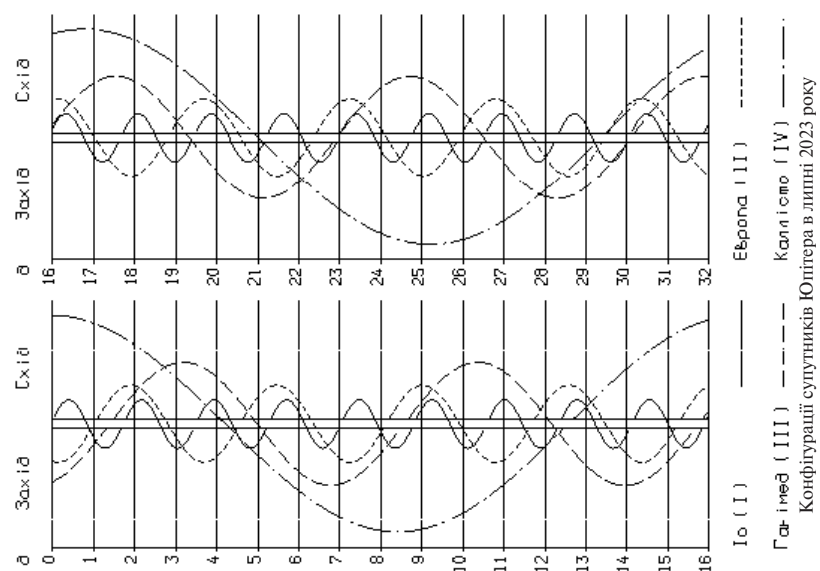
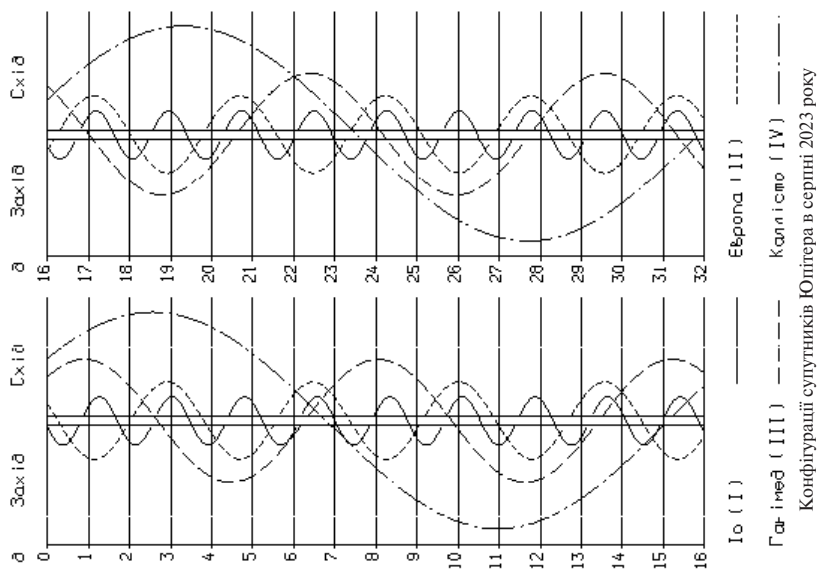


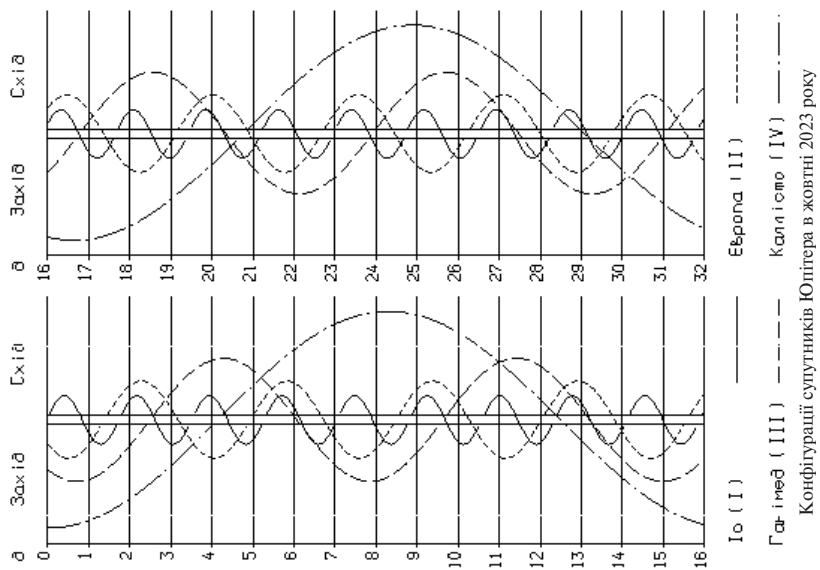
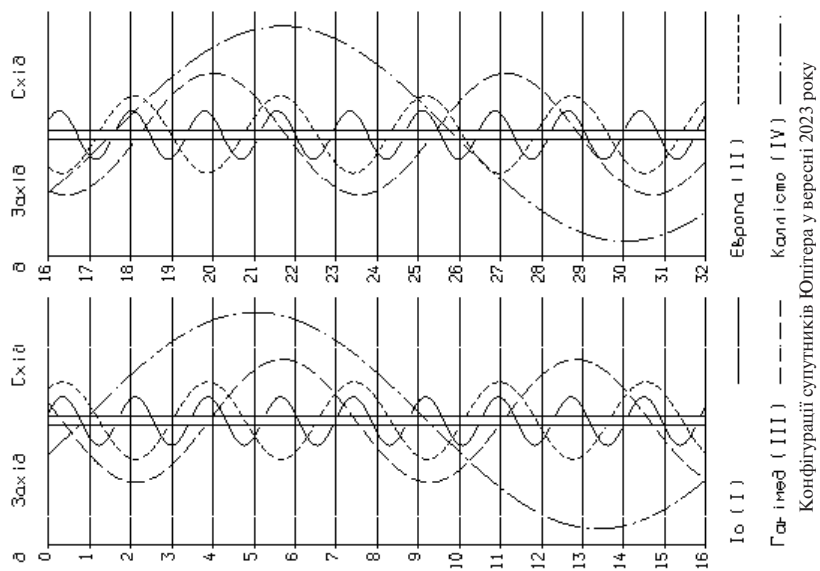


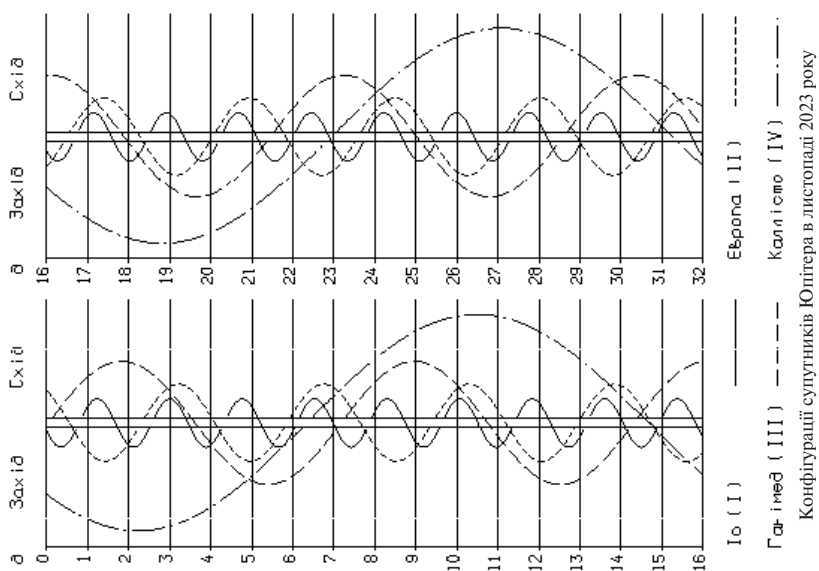
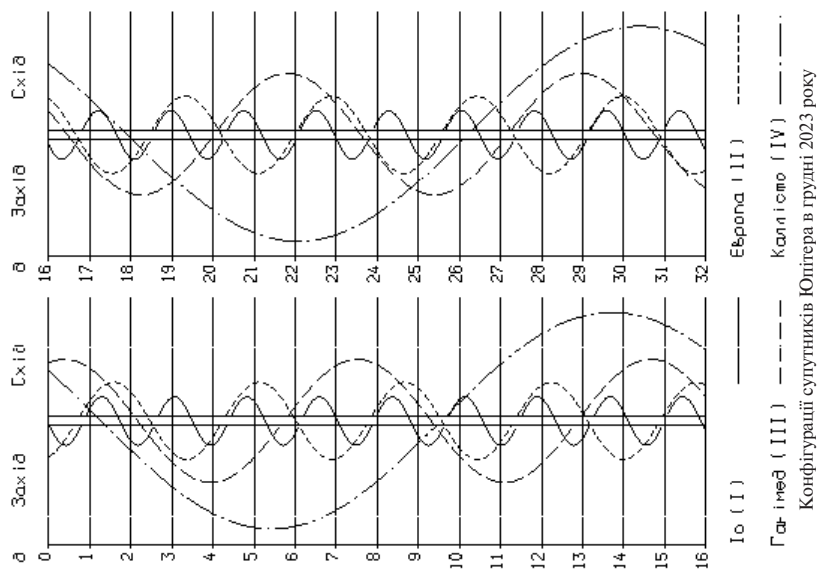












Таблиця 21

## СЕРЕДНІ ЕЛЕМЕНТИ ОРБИТ ПЛАНЕТ НА ЕПОХУ J2000.0

Планети	Нахил $i$	Довгота		Добовий рух $n$	Ексцентриситет $e$	Середня довгота $L$
		висхідного вузла	перигелію			
	град.				град.	
Меркурій	7.00	48.33	77.46	4.09	0.21	252.25
Венера	3.39	76.68	131.53	1.60	0.01	181.98
Земля	—	0.00	102.95	1.00	0.02	100.47
Марс	1.85	49.58	336.04	0.52	0.09	355.45
Юпітер	1.31	100.56	14.75	0.08	0.05	34.40
Сатурн	2.48	113.72	92.43	0.03	0.05	49.94
Уран	0.77	73.98	173.03	0.01	0.05	314.06
Нептун	1.77	131.79	48.12	0.01	0.01	304.35

Таблиця 22

## ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Планети	Середній екваторіальний радіус, км	Маса в одиницях маси Землі	Об'єм в одиницях об'єму Землі	Густина, г/см <sup>3</sup>	Стиснення геометричне	Сидеричний період обертання в одн. тропічного року
Меркурій	2439.7	0.055	0.056	5.43	0	0.24
Венера	6051.8	0.815	0.858	5.24	0	0.62
Земля	6378.14	1.000	1.000	5.513	0.003	1.00
Марс	3396.19	0.107	0.150	3.93	0.006	1.88
Юпітер	71492	317.828	1317.933	1.33	0.065	11.86
Сатурн	60268	95.161	749.718	0.69	0.098	29.42
Уран	25559	14.536	61.513	1.27	0.023	83.75
Нептун	24764	17.148	53.909	1.64	0.017	163.72

Планети	Середня відстань від Сонця		Мінімальна геоцентрична відстань	Максимальний кутовий екваторіальний діаметр	Візуальний блиск	
	а. о.	млн км			$V$	$V_0$
					$m$	
Меркурій	0.39	58.34	0.549	12.3	-0.60	—
Венера	0.72	107.71	0.265	63.0	-4.47	—
Земля	1.00	149.60	—	—	-3.86	—
Марс	1.52	227.39	0.373	25.1	-1.52	-2.01
Юпітер	5.20	777.91	3.945	49.9	-9.40	-2.70
Сатурн	9.58	1433.15	8.032	20.7	-8.88	+0.67
Уран	19.20	2872.28	17.292	4.1	-7.19	+5.52
Нептун	30.05	4495.42	28.814	2.4	-6.87	+7.84

### ВИДИМІСТЬ КОМЕТ УПРОДОВЖ 2023 РОКУ

У 2023 р. очікується проходження через перигелій 70 раніше відкритих комет (з них 58 — короткоперіодичні)<sup>1</sup>. У табл. 24 подано елементи орбіт цих комет, у табл. 25 — ефемериди найяскравіших з них ( $m_1 < 12^m$ ). У табл. 23 зірочкою (\*) відмічено комети, які будуть доступними для візуальних спостережень з аматорськими телескопами в Україні.

У таблицях і в тексті прийнято такі позначення:

$r$  — відстань комети від Сонця, а. о.;

$\Delta$  — відстань комети від Землі, а. о.;

$H_y$  — абсолютний блиск (абсолютна зоряна величина) комети, тобто блиск, який мала б комета на відстані 1 а. о. від Сонця та Землі ( $r = \Delta = 1$  а. о.). Величина  $H_y$  (табл. 24) відповідає середньостатистичному закону змін інтегрального блиску голови комети пропорційно  $1/r^4$ ;

$m_1$  — інтегральний блиск голови комети (у зоряних величинах), причому  $m_1 = H + 5 \lg \Delta + 2.5n \cdot \lg r$ , де  $n$  — параметр, який характеризує закон зміни блиску залежно від відстані комети до Сонця;

$m_2$  — інтегральний блиск навколоядерного (центрального) згущення, який зазвичай на  $1-4^m$  слабший, ніж блиск голови комети ( $m_2 > m_1$ );

$T$  — момент за земним часом ( $TT$ ) проходження кометою перигелію;

$q$  — перигелійна відстань, а. о. ;

$e$  — ексцентриситет;

$\omega$  — кутова відстань перигелію від вузла (аргумент перигелію), град.;

$\Omega$  — довгота висхідного вузла на екліптиці, град.;

$a$  — велика піввісь орбіти, а. о.;

$i$  — нахил площини орбіти до екліптики, град.;

$P$  — період обертання навколо Сонця, роки;

$N$  — номер чергового повернення комети до перигелію з моменту відкриття;

$\alpha_{J2000.0}$ ,  $\delta_{J2000.0}$  — екваторіальні координати комети (пряме піднесення та схилення відповідно), віднесені до рівнодення  $J2000.0$ ;

$E$  — елонгація, тобто видима кутова віддаль комети від Сонця на небосхилі, град.;

<sup>1</sup> Інформацію подано за станом на 1 березня 2022 р.

$Y(t, A, h)$  — набір величин, які характеризують найсприятливіші умови видимості комет (уважаючи, що величина заглиблення Сонця під горизонт не менша від  $10^\circ$ ):  $t$  — момент за всесвітнім часом ( $UT$ ), коли комета має найбільшу висоту  $h$  над горизонтом;  $A$  — астрономічний азимут (його відлічують від точки півдня за ходом годинникової стрілки). Ці величини розраховано для Головної астрономічної обсерваторії НАН України ( $\lambda = +30^\circ 30.5'$ ,  $\varphi = +50^\circ 21.9'$ , висота над рівнем моря — 188 м).

Найсприятливіші умови для спостережень комет — у протистоянні (елонгація  $E \approx 180^\circ$ ). Однак такі умови трапляються дуже рідко. Коли елонгація  $E \approx 0^\circ$ , то комета перебуває у сполученні зі Сонцем і її спостереження неможливі.

*Зауваження. У назвах деяких комет трапляються незрозумілі, на перший погляд, аббревіатури. У наведеному нижче списку розкрито їхній зміст.*

АТЛАС (англ. ATLAS — Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System) — система раннього попередження про можливе зіткнення з астероїдом, розроблена Гавайським університетом та профінансована НАСА. Складається з двох 0.5-м телескопів, розташованих на відстані 100 миль один від одного, які автоматично сканують кожної ночі все небо кілька разів з метою пошуку рухомих об'єктів.

ЗТФ (англ. ZTF — Zwicky Transient Facility) — оптична система на базі 48-дюймового телескопа Шмідта Паломарської астрономічної обсерваторії (США). Має ширококутну камеру з полем зору 47 кв. град. і час зчитування 8 с.

ІРАС (англ. IRAS — InfraRed Astronomical Satellite) — інфрачервона орбітальна обсерваторія. Працювала 1983 р. впродовж 10 місяців (цей термін був обумовлений запасом холодоагенту — рідкого гелію). Супутник зафіксував понад 250 тисяч джерел інфрачервоного випромінювання. Крім того, за допомогою телескопа виявлено пиловий диск у Веги, а в Сонячній системі три астероїди — 3200 Фаєтон, 3728 IRAS, (10714) 1983 QG та три комети — 126P/IRAS, 161P/Гартлі — IRAS, C/1983 H1 (IRAS — Аракі — Оллок). У грудні 2009 р. був запущений на орбіту новий, сучасніший інфрачервоний телескоп WISE.

ЛІНЕАР (англ. LINEAR — LIIncoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research) — спільний проєкт НАСА, Військово-повітряних сил США та Лабораторії імені Лінкольна Массачусетського технологічного інституту зі спостереження навколоземних астероїдів.

МОСС (англ. MOSS — Morocco Oukaïmeden Sky Survey) — марокканський дистанційний 0.5-м телескоп групи аматорів астрономії, призначений для дослідження малих тіл Сонячної системи.

НЕАТ (англ. NEAT — Near-Earth Asteroid Tracking) — спільна програма НАСА та Лабораторії реактивного руху зі спостереження за навколоземними астероїдами.

ПАНСТАРПС (англ. PANSTARRS — PANoramic Survey Telescope And Rapid Response System) — надсучасна система з чотирьох 1.8-м

дзеркальних телескопів, оснащених великоформатними ПЗЗ-камерами, яка може просканувати впродовж ночі близько 6 тис. кв. град. небесної сфери й отримати зображення об'єктів до  $24^m$ .

СОГО (англ. SOHO — SOlar and Heliospheric Observatory) — космічний апарат, розроблений НАСА та Європейським космічним агентством, щоби спостерігати Сонце. Обсерваторія перебуває на геліоцентричній орбіті.

### Комети, які будуть доступними для візуальних аматорських спостережень в Україні

У 2023 р. ще будуть доступними для візуальних аматорських спостережень дві комети, які пройшли перигелій у 2022 р. (див. «Астрономічний календар 2022»): на початку року — комета **81P/Вілд 2**, у другій половині року — комета **C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)**.

Комету **81P/Вілд 2** буде видно упродовж січня — березня вранці невисоко над горизонтом. Яскравість комети досягне  $11.4^m$ , а в березні стане повільно спадати. Комета пройде сузір'ями Терезів, Скорпіона, Змієноця.

Комету **C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)** аматори зможуть спостерігати з другої половини серпня і до кінця року. Комета вже віддалятиметься від Сонця, проте залишатиметься доволі яскравою для візуальних аматорських спостережень. До кінця року комета повільно підійматиметься над горизонтом, а втім її висота не перевищить  $40^\circ$ .

У травні перигелій пройде нова комета **C/2020 V2 (ЗТФ)**. Її відкрили 2 листопада 2020 р. за допомогою пошукової системи ЗТФ. Комету можна буде спостерігати впродовж січня — жовтня. У січні — березні кращі умови видимості будуть у вечірні години. Комета перебуватиме високо над горизонтом, але її яскравість не перевищить  $10.6^m$ . Комета пройде сузір'ями Цефея, Кассіопеї, Персея, Андромеди. У квітні — травні комета перебуватиме поблизу Сонця, тому її спостереження будуть неможливі. Лише наприкінці червня вона знову з'явиться над горизонтом. Розпочнеться період ранкової видимості її. Комета перебуватиме у сузір'ях Овна, Кита, Ерідана. У серпні яскравість комети сягне  $10.5^m$ , але висота над горизонтом не перевищить  $33^\circ$ . Наприкінці серпня комета стане повільно спускатися до горизонту. У жовтні комета перебуватиме вже далеко на південному небі й перестане бути доступною для спостережень з території України.

Наприкінці липня до перигелію підійде комета **C/2021 T4 (Леммон)**, яку відкрили в обсерваторії Маунт-Леммон 7 жовтня 2021 р. В Україні аматори зможуть спостерігати комету впродовж нетривалого часу в серпні — вересні у сузір'ї Терезів. Комета весь час перебуватиме у південній півсфері, її висота над горизонтом не перевищить  $7^\circ$ . Тож умови спостереження будуть досить складними.

У жовтні перигелій пройде короткоперіодична комета **103P/Гартлі 2**. Їх відкрив Малкольм Гартлі 15 березня 1986 р. в обсерваторії Сайдинг-Спрінг (Австралія). У теперішньому поверненні комети до перигелію умови для її спостереження будуть дуже сприятливими. Аматори зможуть спостерігати комету впродовж другої половини року. Вже наприкінці липня її блиск збільшиться, і комета стане доступною для аматорських телескопів. Кращі умови для спостереження будуть у вранішній час, коли вона перебуватиме високо над горизонтом. У цей час комета пройде сузір'ями Пегаса, Андромеди, Персея, Візничого. На початку жовтня комета досягне максимальної яскравості  $7.0^m$ . У цей час комета перебуватиме у сузір'ї Близнят. Сприятливі умови для спостережень зберуться до кінця року. А втім, яскравість комети спадатиме, висота над горизонтом помітно зменшиться. До кінця року вона пройде сузір'ями Близнят, Рака, Гідри.

У другій половині жовтня до Сонця підійде відома короткоперіодична комета **2P/Енке**. Її відкрив 17 січня 1786 р. французький відкривач комет П'єр Мешен (Париж). Багато хто спостерігав її в наступних появах 1795, 1805, 1818 рр. Проте лише Йоганн Енке визначив, що це одна й та ж комета, і 1819 р. опублікував у журналі «Correspondance astronomique» її точну орбіту. Після того кометі надали його ім'я. У теперішній появі комету можна буде спостерігати за допомогою телескопа нетривалий час упродовж вересня в сузір'ях Близнят, Рака та Лева. Яскравість комети буде зростати, але вже на початку жовтня вона підійде близько до Сонця і її не можна буде спостерігати.

Короткоперіодична комета **62P/Цзицзіншань 1** пройде перигелій у другій половині грудня. Комета була відкрита 1 січня 1965 р. в обсерваторії Цзицзіншань (Китай) за допомогою 1-м рефлектора. Аматори зможуть спостерігати комету вже наприкінці жовтня, коли її яскравість поволі зростатиме. Наприкінці року комета досягне максимальної яскравості  $9.2^m$ . Комета пройде сузір'ями Близнят, Рака, Лева та Діви. Сприятливі умови для спостережень комети зберуться й на початку 2024 р.

Доступними для аматорських спостережень також будуть короткоперіодичні комети **144P/Кусіда та 12P/Понс — Брукс**, які пройдуть перигелій у 2024 р. **Комета 144P/Кусіда** стане доступною для спостережень на початку листопада. Комета перебуватиме високо над горизонтом у сузір'ї Овна, наприкінці року її яскравість досягне  $10.5^m$ . Комету **12P/Понс — Брукс** аматори зможуть спостерігати у другій половині грудня в сузір'ях Геркулеса, Ліри, Лебеда після заходу Сонця. Яскравість комети повільно зростатиме.



## КОМЕТИ, ЯКІ ПРОХОДЯТЬ ПЕРИГЕЛІЙ У 2023 р.

Комета	$P$ , роки	$N$	$T$ , ТТ	$H_y$
P/2013 YG46 (Спейсвотч)	5.93	3	Січень 6.2247	10.0
285P/ЛІНЕАР	9.52	3	Січень 12.3973	15.0
P/2021 V2 (Фулз)	27.2	1	Січень 21.5672	10.0
C/2021 P2 (ПАНСТАРРС)	306 304	1	Січень 21.8098	11.0
71P/Кларк	5.56	10	Січень 22.7713	9.8
263P/Джиббс	5.35	4	Січень 30.5442	9.0
96P/Мечгольц 1	5.28	8	Січень 31.0847	9.0
281P/МОСС	10.8	2	Лютий 1.8202	11.0
C/2020 S4 (ПАНСТАРРС)	—	1	Лютий 9.3488	8.5
C/2021 C5 (ПАНСТАРРС)	279 696	1	Лютий 11.0429	9.0
C/2022 A2 (ПАНСТАРРС)	—	1	Лютий 18.3122	9.5
P/2017 S9 (ПАНСТАРРС)	5.61	2	Лютий 27.5394	17.0
P/2019 A4 (ПАНСТАРРС)	4.22	2	Березень 1.3189	15.0
256P/ЛІНЕАР	9.99	3	Березень 12.3813	14.0
427P/АТЛАС	5.64	2	Березень 19.3295	10.0
C/2019 U5 (ПАНСТАРРС)	—	1	Березень 30.0323	4.5
77P/Лонгмор	6.90	8	Квітень 3.2869	7.0
300P/Каталіна	4.43	5	Квітень 11.0700	16.0
279P/Ла Сагра	6.78	3	Квітень 19.5736	14.0
P/2014 A3 (ПАНСТАРРС)	10.2	2	Квітень 20.8634	12.0
170P/Крістенсен	8.60	3	Квітень 21.2827	12.0
C/2021 Y1 (АТЛАС)	—	1	Квітень 30.8362	7.0
291P/НЕАТ	9.63	3	Травень 5.8437	13.0
*C/2020 V2 (ЗТФ)	—	1	Травень 8.4912	4.9
C/2020 K1 (ПАНСТАРРС)	2 474 220	1	Травень 9.0774	11.0
P/2008 L2 (Гілл)	14.7	2	Травень 11.0615	12.5
364P/ПАНСТАРРС	4.89	2	Травень 13.6548	17.0
237P/ЛІНЕАР	6.58	4	Травень 14.6070	14.5
94P/Рассел 4	6.58	7	Травень 21.0718	9.0
39P/Отерма	20.1	6	Червень 4.2661	7.0
C/2021 Q4 (Фулз)	—	1	Червень 8.6758	6.0
72P/Деннінг — Фудзікава	9.02	17	Червень 15.9105	17.5
121P/Шумейкер — Голт 2	9.82	5	Червень 27.3415	6.5
287P/Крістенсен	8.54	3	Липень 4.5416	13.5
126P/ІРАС	13.4	4	Липень 5.3101	9.0
P/2012 WA34 (Леммон — ПАНСТАРРС)	10.5	2	Липень 6.3918	13.5
180P/НЕАТ	7.58	4	Липень 12.4902	11.0
185P/Петрів	5.46	5	Липень 12.9780	15.0
347P/ПАНСТАРРС	6.87	2	Липень 20.0364	15.0

Закінчення табл. 23

Комета	<i>P</i> , роки	N	<i>T</i> , <i>TT</i>	<i>H<sub>y</sub></i>
*С/2021 Т4 (Леммон)	488 139	1	Липень 31.5825	7.5
280Р/Ларсен	9.63	2	Серпень 4.7236	12.5
199Р/Шумейкер 4	14.6	3	Серпень 8.1056	10.0
225Р/ЛІНЕАР	6.99	4	Серпень 8.1086	18.0
322Р/СОГО	3.97	7	Серпень 21.0942	19.0
339Р/Джиббс	7.09	3	Серпень 31.0487	17.0
426Р/ПАНСТАРРС	5.70	1	Вересень 12.1450	13.5
С/2022 А3 (Леммон — АТЛАС)	30 938	1	Вересень 28.8650	8.0
Р/2005 Е1 (Туббіоло)	19.4	2	Вересень 28.9378	10.0
79Р/дю Туа — Гартлі	5.06	16	Вересень 30.5384	16.0
365Р/ПАНСТАРРС	5.69	3	Жовтень 9.5287	17.0
*103Р/Гартлі 2	6.48	7	Жовтень 12.6319	8.5
404Р/Брессі	10.7	1	Жовтень 12.9608	10.0
354Р/ЛІНЕАР	3.47	5	Жовтень 14.2278	14.5
*2Р/Енке	3.30	63	Жовтень 22.5289	11.5
310Р/Гілл	8.47	3	Жовтень 24.3993	13.5
321Р/СОГО	3.77	5	Жовтень 26.4836	20.0
358Р/ПАНСТАРРС	5.59	3	Листопад 11.2507	18.0
213Р/ван Несс	6.12	4	Листопад 11.2688	10.5
С/2019 Е3 (АТЛАС)	—	1	Листопад 13.7802	2.5
Р/2007 Т2 (Ковальські)	5.43	4	Листопад 17.5783	18.5
Р/2004 V3 (Сайдінг-Спрінг)	19.0	2	Листопад 22.6298	11.5
С/2021 А9 (ПАНСТАРРС)	—	1	Грудень 1.3876	6.0
147Р/Кусіда — Мурамацу	7.43	5	Грудень 6.5188	14.0
Р/2014 W1 (ПАНСТАРРС)	9.26	2	Грудень 19.5806	15.5
Р/2015 Т3 (ПАНСТАРРС)	9.00	2	Грудень 21.7057	14.0
*62Р/Цзицзіншань 1	6.37	10	Грудень 24.4833	8.0
26Р/Грігг — Ск'еллеруп	5.23	21	Грудень 25.5656	12.0
Р/2018 Р3 (ПАНСТАРРС)	5.21	2	Грудень 26.4598	14.5
226Р/Піготт — ЛІНЕАР — Ковальські	7.32	37	Грудень 27.3516	12.5
326Р/Гілл	8.22	3	Грудень 30.5847	13.5

## ЕЛЕМЕНТИ КОМЕТНИХ ОРБИТ

Комета	$e$	$q$	$\omega$	$\Omega$	$i$
P/2013 YG46 (Спейсвотч)	0.454795	1.785617	242.5704	48.8386	7.8568
285P/ЛІНЕАР	0.618538	1.719417	178.4370	185.5066	25.0382
P/2021 V2 (Фулз)	0.613093	3.496773	259.8335	232.2923	12.6956
C/2021 P2 (ПАНСТАРРС)	0.998884	5.070967	76.5230	32.0125	150.0332
71P/Кларк	0.493956	1.588694	209.0578	59.4012	9.4375
263P/Джиббс	0.593502	1.237527	34.9224	105.5551	11.5213
96P/Мечгольц 1	0.961576	0.116395	14.7490	93.9640	57.5180
281P/МОСС	0.172261	4.034486	26.6794	87.1802	4.7190
C/2020 S4 (ПАНСТАРРС)	1.000474	3.369442	21.0097	117.7208	20.5731
C/2021 C5 (ПАНСТАРРС)	0.999242	3.241821	270.9179	323.6900	50.7849
C/2022 A2 (ПАНСТАРРС)	1.000201	1.735027	88.3815	171.5820	108.1403
P/2017 S9 (ПАНСТАРРС)	0.305428	2.190725	237.6763	146.2228	14.1440
P/2019 A4 (ПАНСТАРРС)	0.087299	2.386703	342.4687	119.2650	13.3070
256P/ЛІНЕАР	0.417997	2.699825	124.2224	81.3445	27.6211
427P/АТЛАС	0.314880	2.170483	99.9781	252.3501	11.85492
C/2019 U5 (ПАНСТАРРС)	1.001135	3.623495	181.5319	2.6393	113.5197
77P/Лонгмор	0.351901	2.348111	196.7869	14.7723	24.3182
300P/Каталіна	0.691761	0.832143	222.9205	95.6409	5.6741
279P/Ла Сагра	0.398658	2.148672	5.8361	346.2331	5.0525
P/2014 A3 (ПАНСТАРРС)	0.247239	3.473657	213.8711	229.9895	13.7070
170P/Крістенсен	0.304024	2.923212	225.6092	142.9220	10.1251
C/2021 Y1 (АТЛАС)	1.000401	2.033010	245.8132	244.7654	77.1920
291P/НЕАТ	0.435545	2.559996	173.6419	237.8897	6.2990
C/2020 V2 (ЗТФ)	1.001185	2.228229	162.4029	212.3623	131.6092
C/2020 K1 (ПАНСТАРРС)	0.999832	3.073745	213.9726	94.3583	89.6603
P/2008 L2 (Гілл)	0.613345	2.330510	141.2487	218.0148	25.8671
364P/ПАНСТАРРС	0.721954	0.800691	212.0165	46.1706	12.1362
237P/ЛІНЕАР	0.434319	1.986838	25.2386	245.3742	14.0147
94P/Рассел 4	0.365114	2.227070	92.4462	70.8580	6.1881
39P/Отерма	0.222447	5.721334	97.2138	298.9086	1.5532
C/2021 Q4 (Фулз)	1.003313	7.566499	146.9159	183.3328	71.4736
72P/Деннінг — Фудзікава	0.818585	0.781810	346.7063	26.6966	10.9465
121P/Шумейкер — Голт 2	0.185942	3.731459	11.5044	94.1181	20.1642
287P/Крістенсен	0.271027	3.035243	189.0292	139.0426	16.3199
126P/ІРАС	0.696380	1.711524	356.5585	357.8706	45.8754
P/2012 WA34 (Леммон — ПАНСТАРРС)	0.345597	3.076254	355.9966	93.7037	6.0779
180P/НЕАТ	0.353058	2.500154	94.7409	84.5718	16.8636
185P/Петрів	0.699502	0.931074	181.8773	214.1059	14.0117
347P/ПАНСТАРРС	0.386000	2.213436	98.3899	261.0216	11.7523

Комета	$e$	$q$	$\omega$	$\Omega$	$i$
C/2021 T4 (Леммон)	0.999761	1.481791	329.7878	257.7943	160.7544
280P/Ларсен	0.417399	2.639205	104.7621	131.3934	11.7742
199P/Шумейкер 4	0.505827	2.910709	191.7201	92.3648	24.9320
225P/ЛІНЕАР	0.638320	1.319839	3.8849	14.2007	21.3654
322P/СОГО	0.979893	0.050425	56.8746	351.5265	11.4677
339P/Джиббс	0.635468	1.348039	27.4917	172.7255	5.7333
426P/ПАНСТАРРС	0.161297	2.672056	119.1600	280.5222	17.7741
C/2022 A3 (Леммон — АТЛАС)	0.996243	3.702555	234.8648	325.4820	88.3605
P/2005 E1 (Туббіоло)	0.375290	4.401287	193.9663	335.5705	4.2636
79P/дю Туа — Гартлі	0.618887	1.121689	281.7795	280.5320	3.1479
365P/ПАНСТАРРС	0.580074	1.330665	66.9440	86.7802	9.8207
103P/Гартлі 2	0.693517	1.065216	181.2851	219.7401	219.7401
404P/Брессі	0.135342	4.143091	165.9150	260.8525	9.7156
354P/ЛІНЕАР	0.125666	2.001713	132.8834	320.1286	5.2556
2P/Енке	0.849646	0.333622	186.7850	334.4711	11.6939
310P/Гілл	0.422070	2.415490	31.7953	8.9223	13.1278
321P/СОГО	0.981111	0.045777	172.7474	165.0179	20.0904
358P/ПАНСТАРРС	0.238748	2.395556	299.7583	85.7026	11.0595
213P/ван Несс	0.408242	1.980725	5.6817	311.2938	10.3812
C/2019 E3 (ATLAS)	1.002003	10.31378	280.6486	347.2536	84.2975
P/2007 T2 (Ковальські)	0.785582	0.653197	359.6493	3.3765	9.7515
P/2004 V3 (Сайдінг-Спрінг)	0.446178	3.951731	322.4217	356.1286	50.4433
C/2021 A9 (ПАНСТАРРС)	1.003804	7.759673	211.4601	314.8431	158.0258
147P/Кусіда — Мурамацу	0.222183	3.133512	348.4501	92.4160	2.3138
P/2014 W1 (ПАНСТАРРС)	0.389002	2.727363	152.1782	246.2427	8.8372
P/2015 T3 (ПАНСТАРРС)	0.508181	2.127698	178.6330	120.5019	13.0937
62P/Цизицьшань 1	0.626609	1.255283	47.3019	68.9379	4.7394
26P/Грігг — Ск'еллеруп	0.640305	1.084350	2.1654	211.5392	22.4324
P/2018 P3 (ПАНСТАРРС)	0.416901	1.752322	305.9231	59.1641	8.9119
226P/Піготт — ЛІНЕАР — Ковальські	0.528749	1.775158	341.0477	54.0050	44.0353
326P/Гілл	0.318011	2.770745	278.6245	99.8090	2.4710

Таблиця 25

## ЕФЕМЕРИДИ КОМЕТ

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	$\Delta$	$r$	$E$	$m_1$	$Y(t, A, h)$
C/2020 V2 (ЗТФ)							
2022 XII 12	10 30 16.3	+80 48 07	2.225	2.782	114.5	11.1	1:40, 186, 59
22	6 48 36.4	+85 54 17	2.121	2.718	117.4	10.9	22:00, 180, 54
2023 I 1	2 20 40.7	+80 58 19	2.068	2.657	116.5	10.7	18:10, 177, 60
11	1 37 15.0	+72 49 36	2.069	2.598	111.6	10.6	16:40, 174, 68
21	1 28 31.1	+64 46 36	2.122	2.543	103.8	10.6	15:40, 173, 76
31	1 29 09.7	+57 28 35	2.216	2.491	94.2	10.6	15:50, 132, 78
II 10	1 33 31.4	+51 10 03	2.339	2.443	84.0	10.6	16:10, 103, 71
20	1 39 41.5	+45 51 50	2.480	2.399	73.7	10.7	16:20, 96, 63
III 2	1 46 50.0	+41 28 00	2.626	2.359	63.6	10.7	16:40, 98, 52
12	1 54 29.5	+37 49 36	2.768	2.324	53.8	10.8	16:50, 100, 44
22	2 02 25.2	+34 47 32	2.898	2.294	44.3	10.8	17:10, 106, 34
IV 1	2 10 27.2	+32 13 42	3.011	2.269	35.2	10.9	17:30, 112, 24
—	—	—	—	—	—	—	—
VI 20	3 05 22.5	+17 26 51	2.974	2.281	39.3	10.8	0:20, 249, 5
30	3 09 13.8	+15 13 24	2.850	2.308	48.6	10.8	0:20, 257, 9
VII 10	3 11 45.0	+12 39 05	2.708	2.340	58.3	10.8	0:40, 270, 16
20	3 12 35.0	+9 37 05	2.552	2.378	68.6	10.7	0:50, 281, 22
30	3 11 15.6	+5 59 26	2.390	2.420	79.4	10.6	1:10, 297, 28
VIII 9	3 07 13.3	+1 37 50	2.230	2.466	91.0	10.6	1:30, 315, 32
19	2 59 46.4	-3 34 52	2.083	2.516	103.3	10.5	1:40, 333, 33
29	2 48 08.7	-9 40 04	1.962	2.569	115.9	10.5	1:40, 349, 30
IX 8	2 31 40.0	-16 26 53	1.882	2.626	128.1	10.5	0:40, 349, 23
18	2 10 01.4	-23 27 00	1.855	2.686	137.9	10.5	0:00, 355, 16
28	1 43 46.7	-29 57 23	1.889	2.749	142.0	10.7	22:20, 349, 9
X 8	1 14 43.0	-35 17 26	1.984	2.814	138.8	10.9	21:40, 356, 4

## 81P/Вїлд 2

2022 XII 12	13 36 50.8	-8 17 01	1.962	1.599	54.2	11.5	4:40, 334, 28
22	14 04 32.5	-10 34 21	1.903	1.600	57.1	11.5	4:50, 341, 27
2023 I 1	14 32 00.8	-12 37 37	1.848	1.607	60.3	11.4	4:50, 344, 26
11	14 59 01.9	-14 24 34	1.795	1.620	63.7	11.4	4:50, 347, 25
21	15 25 20.2	-15 53 47	1.743	1.639	67.4	11.4	4:40, 349, 23
31	15 50 35.2	-17 04 33	1.692	1.663	71.4	11.5	4:10, 345, 22
II 10	16 14 26.7	-17 57 20	1.640	1.693	75.7	11.5	4:00, 347, 21
20	16 36 33.5	-18 33 21	1.588	1.727	80.5	11.6	3:50, 348, 21
III 2	16 56 31.3	-18 54 27	1.534	1.765	85.9	11.6	3:20, 346, 20
12	17 13 58.8	-19 03 16	1.480	1.807	91.7	11.7	3:00, 346, 20
22	17 28 33.3	-19 02 38	1.426	1.853	98.2	11.8	2:30, 345, 20
IV 1	17 39 51.0	-18 55 35	1.373	1.901	105.4	11.9	2:30, 352, 21

Продовження табл. 25

Дата	$\alpha_{2000.0}$	$\delta_{2000.0}$	$\Delta$	$r$	$E$	$m_1$	$Y(t, A, h)$
C/2021 T4 (Леммон)							
VIII 13	15 17 45.1	-28 22 25	1.017	1.493	94.7	9.3	18:30, 36, 4
23	15 00 46.8	-22 12 22	1.323	1.517	79.8	9.9	18:10, 44, 6
IX 2	14 53 46.8	-18 31 21	1.627	1.552	67.5	10.5	17:40, 50, 7
12	14 51 24.9	-16 08 44	1.914	1.598	56.6	10.9	17:20, 56, 6
22	14 51 35.4	-14 30 36	2.179	1.655	46.4	11.4	17:00, 61, 5
X 2	14 53 16.3	-13 18 51	2.415	1.720	36.7	11.8	16:30, 63, 5
C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)							
VIII 19	6 39 22.4	-8 26 31	3.923	3.398	52.2	9.8	1:40, 285, 2
29	6 44 16.5	-8 16 47	3.909	3.488	58.4	9.9	2:00, 296, 10
IX 8	6 47 51.4	-8 12 52	3.879	3.579	65.4	10.0	2:20, 308, 18
18	6 49 58.5	-8 13 03	3.836	3.670	73.0	10.1	2:40, 321, 24
28	6 50 28.3	-8 15 17	3.782	3.761	81.2	10.1	2:40, 331, 28
X 8	6 49 12.9	-8 17 21	3.721	3.851	89.9	10.2	3:10, 351, 31
18	6 46 05.2	-8 16 48	3.659	3.942	99.1	10.3	2:50, 357, 32
28	6 41 01.7	-8 10 49	3.601	4.032	108.8	10.3	2:00, 356, 32
XI 7	6 34 05.4	-7 56 36	3.553	4.122	118.7	10.4	1:00, 352, 32
17	6 25 26.2	-7 31 33	3.523	4.212	128.7	10.5	0:00, 348, 32
27	6 15 24.4	-6 53 33	3.515	4.302	138.2	10.6	23:20, 352, 33
XII 7	6 04 29.7	-6 01 46	3.537	4.391	146.4	10.7	22:30, 352, 34
17	5 53 17.4	-4 56 40	3.591	4.480	151.4	10.8	21:40, 352, 35
27	5 42 26.0	-3 40 04	3.681	4.569	151.5	10.9	21:50, 11, 36
2024 I 6	5 32 29.6	-2 15 01	3.806	4.658	146.5	11.1	20:40, 4, 38
16	5 23 54.3	-0 44 50	3.963	4.746	138.6	11.3	20:10, 10, 39
103P/Гарлі 2							
VII 20	23 37 39.5	+23 46 55	0.859	1.537	109.9	11.9	0:40, 328, 61
30	0 04 30.3	+28 25 45	0.739	1.452	110.8	11.1	1:10, 347, 68
VIII 9	0 38 17.8	+33 18 22	0.633	1.371	110.5	10.2	1:30, 2, 73
19	1 22 46.7	+38 03 02	0.544	1.295	108.9	9.4	1:40, 7, 78
29	2 22 19.6	+41 47 57	0.472	1.225	105.7	8.6	2:00, 9, 82
IX 8	3 37 53.2	+43 02 18	0.420	1.165	101.3	7.9	2:20, 347, 83
18	4 59 53.0	+40 15 53	0.390	1.117	96.2	7.4	2:40, 328, 79
28	6 12 35.8	+33 37 39	0.383	1.083	91.6	7.1	2:50, 324, 71
X 8	7 08 38.5	+25 02 11	0.396	1.066	88.6	7.0	3:10, 334, 63
18	7 49 36.4	+16 24 05	0.422	1.067	87.7	7.2	3:20, 342, 55
28	8 19 18.4	+8 41 51	0.455	1.086	88.9	7.5	3:20, 348, 48
XI 7	8 40 37.9	+2 10 11	0.491	1.121	91.9	7.9	3:10, 352, 42
17	8 55 02.0	-3 13 42	0.525	1.170	96.4	8.5	3:10, 0, 37
27	9 03 11.1	-7 34 41	0.555	1.231	102.3	9.0	2:00, 349, 32
XII 7	9 05 26.0	-10 55 32	0.583	1.302	109.5	9.6	1:30, 351, 29
17	9 02 01.7	-13 14 09	0.611	1.379	117.7	10.2	1:10, 358, 27

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	$\Delta$	$r$	$E$	$m_1$	$Y(t, A, h)$
XII 27	8 53 46.3	-14 25 47	0.641	1.460	126.7	10.8	23:40, 348, 25
2024 I 6	8 42 08.6	-14 28 38	0.680	1.546	135.8	11.4	22:50, 348, 25
16	8 29 10.5	-13 26 47	0.731	1.633	144.0	12.1	22:40, 359, 27
2P/Енке							
IX 5	6 41 07.5	+33 59 23	1.044	1.084	63.7	12.1	2:10, 272, 48
10	7 19 30.4	+33 12 29	0.984	1.003	60.5	11.5	2:20, 271, 46
15	8 01 08.6	+31 29 25	0.938	0.919	56.3	10.8	2:30, 270, 43
20	8 44 39.6	+28 40 23	0.909	0.832	51.3	10.1	2:40, 271, 39
25	9 28 18.2	+24 44 17	0.901	0.743	45.6	9.3	2:50, 271, 34
30	10 10 31.0	+19 50 46	0.916	0.652	39.4	8.5	2:50, 271, 27
X 5	10 50 28.5	+14 16 52	0.955	0.560	33.2	7.6	3:00, 273, 21
62P/Цзицзіншань 1							
X 21	7 07 58.6	+21 57 13	0.917	1.480	101.3	12.1	2:50, 351, 62
31	7 43 26.1	+21 40 30	0.821	1.424	103.1	11.4	2:30, 343, 61
XI 10	8 20 55.0	+21 01 46	0.738	1.375	104.4	10.8	2:50, 354, 61
20	8 59 47.6	+19 59 55	0.670	1.333	105.4	10.3	2:50, 354, 60
30	9 39 07.5	+18 36 24	0.616	1.300	106.2	9.8	2:30, 345, 58
XII 10	10 17 37.2	+16 56 28	0.575	1.278	107.1	9.5	2:50, 355, 57
20	10 53 45.2	+15 09 38	0.545	1.266	108.4	9.2	2:40, 352, 55
30	11 26 10.2	+13 26 38	0.525	1.266	110.5	9.2	2:20, 347, 53
2024 I 9	11 53 42.7	+11 57 55	0.511	1.278	113.7	9.2	2:20, 352, 52
19	12 15 24.9	+10 51 37	0.503	1.300	118.3	9.4	2:10, 356, 51
144P/Кусіда							
XI 5	2 58 37.2	+20 07 41	0.686	1.675	173.2	12.2	22:00, 2, 60
15	2 54 02.2	+18 59 42	0.630	1.618	174.2	11.7	21:20, 3, 59
25	2 49 47.3	+17 39 27	0.594	1.566	163.1	11.3	20:50, 9, 57
XII 5	2 47 52.1	+16 20 04	0.576	1.519	152.2	10.9	20:10, 9, 56
15	2 49 56.4	+15 15 15	0.572	1.479	142.2	10.7	19:40, 12, 55
25	2 57 05.9	+14 35 16	0.580	1.446	133.5	10.5	19:10, 12, 54
2024 I 4	3 09 34.4	+14 23 04	0.599	1.421	126.1	10.4	18:40, 11, 54
14	3 27 04.4	+14 36 06	0.626	1.405	120.1	10.4	18:30, 16, 54
24	3 49 01.7	+15 07 55	0.660	1.399	115.2	10.5	18:20, 19, 54
12P/Понс — Брукс							
XII 1 5	18 54 35.2	+38 00 05	2.443	2.208	64.6	12.1	15:00, 95, 49
20	19 06 07.6	+37 52 04	2.387	2.144	63.9	11.9	15:00, 96, 48
25	19 18 27.0	+37 47 39	2.330	2.081	63.2	11.6	15:10, 99, 45
30	19 31 36.3	+37 46 30	2.272	2.017	62.5	11.4	15:10, 100, 44
2024 I 4	19 45 39.1	+37 48 14	2.215	1.952	61.8	11.1	15:10, 101, 43
9	20 00 39.2	+37 52 19	2.157	1.887	61.0	10.8	15:20, 103, 41

## МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

---

Метеорний потік — це сукупність спостережуваних щорічно в ті ж самі дні метеорів, видимі шляхи яких немовби виходять з однієї точки на небі. Метеорні потоки виникають тоді, коли Земля під час свого орбітального руху проходить крізь протяжне скупчення метеорної речовини на орбіті довкола Сонця.

Метеорною речовиною (метеороїдами) можуть бути частинки космічного пилу чи більші фрагменти кометних ядер або астероїдів. Кожного разу, коли метеороїд потрапляє в атмосферу Землі, він породжує спалах світла, який називають метеорним явищем (метеором). Висока температура, спричинена взаємодією метеороїда з атмосферою Землі, викликає його світіння. Воно триває, як правило, упродовж дуже короткого проміжку часу. Часто в нічному небі спалахують ще й багато болідів<sup>1</sup>.

Оскільки метеороїди до зустрічі з атмосферою Землі рухаються практично паралельними шляхами і з майже однаковими швидкостями, то земному спостерігачеві здається, що вони вилітають ніби з однієї точки на небі. Цю точку називають радіантом. За домовленістю, метеорні потоки називають за назвою того сузір'я, в якому міститься радіант. Якщо метеороїд не розпадеться повністю під час проходження через земну атмосферу й окремі його фрагменти попадуть на поверхню Землі, то він стає відомим як метеорит.

Якщо метеори виникають у будь-який час і без прив'язки до того чи того сузір'я, то їх називають спорадичними. Проте чимало метеорних потоків з'являються щороку в один і той же час. Деякі з найвідоміших метеорних потоків спостерігають уже впродовж сотень і навіть тисяч років. Список найінтенсивніших метеорних потоків наведено в табл. 26.

У табл. 27 подано інформацію про умови їхньої видимості на небі, а також деякі важливі характеристики цих потоків. Для кожного з 15 метеорних потоків наведено горизонтальні координати: зенітну відстань  $z_R$  й азимут  $A_R$  радіанта для поточних моментів поясного часу  $T_{II}$ . Астрономічний азимут  $A_R$  відраховують від точки півдня на захід.

---

<sup>1</sup> Болід — метеор, який має помітний кутовий діаметр, а яскравість його вища, ніж  $-4^m$



Розрахунки виконано для географічної широти  $\varphi = 50^\circ$  і довготи  $\lambda = 2$  год. У межах України для різних географічних довгот ( $\lambda = 2 \pm 0.5$  год) положення радіанта в наведений момент часу практично не зміниться, а для різних широт поправки координат  $z_R$  й  $A_R$  будуть істотними. Наприклад, для широти  $\varphi = 45^\circ$  поправка в зенітну відстань  $z_R$  змінюватиметься від  $+3^\circ$  до  $+5^\circ$ , поправка в азимут  $A_R$  — від нуля (під час нижньої або верхньої кульмінації) до  $\pm 10^\circ$ .

У колонці з наведеними величинами азимута  $A_R$  характерні положення радіанта уточнюються такими позначеннями: В.К. — верхня кульмінація, Н.К. — нижня кульмінація, С.Р. — схід радіанта, З.Р. — його захід.

Щоб зручніше було шукати радіант на небі в довільний момент часу  $T_{\Pi}$ , перед спостереженнями можна побудувати видимий шлях радіанта за координатами  $z_R$  і  $A_R$  з табл. 27.

Таблиця 26

### ОСНОВНІ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Назва потоку	Період активності	Дата максимуму	Радіант		ZHR	V, км/с
			$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$		
Квадрантиди	28.XII — 12.I	2—4.I	15 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	+50°	120	42
Віргініди	13.II — 6.V	3.III—18.IV			5—10	
Ліриди	19 — 25.IV	21.IV	18 02	+32	18	48
$\eta$ -Аквариди	19.IV — 28.V	4—6.V	22 32	0	40	67
Арієтиди	22.V — 2.VII	7.VI			60	38
$\alpha$ -Каприкорніди	3.VII — 20.VIII	30.VII	20 28	10	5	24
$\delta$ -Аквариди (південні)	21.VII — 15.VIII	27.VII	22 40	17	16	41
$\delta$ -Аквариди (північні)	12.VII — 23.VIII	30.VII	22 36	0	16	41
Персеїди	15.VII — 24.VIII	9—13.VIII	3 12	+58	100	61
Цигніди	3— 25.VIII	20.VIII	19 20	+55	5	26
Драконіди	6 — 10.X	9.X	17 21	+56	10—30	23
Південні Тауриди	10.IX — 1.XII	30.X—7.XI	2 08	+4	10	28
Оріоніди	25.VIII — 19.XI	20—22.X	6 20	+16	25	67
Північні Тауриди	19.IX — 10.XII	4—7.XI	3 52	+23	30	30
Леоніди	5.XI — 3.XII	17.XI	10 13	+22	15	71
Гемініди	30.XI — 19.XII	13—14.XII	7 28	+32	120	35
Урсиди	17 — 26.XII	22—23.XII	14 28	+75	10	32

Примітки. 1. Величина ZHR — це так зване зенітне годинне число (Zenithal Hourly Rate), тобто середня кількість метеорів, яку певний ідеальний спостерігач побачив би впродовж години, за абсолютно чистого неба, у разі метеорного потоку, радіант якого перебуває в зеніті. Коли підвищена активність триває менше години або умови спостереження були дуже поганими, то використовують ще й величину EZHR, еквівалентну величині ZHR, але менш точну, ніж вона. 2. Літерою V позначено середню швидкість метеороїда під час його входження в атмосферу.

## ГОРИЗОНТАЛЬНІ КООРДИНАТИ РАДІАНТІВ МЕТЕОРНИХ ПОТОКІВ

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b>КВАДРАНТИДИ</b>			
0	71	212	Назва метеорного потоку походить від назви сузір'я Стінного Квадранта (Quadrans Muralis), яку ввів 1795 р. Жозеф Лаланд на честь свого улюбленого астрономічного інструмента. Це сузір'я існувало на зоряних картах у ХІХ ст., на межі теперішніх сузір'їв Дракона, Геркулеса та Волопаса. Тепер радіант, який завжди перебуває над горизонтом, міститься в сузір'ї Волопаса і займає на небі ділянку діаметром приблизно 20°. Це досить інтенсивний потік з нетривалим (упродовж кількох годин) максимумом 2—4 січня. Під час піку активності зазвичай видно близько 40 метеорів за годину. Хоча в різні роки спостерігали й від 45 до 200 метеорів за годину. Тобто Квадрантиди мають потенціал бути найпотужнішим потоком року. Середня щогодинна кількість метеорів, які можна очікувати в темну пору доби, становить приблизно 25. Метеори цього потоку часто утворюють явища яскравих болідів. Через велике північне схилення ці метеори погано видно з Південної півкулі Землі. В основному ж Квадрантиди дають велику кількість слабких метеорів. Метеори жовтогарячого кольору, часто залишають тривалі димно-пилові сліди. Найінтенсивніші зорепади зареєстровано в 1864, 1879, 1897, 1909 (близько 180 метеорів за годину), 1922, 1932, 1943, 1948, 1984 рр. Метеороїдні тіла розмістилися вздовж орбіти, площина якої майже перпендикулярна до площини екліптики. Поблизу земної орбіти товщина метеорного рою невелика, тому Земля перетинає його всього за 5—6 год. Батьківським тілом цього метеорного рою є астероїд 2003 ЕН. Найближча до радіанта зоря — це $\epsilon$ Дракона.
1	65	220	
2	59	228	
3	51	235	
4	43	242	
5	34	249	
6	25	255	
7	15	261	
8	6	267	
8.6	0	0 В.К.	
9	4	92	
11	23	104	
13	42	117	
15	58	131	
17	70	147	
18	75	156	
19	78	165	
20	79.8	175	
20.5	80.0	180 Н.К.	
21	79.8	185	
22	78	194	
23	75	204	

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
----------------------	------------------------	------------------------	--------------------------------------

## ВІРГІНІДИ

Метеорний потік Віргініди виникає в основному наприкінці січня або на початку лютого в сузір'ї Діви (лат. мовою — Virgo). Його головний радіант зсувається в південно-східному напрямку із сузір'я Лева в кінці січня в центр сузір'я Діви (поруч зі Спікою) в середині травня. Його максимальна активність припадає на березень і квітень. Середня частота появи метеорів невелика: усього один-два метеори за годину.

Комплекс Віргінід становить собою набір декількох метеорних потоків.

*$\alpha$ -Virgīnīdi.* Спостерігається 10 березня — 6 травня; пік активності припадає на 7—18 квітня. У цей період середня кількість спостережуваних метеорів становить 5—10 за годину.

*$\gamma$ -Virgīnīdi.* Спостерігається 5—21 квітня; пік активності припадає на 14—15 квітня. Цей потік характеризується як слабкий, упродовж години можна побачити не більше п'яти метеорів.

*$\eta$ -Virgīnīdi.* Спостерігається 24 лютого — 27 березня; пік активності припадає на 18 березня. Це також слабкий потік — не більше п'яти метеорів за годину.

*$\theta$ -Virgīnīdi.* Спостерігається 10 березня — 21 квітня; пік активності припадає на 20 березня. Кількість спостережуваних метеорів за годину становить 1—3.

*$\mu$ -Virgīnīdi.* Спостерігається у квітні, а також на початку травня; зазвичай пік активності припадає на 24—25 квітня. Кількість спостережуваних метеорів становить 7—10 за годину. Радіант цієї частини потоку змістився в сузір'я Терезів.

*$\pi$ -Virgīnīdi.* Спостерігається 13 лютого — 8 квітня; пік активності припадає на 3—9 березня. Кількість спостережуваних метеорів — 2—5 за годину.

*Березневі Віргініди.* Спостерігається 14 лютого — 25 квітня; найбільша активність припадає на 20 березня.

Джерелами потоків Віргініди є космічні тіла 2002 FC, 2003 BD44, 1998 SJ70.

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b>ЛІРИДИ</b>			
19	94	204	Ліриди — метеорний потік з радіантом у сузір'ї Ліри. Це давно відомий потік (уперше був помічений ще китайцями у 687 р. до н. е.). У минулому він був дуже активний. Тепер його активність спала і становить здебільшого 5—10 метеорів за годину, тобто це — метеорний потік середньої інтенсивності, видимий на нічному небі наприкінці квітня. Останні найбільші зорепади зареєстровано у 1803 р. та 1922 р. Тоді годинне число доходило до 2000 метеорів. Тепер його продуктивність у максимумі, який триває майже три доби, не більша, ніж 20 метеорів за годину. Досягає пікових величин 21—22 квітня, але деякі метеори можна спостерігати впродовж 16—28 квітня. Часто метеороїдні тіла утворюють явища болідів. Оскільки радіант потоку лежить на 10° далі на південний захід від високо розташованої найяскравішої зорі в сузір'ї Ліри — Веги, то метеори найкраще видно в Північній півкулі Землі на світанку (потік можна спостерігати й у Південній півкулі, але там метеорів видно набагато менше). Метеори швидкі, жовтуваті, часто залишають сліди.
20	90	215 С.Р.	
21	83	226	
22	76	237	
23	67	247	
0	58	257	
1	48	267	
2	40	278	
3	30	295	
4	22	318	
5	18.1	354	
5.15	18.0	0 В.К.	
6	20	32	
7	27	59	
8	36	77	
10	56	100	
12	74	120	
14	88	142	
14.3	90	146 З.Р.	
15	93	153	

За джерело метеорного потоку вважають велику кількість пилу та дрібних уламків, які залишилися після проходження біля Сонця комети С/1861 Тетчер (Thatcher, 1861 I). Період обертання комети — 415 років. Кожні 29.5 р. Сатурн проходить на відстані приблизно 0.1 а. о. від орбіти рою та збурює найближчу його частину. Унаслідок цього приблизно кожні 30 років відбувається певне підсилення потужності потоку.

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b>η-АКВАРИДИ</b>			
2	96	263	Цей метеорний потік був виявлений у 1848 р. Проте стародавні записи (Корея, Китай, Японія) свідчать, що потік спостерігали ще в 401 р. н. е. Його радіант лежить у сузір'ї Водоля (латинською мовою Акваріус) поблизу зорі η — однієї з яскравих зір сузір'я. Метеорний потік має низьку інтенсивність: десь близько 10 метеорів за годину. Оскільки сузір'я Водоля сходить майже вранці, то потік спостерігають у вранішні години. Найкращі умови для спостережень — у Південній півкулі, хоча спостерігачі в Північній півкулі також можуть насолоджуватися цим явищем. Так, кількість метеорів, які можна побачити в Північній і Південній півкулях, варіює від 10 до 85 відповідно. Метеори яскраві та швидкі, після них залишаються довготривалі сліди.
2.6	90	270 С.Р.	
3	86	275	
4	77	286	
5	68	299	
6	60	314	
7	54	330	
8	50.5	350	
8.6	50	0 В.К.	
10	53	28	
12	67	59	
14	85	84	
14.6	90	90 З.Р.	
15	94	95	
18	120	134	
20.6	130	180 Н.К.	
0	113	239	

Метеороїдами для потоку η-Аквариди є залишки комети Галлея. Удруге Земля перетинає орбіту рою в жовтні, що спричинює метеорний потік Оріоніди (див. далі).

### АРІЕТИДИ

Метеорний потік Арієтиди — один з найбільш інтенсивних метеорних потоків. Під час піку активності потоку (вечір 7 червня) зенітне число метеорів досягає приблизно 60. Їхня швидкість прольоту в атмосфері Землі становить 38 км/с. Назва потоку походить від латинської назви сузір'я Овна, в якому міститься радіант потоку, — Aries. Джерело потоку є предметом дискусій. Велика частина науковців схиляється до того, що ним є астероїд 1566 Ікар — один з тих астероїдів, котрі близько підходять до Землі. Інші вважають за джерело комету 96P/Мачгольц. Річ у тому, що ця комета має хімічний склад, подібний до складу міжзоряного середовища, де вона й могла сформуватися. Існує низка інших припущень.

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b><math>\alpha</math>-КАПРИКОРНІДИ</b>			
19	96	278	Це щорічний потік з невеликою кількістю метеорів (приблизно п'ять явищ за годину). Назва потоку походить від слова Каприкорнус — латинської назви сузір'я Козорога. Цей потік вирізняється серед інших через кількість дуже яскравих болідів упродовж періоду його діяльності. Видно потік однаково добре по обидва боки від екватора. Батьківським тілом потоку є комета 169P/NEAT.
19.7	90	286 С.Р.	
20	87	289	
21	78	301	
22	71	315	
23	65	329	
0	61	344	
0.9	60	0 В.К.	
2	62	18	
3	66	34	
4	72	48	
5	80	61	
6	89	73	
6.1	90	74 З.Р.	
7	98	84	
9	117	108	
11	133	139	
12.9	140	180 Н.К.	
15	132	225	
17	106	266	
<b><math>\delta</math>-АКВАРИДИ (ПІВДЕННІ)</b>			
21.5	96	290	Це — найінтенсивніший потік південного неба. Він має південну та північну частини, через те є два радіанти $\delta$ -Акварид (латин. — Акваріус). Метеори потоку досить слабкі, тому за яскравого Місяця видимість їх дуже ускладнена. Умови спостережень радіанта головної (південної) вітки є більш сприятливі на півдні. Максимуму активності потік досягає досить швидко, а спадає його інтенсивність повільно. Батьківським тілом потоку, можливо, є комета 96P/Мачгольца, яку відкрив у 1986 р. Дональд Мачгольц.
22	91	296	
22.1	90	297 С.Р.	
22.5	86	302	
23	83	308	
0	76	321	
1	71	334	
2	68	349	
2.7	67.0	0 В.К.	
3	67.1	4.4	
4	69	20	
5	74	34	
6	80	48	
7	88	60	
7.3	90	63 З.Р.	
7.5	92	65	

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеороного потоку та пояснення
<b>δ-АКВАРИДИ (ПІВНІЧНІ)</b>			
221	92	267	Це друга вітка пилового рою комети 96P/ Мачгольд. Унікальною характеристикою рою є дуже мала перигелійна відстань (0.08 а. о.), тому температура його частинок під час наближення до Сонця сягає 1000 К. Ця обставина зумовлює структурні та фізичні властивості метеороїдів.
21.3	90	270 С.Р.	
22	83	278	
23	74	290	
0	65	303	
1	58	318	
2	53	334	
3	50.2	353	
3.3	50	0 В.К.	
4	51	13	
5	54	31	
6	60	48	
8	77	74	
9.3	90	90 З.Р.	
10	96	98	

#### ПЕРСЕЇДИ

1	47	226	Це регулярно спостережуваний метеорний потік, відомий уже понад 1200 років. А з 1840 р. його спостерігають щорічно. В останні роки кількість метеорів за годину становить лише 50. Радіант (діаметром $10-15^\circ$ ) не заходить, має декілька активних центрів. Найближча до радіанта зоря — $\gamma$ Персея. Уважають, що Персеїди — один із найпотужніших метеорних потоків. Упродовж піку активності він дає від 60 до 100 метеорів за годину. Метеори білі та жовті, швидкі, з яскравими слідами. Зазвичай метеори видно не тільки поблизу радіанта, а й на всьому небосхилі. Серед спостерігачів Персеїди є досить популярні, оскільки їх спостерігають улітку, коли часто буває безхмарне небо. Найкращий час для спостереження Персеїд — перед світанком. Ще в 1866 р. Дж. Скіапареллі встановив зв'язок цього метеороного потоку з кометою Свіфта — Туттля (Swift—Tuttle, 1862 III).
2	40	231	
3	32	234	
4	24	235	
5	17	232	
6	10	212	
6.7	8.0	180 В.К.	
7	8.5	161	
8	14	132	
10	30	125	
12	45	132	
14	58	144	
16	67	158	
18.7	72	180 Н.К.	
20	71	192	
21	68	200	
22	64	207	
23	59	214	
0	53	221	

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b>ЦИГНІДИ</b>			
10	74.8	174	Потік належить до так званих малих потоків. Назва потоку походить від латинської назви сузір'я Лебідь — Цигнус. Радіант не заходить.
10.45	75.0	180 Н.К.	
13	70	202	
15	61	218	
17	47	231	
19	31	240	
21	14	240	
22	6	214	
22.4	5	180 В.К.	
23	7	136	
0	15	118	
1	23	117	
2	32	120	
3	40	124	
4	48	130	
5	55	136	
6	61	143	
8	70	158	
<b>ДРАКОНІДИ</b>			
17	6.5	200	Назва потоку походить від назви сузір'я Дракона, але потік також відомий як Джакобініди. Метеорний рій утворено кометою 1900 III, яку відкрив Джакобіні. Комета на деякий час була загублена, а потім її знову в листопаді 1913 р. виявив Ціннер. Комета Джакобіні — Ціннера має період обертання навколо Сонця 6.6 р. Метеорний рій молодий і займає на орбіті невелику ділянку поблизу комети. Тому потік спостерігається періодично під час проходження Землі крізь хмару метеорних частинок. Метеори мають червонуватий колір. Невеликі метеорні дощі спостерігали, наприклад, у 1926, 1952, 1985, 1998 рр. А найбільші в минулому столітті зорепаді були 1933 р. та 1946 р. (близько 10000 метеорів за годину). Радіант потоку не заходить, найближча до нього зоря — $\zeta$ Дракона. Найкращий час, щоб побачити метеорний дощ, — уранішні та вечірні сутінки. Незважаючи на те, що Драконіди відповідають за деякі з найбільш вражаючих метеорних дощів в історії, цей потік вважають останнім часом (після 2011 р.) одним з найменш цікавих метеорних потоків упродовж року.
17.3	6.0	180 В.К.	
18	9	136	
19	17	121	
20	25	120	
21	33	122	
22	41	127	
23	49	132	
0	55	138	
1	61	145	
2	66	152	
3	70	160	
4	73	168	
5	73.9	177	
5.3	74.0	180 Н.К.	
6	73.7	186	
7	72	194	
9	65	210	
11	53	224	
13	38	235	
15	21	240	



$T_{\text{п}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеороного потоку та пояснення
<b>ПІВДЕННІ ТАУРИДИ</b>			
17	94	242	Упродовж 10 вересня — 1 грудня можна спостерігати в сузір'ї Тельця (латинською мовою Таурус) два потоки метеорів з двох радіантів — Південні та Північні Тауриди. Південні Тауриди — це довготривалий метеорний потік, який з 30 жовтня по 7 листопада досягає ледь помітного максимуму. Метеорний потік може бути активним понад два місяці. Але він рідко продукує понад 5—10 метеорних явищ за годину, навіть за максимальної активності. Проте обидві гілки Таурід багаті яскравими боїдами. Метеороїдний рій утворено кометою Енке (2P/Encke). Перигелій її орбіти лежить ближче до Сонця, ніж венеріанський, афелій же — біля Юпітера.
17.5	90	248 С.Р.	
18	86	253	
19	76	265	
20	66	276	
21	56	290	
22	48	305	
23	41	323	
0	37	345	
0.7	36.0	0 В.К.	
1	36.2	8	
2	40	31	
3	46	51	
4	54	66	
5	63	80	
6	73	92	
7	82	103	
7.8	90	112 З.Р.	
8	92	114	
10	107	139	
12.65	116	180 Н.К.	
15	109	216	
<b>ОРІОНІДИ</b>			
22	91	245	Оріоніди — це метеорний потік середньої інтенсивності, який створює до 25 метеорів за годину. Він досить тривалий (див. табл. 27). Радіант метеороного потоку розташований на границі між сузір'ями Орiona та Близнят. Оріоніди, як правило, найактивніші щороку в жовтні. Найкращий час для перегляду Оріонід — від півночі до світанку. Цей метеорний потік є другий (після $\eta$ -Акварид), який утворений уламками та пилом від комети Галлея. На подібність роїв першим звернув увагу Олів'є 1911 р. Земля перетинає в цьому разі дальшу й більш розріджену частину рою як порівняти з $\eta$ -Акваридами. Метеори яскраві, білі, часто залишають довготривалі сліди. Найближча до радіанта зоря — $\alpha$ Орiona.
22.1	90	246 С.Р.	
23	82	256	
0	72	268	
1	63	279	
2	54	292	
3	46	307	
4	39	326	
5	35.3	350	
5.4	35.0	0 В.К.	
6	35.7	15	
7	40	38	
8	47	56	
10	65	84	
12.6	90	113 З.Р.	
15	108	143	
17.4	115	180 Н.К.	
19	111	206	

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b>ПІВНІЧНІ ТАУРИДИ</b>			
16	92	232	Цей метеорний потік дуже схожий на Південні Тауриди, тільки його активність настає трохи пізніше (див. табл. 28). Коли періоди максимальної активності цих метеорних потоків збігаються (наприкінці жовтня і в листопаді), то іноді спостерігається значне збільшення активності яскравих болідів. Відмічено семирічний період появи таких болідів. Так, були максимуми в 2008 та 2015 рр. Потік має радіант у сузір'ї Тельця (див. Південні Тауриди). Коли метеори рухаються з невеликою кутковою швидкістю, то час від часу з'являються яскраві боліди. Навіть інколи виявляють метеорити.
16.3	90	236 С.Р.	
17	84	244	
18	75	255	
19	66	266	
20	56	277	
21	47	291	
22	38	307	
23	32	331	
0	29	356	
0.2	29	0 В.К.	
1	31	24	
2	36	48	
3	44	65	
4	54	79	
5	63	91	
6	73	102	
7	82	113	
8	90	124 З.Р.	
9	98	136	
11	107	163	
12.1	109	180 Н.К.	
14	105	207	
<b>ЛЕОНІДИ</b>			
22	93	230	Арабський астроном Табіт спостерігав зорепад у Багдаді в жовтні 935 р. Тверський літопис згадує про метеорний дощ Леонід 1202 р. Відомі зорепади: 1799 р. (понад 10000 метеорів за годину), 1832—1833 рр. (до 100000), 1966 р. (150000), 1998 р. (2000), 1999 р. (близько 1700). У 2002 р. в Києві на двох спостережних станціях телевізійні камери зареєстрували зорепад з кількістю метеорів у максимумі 1600. Це дуже швидкі метеори, серед них багато яскравих метеорів-болідів, які залишають довготривалі сліди. Матеріалом метеороїдів цього потоку є ядро комети Темпеля — Тутля (Tempel — Tuttle, 1866 I), яка здійснює повний оберт навколо Сонця приблизно за 33.25 р. В останні роки під час максимуму діяльності потоку можна було побачити приблизно 20 метеорів за годину. Їх добре видно з обох півкуль. Радіант потоку лежить у сузір'ї Лева. Найближча до нього зоря — $\gamma$ Лева.
22.4	90	234 С.Р.	
23	85	241	
0	76	252	
1	67	263	
2	57	274	
3	48	287	
4	39	303	
5	32	323	
6	28.3	350	
6.4	28.0	0 В.К.	
7	29	19	
8	34	44	
10	51	78	
12	70	101	
14.2	90	126 З.Р.	
16	102	147	
18.3	108	180 Н.К.	

$T_{II}$ , год	$z_R$ , град.	$A_R$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b>ГЕМІНІДИ</b>			
16	94	205	Потік уперше спостерігали 1862 р. одночасно в Англії та США. З кінця XIX ст. він постійно перебуває в центрі уваги дослідників. Своєю назвою потік зобов'язаний сузір'ю Близнят (латинська назва — Геміні), в якому міститься радіант. Найближча до радіанта зоря — $\alpha$ Близнят. Це досить потужний метеорний потік. Зазвичай упродовж піку активності можна спостерігати 60—80 метеорів за годину, але інколи випадає спостерігати близько 120 метеорів за годину. Гемініди — потік із великою кількістю дуже яскравих метеорів. Батьківським тілом метеороїдного рою є, імовірно, відкрита 1983 р. мала планета 3200 Фаєтон (1983 ТВ). Велика піввісь орбіти рою становить всього 1.4 а. о., а частинки рою підходять досить близько до Сонця (перигелійна відстань — 0.14 а. о.) Фаєтон здійснює повний оберт навколо Сонця приблизно за 1.4 р.
16.8	90	215 С.Р.	
17	89	217	
18	82	228	
19	75	238	
20	66	248	
21	57	258	
22	47	269	
23	38	281	
0	29	298	
1	22	320	
2	18	0 В.К.	
3	21	35	
4	28	61	
5	37	78	
6	47	90	
7	56	101	
8	65	111	
9	74	121	
11.2	90	145 З.Р.	
13	97	167	
14	98	180 Н.К.	
<b>УРСИДИ</b>			
16	47	162	Потік відкрив 22 грудня 1945 р. А. Бечварж в обсерваторії Скалнате Плесо (Словаччина). У ті роки кількість метеорів за годину досягла 170. Тепер же вона становить 10—20, але інколи можна спостерігати й до 100 метеорів за годину — потік вважають за потік середньої інтенсивності. Метеорний потік мало досліджений, тому подальші спостереження матимуть важливе значення. Свою назву потік отримав від назви сузір'я Малої Ведмедиці (латинською мовою — Урса Міно́р). Його радіант увесь час перебуває над горизонтом. Найближча до радіанта зоря — $\beta$ Малої Ведмедиці. Метеороїдні частинки пов'язані з кометою 8P/Туттля (Tuttle, 1939 X).
17	50	166	
18	52	170	
19	53.3	174	
20	53.9	178	
20.4	54.0	180 Н.К.	
21	53.9	183	
22	53	187	
23	52	191	
0	49	195	
1	47	198	
2	44	200	
3	40	201.8	
4	36	202.0	
5	33	200	
6	30	197	
7	27	191	
8	26.2	184	
8.4	26.0	180 В.К.	
10	28	168	
13	37	158	

## ЗОРЯНИ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ

*Зоряні скупчення:* розсіяне скупчення (cum) має неправильну форму та складається із сотень зір; кульове скупчення (glb) має кулясту форму й налічує сотні тисяч зір.

*Галактики:* галактика (gal) — це велетенська зоряна система, кількість зір у якій може бути сумірна з  $10^{13}$ ; неозброєним оком удається побачити три галактики (у північній півкулі неба — галактику в сузір'ї Андромеди, у південній — Велику й Малу Магелланові Хмари).

*Туманності:* дифузна туманність (neb) — хмара міжзоряного пилу й газу; планетарна туманність — газова оболонка, у центрі якої є гаряча зоря. У телескоп планетарна туманність має вигляд кільця.

У таблицях 36—39 подано основні відомості про найяскравіші зоряні скупчення, галактики й туманності: назви цих об'єктів згідно з каталогами NGC та М; скорочені стандартні латинські та повні українські назви сузір'їв, в яких містяться об'єкти; екваторіальні координати — пряме піднесення  $\alpha$  та схилення  $\delta$  на епоху  $J2000.0$ ; кутові розміри; блиск і відстань до об'єктів.

Каталог М (Catalogue des nebuleuses et amas d'etoiles — Каталог туманностей і зоряних скупчень) — список 103 об'єктів, надрукований 1781 р. Ш. Мессьє. Каталог NGC (A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars — Новий загальний каталог туманностей і зоряних скупчень) — каталог 7840 об'єктів, складений Й. Дрейером і опублікований 1888 р. Нове видання каталогу (1953 р.) разом з ІС I та ІС II (Index Catalogues I, II — два додаткові каталоги до основного каталогу Дрейєра NGC, видані відповідно 1895 р. і 1908 р.) містить 13 673 об'єкти.

Кількість сузір'їв, їхні сучасні назви і межі були встановлені 1922 р. на I з'їзді Міжнародного астрономічного союзу. За межі сузір'їв прийнято прямі лінії вздовж небесних паралелей та кіл схилень координатної сітки на епоху 1875 р.

Щоб визначити екваторіальні координати на будь-яку іншу епоху  $T$  рівнодення, потрібно обчислити поправки  $\Delta\alpha$  та  $\Delta\delta$  за прецесію за допомогою наближених формул, які враховують зміну прямого піднесення та схилення небесного об'єкта протягом одного року:  $\Delta\alpha = 3.07^s + 1.34^s \sin\alpha \operatorname{tg}\delta$ ,  $\Delta\delta = 20.0'' \cos\alpha$ .

Обчислені поправки, помножені на різницю епох ( $T-2000.0$ ), яку беремо в роках і частках року, потрібно додати з їхнім знаком до відповідних координат на епоху  $J2000.0$ .

Наведені кутові розміри об'єктів відповідають спостереженням у невеликий телескоп. На фотографіях з тривалими експозиціями їхні розміри будуть в декілька разів більші. Для порівняння: видимий кутовий діаметр Місяця на середній відстані від Землі становить  $31'05''$ .

Блиск об'єктів подано у візуальних зоряних величинах  $m_V$ , яскравіші об'єкти мають менші числові значення  $m_V$ . Для порівняння — блиск Полярної зорі  $m_V = 2.02$ .

Відстані виражено в парсеках (пк), кілопарсеках (кпк), мегапарсеках (Мпк). Один парсек — це відстань, на якій середній радіус земної орбіти видно під кутом  $1''$ :  $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а. о.} = 3.262 \text{ світлового року} = 30.857 \cdot 10^{12} \text{ км}$ .

Розсіяні зоряні скупчення найкраще спостерігати в потужний бінокль або невеликий телескоп, а яскраві зорі в зоряних скупченнях Плеяди, Гіади, Ясла можна бачити і неозброєним оком.

Таблиця 28

РОЗСІЯНІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск $m_V$	Відстань пк
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'			
NGC 581 M 103	Cas Кассіопея	1	33.2	+60	42	6	4.4	2600
NGC 869 h	Per Персей	2	19.0	+57	09	30	4.3	2200
NGC 884 $\chi$	Per Персей	2	22.4	+57	07	30	4.4	2300
NGC 1039 M 34	Per Персей	2	42.0	+42	47	35	5.7	440
Плеяди M 45	Tau Телець	3	47.0	+24	07	110	1.2	125
Гіади	Tau Телець	4	18.1	+15	35	1200	0.8	40
NGC 1960 M 36	Aur Візничий	5	36.1	+34	08	12	6.0	1270
NGC 2099 M 37	Aur Візничий	5	52.4	+32	33	24	5.6	1350
NGC 2168 M 35	Gem Близнята	6	08.9	+24	20	28	5.1	870
NGC 2287 M 41	CMa Великий Пес	6	47.0	-20	44	38	4.5	700
NGC 2632 M 44	Spn Рак	8	40.1	+19	59	95	3.1	160
NGC 2682 M 67	Spn Рак	8	50.4	+11	49	30	6.5	800
Сона Com	Волосся Вер.	12	23.8	+26	16	30	2.7	80
NGC 6405 M 6	Scp Скорпіон	17	40.1	-32	13	15	4.2	600
NGC 6416	Scp Скорпіон	17	40.2	-32	18	20	7.0	600
NGC 6475 M 7	Scp Скорпіон	17	53.9	-34	49	80	3.3	240
NGC 6494 M 23	Sgr Стрілець	17	56.8	-19	01	27	5.5	660
NGC 6531 M 21	Sgr Стрілець	18	04.6	-22	30	13	5.9	1300
NGC 6603 M 24	Sgr Стрілець	18	18.4	-18	25	5	11.1	2880
NGC 6611 M 16	Sgr Стрілець	18	18.8	-13	47	7	6.0	2500
NGC 6705 M 11	Scr Шит	18	51.1	-06	16	14	5.8	1720
NGC 7092 M 39	Cyg Лебідь	21	32.2	+48	26	32	4.6	270

Кульові зоряні скупчення можна спостерігати за допомогою невеликого телескопа як туманні плями, а в телескоп з апертурою більшою від 20 см можна розгледіти вже окремі зорі цих об'єктів.

Для спостережень галактик потрібний телескоп з апертурою не меншою від 20 см, але навіть за такого вхідного отвору можна побачити тільки форму галактики, за винятком галактики М 31. Найефективніше в аматорські телескопи спостерігати світлі й темні туманності. До перших належать М 42, М 20 і М 57, проте спостерігати їх потрібно тільки при рівнозіничному збільшенні, як і галактики.

Таблиця 29

**КУЛЬОВІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ**

Назва за NGC та М	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск $m_V$	Відстань кпк
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'			
NGC 5271 М 3	CVn Гончі Пси	13	42.2	+28	23	16.2	6.35	9.9
NGC 5904 М 5	Ser Змія	15	18.6	+2	05	17.4	5.70	7.6
NGC 6093 М 80	Scor Скорпіон	16	17.0	-22	59	8.9	7.20	8.3
NGC 6121 М 4	Scor Скорпіон	16	23.6	-26	32	26.3	5.93	2.1
NGC 6205 М 13	Her Геркулес	16	41.7	+36	28	16.6	5.86	7.2
NGC 6218 М 12	Orh Змієносець	16	47.2	-1	57	14.5	6.60	5.5
NGC 6254 М 10	Orh Змієносець	16	57.1	-4	06	15.1	6.57	4.4
NGC 6266 М 62	Orh Змієносець	17	01.2	-30	07	14.1	6.60	6.0
NGC 6273 М 19	Orh Змієносець	17	02.6	-26	16	13.5	7.15	10.6
NGC 6341 М 92	Her Геркулес	17	17.1	+43	08	11.2	6.52	7.8
NGC 6626 М 28	Sgr Стрілець	18	24.5	-24	52	11.2	6.90	6.1
NGC 6656 М 22	Sgr Стрілець	18	36.4	-23	54	24.0	5.10	3.1
NGC 6723	Sgr Стрілець	18	59.6	-36	38	11.0	7.32	8.7
NGC 6809 М 55	Sgr Стрілець	19	40.0	-30	58	19.0	6.95	5.2
NGC 7078 М 15	Peg Пегас	21	30.0	+12	10	12.3	6.35	9.4
NGC 7089 М 2	Aqr Водолій	21	33.5	-0	49	12.9	6.50	11.3

Таблиця 30

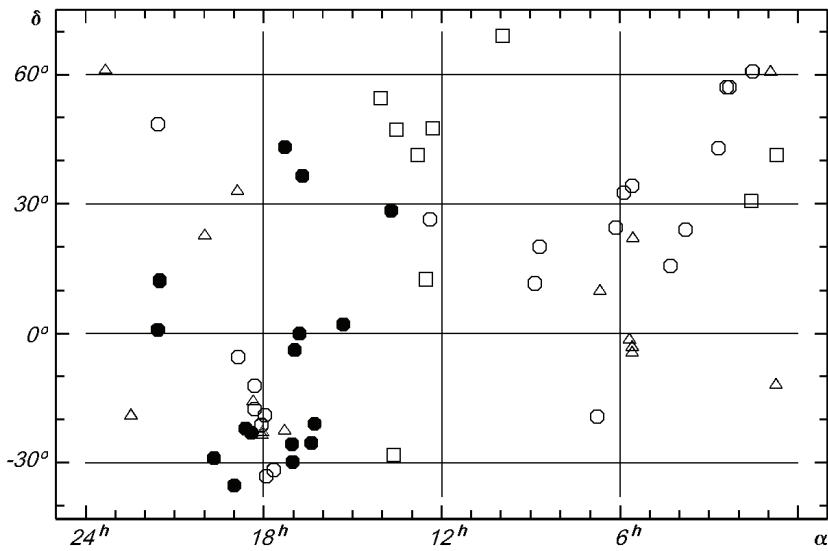
## ГАЛАКТИКИ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутові розміри	Блиск		Відстань
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'	'	$m_V$		Мпк
NGC 224 M 31	And Андромеда	0	42.7	+41	16	200×30	4.38		0.7
NGC 598 M 33	Tri Трикутник	1	33.9	+30	39	83×53	6.26		0.7
NGC 3031 M 81	UMa В. Ведмедиця	9	55.6	+69	04	35×14	7.86		3.2
	M106 CVn Гончі Пси	12	17.7	+47	27	24×6	8.6		
NGC 4486 M 87	Vir Діва	12	31.0	+12	23	9×6	10.1		13.8
NGC 4736 M 94	CVn Гончі Пси	12	48.6	+41	23	15×13	8.9		10.0
NGC 5194 M 51	CVn Гончі Пси	13	29.9	+47	12	14×10	8.98		7.0
NGC 5236 M 83	Hya Гідра	13	37.0	-29	52	11×9	8.2		3.8
NGC 5457 M 101	UMa В. Ведмедиця	14	02.3	+54	28	28×28	8.2		7.0

Таблиця 31

## ТУМАННОСТІ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутові розміри (діаметр)	Блиск		Від- стань
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'	'	тум.	центр. зорі	кпк
NGC 246	Cet Кит	0	45.0	-12	01	(4.0)	8.5	11.3	0.5
Cas	Cas Кассіопея	0	55.2	+60	35	18×12	2.2		0.2
NGC 1973 M 1	Tau Телець	5	34.5	+22	01	6×4	16.0		
NGC 1976 M 42	Ori Оріон	5	35.4	-05	27	66×40	2.9		0.3
NGC 1977	Ori Оріон	5	35.5	-04	52	29×10	4.6		0.4
NGC 2024	Ori Оріон	5	40.7	-02	27	30×30	2.05		
NGC 2264 SMon	Mon Одноріг	6	40.9	+09	54	60×60	4.66		1.0
	B 72 Орh Зміеносець	17	17.2	-23	27	(20)			
NGC 6514 M 20	Sgr Стрілець	18	02.6	-23	02	29×27	7.63		0.67
NGC 6523 M 8	Sgr Стрілець	18	03.8	-24	23	90×40	6.8		0.77
NGC 6618 M 17	Sgr Стрілець	18	20.8	-16	11	46×37	6.3		1.0
NGC 6720 M 57	Lyn Ліра	18	52.5	+33	00	1.5×1	9.3	14.7	0.7
NGC 6853 M 27	Vul Лисичка	19	58.5	+22	38	8×4	7.6	13.4	0.3
NGC 7293	Aqr Водолій	22	28.4	-20	58	15×12	6.5	13.3	0.2
NGC 7635	Cas Кассіопея	23	19.6	+61	02	(3)	8.5	8.5	0.5



Видимі положення на небесній сфері розсіяних зоряних скупчень (світлі кружки), кульових зоряних скупчень (чорні кружки), галактик (квадратики) і туманностей (трикутники). Екваторіальна система координат.



## ЗАТЕМНЕННЯ

---

У 2023 р. відбудеться чотири затемнення — повне та кільце-подібне сонячне, півтіньове та часткове місячне. Докладнішу інформацію про ці явища наведено нижче.

### ПОВНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 20 КВІТНЯ 2023 р.

Його буде видно у Південній півкулі: у південно-східній Азії, в Австралії, на Філіппінах, в Індонезії, Новій Зеландії, у південно-східній частині Тихого океану. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 3 год 55 хв 26.5 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (1.01) — о 4 год 16 хв 37.5 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 1 год 51 хв 01.7 с, схилення  $+11^{\circ}24'54.0''$ , видимий радіус  $15'55.4''$ , горизонтальний паралакс  $8.8''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 1 год 51 хв 43.1 с,  $+11^{\circ}04'16.9''$ ,  $15'53.6''$ ,  $58' 19.9''$ . Сонце перебуватиме в сузір'ї Овна. Загальні обставини повного сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

### ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 20 КВІТНЯ 2023 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок повного затемнення	2	36	56
Максимальна фаза затемнення	4	16	38
Кінець повного затемнення	5	56	35



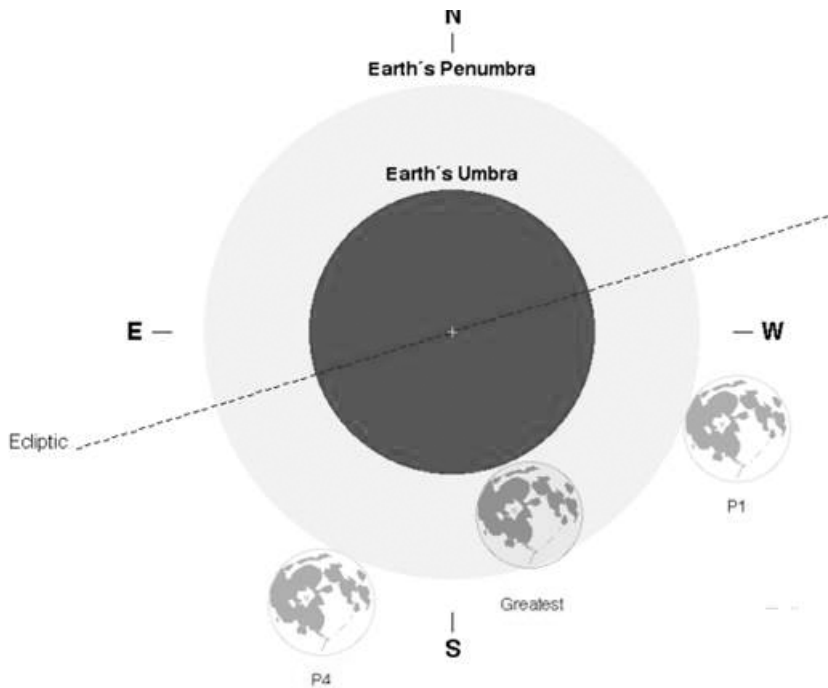
Повне сонячне затемнення 20 квітня 2023 р.

#### ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 5 ТРАВНЯ 2023 р.

Затемнення можна спостерігати в Африці, Азії, Австралії, Тихому океані. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 5 травня о 17 год 33 хв 59.2 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.96) — о 17 год 22 хв 51.7 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 2 год 49 хв 59.7 с, схилення  $+16^{\circ}19'27.9''$ , видимий радіус  $15'51.6''$ , горизонтальний паралакс  $8.7''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 14 год 48 хв 23.5 с,  $-17^{\circ}14'31.9''$ ,  $15'42.8''$ ,  $57'40.1''$ . Кутовий радіус земної тіні —  $42.5'$ , півтіні —  $74.2'$ . Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 17 хв 31 с. Місяць перебуватиме у сузір'ї Терезів і пройде через південну зону земної півтіні. Загальні обставини затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

**ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ  
5 ТРАВНЯ 2023 р.**

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь (P1)	15	14	10
Максимальна фаза затемнення	17	22	52
Вихід Місяця з півтіні (P4)	19	31	41



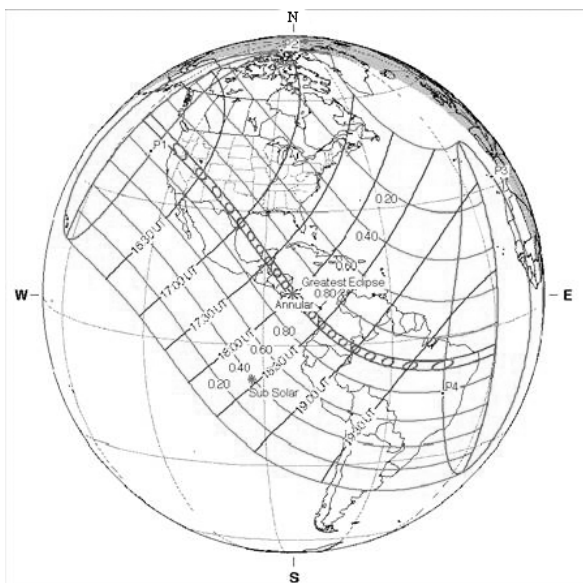
Півтіньове місячне затемнення 5 травня 2023 р.

### КІЛЬЦЕПОДІБНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 14 ЖОВТНЯ 2023 р.

Його буде видно в Північній Америці, Центральній Америці, Південній Америці. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 17 год 36 хв 28.8 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.95) - о 17 год 59 хв 21.0 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 13 год 18 хв 05.4 с, схилення  $-8^{\circ}14'36.3''$ , видимий радіус  $16'02.0''$ , горизонтальний паралакс 8.8. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 13 год 18 хв 44.3 с,  $-7^{\circ}56'18.8''$ ,  $15'02.9''$ ,  $55'13.8''$ . Сонце перебуватиме в сузір'ї Діви. Загальні обставини кільцеподібного сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

#### ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 14 ЖОВТНЯ 2023 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок кільцеподібного затемнення	16	09	59
Максимальна фаза затемнення	17	59	21
Кінець кільцеподібного затемнення	19	48	24



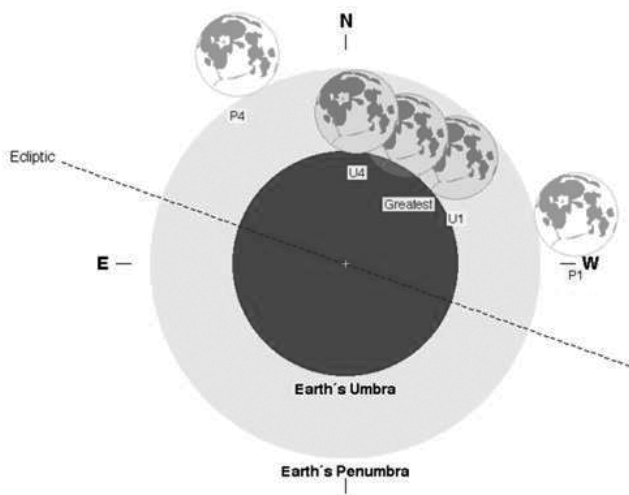
Кільцеподібне сонячне затемнення 14 жовтня 2023 р.

### ЧАСТКОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 28 ЖОВТНЯ 2023 р.

Затемнення можна спостерігати у східній частині Американського континенту, в Європі, Африці, Азії, Австралії. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 28 жовтня о 20 год 23 хв 58.5 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.12) о 20 год 14 хв 03.9 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 14 год 11 хв 25.9 с, схилення  $-13^{\circ}14'10.6''$ , видимий радіус  $16'05.9''$ , горизонтальний паралакс  $8.9''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 2 год 09 хв 47.6 с,  $+14^{\circ}05'01.8''$ ,  $16'09.7''$ ,  $59'18.9''$ . Кутовий радіус земної тіні  $44.0'$ , півтіні —  $76.2'$ . Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 24 хв 33 с, тіньового — 1 год 17 хв 21 с. Місяць перебуватиме у сузір'ї Овна і пройде через північну зону земної тіні. Загальні обставини часткового затемнення наведено в таблиці та на рисунку.

#### ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 28 ЖОВТНЯ 2023 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь (P1)	18	01	47
Початок часткового затемнення (U1)	19	35	18
Максимальна фаза затемнення	20	14	04
Кінець часткового затемнення (U4)	20	52	39
Вихід Місяця з півтіні (P4)	22	26	20



Часткове місячне затемнення 28 жовтня 2023 р.

Затемнення можна буде спостерігати й в Україні. Нижче подано топоцентричні обставини часткового місячного затемнення для десяти міст України (див. таблицю).

ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ  
28 ЖОВТНЯ 2023 р.

Місто	Входження Місяця у півтінь год:хв	Початок часткового затемнення год:хв	Максимальна фаза затемнення год:хв	Кінець часткового затемнення год:хв	Вихід Місяця з півтіні год:хв
Дніпро	18:02 (+36°)	19:35 (+49°)	20:14 (+52°)	20:53 (+55°)	22:26 (+53°)
Донецьк	18:02 (+36°)	19:35 (+49°)	20:14 (+52°)	20:53 (+55°)	22:26 (+53°)
Київ	18:02 (+32°)	19:35 (+45°)	20:14 (+49°)	20:53 (+52°)	22:26 (+53°)
Луганськ	18:02 (+39°)	19:35 (+50°)	20:14 (+53°)	20:53 (+55°)	22:26 (+52°)
Львів	18:02 (+29°)	19:35 (+42°)	20:14 (+47°)	20:53 (+51°)	22:26 (+54°)
Одеса	18:02 (+34°)	19:35 (+48°)	20:14 (+52°)	20:53 (+56°)	22:26 (+56°)
Суми	18:02 (+35°)	19:35 (+47°)	20:14 (+50°)	20:53 (+52°)	22:26 (+51°)
Ужгород	18:02 (+28°)	19:35 (+42°)	20:14 (+47°)	20:53 (+51°)	22:26 (+55°)
Харків	18:02 (+36°)	19:35 (+48°)	20:14 (+51°)	20:53 (+53°)	22:26 (+52°)
Ялта	18:02 (+37°)	19:35 (+51°)	20:14 (+55°)	20:53 (+58°)	22:26 (+57°)

Примітка. У дужках наведено висоти Місяця над горизонтом у відповідні моменти.

*Автор використав ефемериди сонячних і місячних затемнень, які розміщені на сайті NASA Eclipse Home Page.*

## ПОКРИТТЯ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Нижче наведено обставини покриттів зір Місяцем, які можна спостерігати 2023 р. в Києві, Львові, Одесі, Сімферополі, Харкові та Донецьку.

У таблицях подано: дату, номер зорі за каталогом зодіакальних зір Робертсона (ZC), її зоряну величину, елонгацію Місяця (його видиму кутову відстань від Сонця), назву явища (П — покриття, В — відкриття), момент явища за всесвітнім часом  $T_B$ , кут положення  $P$  тієї точки місячного краю, в якій явище відбудеться, а також коефіцієнти  $A$  та  $B$ , за якими можна обчислити моменти явища для пунктів, віддалених від указаних міст не більше ніж на 350 км (див. нижче).

У момент нового Місяця його елонгація становить  $0^\circ$ , у першій чверті —  $90^\circ$ , за повного Місяця —  $180^\circ$  і в останній чверті —  $270^\circ$ . Кути положення  $P$  відраховують від північної точки диска Місяця у напрямі, протилежному руху годинникової стрілки. Відсутність коефіцієнтів  $A$  та  $B$  означає, що явище слід спостерігати тільки у цьому пункті, бо ці коефіцієнти не можна впевнено визначити, оскільки покриття є майже дотичним.

Методику спостережень покриттів зір Місяцем викладено в інструкції, надрукованій у постійній частині «Астрономического календаря» (див.: Астрономический календарь. Постоянная часть. — М.: Наука, 1981. — С. 437—443). Там же вміщено формули для самостійного обчислення аматорами астрономії обставин покриттів зір Місяцем.

Для спостережень покриттів цілком придатним є рефрактор або рефлектор з діаметром об'єктива (дзеркала) не меншим від 10 см.

Щоб обчислити момент покриття чи відкриття зорі для спостерігачів, які перебувають за межами міст, поданих в ефемеридах, слід застосовувати формулу:

$$T = T_B + A(\lambda_C - \lambda) + B(\varphi_C - \varphi),$$

де  $T$  — шуканий момент явища в пункті спостереження;  $T_B$  — ефемеридний момент явища;  $\lambda$ ,  $\varphi$  та  $\lambda_C$ ,  $\varphi_C$  — географічні координати (у градусах) пункту, наведеного в ефемеридах, і пункту спостережень відповідно.

Кутами положень  $P$  зручно користуватися під час спостережень за допомогою телескопа з паралактичним монтуванням, який має в полі зору окуляра хрест ниток. Якщо такого окуляра немає або телескоп змонтовано на горизонтальній установці, то зручніше користуватися кутами положення  $Q$  (їх вимірюють від рогів Місяця, тобто від точок перетину термінатора з краєм місячного лімба). Ці кути з вершиною в центрі Місяця відраховують від північного рогу проти руху годинникової стрілки.

Між кутами  $Q$  та  $P$  існує таке співвідношення:  $Q = P - \sigma$ , де  $\sigma$  — кут з вершиною в центрі Місяця між колом схилень і лінією, яка з'єднує роги Місяця. Кут  $\sigma$  відраховують від кола схилень так само, як кут  $P$ , і його можна обчислити за формулою

$$\sin \sigma = \frac{\sin \delta_C - \sin \delta_M \cos E}{\cos \delta_M \sin E},$$

де  $\delta_M, \delta_C$  — схилення Місяця та Сонця з табл. 1,  $E$  — елонгація Місяця (табл. 33). Схилення Місяця та Сонця, проінтерпольовані на момент покриття чи відкриття, можна брати з точністю до хвилин, момент явища — до хвилин.

В Україні 18 жовтня 2023 р. можна буде спостерігати покриття Місяцем яскравої зорі ( $1.2^m$ ) —  $\alpha$  Скорпіона (Антарес). Однак явище відбуватиметься у денний час на висоті приблизно  $12^\circ$ . У цей час Сонце перебуватиме далі на захід на  $45^\circ$  майже на тій же висоті.

У 2023 р. відбудуться також покриття планет Місяцем. Так, 9 листопада на всій території України можна буде спостерігати покриття та відкриття Місяцем планети Венери. Явища відбуватимуться вдень, на південному небосхилі, на висоті приблизно  $23^\circ$ . Венера буде досить яскравою ( $-4.4^m$ ) і перебуватиме майже на тій же висоті, що й Сонце, далі на захід на  $45^\circ$  від нього.

Денні спостереження складніші, ніж нічні. Однак розгледіти Місяць на світлому небі не так важко, а зорі першої величини видно вже за стократного збільшення. Відшукати Місяць на денному небі можна за координатами, якщо телескоп зорієнтовано, або приблизно за висотою Сонця і відстанню від нього. Щоб одержати більш контрастне зображення, слід використовувати потужніші телескопи. Під час спостережень потрібно обережно поводитись з інструментом, щоби випадково не навести його на Сонце.



Таблиця 32

**ЗОРІ ДО 6.1 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИНИ, ПОКРИТТЯ ЯКИХ МОЖНА  
СПОСТЕРІГАТИ В УКРАЇНІ 2023 р.**

Номер зорі за ZC	Назва зорі		Зоряна величина <i>m</i>	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$	
				год	хв	°	'
3535	29	Риб	5.2	0	01.8	-3	02
167	80	е Риб	5.7	1	08.4	+5	39
374	29	Овна	6.1	2	32.9	+15	02
432	45	Овна RZ	5.9	2	55.8	+18	20
433	46	ρ Овна	5.6	2	56.4	+18	01
465	57	δ Овна	4.5	3	11.6	+19	44
487	63	Овна	5.3	2	22.8	+20	45
492	65	Овна	5.9	3	24.4	+20	48
534	22 Н. <sup>1</sup>	Тельця	6.0	3	44.5	+20	56
566	133 В.	Тельця	5.9	3	49.9	+22	15
582	32	Тельця	5.8	3	56.9	+22	29
584	33	Тельця	6.0	3	57.1	+23	11
743	98	к Тельця	5.6	4	58.2	+25	03
844	112 В.	Овна	5.7	5	37.1	+26	55
890	136	Тельця	4.5	5	53.3	+27	37
909	415 В.	Тельця	6.1	6	01.0	+27	34
1008	49	Візничого	5.0	6	35.2	+28	01
1088	47	Близнят	5.6	7	11.4	+26	51
1169	76	с Близнят	5.4	7	44.1	+25	47
1206	2	ϖ Рака	5.9	8	00.9	+25	24
1251	19	λ Рака	5.9	8	20.5	+24	01
1270	28	Рака	6.1	8	28.6	+24	09
1625	308 В.	Лева	5.9	11	14.0	+8	04
1770	13	Діви	5.9	12	18.7	-0	47
1772	15	η Діви	4.0	12	19.9	-0	40
2172	24	ι Терезів	4.7	15	12.2	-19	48
2175	25	Терезів	6.0	15	13.3	-19	39
2366	21	α Скорпіона	1.2	16	29.4	-26	26
2586	210 В.	Скорпіона	6.0	17	58.7	-28	46
2831	234 В.	Стрільця	5.9	19	24.5	-27	52
2912	59	б Стрільця	4.6	19	56.9	-27	10
3130	33	Козорога	5.5	21	24.2	-20	51
3141	35	Козорога	6.0	21	27.2	-21	12
3158	37	Козорога	5.8	21	34.8	-20	05
3164	39	ε Козорога	4.7	21	37.1	-19	28
3419	91	ψ <sup>1</sup> Водоля	4.5	23	15.9	-9	05
3526	27	Риб	5.1	23	58.7	-3	33

*Примітка.* У назвах переважної частини зір містяться цифрові величини (це номери зір за каталогом Флемстіда), буквені позначення з каталогу Баєра (грецькі та малі латинські літери), назви сузір'їв, до яких віднесено ту чи ту зорю. У деяких зір замість номера за каталогом Флемстіда вказано номер за іншим каталогом (каталог Боде позначено В., Хейза — Н<sup>1</sup>). Подвійні зорі позначено комбінацією великих латинських літер.

Таблиця 33

## ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Дата	Номер зорі за ЗС	Зоряна величина <i>m</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T<sub>B</sub></i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
<b>Київ</b>										
Січень	28	374	6.1	92	П	21	17.9	10	+0.7	+2.0
	31	743	5.6	125	П	16	02.0	146	+3.9	-4.4
Лютий	3	1169	5.4	158	П	18	47.6	108	+1.5	+0.3
	26	582	5.8	84	П	20	48.2	28	+0.9	+0.7
Березень	28	844	5.7	105	П	16	31.7	64	+1.6	+1.4
	29	1088	5.6	97	П	18	50.9	131	+0.9	-2.5
Квітень	26	1169	5.4	77	П	18	31.1	198	—	—
Травень	8	2586	6.0	222	В	23	44.8	270	+1.5	+0.5
	24	1251	5.9	59	П	19	15.9	134	-0.1	-2.1
Червень	24	1625	5.9	73	П	20	14.4	88	+0.3	-1.7
Липень	5	3141	6.0	215	В	22	10.4	234	+1.1	+1.3
Серпень	29	3141	6.0	161	П	18	09.5	98	+1.1	+1.1
	29	3158	5.8	162	П	22	23.1	50	+0.9	+0.1
Вересень	2	167	5.7	218	В	19	07.8	273	+0.3	+1.5
	4	433	5.6	245	В	20	48.7	277	+0.3	+1.5
	5	566	5.9	258	В	20	37.4	254	-0.2	+1.6
	6	584	6.0	259	В	0	04.7	302	+2.0	+0.1
	8	890	4.5	284	В	2	38.2	263	+1.3	+1.3
	24	2912	4.6	114	П	16	58.1	105	+1.6	+0.2
Жовтень	28	3526	5.1	172	П	22	26.1	96	+1.8	-0.8
	18	2366	1.2	45	П	13	42.6	77	+1.7	-0.4
	30	465	4.5	195	В	0	59.6	219	+1.1	+0.9
	30	584	6.0	205	В	18	39.1	308	+1.3	+0.6
Листопад	1	890	4.5	230	В	18	39.3	304	+0.2	+0.8
	1	909	6.1	232	В	21	59.5	219	+0.3	+3.0
	4	1206	5.9	256	В	2	26.5	248	+1.9	+1.6
	9	Венера	-4.4	314	П	10	09.7	148	+0.7	-2.2
	9	Венера	-4.4	315	В	11	23.9	293	+0.5	-2.1
	19	3130	5.5	80	П	17	28.4	19	+0.2	+0.6
	21	3419	4.5	107	П	19	32.5	123	+2.8	-3.9
	22	3535	5.2	119	П	16	13.9	49	+1.0	+1.4
Грудень	1	1169	5.4	225	В	4	55.9	251	+1.1	-1.0
	1	1251	5.9	233	В	19	07.7	235	-0.5	+2.3
	1	1270	6.1	235	В	22	54.9	349	+1.6	-4.3
	7	1770	5.9	290	В	1	26.2	266	+1.0	+1.9
	7	1772	4.0	291	В	1	55.6	333	+0.5	-0.7
	23	465	4.5	139	П	15	25.1	45	+0.3	+2.1
	23	487	5.2	142	П	21	54.8	104	+1.2	-1.9
	23	492	5.9	142	П	22	55.0	122	+0.7	-3.1
	28	1206	5.9	201	В	18	25.5	345	+1.8	-2.7

Продовження табл. 33

Дата	Номер зорі за ZC	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T<sub>B</sub></i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
<b>Львів</b>										
Січень	3	534	6.0	136	П	1	36.5	58	+0.2	-0.7
	28	374	6.1	92	П	21	12.3	18	+0.7	+1.4
	31	743	5.6	125	П	15	45.1	130	+2.2	-0.6
Лютий	3	1169	5.4	158	П	18	38.0	108	+1.4	+0.5
	26	582	5.8	84	П	20	42.3	37	+0.9	+0.3
Березень	29	1088	5.6	97	П	18	46.6	140	+0.9	-3.0
Квітень	26	1169	5.4	77	П	18	26.1	198	—	—
Травень	21	844	5.7	25	П	19	03.6	48	+0.2	-0.5
	24	1251	5.9	59	П	19	18.3	143	-0.2	-2.4
Червень	24	1625	5.9	73	П	20	12.9	93	+0.5	-1.8
Липень	6	3158	5.8	217	В	2	17.5	289	+2.0	-1.1
Серпень	5	3526	5.1	227	В	2	10.8	242	+1.3	+0.4
	29	3158	5.8	162	П	22	17.1	42	+0.9	+0.4
Вересень	4	433	5.6	245	В	20	46.1	288	+0.2	+1.4
	5	566	5.9	258	В	20	37.9	258	-0.3	+1.4
	5	584	6.0	259	В	23	49.3	320	+3.3	-1.6
	8	890	4.5	284	В	2	29.4	268	+1.2	+1.3
	24	2912	4.6	114	П	16	47.8	104	+1.5	+0.5
Жовтень	28	3526	5.1	172	П	22	14.9	85	+1.7	-0.1
	18	2366	1.2	45	П	13	31.6	81	+1.8	-0.1
	30	465	4.5	195	В	0	51.6	220	+1.2	+1.1
Листопад	30	584	6.0	205	В	18	28.2	327	+2.9	-1.5
	1	890	4.5	230	В	18	37.5	312	+0.2	+0.6
Грудень	1	909	6.1	232	В	21	56.3	226	+0.2	+2.6
	4	1206	5.9	256	В	2	13.5	243	+1.7	+2.2
	8	1625	5.9	301	В	4	49.0	308	+1.2	-0.5
	9	Венера	-4.4	314	П	10	06.0	158	+0.8	-2.2
	9	Венера	-4.4	315	В	11	21.4	291	+0.7	-2.1
	19	3130	5.5	80	П	17	27.2	7	0.0	+1.2
	21	3419	4.5	107	П	19	18.5	107	+2.2	-1.8
	22	3535	5.2	119	П	16	07.0	42	+0.8	+1.7
	26	432	5.9	163	П	3	10.1	80	0.0	-1.2
	1	1169	5.4	225	В	4	47.5	238	+1.7	-0.2
Грудень	1	1251	5.9	233	В	19	09.9	241	-0.6	+2.0
	1	1270	6.1	235	В	22	46.7	350	+1.7	-4.2
	7	1770	5.9	290	В	1	19.1	258	+0.8	+2.4
	7	1772	4.0	291	В	1	52.8	325	+0.5	-0.4
	23	465	4.5	139	П	15	22.6	38	+0.1	+2.1
	23	487	5.2	142	П	21	47.2	105	+1.5	-1.8
	23	492	5.9	142	П	22	51.8	128	+1.0	-3.7

Продовження табл. 33

Дата	Номер зорі за ЗС	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T<sub>B</sub></i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
<b>Одеса</b>										
Січень	7	1206	5.9	191	В	21	20.0	324	+1.8	-2.2
	28	374	6.1	92	П	21	13.4	30	+0.6	+0.7
	31	743	5.6	125	П	16	05.9	161	—	—
Лютий	3	1169	5.4	158	П	18	48.5	123	+1.8	-0.5
	26	582	5.8	84	П	20	47.1	43	+0.7	0.0
	28	844	5.7	105	П	16	27.7	78	+1.8	+0.8
Березень	29	1088	5.6	97	П	19	02.3	144	+0.6	-3.2
	24	890	4.5	55	П	17	45.3	5	—	—
Травень	8	2586	6.0	222	В	23	43.0	266	+1.7	+0.6
	24	1251	5.9	59	П	19	24.4	140	-0.3	-2.2
Червень	24	1625	5.9	73	П	20	21.1	92	+0.3	-1.6
Липень	5	3141	6.0	215	В	22	05.3	231	+1.2	+1.4
Серпень	5	3526	5.1	226	В	2	16.9	225	+1.0	+0.7
	27	2831	5.9	134	П	21	11.2	53	+0.9	-0.3
	29	3141	6.0	161	П	18	05.6	101	+1.2	+1.0
	29	3158	5.8	162	П	22	23.1	57	+1.1	0.0
	30	3164	4.7	163	П	0	19.5	338	-4.2	+8.5
Вересень	4	433	5.6	245	В	20	43.0	272	+0.3	+1.4
	5	566	5.9	258	В	20	31.2	250	-0.2	+1.5
	6	584	6.0	259	В	0	03.6	289	+1.7	+0.6
	8	890	4.5	284	В	2	32.7	251	+1.3	+1.7
Жовтень	24	2912	4.6	114	П	16	57.8	109	+1.8	+0.1
	18	2366	1.2	45	П	13	44.7	80	+1.8	-0.4
	30	465	4.5	195	В	0	54.1	202	+1.1	+2.2
Листопад	30	584	6.0	206	В	18	36.5	298	+1.0	+0.8
	1	890	4.5	230	В	18	35.9	296	+0.1	+0.9
	1	909	6.1	232	В	21	46.0	203	-0.3	+4.0
	4	1206	5.9	256	В	2	17.6	229	+2.3	+3.6
	9	Венера	-4.4	314	П	10	18.8	154	+0.7	-2.3
	9	Венера	-4.4	315	В	11	32.5	292	+0.5	-2.1
	19	3130	5.5	80	П	17	26.2	29	+0.5	+0.5
	21	3419	4.5	107	П	19	44.7	143	—	—
	22	3535	5.2	119	П	16	08.4	54	+1.2	+1.5
	29	1008	5.0	211	В	21	33.0	331	+2.5	-3.2
Грудень	1	1169	5.4	225	В	4	59.4	241	+1.4	-0.5
	1	1251	5.9	233	В	18	57.2	220	-0.9	+2.9
	1	1270	6.1	235	В	23	05.4	326	+1.6	-1.6
	7	1770	5.9	290	В	1	16.5	247	+1.3	+3.4
	7	1772	4.0	291	В	1	57.9	319	+0.7	-0.4
	23	465	4.5	139	П	15	17.0	51	+0.4	+2.0
	23	487	5.2	142	П	22	04.9	122	+1.3	-3.2
	23	492	5.9	142	П	23	14.6	152	—	—
	28	1206	5.9	201	В	18	30.6	324	+1.1	-0.5

Продовження табл. 33

Дата	Номер зорі за ZС	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T<sub>B</sub></i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
<b>Сімферополь</b>										
Січень	7	1206	5.9	191	В	21	29.1	317	+1.8	-1.8
	17	2175	6.0	295	В	2	08.0	277	+1.1	+1.1
	28	374	6.1	92	П	21	14.7	35	+0.5	+0.4
Лютий	3	1169	5.4	158	П	18	55.9	130	+1.9	-1.2
	26	582	5.8	84	П	20	49.3	44	+0.6	-0.1
Березень	28	844	5.7	105	П	16	33.2	84	+2.0	+0.4
	29	1088	5.6	97	П	19	09.2	144	+0.5	-3.3
	30	1206	5.9	108	П	16	43.9	137	+1.7	-2.3
Квітень	8	2172	4.7	213	В	20	13.0	358	-0.7	-2.0
	13	2831	5.9	266	В	1	59.5	326	+1.2	-0.4
Травень	8	2586	6.0	222	В	23	48.0	267	+1.8	+0.5
	24	1251	5.9	59	П	19	26.7	137	-0.3	-2.1
Червень	24	1625	5.9	73	П	20	24.3	90	+0.2	-1.6
Липень	5	3141	6.0	215	В	22	07.4	229	+1.3	+1.4
Серпень	29	3141	6.0	161	П	18	08.5	102	+1.4	+0.9
	29	3158	5.8	162	П	22	27.1	64	+1.2	-0.1
	30	3164	4.7	163	П	0	10.0	357	-0.6	+1.8
Вересень	4	433	5.6	245	В	20	41.8	264	+0.3	+1.5
	5	566	5.9	258	В	20	28.0	246	-0.2	+1.6
	6	584	6.0	259	В	0	08.1	279	+1.6	+0.9
	8	890	4.5	284	В	2	34.2	244	+1.3	+2.0
Жовтень	24	2912	4.6	114	П	17	04.3	111	+2.0	-0.1
	18	2366	1.2	45	П	13	51.6	79	+1.8	-0.5
	30	465	4.5	195	В	0	53.8	192	+1.1	+3.5
Листопад	1	890	4.5	230	В	18	34.8	290	+0.1	+0.9
	1	909	6.1	232	В	21	37.7	192	-2.5	+8.6
	4	1206	5.9	256	В	2	19.8	218	+2.9	+6.1
	9	Венера	-4.4	314	П	10	24.8	152	+0.7	-2.3
	9	Венера	-4.4	315	В	11	37.2	292	+0.4	-2.1
	19	3130	5.5	80	П	17	27.4	38	+0.6	+0.3
	22	3535	5.2	119	П	16	10.4	58	+1.3	+1.4
	29	1008	5.0	211	В	21	44.6	317	+2.2	-1.6
Грудень	1	1270	6.1	235	В	23	12.8	318	+1.6	-1.2
	7	1770	5.9	290	В	1	16.0	239	+1.8	+4.8
	7	1772	4.0	291	В	2	01.0	317	+0.8	-0.4
	23	465	4.5	139	П	15	15.5	56	+0.5	+1.9
	23	487	5.2	142	П	22	14.4	131	+1.0	-4.7
	28	1206	5.9	201	В	18	40.4	310	+1.0	0.0

Дата	Номер зорі за ЗС	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T<sub>B</sub></i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
<b>Харків</b>										
Січень	28	374	6.1	92	П	21	21.1	8	+0.7	+2.2
	31	743	5.6	125	П	16	19.8	162	—	—
Лютий	3	1169	5.4	158	П	18	56.6	111	+1.6	-0.1
	26	582	5.8	84	П	20	52.9	22	+0.9	+1.1
Березень	28	844	5.7	105	П	16	40.5	68	+1.7	+0.9
	29	1088	5.6	97	П	18	56.8	126	+0.8	-2.3
	30	1206	5.9	107	П	16	39.8	119	+1.6	-1.0
Квітень	26	1169	5.4	77	П	18	20.9	173	-0.8	-4.6
Травень	8	2586	6.0	222	В	23	53.2	272	+1.5	+0.3
	24	1251	5.9	59	П	19	15.9	129	-0.2	-2.0
Червень	24	1625	5.9	73	П	20	16.5	85	+0.2	-1.6
Липень	5	3141	6.0	215	В	22	16.6	232	+1.2	+1.2
Серпень	29	3141	6.0	161	П	18	15.9	99	+1.3	+0.9
	29	3158	5.8	162	П	22	28.3	58	+0.9	-0.2
Вересень	2	167	5.7	218	В	19	09.1	269	+0.4	+1.6
	4	433	5.6	245	В	20	50.2	270	+0.4	+1.5
	5	566	5.9	258	В	20	35.8	249	-0.1	+1.7
	6	584	6.0	259	В	0	15.1	289	+1.7	+0.5
	8	890	4.5	284	В	2	45.4	257	+1.4	+1.3
Жовтень	24	2912	4.6	114	П	17	07.7	109	+1.8	-0.1
	18	2366	1.2	45	П	13	52.0	76	+1.5	-0.6
	30	465	4.5	195	В	1	05.5	216	+1.1	+0.9
	30	584	6.0	196	В	18	45.3	296	+1.1	+0.9
Листопад	1	890	4.5	230	В	18	40.2	295	+0.2	+1.0
	1	909	6.1	232	В	21	59.3	208	+0.1	+3.7
	4	1206	5.9	256	В	2	37.2	250	+2.0	+1.1
	9	Венера	-4.4	314	П	10	14.7	142	+0.7	-2.2
	9	Венера	-4.4	315	В	11	27.3	294	+0.3	-2.1
	19	3130	5.5	80	П	17	29.8	30	+0.4	+0.3
	21	3419	4.5	107	П	19	49.3	145	—	—
Грудень	22	3526	5.1	118	П	14	19.7	51	+0.8	+1.7
	22	3535	5.2	119	П	16	19.5	57	+1.2	+1.2
	1	1251	5.9	233	В	19	03.2	225	-0.6	+2.9
	1	1270	6.1	235	В	23	05.1	344	+1.4	-3.5
	7	1770	5.9	290	В	1	31.4	270	+1.1	+1.6
	7	1772	4.0	291	В	1	58.7	337	+0.5	-1.0
	23	465	4.5	139	П	15	26.5	53	+0.5	+2.0
	23	487	5.2	142	П	22	02.1	105	+1.0	-2.1
	23	492	5.9	142	П	22	59.7	122	+0.5	-3.0
	28	1206	5.9	201	В	18	34.4	332	+1.3	-1.1

Дата	Номер зорі за ZC	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T<sub>B</sub></i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
<b>Донецьк</b>										
Січень	28	374	6.1	92	П	21	18.7	19	+0.6	+1.3
Лютий	3	1169	5.4	158	П	18	59.9	117	+1.7	-0.4
	26	582	5.8	84	П	20	52.6	29	+0.8	+0.5
	28	844	5.7	105	П	16	41.7	75	+1.8	+0.8
Березень	29	1088	5.6	97	П	19	02.8	128	+0.7	-2.6
	30	1206	5.9	107	П	16	45.0	127	+1.7	-1.3
Квітень	26	1169	5.4	77	П	18	27.0	179	-3.4	-8.7
Травень	8	2586	6.0	222	В	23	59.2	263	+1.6	+0.3
	24	1251	5.9	59	П	19	19.7	126	-0.2	-2.0
Червень	24	1625	5.9	73	П	20	20.2	88	+0.2	-1.6
Липень	5	3141	6.0	215	В	22	15.8	224	+1.2	+1.3
Серпень	29	3141	6.0	161	П	18	16.0	108	+1.3	+0.9
	29	3158	5.8	162	П	22	30.4	67	+1.0	-0.2
Вересень	2	167	5.7	218	В	19	06.6	263	+0.4	+1.5
	4	433	5.6	245	В	20	47.7	265	+0.4	+1.5
	5	566	5.9	258	В	20	32.0	244	-0.2	+1.6
	6	584	6.0	259	В	0	16.6	280	+1.7	+0.6
	8	890	4.5	284	В	2	44.6	248	+1.4	+1.5
	24	2912	4.6	114	П	17	10.7	116	+1.8	-0.1
Жовтень	18	2366	1.2	45	П	13	55.9	83	+1.6	-0.6
	30	465	4.5	195	В	1	04.9	207	+1.1	+1.4
	30	584	6.0	206	В	18	44.8	288	+1.0	+0.9
Листопад	1	890	4.5	230	В	18	38.5	294	+0.2	+1.0
	1	909	6.1	232	В	21	50.8	199	-0.1	+4.1
	4	1206	5.9	256	В	2	37.7	242	+2.2	+1.8
	9	Венера	-4.4	314	П	10	20.5	139	+0.7	-2.3
	9	Венера	-4.4	315	В	11	32.3	297	+0.4	-2.1
	19	3130	5.5	80	П	17	29.9	33	+0.4	+0.3
	22	3535	5.2	119	П	16	18.9	59	+1.2	+1.3
	29	1008	5.0	211	В	21	47.0	344	+2.8	-5.3
	Грудень	1	1251	5.9	233	В	18	55.6	218	-0.8
1		1270	6.1	235	В	23	13.3	342	+1.5	-2.4
7		1770	5.9	290	В	1	29.4	267	+1.2	+2.1
7		1772	4.0	291	В	2	01.6	333	+0.6	-0.8
23		465	4.5	139	П	15	23.2	55	+0.5	+2.0
23		487	5.2	142	П	22	08.6	108	+1.1	-2.4
23		492	5.9	142	П	23	07.5	128	+0.4	-3.8
28		1206	5.9	201	В	18	38.0	325	+1.2	-0.7

## ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця 34

АЗИМУТИ ПОЛЯРНОЇ ЗОРІ ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ І ПОПРАВКИ ДО ЇЇ ВИСОТ

Координати Полярної зорі на 2023.5:  $\alpha = 2^h 58^m 19^s$ ,  $\delta = 89^\circ 22' 01''$

Зоряний час $S$		Широта				Зоряний час $S$		Поправка висоти
		40°	45°	50°	55°			
$h$	$m$	'	'	'	'	$h$	$m$	'
2	58	0	0	0	0	2	58	-38
3	18	4	5	5	6	2	38	-38
3	38	8	9	10	11	2	18	-37
3	58	13	14	15	17	1	58	-37
4	18	17	18	20	22	1	38	-36
4	38	21	22	25	28	1	18	-34
4	58	25	27	29	33	0	58	-33
5	18	28	30	33	37	0	38	-31
5	38	32	34	38	42	0	18	-29
5	58	35	38	41	46	23	58	-27
6	18	38	41	45	50	23	38	-24
6	38	40	44	48	54	23	18	-22
6	58	43	46	51	57	22	58	-19
7	18	45	48	53	60	22	38	-16
7	38	46	50	55	62	22	18	-13
7	58	48	52	57	64	21	58	-10
8	18	49	53	58	65	21	38	-6
8	38	49	53	59	66	21	18	-3
8	58	50	54	59	66	20	58	0
9	18	49	54	59	66	20	38	3
9	38	49	53	58	65	20	18	7
9	58	48	52	57	64	19	58	10
10	18	47	51	56	63	19	38	13
10	38	45	49	54	60	19	18	16
10	58	43	47	52	58	18	58	19
11	18	41	44	49	55	18	38	22
11	38	38	41	46	51	18	18	25
11	58	35	38	42	47	17	58	27
12	18	32	35	38	43	17	38	29
12	38	29	31	34	39	17	18	31
12	58	25	27	30	34	16	58	33
13	18	21	23	25	28	16	38	34
13	38	17	19	21	23	16	18	36
13	58	13	14	16	17	15	58	37
14	18	9	10	10	12	15	38	37
14	38	4	5	5	6	15	18	38
14	58	0	0	0	0	14	58	38



Таблиця 35

**СЕРЕДНЯ РЕФРАКЦІЯ**  
(при температурі повітря 0 °С й атмосферному тискові 760 мм рт. ст.)

Висота над горизонтом	$R_c$	Висота над горизонтом	$R_c$	Висота над горизонтом	$R_c$	Висота над горизонтом	$R_c$
0° 00'	36.6'	1° 40'	20.9'	5°	10.2'	16°	3.4'
0 10	34.3	2 00	19.1	6	8.8	20	2.7
0 20	32.2	2 20	17.5	7	7.7	25	2.1
0 30	30.3	2 40	16.2	8	6.8	30	1.7
0 40	28.6	3 00	15.0	9	6.1	40	1.2
0 50	27.1	3 30	13.5	10	5.5	50	0.8
1 00	25.6	4 00	12.2	12	4.6	70	0.4
1 20	23.1	4 30	11.1	14	3.9	90	0.0

**Поправки середньої рефракції**

Температура, °С	Множник $k_t$	Температура, °С	Множник $k_t$	Температура, °С	Множник $k_t$	Тиск, мм рт. ст.	Множник $k_p$
-20	+0.03	-4	+0.02	+14	-0.05	710	-0.06
-18	+0.07	-2	+0.01	+16	-0.06	720	-0.05
-16	+0.07	+2	-0.01	+18	-0.06	730	-0.04
-14	+0.06	+4	-0.02	+20	-0.07	740	-0.03
-12	+0.05	+6	-0.02	+22	-0.08	750	-0.01
-10	+0.04	+8	-0.03	+24	-0.08	770	+0.01
-8	+0.03	+10	-0.04	+26	-0.09	780	+0.03
-6	+0.02	+12	-0.04	+28	-0.10	790	+0.04

Примітка. Рефракція  $R$  при температурі  $t$  і тиску  $p$  обчислюється за формулою  $R = R_c (1 + k_t + k_p)$ .

Таблиця 36

**ПЕРЕВЕДЕННЯ ЧАСТОК ДОБИ У ГОДИНИ, ХВИЛИНИ ТА СЕКУНДИ**

Частка доби	год	хв	Частка доби	год	хв	с	Частка доби	хв	с	Частка доби	хв	с
0.1	2	24	0.01	0	14	24	0.001	1	26	0.0001	0	09
0.2	4	48	0.02	0	28	48	0.002	2	53	0.0002	0	17
0.3	7	12	0.03	0	43	12	0.003	4	19	0.0003	0	26
0.4	9	36	0.04	0	57	36	0.004	5	46	0.0004	0	35
0.5	12	00	0.05	1	12	00	0.005	7	12	0.0005	0	43
0.6	14	24	0.06	1	26	24	0.006	8	38	0.0006	0	52
0.7	16	48	0.07	1	40	48	0.007	10	05	0.0007	1	00
0.8	19	12	0.08	1	55	12	0.008	11	31	0.0008	1	09
0.9	21	36	0.09	2	09	36	0.009	12	58	0.0009	1	18

Таблиця 37

## ПЕРЕВЕДЕННЯ ГОДИН І ХВИЛИН У ЧАСТКИ ДОБИ

год	Частка доби	год	Частка доби	хв	Частка доби	хв	Частка доби
1	0.0417	7	0.2917	1	0.0007	7	0.0049
2	0.0833	8	0.3333	2	0.0014	8	0.0056
3	0.1250	9	0.3750	3	0.0021	9	0.0062
4	0.1667	10	0.4167	4	0.0028	10	0.0069
5	0.2083	11	0.4583	5	0.0035	20	0.0139
6	0.2500	12	0.5000	6	0.0042	40	0.0278

Таблиця 38

КІЛЬКІСТЬ ЮЛІАНСЬКИХ ДІБ ВІД ПОЧАТКУ ЮЛІАНСЬКОГО ПЕРІОДУ  
ДО 12 ГОД НУЛЬОВОГО ДНЯ КОЖНОГО МІСЯЦЯ

Рік	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
2020	245	8849	8880	8909	8940	8970	9001
2021		9215	9246	9274	9305	9335	9366
2022		9580	9611	9639	9670	9700	9731
2023		9945	9976	*0004	*0035	*0065	*0096
2024	246	0310	0341	0370	0401	0431	0462
2025		0676	0707	0735	0766	0796	0827
2026		1041	1072	1100	1131	1161	1192

Рік	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2020	245	9031	9062	9093	9123	9154	9184
2021		9396	9427	9458	9488	9519	9549
2022		9761	9792	9823	9853	9884	9914
2023	246	0126	0157	0188	0218	0249	0279
2024		0492	0523	0554	0584	0615	0645
2025		0857	0888	0919	0949	0980	1010
2026		1222	1253	1284	1314	1345	1375

\* Увага! Для нульових днів березня — червня в 2023 р. перші три цифри юліанських діб мають бути 246...

Таблиця 39

**ПОПРАВКИ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРОМІЖКІВ  
СОНЯЧНОГО СЕРЕДНЬОГО ЧАСУ НА ЗОРЯНИЙ  
ТА ЗОРЯНОГО ЧАСУ НА СЕРЕДНІЙ**

Середній час на зоряний			Проміжок	Поправка	Проміжок	Поправка	Зоряний час на середній		
Проміжок	Поправка						Проміжок	Поправка	
год	хв	с	хв	с	хв	с	год	хв	с
1	0	09.9	1	0.2	31	5.1	1	0	09.8
2		19.7	2	0.3	32	5.3	2		19.7
3		29.6	3	0.5	33	5.4	3		29.5
4		39.4	4	0.7	34	5.6	4		39.3
5		49.3	5	0.8	35	5.8	5		49.1
6		59.1	6	1.0	36	5.9	6		59.0
7	1	09.0	7	1.2	37	6.1	7	1	08.8
8		18.9	8	1.3	38	6.2	8		18.6
9		28.7	9	1.5	39	6.4	9		28.5
10		38.6	10	1.6	40	6.6	10		38.3
11		48.4	11	1.8	41	6.7	11		48.1
12		58.3	12	2.0	42	6.9	12		58.0
13	2	08.1	13	2.1	43	7.1*	13	2	07.8
14		18.0	14	2.3	44	7.2	14		17.6
15		27.8	15	2.5	45	7.4	15		27.4
16		37.7	16	2.6	46	7.6*	16		37.3
17		47.6	17	2.8	47	7.7	17		47.1
18		57.4	18	3.0	48	7.9	18		56.9
19	3	07.3	19	3.1	49	8.0	19	3	06.8
20		17.1	20	3.3	50	8.2	20		16.6
21		27.0	21	3.4	51	8.4	21		26.4
22		36.8	22	3.6	52	8.5	22		36.2
23		46.7	23	3.8	53	8.7	23		46.1
24	3	56.6	24	3.9	54	8.9*	24	3	55.9
		поправка	25	4.1	55	9.0			поправка
		додається	26	4.3	56	9.2			віднімається
			27	4.4	57	9.4*			
			28	4.6	58	9.5			
			29	4.8	59	9.7			
			30	4.9	60	9.9			

Примітка. Для поправок перетворення зоряного часу на середній, позначених зірочками, значення треба зменшити на 0.1 с. Поправки за проміжки секунд такі: до 18 с — 0.0 с; від 18 до 54 с — 0.1 с; понад 54 с — 0.2 с.

## ШИРОТИ ТА ДОВГОТИ ДЕЯКИХ МІСТ УКРАЇНИ

Місто	Широта		Довгота	
	°	'	год	хв
Бердянськ	46	46	2	27.2
Вінниця	49	14	1	54.0
Дніпро	48	30	2	20.0
Донецьк	47	59	2	31.3
Житомир	50	16	1	54.7
Запоріжжя	47	48	2	20.7
Івано-Франківськ	48	56	1	38.8
Ізмаїл	45	20	1	55.3
Ізюм	49	13	2	29.1
Кам'янець-Подільський	48	41	1	46.1
Київ	50	27	2	02.0
Кропивницький	48	30	2	09.1
Ковель	51	12	1	38.8
Коростень	50	57	1	54.5
Кременчук	49	02	2	13.7
Луганськ	48	35	2	37.5
Луцьк	50	45	1	41.3
Львів	49	51	1	36.1
Мелітополь	46	51	2	21.5
Миколаїв	46	58	2	07.9
Мукачеве	48	26	1	31.2
Ніжин	51	03	2	07.6
Новгород-Сіверський	52	01	2	13.1
Одеса	46	28	2	02.9
Полтава	49	36	2	18.3
Рівне	50	35	1	44.5
Ромни	50	45	2	13.9
Севастополь	44	37	2	14.0
Сімферополь	44	58	2	16.5
Старобільськ	49	17	2	35.7
Суми	50	53	2	19.1
Тернопіль	49	34	1	42.4
Ужгород	49	38	1	29.2
Умань	48	45	2	00.9
Феодосія	45	02	2	21.5
Харків	49	58	2	25.0
Херсон	46	38	2	10.5
Хмельницький	49	24	1	47.9
Черкаси	49	27	2	08.3
Чернівці	48	17	1	43.8
Чернігів	51	29	2	05.2
Ялта	44	30	2	16.7

## ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ

### Лічба часу

В астрономічних щорічниках, зокрема в «Астрономічному календарі», уживають різні системи відліку часу (земний, усесвітній, місцевий, зоряний).

Земний час  $TT$  застосовують як аргумент видимих геоцентричних ефемерид. Його введено 1991 р. відповідно до резолюції МАС замість земного динамічного часу  $TDT$ . Для обчислення барицентричних ефемерид тіл Сонячної системи вживається барицентричний динамічний час  $TDB$ . Згідно з термінологією загальної теорії відносності час  $TT$  відповідає власному часові, а час  $TDB$  — координатному. Ці часові шкали відрізняються лише періодичним членом, амплітуда якого менша від  $0.002^s$ .

З 1960 р. (і до 1986 р.) основним аргументом ефемерид в астрономічних щорічниках був ефемеридний час  $T_e$ , а до 1960 р. — усесвітній час  $T_B$ , тобто гринвіцький середній час. Різницю між ефемеридним і всесвітнім часом визначали зі спостережень за рухом Місяця, а наближене її значення — екстраполяцією. Земний час  $TT$  за своїм фізичним змістом практично збігається з ефемеридним часом  $T_e$ , тому можна записати співвідношення:  $T_e - T_B = TT - T_B$ . Для 2023 р. різниця дорівнює наближено 78 с.

Термін «місцевий час» означає не той час, яким ми користуємось у повсякденному житті і який відлічують наші годинники. Цей час зветься поясним часом  $T_{\text{п}}$ . Місцевий час визначають за положенням Сонця на небі відносно місцевого меридіану, і він буде різним для місць земної поверхні з різними довготами. Наприклад, для двох пунктів із однією й тією ж широтою (припустімо,  $\varphi = 50^\circ 25'$ ), але віддалених у напрямку схід — захід приблизно на 300 м різниця місцевого часу дорівнюватиме 1 с. Через нерівномірний рух Сонця по екліптиці, а також через нахил екліптики до екватора видимий рух Сонця не є рівномірним. Тому було запроваджено так зване *середнє* екваторіальне Сонце, центр якого рухається рівномірно по небесному екватору. Повний оберт воно робить за той же час, за який здійснює повний оберт Сонце по екліптиці. Місцевий середній сонячний час  $T_i$  справжній сонячний час  $T_{\text{іст}}$  пов'язані формулою  $T = T_{\text{іст}} + \eta$ , де  $\eta$  — так зване рівняння часу (величини  $\eta$  подано в табл. 1).

Гринвіцький зоряний час  $S$  визначають за положенням на небі точки весняного рівнодення відносно гринвіцького меридіану, місцевий зоряний час  $s$  — відносно місцевого меридіану.

Залежність між  $T$ ,  $T_B$ ,  $T_{\Pi}$  така:  $T = T_B + \lambda$ , де  $\lambda$  — довгота місця, додатна на схід (широти й довготи деяких міст України подано в табл. 40);  $T_{\Pi} = T_B + Z$ ;  $T_{\Pi} = T + (Z - \lambda)$ , де  $Z$  — номер годинного поясу.

Зоряний час  $s$  у момент місцевого середнього часу  $T$  обчислюють за формулою

$$s = S_0 + T + 9.86(T - \lambda), \quad (1)$$

де  $S_0$  — гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для відповідної дати (його подано в табл. 1); різницю  $(T - \lambda)$  треба брати в годинах, тоді добуток дістаємо в секундах.

Наближено, з точністю 3—5 хв, зоряний час у момент  $T_{\Pi}$  для України можна вирахувати за формулою  $s = T_{\Pi} + 2N + \lambda - 21.4$  год, де  $N$  — десятковий дріб, цілою частиною якого є порядковий номер місяця у році, а дробовою — частка місяця, яка визначається заданим числом. Якщо даний місяць передє вересневі (у календарному році), то  $N$  треба збільшити на 12. Наприклад, для 10 березня  $N = 15.3$ , бо березень — третій місяць року й передє вересневі, а число 10 становить 0.3 місяця; для 21 жовтня  $N = 10.7$ . Для Києва ( $\lambda = 2$  год 2 хв) подана вище формула має вигляд

$$s = T_{\Pi} + 2N - 19.4 \quad \text{або} \quad s = T + 2N - 19.4 \quad (2)$$

( $s$  дістаємо в годинах).

*Приклад.* Щоб визначити для Києва ( $\lambda = 2$  год 2 хв) зоряний час 1 січня 2023 р. в момент  $T = 12$  год 21 хв 53 с, виписуємо з ефемеридної частини календаря (табл. 1) гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для 1 січня  $S_0 = 6$  год 41 хв 34 с, обчислюємо різницю  $(T - \lambda) = 10$  год 19 хв 53 с = 10.3 год, потім добуток  $9.86(T - \lambda) = 102$  с = 1 хв 42 с. За формулою (1) матимемо зоряний час  $s = 6$  год 41 хв 34 с + 12 год 21 хв 53 с + 1 хв 42 с = 19 год 05 хв 09 с. За формулою (2) дістанемо:  $s = 12.4 + 2(1.0+12) - 19.4 = 19.0$  год.

У таблиці-календарі, крім даних, які не потребують пояснень, наведено ще безперервний лік діб від 12 год 1 січня 4713 р. до н. е., тобто так звані юліанські дні (їх подано для 0 год усесвітнього часу). Вони мають дробову частину, оскільки початкові моменти календарних дат і юліанських діб відрізняються на 12 год. Кожна нова календарна дата починається опівночі (у середню північ). Астрономи ж, щоб не відбувалася зміна дати під час нічних спостережень, уважали за початок доби середній полудень, але в 1925 р. й вони перейшли на громадянський лік діб від середньої півночі. Однак юліанські доби й далі відлічують від середнього гринвіцького полудня.

## Схід і захід Сонця

У табл. 2 подано на кожну четверту добу року моменти сходу та заходу Сонця за місцевим часом на широті  $50^\circ$ . У табл. 3 вміщено (для кожної восьмої доби року) поправки цих моментів для пунктів з іншою широтою. Для проміжних дат і широт відповідні моменти та поправки до них здобувають інтерполяцією. Поправки для моментів сходу беруть із табличним знаком, для моментів заходу — із протилежним знаком. Потім за поданими вище формулами можна перейти від місцевого часу до поясного.

*Приклад.* Треба взяти моменти сходу та заходу Сонця в Ялті 1 січня. З табл. 2 дізнаємося, що цього дня на широті  $50^\circ$  схід Сонця (за місцевим часом) припадає на 7 год 58 хв, а захід — на 16 год 08 хв. У табл. 40 маємо для Ялти  $\varphi = 44^\circ 30'$ ,  $\lambda = 2$  год 16.7 хв. За табл. 3 поправка на широту становитиме  $-22.0$  хв для моменту сходу та  $+22.0$  хв для моменту заходу. Отже, за місцевим часом Сонце зійде в Ялті о 7 год 36 хв, зайде о 16 год 30 хв; за київським часом момент сходу буде 7 год 36.0 хв  $- 2$  год 16.7 хв  $+ 2$  год = 7 год 19.3 хв, момент заходу: 16 год 30.0 хв  $- 2$  год 16.7 хв  $+ 2$  год = 16 год 13.3 хв.

## Схід, кульмінація та захід Місяця

У табл. 6 подано моменти (за місцевим часом) сходу та заходу верхнього краю Місяця, кульмінацій центра диска Місяця в пункті з координатами  $\varphi = 50^\circ$ ,  $\lambda = 2$  год 02 хв; величини  $\nu$  — зміни цих моментів (для сходу та заходу — у хвиликах, для кульмінацій — у секундах) на одну годину довготи; азимути точок сходу та заходу верхнього краю місячного диска.

Щоб одержати моменти сходу та заходу для інших місць, треба до табличних величин додати дві поправки: на широту  $\Delta_\varphi$ , яку беруть у табл. 7, і на довготу, котру обчислюють за формулою  $\Delta_\lambda = \nu(\lambda - 2.033)$ . Довготу й широту місця можна брати або з табл. 40, або з географічної карти, уважаючи східну довготу додатною.

*Приклад.* Треба взяти моменти сходу, заходу й кульмінації Місяця в Ізмаїлі 7 січня. На широті  $50^\circ$  Місяць сходить у цей день (див. табл. 6) о 16 год 17 хв ( $\nu = -3.0$ ), заходить о 8 год 49 хв ( $\nu = -2.0$ ). З табл. 40 берімо координати Ізмаїля:  $\varphi = 45^\circ 20' = 45.3^\circ$ ;  $\lambda = 1$  год 55.3 хв = 1.922 год, різниця довгот буде  $1.922 - 2.033 = -0.111$ . Поправки  $\Delta_\varphi$  інтерполюємо з табл. 7, вони будуть такими:  $+25.0$  хв для сходу та  $-25.0$  хв для заходу. Обчислюємо поправки за довготу: для сходу  $\Delta_\lambda = (-3.0)(-0.111) = +0.3$  хв, для заходу  $\Delta_\lambda = (-2.0)(-0.111) = +0.2$  хв. Отже, в Ізмаїлі 7 січня Місяць зайде за місцевим часом

о 8 год 49 хв – 25.0 хв + 0.2 хв = 8 год 24.2 хв, а зійде за місцевим часом о 16 год 17 хв + 25.0 хв + 0.3 хв = 16 год 42.3 хв. За київським часом: захід — 8 год 24.2 хв – 1 год 55.3 хв + 2 год = 8 год 29 хв, схід — 16 год 42.3 хв – 1 год 55.3 хв + 2 год = 16 год 47 хв.

Щоб дістати момент кульмінації, треба до табличного моменту додати лише поправку на довготу. З табл. 6 виписуємо годинну зміну моменту кульмінації  $\nu = -127.1$  с, обчислюємо поправку  $\Delta\lambda = (-127.1)(\lambda - 2.033) = (-127.1)(-0.111) = +14$  с, додаємо її до табличного моменту 0 год 06 хв 14 с і маємо 0 год 06 хв 28 с за місцевим часом. Щоб мати момент кульмінації за київським часом, треба знати довготу місця спостереження з точністю до секунди.

### Ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця (табл. 13) і Місяця (табл. 14) містять на 0 год усвітнього часу такі величини:

$l, b$  — селенографічні довгота й широта Землі або центра диска Місяця, який видно з центра Землі;

$90^\circ - l_\odot, b_\odot$  — доповнення селенографічної довготи та селенографічна широта Сонця;

$P$  — позиційний кут проекції осі обертання; його відлічують для Сонця — на схід від північної точки диска (знак +) або на захід (знак –), для Місяця — тільки на схід від 0 до  $360^\circ$ ;

$B_0, L_0$  — геліографічні широта й довгота центра сонячного диска. Величина  $B_0$  додатна, коли північний полюс Сонця можна бачити із Землі, і від'ємна, коли цей полюс із Землі не видно. Довготу  $L_0$  відлічують на захід, тобто в напрямку обертання Сонця. За добу довгота зменшується на  $13.2^\circ$ ;

$T$  — позиційний кут термінатора (кут між лінією кінців серпа Місяця та колом схилень, який проходить через центр диска Місяця);

$\Phi$  — кут фази Місяця (кут між напрямками на центри Сонця та Землі з вершиною в центрі Місяця);

$k$  — величина, що характеризує освітленість диска Місяця; кількісно вона дорівнює освітленій частці того місячного діаметра, який є перпендикуляром до лінії серпа.

Між кутом фази  $\Phi$  і величиною  $k$  існує таке співвідношення:

$$k = \cos^2(\Phi/2).$$

### Планети

Цей розділ містить опис умов видимості планет на небі впродовж року; відомості про планетні конфігурації (табл. 15); сполучення пла-



нет (табл. 16); сполучення планет із Місяцем (табл. 17). У розділі подано також координати, зоряні величини та видимі діаметри планет, їхні фази, фазові кути, моменти сходу, заходу, кульмінації (табл. 18), тривалості видимості (табл. 19), геліоцентричні довготи планет та їхні відстані від Землі та Сонця (табл. 20). Для Юпітера і Сатурна приведено лише екваторіальні діаметри  $D_e$ , бо полярні можна обчислити за формулами:

$$\begin{aligned} \text{для першої планети } D_p &= 0.9333D_e; \\ \text{для другої планети } D_p &= 0.8948D_e. \end{aligned}$$

Планетними конфігураціями називають положення планет на небі відносно Сонця (точно кажучи — просторові положення планет відносно Сонця та Землі). Під час сполучення планети зі Сонцем різниця їхніх екліптичних довгот дорівнює нулеві, під час протистояння  $180^\circ$ . Моменти сполучення планети з Місяцем (або однієї планети з іншою) — це моменти, коли їхні прямі піднесення однакові. Під час елонгації (для Меркурія та Венери) планета перебуває на найбільшому кутовому віддаленні (на небі) від Сонця. Моменти стояння планет — це моменти, коли швидкість зміни їхніх прямих піднесень дорівнює нулю.

Тривалість видимості планети — це час між кінцем громадянських присмерків і заходом планети (для вечірньої видимості) або між сходом планети й початком ранкових присмерків (для ранкової видимості). Таким чином, у табл. 19 наведено видимість планет після настання темряви та перед світанням, тобто на темному небі.

У цьому ж розділі подано конфігурації чотирьох супутників Юпітера, тобто їхнє розташування відносно диска планети-гіганта.

У табл. 22 мінімальну геоцентричну відстань наведено для періоду 1950—2050 рр., а максимальний кутовий екваторіальний діаметр планети відповідає наведеній у таблиці мінімальній геоцентричній відстані;  $V$  — візуальна зоряна величина планети на відстані 1 а. о. від Землі та від Сонця і для фазового кута, який дорівнює нулеві;  $V_0$  — середня зоряна величина в опозиції, причому для Сатурна фотометричні величини подано лише для диска планети (без кілець).

### **Знаходження широти й азимута за Полярною зорею**

Широта місця спостереження дорівнює висоті небесного полюса над горизонтом. Оскільки Полярна зоря міститься поблизу північного полюса неба, то її висота над горизонтом відрізняється від широти місця на невелику поправку. Цю поправку беремо з табл. 34 за аргументом «зоряний час  $S$ » і додаємо до виміряної за допомогою теодоліта висоти Полярної зорі. Спостережену висоту треба виправити за рефракцію.

*Приклад.* Виправлена за рефракцію висота Полярної зорі, спостереженої о 22 год 18 хв зоряного часу, становить  $50^{\circ} 15'$ . Поправка висоти Полярної для цього моменту дорівнює  $-13'$ . Отже, широта місця  $\varphi = 50^{\circ} 15' + (-13') = 50^{\circ} 02'$ .

Геодезичний азимут предмета (кут між напрямком на цей предмет і північним напрямком меридіану місця спостереження з вершиною в точці спостереження) визначають за формулою

$$A = M_K - M - A_3 = M_K - M + A_C,$$

де  $A$  — азимут предмета;  $M_K$  — середнє з двох відліків горизонтального круга теодоліта у двох положеннях труби («круг право» та «круг ліво») під час наведення на предмет;  $M$  — середнє з відліків під час наведення на Полярну зорю;  $A_3, A_C$  — азимути Полярної зорі (західний і східний відповідно).

Азимути Полярної зорі наведено в таблиці за аргументами «зоряний час  $S$ » і «широта  $\varphi$ ». Азимути вимірюють від точки півночі, вони будуть західними  $A_3$ , якщо  $S$  міститься в таблиці ліворуч, і східними  $A_C$ , якщо  $S$  — праворуч.

*Приклад.* О 22 год 18 хв за зоряним часом на широті  $50^{\circ} 02'$  азимут Полярної зорі становитиме  $55'$ , східний.

## Рефракція

Унаслідок рефракції світловий промінь викривлюється в земній атмосфері, тому нам здається, що світила перебувають не на тій висоті, на якій вони містяться насправді. Якщо ми бачимо світило на небесній сфері на висоті  $h$  над горизонтом, то справжня висота буде менша від неї на величину рефракції. Біля самого горизонту величина рефракції стає такою великою, що ми бачимо Місяць і Сонце повністю над горизонтом, хоча насправді вони ще перебувають під ним. В ефемеридах сходу та заходу Місяця й Сонця цей вплив рефракції враховано: у таблицях подано моменти видимого сходу та заходу.

У табл. 35 наведено величину середньої рефракції, яка відповідає температурі повітря  $0^{\circ}\text{C}$  й атмосферному тиску 760 мм рт. ст. Поправки до середньої рефракції для інших величин температури повітря й атмосферного тиску визначають за додатковою таблицею.

### ТРАНЗИТНА ЕКЗОПЛАНЕТА — ТЕПЛІЙ СУПЕР-ЮПІТЕР НАВКОЛО МОЛОДОЇ ЗОРІ HD 114082

*О. В. ЗАХОЖАЙ*

кандидат фізико-математичних наук

*А. П. ВІДЬМАЧЕНКО*

доктор фізико-математичних наук

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Тематика наукової роботи команди дослідників із кількох астрономічних установ Німеччини, України, Болгарії, Чилі та Швейцарії протягом понад чотирьох років (з квітня 2018 р. до серпня 2022 р.) була присвячена пошуку планет навколо молодих зір Нашої Галактики з осколковими дисками. При дослідженнях використовувався метод їхнього виявлення за допомогою вимірювань радіальних швидкостей [6] центральних зір. Для своїх спостережень дослідники використовували спектрограф FEROS із спектральною роздільною здатністю  $R = 48000$ , який перекриває широкий діапазон довжин хвиль 350...920 нм. Він встановлений на 2.2-метровому телескопі Товариства Макса Планка та Європейської південної обсерваторії Ла-Сілья в Чилі. Протягом майже 1600 днів за 775 спостережних годин на цьому телескопі отримувалися спектри із високим співвідношенням сигнал/шум.

За отриманими даними було підготовлено часові ряди спектральних даних для обчислень радіальних швидкостей  $R_V$  переміщення зірок. Отримані спектральні дані при аналізі було доповнено архівними спектральними даними високоточного ешелє-спектрографа HARPS (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher), встановленого у 2002 р. на 3.6-метровому телескопі в обсерваторії Ла-Сілья в Чилі, та фотометричними даними космічного зонда NASA TESS (Transiting

Exoplanet Survey Satellite), що здійснює пошук екзопланет навколо зір, порівняно близьких до Землі. У результаті виконаного аналізу команда дослідників у 2022 році оголосила про відкриття екзопланети навколо зорі сонячного типу HD 114082 (табл. 1). Згідно з оцінками  $R_V$  за спостереженнями з FEROS і HARPS компаньйоном зорі виявився так званий теплий супер-Юпітер. Він обертається довкола неї за  $109.8 \pm 0.4$  діб.

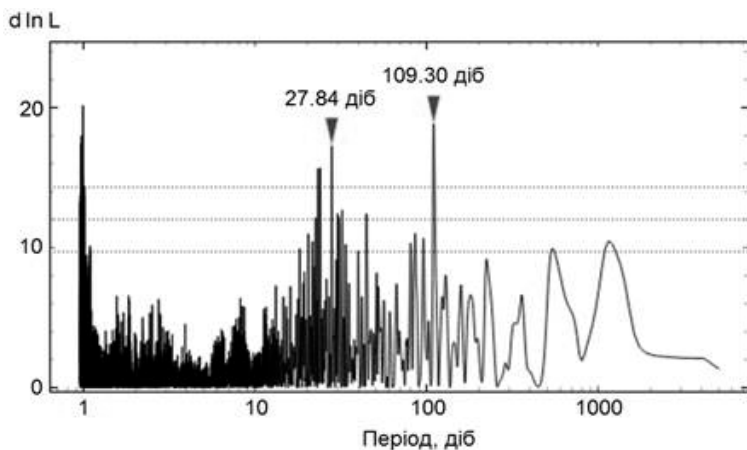
Найкращі модельні розрахунки вказують, що екзопланета масою  $(8.0 \pm 1.0)M_{Ю}$  та радіусом  $(1.00 \pm 0.03)R_{Ю}$  рухається доволі витягнутою орбітою з великою піввіссю  $0.51 \pm 0.01$  а. о. і ексцентриситетом  $0.40 \pm 0.04$ . Такі параметри орбіти планети добре узгоджуються з раніше знайденим уламковим диском, розташованим на відстані 28 а. о. навколо зорі. Вважають, що дана планета біля зорі з диском, ймовірно, є наймолодшою з віком  $15 \pm 6$  млн років, та однією із кількох досить молодих (з віком до 100 млн років) планет-гігантів, масу та розміри яких було визначено за допомогою спостережень.

Пошук екзопланет зараз є однією із популярних тем сучасної астрономії. Ця галузь астрономії [7] досить швидко розвивається. Практично щоденно ми дізнаємося про нові недавно відкриті планети, про їхні властивості та еволюцію. Наприклад, у середині 2022 року говорилося про підтвержені відкриття вже понад 5 тисяч екзопланет. Проте тільки дві із досліджених зірок з планетними системами — V 1298 Tau та AU Mic — були молодшими за 50 млн років.

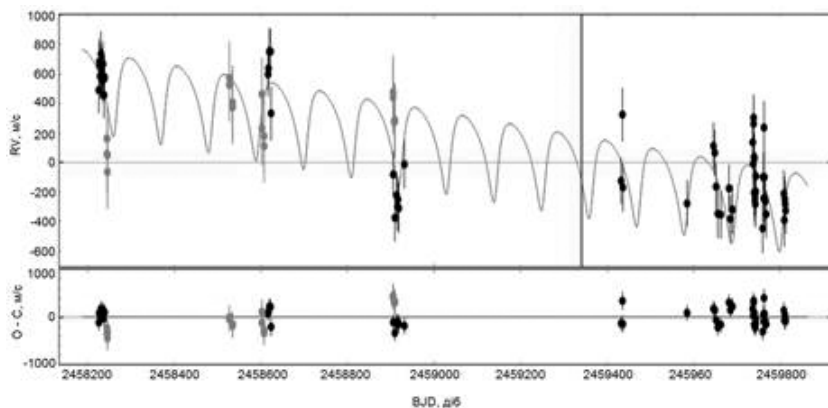
У 2017 році під керівництвом О. В. Захожай було розпочато пошук і дослідження планет навколо молодих зір з уламковими дисками. Відповідні спостережні дані отримувалися із спектральних вимірювань радіальних швидкостей  $R_V$  за допомогою вищевказаного спектрографа FEROS. Окрім власних спостережних даних, команда дослідників також використовувала додаткові дані, отримані з HARPS, TESS і «Gaia».

Таблиця 1. Основні параметри зорі HD 114082

Параметри зорі	Значення
Відстань до зорі	$95.06 \pm 0.20$ пк
Візуальна зоряна величина	$8.21 \pm 0.01^m$
Спектральний клас	F3V
$T_{\text{еф}}$ по спектру	$6651 \pm 35$ К
Маса	$(1.47 \pm 0.07)M_{\odot}$
Радіус зорі	$(1.49 \pm 0.05)R_{\odot}$
Період обертання	$1.924 \pm 0.016$ діб
Вік	$15 \pm 6$ млн років
Радіус осколкового диска	$27.7 \pm 3$ а. о.



**Рис. 1.** Періодограма максимальної правдоподібності комбінованих (FEROS + HARPS) рядів даних  $R_V$  для зорі HD114082. Горизонтальні лінії показують (зверху вниз) ймовірність 0.1 %, 1 % і 10 % хибних сигналів [10]



**Рис. 2.** Дані часового ряду  $RV(t)$  для HD114082. Результати з FEROS показані чорними кружками, з HARPS — сірими. Суцільна сіра лінія показує найкращу модель; вертикальна лінія вказує на час спостережуваного транзиту. Нижня панель показує залишки підгонки даних [10]

Молода (15 млн років) [4] спектрального класу F3V зоря HD 114082 виявилася оточеною просторово розділеним уламковим диском, що має форму вузького пилового кільця на відстані близько 28 а. о. [8]. Ця ж зоря спостерігалася при спеціальних дослідженнях у рамках

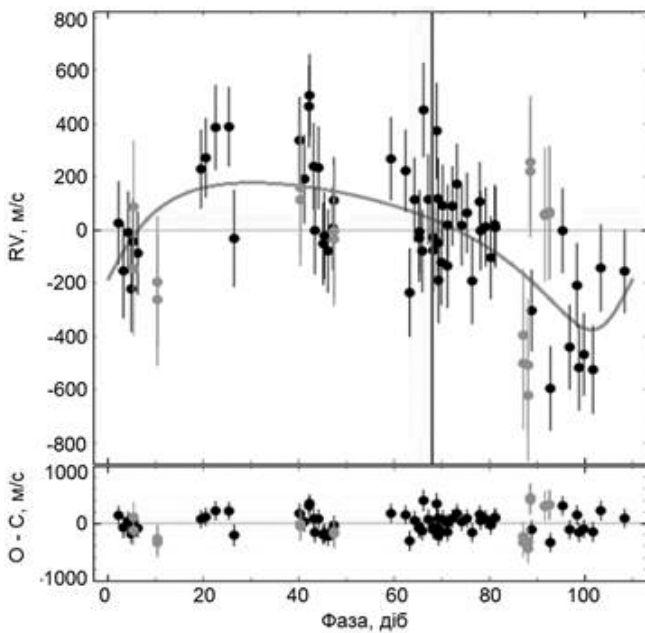
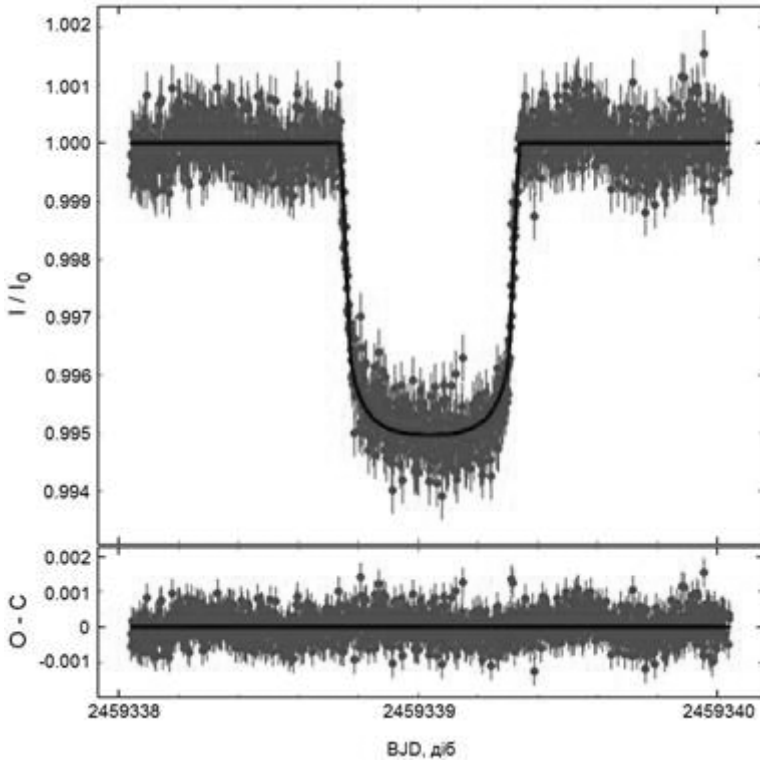


Рис. 3. Фазова версія даних з рис. 2, згорнута з періодом планети 109.8 доби [10]

програми RVSPY спостережень зір з високою частотою вимірювань. Але ні гарячого Юпітера з масами  $(2...3)M_{Ю}$  з періодом обертання до 10 діб [9], ні більш віддаленого орбітального компаньйона не було виявлено [3].

Для зорі HD 114082 спостережні дані з високою роздільною здатністю отримувалися з ешелє-спектрографом FEROS [1], встановленим на 2.2-метровому телескопі в обсерваторії Ла-Сілья в Чилі. Спостереження проводилися з 17 квітня 2018 р. по 20 серпня 2022 р. в режимі калібрування, коли через один оптичний канал досліджувалася зоря, а другий освітлювався спеціальною калібрувальною лампою. За цей час було отримано кілька рядів даних із 63 спектрів. Крім того, в обробку було включено 18 спектрів, отриманих апаратурою HARPS, які є публічно доступними в архіві ESO. По них були розраховані значення радіальних швидкостей.

Обробка цих часових рядів даних  $R_I(t)$  (FEROS + HARPS) за допомогою спеціального програмного забезпечення [5] дозволила розрахувати періодограму [2] максимальної правдоподібності (рис. 1) із



**Рис. 4.** Дані з TESS з поправкою на базову лінію (відносний потік) для HD114082 навколо транзитної події з накладеною найкращою моделлю транзити (чорна лінія). Нижня панель показує залишки підгонки [10]

чотирма значними піками: близько  $23^d$ ,  $24^d$ ,  $28^d$  і  $109^d$ . Сигнал  $28^d$  є близьким до четвертої гармоніки найбільшого піку (період  $109^d$ ), який може бути викликаний досить ексцентричною орбітою планетного тіла.

А моделювання даних  $R_V(t)$  дозволило уточнити значення орбітального періоду  $P = 109.8$  днів та розрахувати масу планети  $M = 8.0 M_{Ю}$ . Результати цього моделювання показано на рис. 2—4. Повний набір спектральних даних з FEROS і HARPS разом з найкращою моделлю показано на рис. 2.

На рис. 3 показана фазова згортка моделі, і на рис. 4 подано частину даних TESS навколо транзитної події. Вертикальна лінія на рис. 2 і 3 дає середину транзити.

Саме з найкращої моделі авторами роботи [10] було отримано масу планети  $M = (8 \pm 1) M_{Ю}$ , радіус планети  $R = (1.00 \pm 0.03) R_{Ю}$ , велика піввісь орбіти  $a = 0.51 \pm 0.01$  а. о. та її орбітальний період  $P = 109.75(+0.37, -0.40)$  діб.

Таким чином, результати чотирирічних спостережень зорі HD 114082 зі спектрографом FEROS і комбінований аналіз цих даних разом з архівними спектральними даними HARPS та фотометричними даними TESS вказали на наявність планети-гіганта з масою  $M = (8 \pm 1) M_{Ю}$ , з періодом обертання  $109.8 \pm 0.4$  діб по орбіті з піввіссю  $a = 0.51 \pm 0.01$  а. о. з ексцентриситетом  $e = 0.40 \pm 0.04$ . На основі однієї транзитної події при фотометрії з TESS було обчислено планетарний радіус  $(1.00 \pm 0.03) R_{Ю}$ . Це значення добре кореспондується з дуже небагатьма іншими екзопланетами в цьому діапазоні мас з відомими масами та радіусами. Тому, ймовірно, дане відкриття є першим модельним обмеженням на планети-гіганти для залежності «маса — радіус», на основі якого надалі ми зможемо розрізняти моделі з гарячим і холодним стартом.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kaufer A., Stahl O., Tubbesing S., et al. (1999). *The Messenger*, 95, 8.
2. Kostogryz N. M., Yakobchuk T. M., Vidmachenko A. P. (2011). IAU, Symposium S282. Session B. Tatranská Lomnica, Slovakia. 18.07.2011.
3. Launhardt R., Henning T., Quirrenbach A., et al. (2020). *A&A*, 635, A162.
4. Pecauc M. J., Mamajek E. E. (2016). *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 461, 794.
5. Trifonov T. (2019). *Astrophysics Source Code Library* [record ascl:1906.004].
6. Vid'machenko A. P., Krushevskaya V. N. (2003). *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 19(4), 257—259.
7. Vidmachenko A. P. *Astron. almanac*, 67, 216—230.
8. Wähaj Z., Milli J., Kennedy G., et al. (2016). *A&A*, 596, L4.
9. Zakhozhay O., Launhardt R., Mueller A., et al. (2022). *A&A*, 667, A63.
10. Zakhozhay O., Launhardt R., Trifonov T., et al. (2022). *A&A*, November 2022, L14, 10 p.



# ПРО «ЖИТТЯ» У МЕТЕОРИТАХ

*О. Ф. СТЕКЛОВ*

кандидат фізико-математичних наук

*А. П. ВІДЬМАЧЕНКО*

доктор фізико-математичних наук

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

## **Вступ**

Сучасні мікроорганізми включають археобактерії і бактерії, для яких характерна так звана прокаріотна будова клітини, та еукаріоти. Відомо, що у перших двох немає клітинного ядра, і їхні ДНК розміщуються у цитоплазмі. А в клітинах еукаріотів є ядро та інші так звані органели, відокремлені від цитоплазми мембранами. Така відмінність будови клітини еукаріотів і прокаріотів є однією з головних характеристик для опису різноманітності органічного світу. Вважають, що саме прокаріоти, можливо, були першими жителями Землі, і завдяки їхній життєдіяльності на нашій планеті утворилася біосфера. Адже археобактерії можуть бути найдавнішими живими організмами, які почали одержувати енергію за рахунок перетворення неорганічних елементів [11, 16].

Наноструктури типу мембранних везикул та вірусів можна розглядати як неклітинні форми життя, які можуть бути наявними, наприклад, у породах комет, астероїдів, метеоритних тіл тощо [1, 2, 25]. Тому вони цілком можуть потрапляти у біосферу Землі з космічного простору і бути своєрідними маркерами життя, або формами, котрі асоціюються із життям у Всесвіті. Зрозуміло, що деякі з таких форм можуть завдавати значної шкоди здоров'ю людини, тваринам та біосфері загалом. Зараз відомо багато способів розпізнавати ці небезпеки у земних мікроорганізмах. Проте дуже мало уваги приділяється таким позаземним наноутворенням, які вторгаються в земну атмосферу з космічного простору разом із метеороїдною речовиною. Тому саме їм слід приділяти значну увагу через можливу біологічну небезпеку. Потенційно такого типу біологічні маркери можна знаходити на багатьох тілах у Сонячній системі.

## 1. Деякі відомості про бактерії

Цілком обґрунтовано вважають, що саме бактерії є найдавнішою і найчисленнішою формою життя на Землі. Вони є примітивними одноклітинними організмами. Клітина бактерії оточена досить щільною оболонкою, завдяки котрій вона зберігає свою форму постійною. Більшість бактерій живляться готовими органічними сполуками. І лише деякі з них, наприклад синьо-зелені водорості, або ціанобактерії, можуть харчуватися у процесі фотосинтезу; тому їх називають фототрофами. Але, на відміну від рослин, вони не виділяють кисень, і отримують необхідну для процесів життєдіяльності енергію при окисненні неорганічних речовин: це так звані хемотрофи. Класичним прикладом таких мікробів є ціанобактеріальні мати (рис. 1).

На нашій планеті бактеріальне життя існує і на суші, і у воді [36] при температурах від  $-10$  до  $+120$  °C, а також в льодах Антарктиди і високо в атмосфері [15]. При температурах, дещо нижчих від  $-10$  °C і вищих від  $+120$  °C, бактерії можуть переходити у сплячий стан, зберігаючи підвищену стійкість до несприятливих умов. За сприятливих умов бактерії розмножуються шляхом поділу кожних 20 хвилин. При несприятливих умовах вони покриваються досить щільною оболонкою, яку називають спорою. У життєздатному стані спори можуть перебувати протягом мільйонів років. Результати вивчення викопних бактерій показують, що утворення мінералів за участю бактерій — це процес, що почався на Землі разом із виникненням бактерій [6, 10]. Такі скам'янілі мікроорганізми зустрічаються в архейських та протерозойських відкладеннях. Збереження бактерій у викопному стані пов'язане з їхньою дуже швидкою мінералізацією, яка відбулася ще до початку деградації бактеріальних тіл [12, 21]. Їхнім життєвим проявом є процеси, які у діапазоні сприятливих зовнішніх умов дозволяють їм здійснюватися, забезпечують обслуговування потрібної інформації, її розмноження і взаємодію з оточенням для їхньої реалізації. Всі процеси в такій клітині в кінцевому підсумку сконцентровані у так званому геномі як головному сховищі інформації.

Серед археобактерій є як аероби, так і анаероби, екстремальні галофіли і термофіли. По відношенню до температури прокаріоти умовно діляться на психрофіли (нижче  $+20$  °C), мезофіли ( $+20...40$  °C) і термофіли (до  $+70$  °C); бактерії, які живуть при температурах, вищих за  $+70$  °C, називаються гіпертермофілами. Є мікроорганізми, які розвиваються навіть при температурі  $+105$  °C, та психрофіли, що розвиваються при  $-10$  °C у так званих водних кишнях на границі розділу між льодом і водою.



**Рис. 1.** Ціанобактеріальні мати, або «живе каміння» — найстаріші осадові породи у північно-західній частині Австралії. URL: <https://s.zefir-ka.net/images/2018-10-22/stromatolity-zhivye-kamni/stromatolity-zhivye-kamni-2.jpg>

За способами харчування бактерії діляться на автотрофні і гетеротрофні. Автотрофні використовують вуглекислий газ як єдине джерело вуглецю; для гетеротрофних бактерій джерелом клітинного вуглецю служать органічні сполуки. За способами отримання енергії бактерії поділяють на фототрофні і хемотрофні організми. Для фототрофних основним джерелом енергії є сонячне світло; ціанобактерії є оксигенними і виділяють кисень при фотосинтезі; а пурпурні і зелені бактерії кисню при фотосинтезі не виділяють, і тому їх називають аноксигенними фототрофними бактеріями. Хемотрофні бактерії використовують енергію хімічних реакцій неорганічних (так званих літотрофних), або органічних речовин (органотрофних). Бактерії, здатні отримувати енергію за рахунок окислення водню, окису вуглецю, сірки, азоту, заліза, марганцю, називаються хемолітотрофами. Багато мікроорганізмів здатні переходити від одного типу харчування до іншого.

## **2. Вивчення біологічного матеріалу у метеоритах**

При пошуку бактеріоморфних структур у метеоритній речовині [5, 7] зазвичай досліджуються так звані псевдоморфози, які тісно пов'язані зі всією породою, а не лежать на її поверхні [8]. Тобто, вони

утворені такими мінералами, які за складом практично не відрізняються від складу самого метеорита. Тому знайдену у метеоритах органічну речовину та бактеріоморфні структури можна трактувати як забруднені земними формами артефакти, а не як структури позаземного походження. Адже, перебуваючи в земних музейних колекціях, метеоритна речовина освоювалася земними мікроорганізмами.

Вивчення можливих біологічних матеріалів у тілах космічного походження розпочалося з метеорита *Tatahoïn*, що впав у Тунісі у 1931 р. (назву метеоритам дають за місцем, де їх було виявлено). При повторному дослідженні уламків цього ж тіла у 1994 р. [7] на їхній поверхні були знайдені бактеріоподібні форми у вигляді маленьких стрижнів із аморфного шару карбонату розміром близько 0.08 мкм. Ці утворення не є природними для кристалів кальциту, із якого склалися уламки. Однак вони відповідали усім вимогам так званої біогенності. Зокрема, на це вказував їхній зовнішній вигляд, що нагадував колонії бактерій з такими ж характерними розмірами.

Подібні структури також були знайдені у метеориті *Marmian*, що впав у Антарктиді у 1984 р. Це були кристали магнетиту у карбонаті, що нагадують за складом сучасні магнетотактичні<sup>1</sup> бактерії, які завдяки наявним у них частинкам магнетиту здатні відчувати магнітне поле.

Основним джерелом можливих залишків скам'янілої біологічної інформації є метеорити, що належать до класу вуглистих хондритів [19, 30]. Серед них такі як *Алаїс*, *Оргейл*, *Івуна*, у яких були знайдені залишки можливих бактерій, подібних до ціанобактерій (форма синьо-зелених водоростей), та залишки деяких інших прокаріотів (без ядра у клітині). Ці знайдені залишки могли б бути залишками живих організмів, що жили у батьківському для метеоритів тілі [5]. Наприклад, один з таких каменів у 1806 р. упав поблизу французького міста Алаїс. Вже перший його аналіз показав надзвичайно високий, порівняно з небагатьма іншими відомими на той час зразками метеоритів, вміст вуглецю. Проте лише через 28 років на одному з його фрагментів відомий хімік Берцеліус виявив, що метеорит був не схожий на відомі на той час зразки залізних, кам'яних і залізо-кам'яних метеоритів. Цей зразок виявився першим представником нового типу метеоритів, які згодом стали називати вуглистими хондритами. Ці метеорити перенасичені вуглецем і тому мають чорний колір. Їхньою характерною особливістю є наявність в них хондр — специфічних включень сфе-

---

<sup>1</sup> Магнетотактичні бактерії — це група бактерій, що проявляє здатність орієнтуватися по магнітних лініях земного магнітного поля. Термін «магнетотаксис» було введено для опису явища руху мікроорганізму у відповідь на зміни магнітних характеристик оточення.

ричної форми силікатного складу з характерним розміром до 1 мм. Хондри зазвичай складаються з таких мінералів, як бронзїт та олівїн, іноді з включеннями скла. Крім хондр, вуглисті хондрити містять непереплавлені агрегати, представлені піроксеном і хромїтом, а вуглиста складова представлена складними вуглеводнями. Олівїн і піроксен на Землі зазвичай утворюються на значній глибині (в мантиї) в умовах високих температур. З результатів цих досліджень випливає, що хондри утворилися при швидкому (протягом кількох хвилин) розігріві вихідної породи до температур порядку 1500...1900 °С, що призвело до її плавлення і подальшого повільного (протягом кількох годин) охолодження. Ізотопний аналіз сірки й заліза, що також входять до складу хондр, вказує на те, що однією з можливих причин раптового і різкого розігріву породи могли бути випромінювання і ударна хвиля від вибуху відносно недалекої супернової зірки.

У 1864 р. поблизу французького села Оргейл «випав» метеоритний дощ. Всього було знайдено більше 20 метеоритних уламків. Як з'ясувалося, його речовина нагадувала мінерали, які звичайно утворювалися при взаємодії вулканічного попелу з водою. Але детальний хімічний склад речовини помітно відрізнявся від складу попелу із земних вулканів. У наступні десятиліття було виконано ще кілька досліджень вуглистих хондритів, які в основному підтвердили дані, вже відомі з перших дослідів. Відсутність нових результатів у першій половині ХХ-го ст. суттєво зменшили інтерес до цього наукового напрямку, і це спричинило тривалий застій у вивченні вуглистих хондритів. І лише в 1960 р. американські біохіміки представили сенсаційну на ті часи доповідь про виявлення за допомогою маспектрометра в летких з'єднаннях вуглистих хондритів одного з чотирьох азотистих основ ДНК — цитозину. Ця подія послужила своєрідним спусковим механізмом, і багато дослідників почали вивчати склад речовини вуглистих хондритів. І вже через рік було оголошено про виявлення у вуглистих хондритах аліфатичних і ароматичних сполук вуглецю, амінокислот, ліпідів, порфіринів, пуринових і пірамідінових азотистих основ. Втім, знайшлося й чимало скептиків, які радили переконливіше довести, що виявлену органіку метеорити не запозичили вже на Землі. Хоча у багатьох випадках дослідження були проведені зразково, і навіть найбільш прискіпливі скептики не могли знайти в них приводу для критики.

У 1969 р. в Австралії упав великий (з масою понад 100 кг) вуглистий хондрит, який назвали *Мерчисон*. Оскільки його входження у щільні шари атмосфери спостерігалось візуально, уламки даного метеорита були зібрані фактично відразу ж після падіння. І це практично повністю виключало можливість забруднення їхніх внутрішніх час-

тин земними мікроорганізмами і продуктами їхньої життєдіяльності. Цей метеорит поповнив довгий на той час список метеоритів, в яких було зафіксовано відразу кілька біологічних ознак передбіологічної активності. Широкомасштабне дослідження даного метеорита почалося ще в 1970-ті рр. Проте найцікавіші результати отримано у 1990-ті рр., коли значно вдосконалене на той час обладнання дозволило істотно підвищити точність і достовірність отриманих результатів. Так, було виявлено більше сотні амінокислот, частина з яких, такі як гліцин, аланін, глютамінова кислота, входять до складу стандартного набору амінокислот, що наявні у всіх земних організмах.

Звичайно амінокислоти досить поширені в космосі, але у всіх дослідах з їхнього абіогенного синтезу так звані праві і ліві ізомери амінокислот (їх відповідно позначають літерами D і L) наявні в отриманій органічній речовині майже в однакових кількостях, лише з дуже незначним переважанням L-форми. Проте якраз порушення даної симетрії, з переважанням лівої форми, завжди вважалося унікальною ознакою живого на Землі. Як з'ясувалося, у метеориті *Мерчисон* (як і у багатьох інших вуглистих хондритах) дана симетрія дещо порушена на користь переважання L-форм. І хоча перевага не є суттєвою (як в біосфері Землі), але, тим не менше, вона явно перевищує похибки вимірювання.

Спочатку це намагалися пояснити земними забрудненнями, що якимось чином проникли у фрагмент метеорита. Але в 1997 р. було доведено, що ізотопний склад азоту у виявлених у метеориті амінокислотах істотно відрізняється від земного. Тому було розроблено гіпотези, які передбачали, що невелике переважання амінокислот з певною хіральністю<sup>2</sup> було викликано впливом поляризованого по колу світла. Для деяких амінокислот виконано ізотопні дослідження окремо для L- і D-ізомерів.

Серед органічних речовин у метеориті *Мерчисон* найбільший інтерес становить виявлення ще й нуклеїнових кислот: гуаніну, аденіну, урацилу, пурина, ксантину, гіпоксантину і деяких інших. При цьому частина з них входить до складу ДНК і РНК всіх відомих живих клітин. Хоча все ж деякі інші кислоти (ксантин, пурин, діамінопурин тощо) не беруть участі у функціонуванні живих систем. Тобто, в 1990-х рр. знову відновилися дискусії на тему позаземного *абіогенезу* (виникнення живого з неживого в процесі еволюції). Це викликано збільшенням

---

<sup>2</sup> Хіральність — це властивість молекули не поєднуватись в просторі зі своїм дзеркальним відображенням. Властивістю хіральності володіють молекули, в яких відсутні дзеркально-поворотні осі симетрії, що еквівалентно наявності в молекулі елементів хіральності (центра, осі, площини хіральності і т.п.

доступності для дослідників електронних мікроскопів і появою нового покоління сучасних приладів, що дозволяють отримувати на тих же матеріалах досить багато нових даних. Першою такою роботою стала публікація 1996 р., у якій стверджувалося, що у виявленому раніше в Антарктиді метеориті *ALH 84001*, який більшістю вчених визнається фрагментом вибитої близько 15 мільйонів років тому астероїдом марсіанської породи, знайдено скам'янілості, які нагадують бактерій, а також вкраплення у вигляді гранул кристалів магнетиту ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) і грейгіту ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ). На Землі такі гранули зазвичай з'являються в результаті процесів життєдіяльності так званих магнетотактичних бактерій.

В останні роки відразу кілька дослідників, незалежно вивчаючи десяток метеоритів, прийшли до висновку, що у багатьох метеоритах типу вуглистих хондритів спостерігаються утворення, які з досить високим ступенем ймовірності можуть бути ідентифіковані як мінералізовані останки мікроорганізмів, що колись мешкали в цих породах. У цих же метеоритах також міститься велика кількість складних органічних речовин, і помітні відмінності в розподілі ізотопів вуглецю в залежності від хіральності ізомерів амінокислот. На даний момент часу можна констатувати, що зазначена гіпотеза добре узгоджується з даними про те, що для досягнення рівня складності бактеріальної клітини у процесі еволюції земного абіогенезу необхідно кілька сотень мільйонів років.

У випадку підтвердження гіпотези про зародження життя поза Землею неминуче постане питання про те, а в яких же умовах воно тоді зародилося десь там у космосі, і яким же чином згодом це життя досягло Сонячної системи? На даний момент можна лише вказати, що одна з можливостей полягає в тому, що життя зародилося у межах планетної системи однієї із зірок Головної послідовності, а згодом було доставлено в Сонячну систему. Втім, це є лише одним з можливих варіантів.

### **3. Труднощі палеонтологічного вивчення древніх порід і астроматеріалів**

*Дослідження викопних решток бактерій.* Збереження бактерій у викопних рештках пов'язане з їхньою дуже швидкою мінералізацією. Тобто, мінералізація повинна була відбутися ще до початку деградації бактеріальних тіл. Дослідники звернули увагу на те, що більша частина знайдених можливих мікроорганізмів дуже схожа на сучасні ціано-бактерії. Тому вважають, що при визначенні викопних решток бактерій основними критеріями є їхня форма і розміри. Так, у прокариотів та еукаріотів розміри клітин лежать у межах 0.1...5 мкм, а найбільші



бактерії можуть досягати розмірів сотень мікрон, в окремих випадках — навіть декількох міліметрів.

*Псевдоморфози по мікроорганізмах у метеоритах.* В останні роки у зв'язку з освоєнням нової техніки з високими роздільними можливостями зріс інтерес до результатів біологічних досліджень астроматеріалів [9, 11, 17, 43]). Основним джерелом біологічної інформації є метеорити, які належать до класу вуглистих хондритів [19]. Найцікавіші матеріали отримано з метеоритів *Мурчисон*, *Єфремівка*, *Альєнде*, *Оргейл*, *Алаїс*, *Муррей*, *Нагойя* і деяких інших.

Практично одночасно з опублікуванням матеріалів про знайдення у метеоритах органічної речовини і бактеріоморфних структур [16] з'явилися публікації, в яких заперечувалося позаземне походження цих знахідок, і вони трактувалися як артефакти, або як земне забруднення [1]. Дійсно, потрапивши на Землю, а згодом і до музейних колекцій, метеорити нерідко освоювалися мікроорганізмами. Відомі випадки вирощування актиноміцетів або грибів у мікротріщинах метеоритів. Так, при вивченні зразка метеорита *Мурчисон* з музею в Чикаго було виявлено, що вся його поверхня заражена сучасними актиноміцетами [43].

Але слід мати на увазі, що при пошуках бактеріоморфних структур у метеоритах досліджуються псевдоморфози, які тісно пов'язані з породою, а не лежать на поверхні зразка. Вони утворені мінералами, які за складом практично не відрізняються від складу самого метеорита. Інше заперечення проти інтерпретації біоморфних структур у метеоритах було пов'язане з дуже дрібними їхніми розмірами у метеориті *ALH 84001* [22, 41]. Однак в даний час вже не піддається сумніву широке поширення нанобактерій і на Землі [12]. У роботі [5] показано принципову невідмінність сучасних нанобактерій від об'єктів із метеорита *ALH 84001*.

Противниками біогенної природи біоморфних структур у метеоритах наводяться також міркування про те, що ми дуже погано знаємо морфологію абіогенних матеріалів на нанометровому рівні. А тому можемо зіткнутися зі структурами, що не відрізняються від тих, які приймаються за псевдоморфози у мікробах і нижчих грибах. Дійсно, іноді серед синтезованих матеріалів, наприклад гетиту і гематиту, спостерігаються виділення, які дуже нагадують бактерії.

Крім того, на Землі зустрічаються явно абіогенні полімерні кристали, такі, наприклад, як керит. Їх важко відрізнити від фосилізованих мікробних і навіть ціанобактеріальних форм. Мова йде перш за все про керити з гранітів Волині (Україна), описаних у роботі [8], де на підставі наявності в кериті 18 амінокислот висунуто концепцію про передбіологічні організми. Структури кериту дуже схожі на структуру



сучасних і стародавніх ниткових ціанобактерій. У роботі [9] показано, що в нитках кериту наявні багато клітинних атрибутів. Не можна виключити, що утворення волинського кериту відбувалося пізніше формування мінералів на останній стадії гідротермального процесу.

У 1980-х роках було відомо лише 20 мінералів, що утворюються при активній участі бактерій. А зараз їх описано вже понад сотню [6]. Результати вивчення викопних бактерій показують, що мінералоутворення під впливом бактерій, або за їхньою участю — це процес, який з'явився на Землі разом із виникненням бактерій [19]). Такі залишки бактерій у метеоритній речовині продовжують знаходити й зараз. Вони цілком можуть бути останками живих організмів, що жили у батьківському для метеоритів тілі. Часто вони подібні до ціанобактерій і останків інших прокариотів (без ядра в клітині).

Дослідження космічної речовини, що потрапляє на Землю, можна вести за двома головними напрямками:

- вивчення у метеоритах абіогенної органічної речовини і способів її утворення у протопланетній хмарі;
- пошуки й дослідження у метеоритах органічних речовини біологічного походження.

На думку одного з найкращих біохіміків сучасності Д. Холдейна, у світовому просторі всюди блукають частинки «живого білка», міриади найдрібніших живих космічних істот, сукупність яких він назвав астропланктоном. Доказ цієї гіпотези фактами, отриманими при вивченні космічного пилу і метеоритів, — одне з найважливіших завдань астробіології. Тому з допомогою штучних супутників і космічних ракет можна збирати метеоритну речовину за межами земної атмосфери. Для цього слід сконструювати пристрої для відлову дрібних метеоритів у космічному просторі. Такими «сітями» слід оснастити, наприклад, супутники. Доставлені з космосу метеорити не будуть опалені, тобто не піддаватимуться дії згубної для живих організмів високої температури. При забезпеченні повної стерильності ці метеорити, ймовірно, принесуть нам найцінніші відомості про позаземне життя.

Ми розробили спеціальні спостережні комплекси, які використовувалися у 2013—2022 роках для реєстрації слідів від космічних вторгнень у небі над Києвом в рамках роботи так званої «Єдиної мережі Чурюмова» [3, 4, 26, 35]. Ці ж системи можна використовувати для дослідження об'єктів у Сонячній системі: планет [27—31, 33, 34], планетних супутників [39], астероїдів [37, 40], ядер комет [38], метеороїдів тощо [32, 39] — із метою потенційної можливості пошуку біологічних сигналів про можливі найпростіші форми життя [23—25, 27] та вивчення позаземних біологічних наноструктур як своєрідних маркерів живих структур у позаземному просторі.

Всі отримані на сьогодні дані про вік метеоритів лежать в інтервалі 4.4...4.6 млрд років. Астероїди і кометні ядра мають приблизно такий же вік. Тобто, ці космічні тіла складаються з первинної речовини Сонячної системи. Проте уламкам цих космічних тіл — метеоритам — також 4.6 млрд років, і там вже є сліди життя, тоді як утворення Землі ще тільки розпочалося!

А отже, справедливою може бути гіпотеза про зародження життя поза Землею! І якщо вона підтвердиться, то неминуче виникне питання про те, а де ж, і за яких умов воно зародилася десь у космосі? І яким чином згодом це життя досягло Сонячної системи?

## **Висновки**

Найвні сьогодні дані про вуглисті хондрити показують присутність в них псевдоморфоз по мікробах. Їхнє виявлення у вуглистих хондритах прямо не вказує на занесення організмів метеоритами. Однак ідея про можливість перенесення організмів в ядрах крижаних комет є досить правдоподібною. Дослідження організмів в антарктичних льодах і вічній мерзлоті показали, що в анабіозі багато організмів можуть перебувати мільйони років, і отже, можуть подорожувати в космосі тривалий час і на великі відстані. Тоді з віку метеоритів впливає обґрунтований висновок, що життя виникло ще до утворення Землі. А отже, дані по вуглисті хондрити вказують на можливість позаземного походження життя. Багато дослідників, ймовірно, мають рацію, вважаючи, що життя виникло набагато раніше, ніж утворилася Земля, — десь там, де була вода і відповідні температурні, атмосферні та інші умови.

Таким чином, ми сьогодні більш-менш ясно можемо говорити лише про час появи життя на Землі, а не про його походження чи зародження. У всякому випадку це справедливо для останніх 4.2 млрд років, тобто документованої геологічної історії. Крім того, знайдені у метеоритах органічні речовини за своїми оптичними характеристиками різко відрізняються від земних речовин біологічного походження.

У всіх метеоритних музеях світу зберігається лише кілька десятків тонн метеоритної речовини. Тому для вирішення вказаних вище проблем необхідно розробити чітку концепцію виявлення можливих нановезикул у метеоритних тілах. Такі астроматеріали можуть бути захоплені спеціальними пастками [18, 23], встановленими на супутниках, космічних станціях та пілотованих кораблях.

Ми також пропонуємо «зловити» цей астроматеріал у верхній атмосфері Землі у «довгоживучих» слідах болідів під час потужних метеорних потоків [14] за допомогою спеціально підготовлених пасток,

встановлених на літальних апаратах. Такі пристрої необхідно піднімати у повітря у час космічних вторгнень.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Anders E. (1962). Meteoritic Hydrocarbons and Extraterrestrial Life. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 93(14). P. 651—657.
2. Astafieva M. (2012). The investigation of microfossils in ancient rocks: the comparison of different techniques. *European Planetary Science Congress 2012 (held 23—28 September, 2012 in Madrid, Spain)*. id. EPSC2012—9.
3. Churyumov K. I., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N. (2016). Several twilight bolides over Kiev in 2013—2015 — fragments of comets nuclei. *International conference «Meteoroids 2016», at the European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in Noordwijk (Netherlands from 6—10 June 2016)*. Poster 63.
4. Dashkiev G. N., Vidmachenko A. P., Steklov A. F., et al. (2018). Registration of Traces of Electrophonic Fireballs in the «Unified Churyumov Network». *49<sup>th</sup> Lunar and Planetary Science Conference 19—23 March, 2018, held at the Woodlands, Texas LPI Contribution No. 2083*, id. 1107.
5. Folk R. L., Lynch F. L. (1998) Carbonaceous objects resembling nannobacteria in the Allende meteorite. *Proc. SPIE, Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology*. Ed. R. B. Hoover. Vol. 3441. P. 112—122.
6. Gerasimenko L., Orleansky V., Zaitseva L. (2005). Mineralization of Cyanobacteria. *Perspectives in Astrobiology. Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Perspectives in Astrobiology held October 7—16 2002. Chania, Crete, Greece*. Eds R. B. Hoover, A. Yu. Rozanov, R. Paepe. Published by IOS Press, Amsterdam, Netherlands. P. 38.
7. Gillet Ph., Barrat J. A., Heulin Th., et al. (2000). Bacteria in the Tatahouine meteorite: nanometric-scale life in rocks. *Earth and Planetary Science Letters*. Vol. 175, no. 3—4. P. 161—167.
8. Gorlenko V. M., Zhmur S. I., Duda V. I., et al. (1999). Microbial nature of fibrous kerite of Volyn. *Proc. SPIE*. Vol. 3755. P. 83—95, *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology II*. Ed. R. B. Hoover.
9. Gorlenko V. M., Zhmur S. I., Duda V. I., et al. (2000). Fine Structure of Fossilized Bacteria in Volyn Kerite. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 30(6). P. 567—577.
10. Hoover R. B., Rozanov A. Y. (2003). Microfossils, biominerals, and chemical biomarkers in meteorites. *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology VI*. Eds R. B. Hoover, Rozanov A. Yu.; Lipps, Jere H. *Proc. SPIE*. Vol. 4939. P. 10—27.
11. Hoover R. B., Jerman G. A., Rozanov A. Y., Davies P. C. (2003). Biomarkers and Microfossils in the Murchison, Rainbow, and Tagish Lake meteorites. *Instruments,*

- Methods, and Missions for Astrobiology V. Eds R. B. Hoover, A. Yu. Rozanov, R. R. Paepe. Proc.SPIE. Vol. 4859. P. 15—31.
12. Kajander E. O., Bjorklund M., Ciftcioglu N. (1998) Mineralization by nanobacteria. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology. Ed. R. B. Hoover. Proc. SPIE. Vol. 3441. P. 86—94.
  13. Kozyrovska N. O., Vidmachenko A. P. (2018). Development of concept for detecting of nanoveziculus and viruses in astromaterials and defining their biosecurity. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. — May 23—24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine. P. 86—88.
  14. Kruchynenko V. G., Steklov A. F., Vidmachenko A. P., et al. (2017). Space viruses invade the Earth's atmosphere. Abstract book of X International conference Near-Earth Astronomy. — October 2—6 2017. IA RAS, Kuban State University. Krasnodar. P. 85—85.
  15. Morozhenko A. V., Vidmachenko A. P., Nevodovskii P. V. (2013). Aerosol in the upper layer of earth's atmosphere. Kinematics and Physics of Celestial Bodies. 29(5). P. 243—246.
  16. Nagy B. (1975). Comments on the search for amino acids in Apollo 15, 16 and 17 lunar samples. A study in contamination control. Anal. Chem. Vol. 47. P. 1718—1720.
  17. Nagy B. (1977). Carbonaceous Meteorites (Book Review). Astrophysical Letters. 18. P. 98.
  18. Rietmeijer F. J. M. (2016). At the interface of silica glass and compressed silica aerogel in Stardust track 10: Comet Wild 2 is not a goldmine. Meteoritics & Planetary Science. 51(3). P. 574—583.
  19. Rozanov A. Yu., Hoover R. (2002). Biomorphes in Carbonaceous Chondrites. 32nd Annual Lunar and Planetary Science Conference, March 12—16, 2001, Houston, Texas, abstract no. 1278
  20. Rozanov A., Astafieva M. (2009). Early Stages of the Earth Biosphere Evolution. European Planetary Science Congress. 14—18 September 2009. Potsdam, Germany. P. 283.
  21. Rozanov A. Y., Zhegallo E. A., Ushatinskaya G. T., et al. (2002). Bacterial paleontology for astrobiology. Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology IV. Proc. SPIE. Vol. 4495. P. 283—294.
  22. Steele A., Goddard D. T., Stapleton D., et al. (2000). Investigations into an unknown organism on the Martian meteorite ALH84001. Meteoritics & Planetary Science. 35(2). P. 237—241.
  23. Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2018). An experiment to trap astromaterials in space in order to find bacteriomorphic structures. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23—24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine. P. 53—56.
  24. Steklov A. F., Kolotilov N. N., Kruchinenko V. G., et al. (2017). Planetary protection, bioresources and symbiotechnical systems of nature management in the

- scientific heritage of Klim Ivanovich Churyumov. Proceedings of the 6 Interregional Scientific Conference «Astronomy and present». Vinnytsia. Eds V. F. Zabolotnyi, O. V. Mozhovi. FOP «Pyshnyi O. A.» P. 61—67.
25. Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Dashkiev G. N., et al. (2018.) Elements of planetary protection against asteroid and comet hazard. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23—24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine. P. 65—67.
  26. Steklov E. O., Kruchynenko V. G., Steklov A. F., et al. (2017). Successful twilight observations of eta-Aquarid shower in «Unified Churyumov Network». 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24—25 2017. The program and abstracts. — Bila Tserkva, Ukraine. P. 75—76.
  27. Vid'machenko A. P. (1985). On the activity of Jupiter's atmosphere. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 1(5). P. 91.
  28. Vid'machenko A. P. (1991). Giant planets — Theoretical and observational aspects. *Astronomicheskii Vestnik*. Vol. 25, May—June. P. 277—292.
  29. Vid'machenko A. P. (1997). Temporal changes in methane absorption in Jupiter's atmosphere. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 13(6). P. 21 — 25.
  30. Vid'Machenko A. P. (1999). Seasonal variations in the optical characteristics of Saturn's atmosphere. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 15(5). P. 320 — 331.
  31. Vid'machenko A. P. (1999). Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere. *Solar System Research*. 33(6). P. 464—469.
  32. Vidmachenko A. P. (2005). Sedna: the history of the discovery and its features. *Astronomical almanac*. Vol. 52. P. 201—212.
  33. Vidmachenko A. P. (2016). Where is Necessary to Search Traces of Life on Mars? Biosignature Preservation and Detection in Mars Analog Environments conference, held May 16—18, 2016. Hyatt Regency Lake Tahoe. Abstract #2002.
  34. Vidmachenko A. P. (2017). What forms of life could have arisen in the ancient conditions of Mars? 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24—25 2017. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine. P. 16—17.
  35. Vidmachenko A. P. (2017). Where Should Search Traces of Life, Which Could Appear on Mars in the First 300 Million Years. 4th International Conference on Early Mars: Geologic, Hydrologic, and Climatic Evolution and the Implications for Life, Proceedings of the conference. 2—6 October 2017. Flagstaff, Arizona. LPI Contribution No. 2014, 2017, id. 3005.
  36. Vidmachenko A. P. (2018). Water in Solar system. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23—24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine. P. 91—93.
  37. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. (2014). The physical characteristics of surface Earth-like planets, dwarf and small (asteroids) planets, and their companions, according to distance studies. *Main Astronomical Observatory NAS of*

- Ukraine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, Publishing House «Profi». 388 p.
38. Vidmachenko A. P. and Steklov A. F. (2013). The study of cometary material on the surface of the Earth. *Astronomical School's Report*. 9(2). P. 146—148.
  39. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2017). Where else might be life in the Solar system? 19 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*. May 24—25 2017. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine. P. 21—23.
  40. Vidmachenko A. P., Vidmachenko H. A. (2007). Is it dangerous asteroids? *Astronomical almanac*. Vol. 53. P. 195—207.
  41. Weiss B. P., Kim S. S., Kirschvink J. L., et al. (2004). Magnetic Tests for Magnetosome Chains in Martian Meteorite ALH84001. *Proc. Nat. Acad. of Sci.* 101(22). P. 8281—8284.
  42. Yushkin N. P. (1998). Hydrocarbon crystals as protoorganisms and biological systems predecessors. *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology*. Ed. R. B. Hoover. *Proc. SPIE*. Vol. 3441. P. 234—246.
  43. Zhmur S. I., Gerasimenko L. M. (1999). Biomorphous forms in carbonaceous meteorite Allende and possible ecological system as producer of organic matter of chondrites. *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology II*. Ed. R. B. Hoover. *Proc. SPIE*. Vol. 3755. P. 48—58.

## ВІЧ-НА-ВІЧ З КОМЕТАМИ

*І. О. ДИЧКО*

кандидат фізико-математичних наук  
Полтавська гравіметрична обсерваторія НАН України

*Світлій пам'яті головного кометника України  
Клима Івановича Чурюмова  
(до 85-річчя з дня народження)*



Клим Чурюмов біля «глобуса» своєї комети

### **Природа комет**

14 жовтня 2016 року відійшов від нас у Космос головний кометник України, видатний український астроном і дитячий письменник, автор понад 800 публікацій, чотирьох монографій і чотирьох підручників, першовідкривач двох комет Чурюмова — Герасименко і Чурюмова — Солодовникова, член-кореспондент Національної академії наук України Клим Іванович Чурюмов (1937—2016). Йому пощастило стати не лише відкривачем двох комет, він був свідком і учасником місії людини до відкритої ним комети і першої в історії людства посадки космічного апарата на поверхню комети.

Основною частиною комети є її ядро. Дослідження за допомогою космічних апаратів (далі КА) комети Галлея (рис. 1) і комети Чурюмова — Герасименко (далі Ч.—Г.) показали, що ядра цих комет — не суцільний льодовий моноліт, а, можливо, крихкий конгломерат



*Рис. 1.* Комета Галлея 12 березня 1986 року

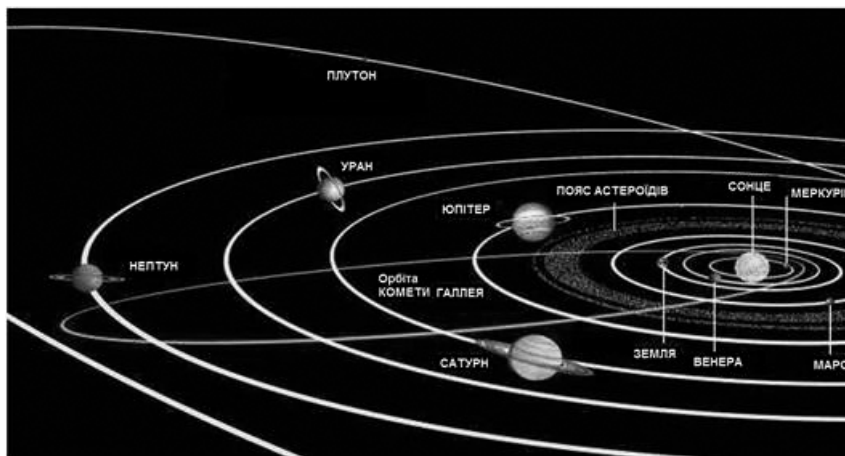
щільністю близько  $0.5 \text{ г/см}^3$ , у два рази меншою за щільність води, який нагадує суміш гязі (твердих частинок і пилу різних мінералів та металів) з снігом. Поперечники ядер комет можуть бути від сотень метрів до кілометрів, а маси — до трильйонів тонн і більше.

Загальна особливість усіх комет — велика видовженість їхніх орбіт (рис. 2), внаслідок чого вони з'являються біля Сонця на порівняно короткий час, а потім надовго або й назавжди зникають. Комети умовно поділяються на короткоперіодичні, з періодом обертання від 3.3 року (комета Енке) до 200 років, і довгоперіодичні, з періодом обертання більш ніж 200 років. За всю історію людської цивілізації зафіксовано близько 2000 появ комет, із них періодичних, згідно з каталогом Б. Марсдена (2003 р.) — 377.

Кометна речовина є залишком первинної протопланетної, протосонячної речовини, на відміну від речовини планет і супутників, де вона неодноразово піддавалась розплавленню, стиску і ударним процесам. Тому вивчення комет може дати відповідь на багато запитань, пов'язаних з процесом формування Сонця і планет, що має фундаментальне наукове і світоглядне значення.

Як далі буде показано, комети мають обмежений термін життя. Через те що вони не зникли до нашого часу, то повинно бути якесь джерело їхнього поповнення. Звідки ж беруться ці величезні космічні брили, які при наближенні до Сонця стають кометами? Згідно з сучасними науковими даними постачальниками комет є два гігантські резервуари космічних тіл на околицях Сонячної системи — це так звані пояс Койпера і хмара Оорта. Назви цих резервуарів походять від





*Рис. 2.* Орбіта комети Галлея

прізвищ американського астронома Дж. Койпера (1905—1973) та нідерландського астронома Я. Оорта (1900—1992), які у 1950-х рр. висловили припущення про існування цих утворень. Спочатку це були лише гіпотези, але потім, уже в ХХІ столітті, були відкриті космічні тіла із поясу Дж. Койпера.

Пояс Койпера лежить за найдалшою планетою Нептун на відстані 30...55 астрономічних одиниць. Як і пояс астероїдів, він складається головним чином із невеликих тіл, тобто залишків матерії, з якої у свій час утворилася Сонячна система. Проте він разів у 20 ширший за астероїдний пояс і, за різними оцінками, у 20...200 разів масивніший. Крім того, він суттєво відрізняється від поясу астероїдів за хімічним складом. Якщо астероїдний пояс головним чином складається з гірських порід і металів, то головною складовою поясу Койпера є так звані легкі речовини або лід (вода, аміак і метан). На ранньому етапі формування Сонячної системи сила тяжіння, дія магнітного поля та світловий тиск від Сонця сприяли розподілу протопланетної речовини на твердий і легкий (газовий) компоненти, реалізувалася так звана її диференціація. Як наслідок цього процесу відбувся і розподіл планет на планети земної групи з твердою поверхнею (Меркурій, Венера, Земля і Марс) та газо-рідкі гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран і Нептун).

У 1992 році було відкрито перший об'єкт поясу Койпера. Зараз їх зафіксовано понад 1300, і серед них Еріда, карликова планета, за розмірами близька до Плутона (діаметр близько 2.4 тис. км). Вва-

жається, що в поясі Койпера не менше 70 тис. об'єктів діаметром понад 100 км. До речі, відкриття Ериди у поясі Койпера (2003 р.), змусило астрономів прийняти нову класифікацію космічних тіл. У 2006 році 26-та Асамблея Міжнародного астрономічного союзу внесла пропозицію класифікувати космічні тіла за трьома категоріями: планети — досить великі тіла, які здатні своєю гравітацією очистити від малих тіл околиці своєї орбіти; малі тіла, або астероїди, сили тяжіння яких недостатньо для формування космічного тіла у виді сфери; проміжні між ними тіла, названі карликовими планетами. Плутон за цим розподілом потрапляв до класу карликових планет, і тому був «дискваліфікований», позбавлений рангу планети. Зазначимо тут до речі: спостереженнями встановлено, що сферичної форми набувають астероїди діаметром близько 400 км і більше. У таких тілах при наявності в них радіоактивних речовин місячної концентрації виділяється достатньо тепла для розплавлення породи і, як наслідок, оформлення тіла у сферу його власною гравітаційною силою.

Другим резервуаром комет вважається хмара Оорта. Якщо пояс астероїдів і пояс Койпера — це кільцеві утворення у площині обертання планет, то хмара Оорта оточує Сонячну систему гігантською сферою у межах від 50...100 тис. астрономічних одиниць. Зовнішня межа цієї сфери сягає відстані одного порядку з світловим роком. Простір за межами хмари Оорта уже не належить до Сонячної системи.

Очевидно, хмара Оорта — це залишок, релікт протисонячної туманності з часів, коли вона ще не стиснулася в диск по екватору обертання. До речі, за цим сценарієм еволюціонують також і галактики. Із хмари Оорта натепер відоме лише одне космічне тіло, назване Седна (відкрито у 2003 р.), найвіддаленіше із спостережуваних у Сонячній системі. Інші об'єкти з хмари Оорта ще не спостерігалися, але численні факти вказують на її існування. Зокрема, обчислені первинні орбіти майже параболічних комет а також ті із комет, площини орбіт котрих суттєво віддалені від екліптики, вказують на їхнє походження з хмари Оорта.

Через велику відстань від Сонця орбіти кометних тіл у хмарі Оорта нестійкі. Під дією притягання найближчих зір мізерні частини хмари Оорта можуть сходити із своїх віковічних траєкторій. Деякі з них назавжди покидають Сонячну систему, а інші по сильно витягнутих майже параболічних орбітах дістають напрямок руху в бік Сонця і стають довгоперіодичними кометами. Так, комета Делавана, яка спостерігалася у 1914 році, повернеться до Сонця лише через 24 млн років.

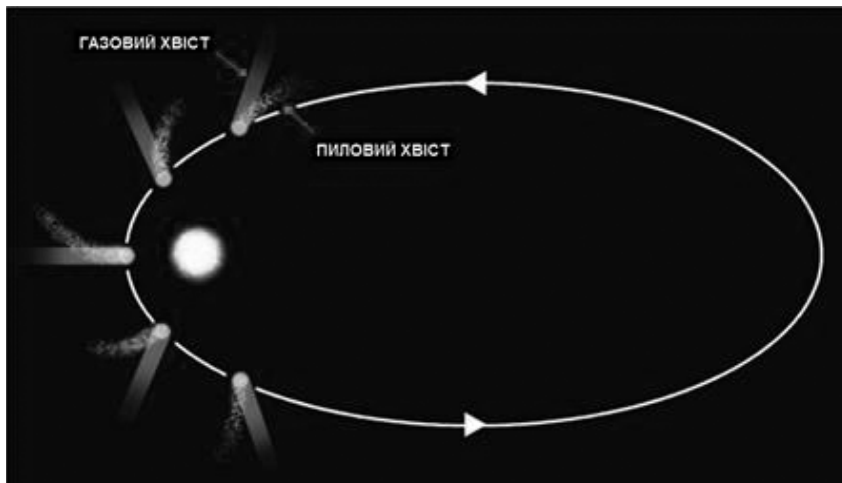
Окремі об'єкти з цього невеликого числа аномальних за рухом тіл під впливом збурень, спричинених планетами, переходять на еліптичні орбіти і стають періодичними. Такі численні комети нале-

жать до сімейств Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна, і їхні орбіти контролюються цими планетами-гігантами. Комета Ч.—Г. належить до сім'ї Юпітера, а комета Галлея — до сім'ї Нептуна.

При наближенні до Сонця замерзлі гази і лід починають випаровуватися з поверхні ядра комети. Поверхневий крихкий шар комети постійно оновлюється: частинки пилу, які залишають ядро, замінюються тими, що надходять із надр і прилипають до поверхні, а ті, що залишили ядро, оточують його досить яскравою, видовженою в бік хвоста «атмосферою», яку називають головою комети, або комою. Діаметр голови може перевищувати діаметр ядра в сотні тисяч разів, переважаючи інколи діаметр орбіти Місяця (близько 760 тис. км). Довкола голови комети Галлея спектроскопічними спостереженнями виявлено водневу корону діаметром 10 мільйонів кілометрів, що майже в 10 разів переважає поперечник Сонця. Водень у кометі з'являється внаслідок розкладання водяної пари на водень і кисень під дією сонячного випромінювання. Але типовий діаметр ділянки свічення голови комети, яка спостерігається у видимих променях, принаймні в 100 разів менший.

Уже на відстані радіуса орбіти Сатурна (півтора мільярда кілометрів) від Сонця у комети можна спостерігати ознаки хвоста. Детально природу хвостів комет дослідив російський учений академік Ф. О. Бредихін (1831—1904). Він виділив три основні типи хвостів і пояснив їхні особливості на основі відкритого П. М. Лебедевим (1866—1912) тиску світла на тверді тіла і гази. При наявності газу та дрібного пилу (розмірами близько мікрона і менше) сила тиску сонячного світла на ці частки буде переважати силу гравітаційного притягання частинки до Сонця, і вони летітимуть у протилежний від нього бік (рис. 3). У 1950-х роках з початком космічної ери було відкрито ще одну силу, що відштовхує частинки пилу від Сонця, — сонячний вітер, потік елементарних частинок (електронів, протонів, ядер хімічних елементів), які особливо ефективно захоплюють заряджені частинки хвоста комети.

Таким чином, невелика в космічному масштабі брила забрудненого різними домішками льоду чи снігу при наближенні до Сонця породжує весь комплекс грандіозного своїми розмірами і ефектного зовні явища, відомого під назвою комета. Досить сказати, що кометні хвости інколи тягнуться на віддалі, що сягає 150 мільйонів кілометрів, тобто відстані Землі від Сонця. Речовина голови і хвоста комети надзвичайно розріджена (щільність газу хвоста у мільярди разів менша, ніж атмосфера Землі на висоті 150 кілометрів) і поступово розсіюється в космосі. Недарма ж астрономи називають комети «видимим ніщо». Є дані спостережень відриву частин хвостів і поступового їх-



*Рис. 3.* Під дією світлового тиску та сонячного вітру газо-пилівий хвіст комети завжди спрямований у протилежний від Сонця бік

нього розсіювання. Помітне також поступове зменшення яскравості періодичних комет, що вказує на втрату їхньої маси. Відомі випадки розпаду кометних ядер на дві, три і більше частин внаслідок проходження поблизу Сонця та з інших причин. Так, у 1846 році комета Бієли розпалася на дві, які скоро зовсім зникли, а по орбіті цієї комети тепер можна спостерігати потік метеорів. Саме явище метеора — це свічення у верхніх шарах атмосфери дрібних часточок космічної речовини, що з великою швидкістю (до 70 км/с) потрапляють у газову оболонку нашої планети. В народі це називають «падаючі зорі». До речі, з кометою Галлея також пов'язують два метеорні потоки, які є розсіяною матерією цієї комети. З 240 року до н. е., тобто з часу, до якого вдалося простежити появу цієї комети, її діаметр зменшився на 1 кілометр, а маса — майже в 2.5 раза.

Другим яскравим прикладом руйнування комети, на цей раз гравітаційним полем Юпітера, став розпад комети Шумейкера — Леві у 1994 році. Вона «мала необережність» наблизитися до планети-гіганта надто близько, і її було буквально розірвано припливними силами на шматки. Величезні 23 уламки комети, що розтягнулися вздовж її орбіти на 1 млн. км, бомбардували планету. Кометопад тривав цілий тиждень з 16 по 22 липня. Швидкість зіткнення з атмосферою планети сягала 64 км/с, при цьому температура у кілька разів переважала температуру поверхні Сонця (6000 К). Викид речовини від удару сягав

висоти 3200 км (половина земного радіуса!). Порушення в структурі радіаційних поясів (магнітосфери) Юпітера викликали інтенсивні полярні саява в іоносфері Юпітера.

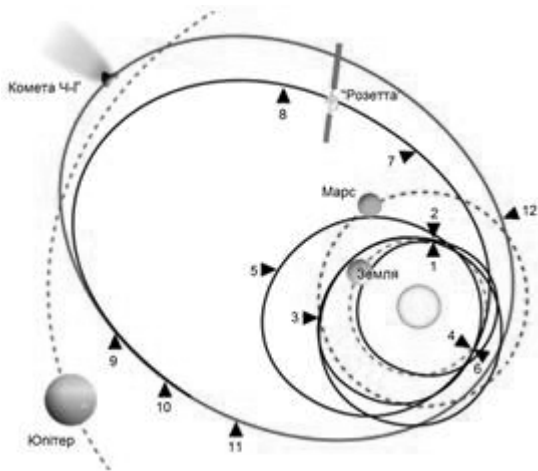
### **Комета Чурюмова — Герасименко**

2 березня 2004 року з космодрому Куру (Французька Гвіана, Південна Америка) Європейське космічне агентство запустило міжпланетний зонд «Розетта», основна мета якого — дослідження комети Ч.—Г. При запуску КА як почесні гості були присутні першовідкривачі комети К. І. Чурюмов і С. І. Герасименко.

Комету Ч.—Г. було відкрито 23 жовтня 1969 року під час експедиції співробітників кафедри астрономії Київського державного університету в Інститут астрофізики Академії наук Казахстану. До складу цієї експедиції входили і Клим Чурюмов та Світлана Герасименко. Комета належить до числа короткоперіодичних з періодом обертання навколо Сонця 6.6 року, з перигелієм між орбітами Землі і Марса та афелієм за орбітою Юпітера. З моменту відкриття вона шість разів поверталася до Землі, і за цей час астрономи досить добре вивчили її орбіту, що стало одною з причин вибору її для місії «Розетта». Наведемо тут слова провідного автора відкриття комети К. І. Чурюмова: «Це чисто українське відкриття, і я хочу подати в Комісію Міжнародного Астрономічного Союзу заяву з пропозицією назвати об'єкти на поверхні ядра цієї комети (кратери, гори, долини) українськими топонімами: назвами наших міст, сіл, іменами астрономів, інших учених, діячів культури та ін. Зараз нам не просто приймати активну участь в освоєнні космосу — іде війна, грошей на науку немає, але Україна заслуговує на те, щоб її вклад був належно оцінений».

Основні параметри ядра комети Ч.—Г.: приблизні розміри  $5 \times 3 \times 3$  км, об'єм ядра  $25 \text{ км}^3$ , маса — порядку 10 млрд тонн, щільність —  $0.5 \text{ г/см}^3$ , період обертання навколо осі — 12.4 год, сила тяжіння —  $1/10000$  земної. Навіть на піку яскравості (через місяць після перигелію) комета не була доступна для неозброєного ока і спостерігалася лише в телескоп.

Комета Ч.—Г. не була першою метою для місії «Розетта». Спочатку потрібно було здійснити вибір серед 12 претендентів. Серед них було вибрано комету Віртанена з близькими до комети Ч.—Г. орбітальними параметрами. Запуск КА до неї було заплановано на 12 січня 2003 р. Проте у грудні 2002 р. під час запуску ракети-носія Аріан-5 сталася відмова двигунів ракети, і запуск було відкладено. Відповідно сприятливий для місії момент було упущено, і учасники програми опрацювали нову програму. Виявилось, що приблизно через рік можна

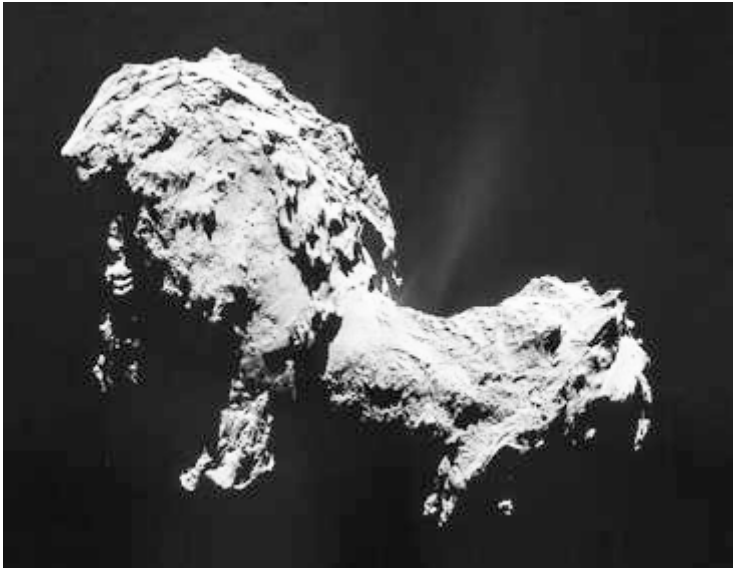


*Рис. 4.* Орбіти «Розетти», комети Ч.—Г., Землі, Марса, Юпітера. Цифрами відмічено основні події під час місії

буде направити «Розетту» до комети Ч.—Г. для зустрічі з нею у 2014 р.

Космічний апарат «Розетта» виготовлено Європейським космічним агентством (ЄКА) і американським управлінням NASA. На початку проекту планувалося посадити апарат на поверхню комети для забору зразка поверхневого ґрунту і доставити його на Землю (Comet Nucleus Samples Return — CNSR). В 1992 р. NASA припинило роботу над проектом через фінансові обмеження. Стало ясно, що у повному об'ємі з доставкою зразків кометної речовини на Землю програму неможливо виконати, тому її скоротили і обмежилися м'якою посадкою спускового модуля на поверхню ядра комети. Відповідно апарат складався з двох частин — власне зонда «Розетта», що вийшов на орбіту комети, та спускового модуля «Філі» (Philae Lander). Маса спускового апарата 85 кг, із них корисна вага становила 27 кг.

Назва «Розетта» походить від Розетського каменя, знайденого саперами Наполеонівської армії в 1799 р. недалеко від Александрії біля міста Розетта (тепер Рашід). Зараз цей камінь зберігається у Британському музеї і є базальтовою плитою вагою 760 кг з написами (196 р. до н. е.) трьома ідентичними текстами — давньоєгипетськими ієрогліфами (два варіанти) і грецькою мовою. Назва спускового апарата «Філі» взята теж із стародавньої єгиптології. Так називається острів на річці Ніл, де в 1815 р. було знайдено обеліск з ієрогліфічними написами, у тексті яких зустрічаються імена царя Птолемея і цариці — Клеопатри.

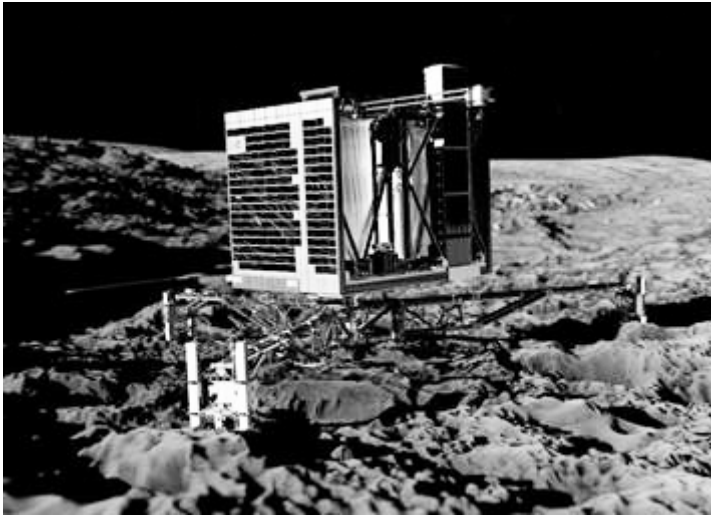


*Рис. 5.* Вид на комету Чурюмова — Герасименко з борту «Розетти» 19 вересня 2014 р.

Ці написи разом із згаданими іменами і текстами Розетського каменя стали основою для розшифровки староегипетського письма. Таким чином, «Розетта» і «Філи» повинні були символізувати успіх наукової місії у розкритті таємниць комет і проблем, пов'язаних з виникненням Сонячної системи.

Траєкторія польоту «Розетти» досить складна і передбачає багато маневрів на орбіті з використанням гравітаційних полів Землі і Марса (рис. 4), причому навіть незначні відхилення в корекції орбіти могли вплинути на успіх програми. Перелічимо тут основні події місії, які відзначені на орбіті польоту КА відповідними цифрами: 1 — запуск, 2 березня 2004 р.; 2 — перший проліт мимо Землі, березень 2005 р.; 3 — проліт мимо Марса на відстані 1000 км, 25 лютого 2007 р.; 4 — другий проліт мимо Землі, листопад 2007 р.; 5 — зближення з астероїдом Штейнс, вересень 2008 р.; 6 — третій проліт мимо Землі, листопад 2009 р.; 7 — зближення з астероїдом Лютеція, липень 2010 р.; 8 — перехід в режим сну, липень 2011 р.; 9 — пробудження, січень 2014 р.; 10 — вихід на орбіту комети, серпень 2014 р.; 11 — посадка спускового модуля «Філи» на поверхню комети; 12 листопада 2014 р.; 12 — кінець місії «Розетта», 30 вересня 2016 р.





*Рис. 6.* Так можна собі уявити перший контакт спускового апарата «Філі» на поверхні ядра комети Чурюмова — Герасименко

Під час більш ніж 12 років вояжу по Сонячній системі, «Розетта» кілька разів перетнула пояс астероїдів, тричі зближалась із Землею, один раз з Марсом і з двома астероїдами. В результаті передала на Землю фотознімки цих космічних об'єктів в різних ракурсах, а також дані про магнітне поле Марса, неоднорідне і менше у кілька разів за земне.

У липні 2014 р. «Розетта» отримала перші дані про комету, 14 липня 2014 р. було отримано зображення комети з віддалі 12 тис. км. Виявилося, що ядро комети складається з двох нерівних розділених перешийком частин (рис. 5). Комета Ч.—Г. не має магнітного поля, отже не це поле стало об'єднувальною силою двох складників комети.

6 серпня КА наблизився до ядра комети на 100 км і вийшов на її орбіту. Цей маневр було здійснено вперше, раніше зонди отримували інформацію у прольотному режимі короткий час і на великій швидкості.

12 листопада 2014 р. о 17 год 34 хв за київським часом (через велику відстань до комети сигнал надійшов лише через 29 хв) після 7 годин зниження здійснено посадку модуля «Філі» на поверхню ядра комети (рис. 6). У Центрі управління польотами Європейського космічного агентства в Дармштадті (ФРГ) посадку спостерігав також К. І. Чурюмов. Посадка пройшла не в штатному режимі. Апарат мав підійти до ядра із швидкістю 1 м/с, включити притисний ракетний двигун, випустити два гарпуни для закріплення, щоб уникнути відскоку, тому що





*Рис. 7.* На кометі Чурюмова — Герасименко в ущелині між двома «півкулями»

сила тяжіння на кометі в тисячі разів менша, ніж на Землі. Під час посадки не спрацював притискний двигун і не «вистрілили» гарпуни, так що перший контакт з поверхнею відбувся з відскоком. Перш ніж удруге опуститися на комету, апарат пролетів близько 1 км, сягнувши висоти 500 м, знову опустився теж з відскоком, і лише утретє зупинився далеко від розрахованого пункту у невідомому місці, надто затіненому для отримання достатньої кількості сонячної енергії для сонячних батарей. Незважаючи на це, «Філі», завдяки зарядженим акумуляторам, виконав намічену програму на 80 %, пропрацювавши 55 год замість запланованих 60. Можна сказати, що перша в історії посадка на поверхню комети пройшла вдало, і модуль «Філі» зміг передати на Землю масу наукової інформації.

Визначена «Розеттою» температура на поверхні ядра на віддалі 500 млн км від Сонця становила  $-70^{\circ}\text{C}$ , тоді як температура, визначена КА «Вега» на поверхні ядра комети Галлея, змінювалася у межах

+30...+130 °С. Очевидно, що ця різниця пояснюється різними віддаленнями комет від Сонця. При зануренні температурного зонда в ґрунт було визначено пористість (доля об'єму пор до всього об'єму пористого тіла) приповерхневого шару в межах 30...65 %. Аналіз поверхні ядра комети показав, що вона складається з сухої темної речовини, майже такої ж чорної, як вугілля (відбивна здатність 6 %) з невеликими домішками водяного льоду. Разом з деякими спектральними даними це вказує на значний вміст у приповерхневому шарі високомолекулярних органічних сполук. Водяний лід виявлено під поверхневою оболонкою і в деяких місцях на поверхні.

Комета Ч.—Г. належить до класу пилових комет. Гравіметричні вимірювання «Розетти» на орбіті показали, що тіло комети на 75 % складається з пилу, і лише на 25 % — з льоду. Лід комети перебуває головним чином у кристалічній формі. Це свідчить про те, що комета виникла у протосонячній туманності і має той же вік, що і Сонячна система.

Як і у більшості комет, активність ядра (викидання газового і пилового компонента комети внаслідок розігрівання її поверхні сонячним світлом) розподілена нерівномірно по поверхні: спостереженнями у 2009 р. було виявлено принаймні три активні області. Максимум викинутого пилу за спостереженнями у 2002—2003 рр. становив 60 кг/с, хоча раніше у 1983—1984 рр. цей максимум сягав 220 кг/с. Для характеристики поверхні комет можна звернутися до експерименту, здійсненого NASA у 2005 р. Тоді до комети Темпеля-1 було спрямовано відділений модуль, який зі швидкістю 10 км/с зіткнувся з кометою. Аналіз даних удару показав, що речовина верхнього шару комети складається з дуже пухкого і легкого матеріалу. Зокрема про це засвідчив високий вузький стовп викинутої речовини.

Аналіз водяної пари комети показав, що там у воді утрічі більший вміст дейтерію (важкого водню), ніж у земній воді. Отже, за даними цієї комети вода на Землі не кометного походження. Щодо коми, то склад її постійно змінювався. Несподівано виявлено також значну кількісну перевагу вуглекислоти над водою. У структурі комети виявлено невеликі округлі блоки. Їх назвали кометозималі по аналогії з планетозималіями, з яких утворилися планети. Вважається, що це первинні елементи, які об'єдналися і утворили комету кілька мільярдів років тому. Неоднорідність коми разом із здвоєним ядром може свідчити про його формування із окремих малих тіл, утворених у різних регіонах Сонячної системи.

У комі комети виявлено молекулярний кисень  $O_2$  в кількості близько 4 % по відношенню до води, а кількість аргону виявилася на кілька порядків більшою, ніж у повітряній і водяній оболонках Землі.



*Рис.8.* Комета Чурюмова — Герасименко на фоні міста Лос-Анжелес

Вперше безпосередньо у кометі виявлено молекулярний азот  $N_2$ . Цей газ становить найбільшу складову земного повітря (78 %), є у атмосфері Плутона і на супутнику Нептуна Тритоні, де він у замерзломому стані спостерігається у полярних шапках. За цими даними можна зробити припущення, що комета Ч.—Г. сформувалася в одному регіоні з Плутоном і Тритоном.

Масивні частинки коми не піддаються тиску сонячного світла і можуть вийти на орбіту навколо ядра. Було отримано знімки багатьох таких частинок розміром від 4 см до 2 м. Недалеко від Сонця, коли комета взаємодіяла із сонячним вітром, спостерігалось утворення магнітосфери навколо комети.

На кометі Ч.—Г. знайдено 16 органічних сполук, зокрема гліцин (належить до найпростіших амінокислот), чотири з них, зокрема ацетон, виявлено на кометах вперше. Разом з водою, вуглецем, метаном, аміаком, наявних там, вони можуть стати необхідними компонентами для синтезу складних органічних сполук. Є гіпотеза про те, що занесені в свій час на Землю з кометами, вони започаткували виникнення життя на нашій планеті.

30 вересня 2016 р. «Розетту» було спрямовано на зіткнення з кометою, і на швидкості 3 км/год вона упала на її поверхню. Під час

зближення апарат передавав фотознімки протягом 14 годин. На кількох знімках виявили посадковий модуль «Філі» через рік після втрати з ним зв'язку. Він потрапив у темну тріщину і лежав на боці. Стало ясно, чому було важко встановити зв'язок з ним.

Так завершилася програма вартістю 1.4 млрд євро, один із захопливих і водночас найскладніших проєктів європейської космонавтики. За 12 з половиною років «Розетта» здолала більш ніж 9 млрд км і передала на Землю цінну інформацію з космосу, зокрема і про речовину комети.

### Комета Галлея

Очевидно, комета Галлея після місії «Розетти» змушена буде поступитися своєю славою найвідоміших комет, хоч вона найяскравіша з періодичних комет і перша, для якої було обчислено орбіту і період. Він виявився близьким до середнього віку людини — близько 76 років. «І дні літ наших сімдесят, а при силах — вісімдесят літ» (Псалом 89). Тому більшість людей нашої планети один раз в житті стають свідками проходження її поблизу Сонця, а якщо врахувати розміри Сонячної системи — то і недалеко від Землі.

Період цієї комети обчислив відомий англійський астроном Едмонд Галлей (1656—1742). У 1705 році вийшла друком його праця «Огляд кометної астрономії». Аналізуючи обчислені ним орбіти 24 комет, вчений звернув увагу на те, що комети 1531, 1607 і 1682 років мають однакові орбіти. З цього він зробив припущення, що в даному випадку люди спостерігали періодичне повернення однієї і тієї ж комети, і завбачив її чергову появу. Вчений не дожив до свого триумфу — комета справді з'явилася на початку 1759 року, і відтоді зветься кометою Галлея.

У передостанньому наближенні комети Галлея (1910 р.) спостерігалось цікаве явище проходження Землі через хвіст комети. Вранці 19 травня 1910 року комета в своєму рухові зайняла положення між Сонцем і Землею на віддалі 22 мільйонів кілометрів від Землі. Оскільки довжина хвоста тоді переважала 30 мільйонів кілометрів, це означало, що Земля цілком занурилася в кометний хвіст.

На той час уже було відомо, що до складу кометних атмосфер входять ціан, чадний газ та інші сполуки. У зв'язку з деякою упередженістю до комет як передвісників нещастя, ніби з'явилася справжня загроза отруєння атмосфери Землі кометними газами. Тривожні повідомлення з'явилися в газетах. Не обійшлося без курйозів. Директор Московської обсерваторії В. К. Цераський (1849—1925) одержав листа та склянку з жовтуватим порошком від одного з капітанів Волзької флотилії. За словами капітана, дивна речовина покрила палубу па-

роплава в момент, коли Земля увійшла в хвіст комети. Але при аналізі порошок виявився ... пилком соснового цвіту.

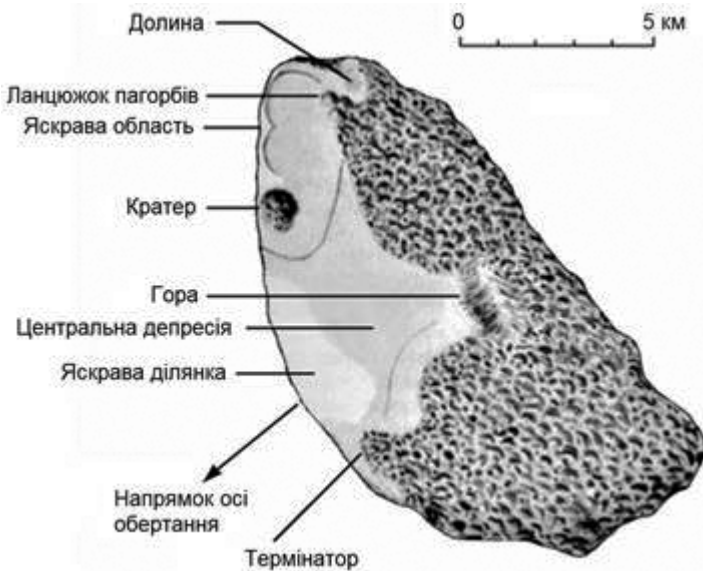
Як і попереджали астрономи, речовина кометного шлейфу настільки розріджена, що ніхто навіть не відчув моменту, коли Земля проходила через конус хвоста. На жаль, вчені тоді ще не мали в своєму розпорядженні висотних ракет. Досить було б такої ракеті вийти за межі атмосфери, і вона змогла б забрати для аналізу проби речовини кометного хвоста.

Появу комети Галлея простежено за спостереженнями стародавніх астрономів, а також за літописними даними до 240 року до н. е. Відомо, що на фресці у капелі дель Арена у Падуї великого італійського художника раннього Відродження Джотто (1267—1337) «Поклоніння волхвів» зображено комету Галлея 1301 року. В останньому (30-му з числа простежених) наближенні комети Галлея проходження найближчої від Сонця точки перигею на віддалі 88 млн км між орбітами Меркурія і Венери відбулося 9 лютого 1986 року.

Проходження комети цього разу було незручним для наземного спостереження. Незвичайно яскрава і ефектна у кожному наближенні до Землі, цього разу вона навіть була невидима неозброєним оком. Натомість значні результати отримано за допомогою космічної техніки. Для комплексного вивчення комети було підготовлено дві радянські міжпланетні станції — «Вега-1» і «Вега-2» (назва від перших складів слів «Венера» і «Галлей»). Їх запущено ще в грудні 1984 року з космодрому Байконур. Вперше було отримано фотографії ядра комети (рис. 1), визначено його розміри і температуру поверхні, здобуто чіткі уявлення про природу поверхні ядра і процесів, що там відбуваються.

За півроку до зустрічі з кометою Галлея «Вега-1» і «Вега-2» пройшли поблизу планети Венера і відправили на неї два своїх посланці. Вивчався склад атмосфери, склад приповерхневого ґрунту, склад хмар і швидкість вітру, зокрема і його вертикальні пориви. Дослідження повітряної оболонки вперше виконано за допомогою метеорологічного аеростата в атмосфері іншої планети. На нічному боці планети прилади зареєстрували зміни освітленості і спалахи світла, які за даними європейського КА «Венера-експрес», запущеного 9 листопада 2005 р., є розрядами блискавки.

6 березня 1986 року «Вега-1» пройшла крізь голову комети на віддалі, трохи меншій за 10 тисяч кілометрів від її ядра. Таку відстань було вибрано з міркувань безпеки, враховуючи дані про щільність речовини комети та кількість пилу на цій віддалі. Швидкість пролітання КА відносно комети становила 78 кілометрів за секунду. Тому зіткнення з частками пилу могли пошкодити його обладнання.



*Рис. 9.* Схематичне зображення ядра комети Галлея

Драматичним у цьому відношенні був політ апарата «Джотто», запущеного західноєвропейськими країнами. Скориставшись даними «Веги-1» і «Веги-2», політ його скорегували так, що він 14 березня 1986 року пройшов на віддалі 520 кілометрів від ядра. За дві секунди до проходження цієї відстані зв'язок з апаратом припинився — очевидно через пошкодження системи стабілізації. Через 25 хвилин зв'язок відновився, але сигнали йшли з перебоями. До першого припинення зв'язку «Джотто» довелося буквально продиратися крізь пиловий потік: шосекунди реєструвалося 120 зіткнень.

«Вега-1» передала на Землю більш ніж 500 фотографій комети з різних відстаней, зокрема 12 чітких знімків ядра (рис. 9). 9 березня 1986 року на віддалі 8200 кілометрів мимо ядра комети Галлея пройшов космічний апарат «Вега-2». Він передав на Землю близько 700 зображень комети, сфотографованих у різних зонах оптичного спектру. За даними космічних апаратів ядро комети має неправильну форму з розмірами  $14 \times 7 \times 7$  км (рис. 8). Маса такого айсберга — близько 500 мільярдів тонн. Ядро обертається з періодом 53 години. Поверхня ядра виявилася надзвичайно темною (відбиває лише 4 % світла). Очевидно, замерзлі надра ядра захищені темною пористою оболонкою з

тугоплавких компонентів комети, які погано проводять тепло. Товщина захисного поверхневого шару невелика — лише кілька сантиметрів.

На фотографіях ядра видно кратери і пагорби. Струмені водяної пари вириваються крізь пори оболонки на поверхню і залишають комету, захоплюючи з собою пилові частинки. Час від часу, коли поверхневий шар у тому чи іншому місці ядра стає надто вже товстим і не пропускає пару назовні, він розтріскується під тиском зсередини, і на цьому місці утворюється кратер з інтенсивним витіканням пари і пилу. Розміри кратерів — близько 3 метрів, їх нараховано більш ніж 30. Щодоби ядро втрачає кілька мільйонів тонн водяної пари та майже мільйон тонн пилу. Як уже зазначалося, оболонка ядра комети постійно відновлюється — верхні пилинки відриваються і переходять у кому, а знизу прилипають наступні.

Увазі читача були запропоновані результати досліджень з допомогою космічних апаратів двох найзнаменитіших комет — комети Галлея і комети Чурюмова — Герасименко. Розкрито не одну хвилюючу таємницю цих віковічних мандрівниць Сонячної системи. Скарбниця світової науки збагатилася новим неоцінимим вкладом. І згадуються слова К. Е. Цюлковського (1857—1935): «Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а потом завоюет себе все околосолнечное пространство». «Нас ждут бездны открытий и мудрости. Будем жить, чтобы получать их и царствовать во Вселенной, подобно другим бессмертным».

## МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ АСТРОНОМІЇ — 50 РОКІВ

*А. П. ВІДЬМАЧЕНКО*

доктор фізико-математичних наук, професор  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

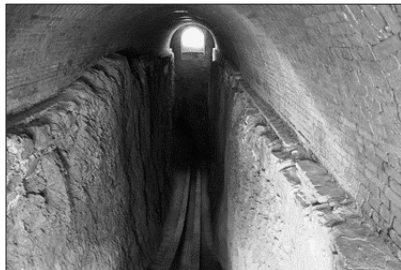
Астрономією називають величну науку про Всесвіт, яка вивчає небесні тіла, зоряні та планетні системи. Це одна із найдавніших наук на Землі. Адже відтоді, як сформувалася людська цивілізація, у людей з'явився інтерес до всього, що видно на небосхилі. Астрономія розвивалася у всіх древніх державах, але вважається, що особливо значного розвитку астрономія досягла у Стародавній Греції. Саме там Піфагор уперше запропонував ідею, що Земля має кулясту форму, а Аристарх Самоський припустив, що наша планета обертається навколо Сонця. У середні віки особливо добре була розвинена астрономія на Сході. Наприклад, у XV столітті Улугбек, що був правителем тюркської держави Тимуридів, побудував поблизу Самарканда обсерваторію з найточнішими на той час інструментами (рис. 1), за допомогою яких там було складено каталог зірок.

Далекими попередниками сучасних астрономів були стародавні жреці і звідарі, що спостерігали за рухом небесних світил, і за їхнім розташуванням прогнозували майбутнє. За ці особливості їх цінували світові правителі, прислухаючись до пророцтв ученого люду. Таким чином стародавні звідарі фактично поєднували професії астронома, астролога та психолога-порадника. А тому займали чільне становище при дворах королів, падишахів та султанів. Щоправда, нерідко траплялися й випадки, коли той чи інший правитель, розгніваний невдачними передбаченнями або ж надто похмурим прогнозом майбутнього, міг легко засудити необережного «мага» до смертної кари. Таке становище зберігалося майже до середини XIV століття, коли стався досить чіткий поділ на астрономію та астрологію. Астрономи зайнялися чистою наукою, залишивши передбачення астрологам.

Довгий час розвитку астрономії заважало досить негативне ставлення до неї церкви. А новий етап у становленні астрономії як окремої науки розпочався, коли вчені відмовилися від геоцентричної системи Птолемея і перейшли на геліоцентричну систему Коперника.



*Рис. 1.* Сучасні залишки одного з інструментів на Обсерваторії Улугбека. <https://www.advantour.com/img/uzbekistan/samarkand/museums/ulugbek-observatory/ulugbek-observatory3.jpg>



Тоді Галілео Галілей започаткував вивчення небесного небосхилу за допомогою телескопа, а Ісаак Ньютон відкрив закон всесвітнього тяжіння. Гігантського поштовху розвитку астрономії надала науково-технічна революція ХХ століття.

З початку ХІХ століття любителі астрономії під патронажем астрономічних клубів та гуртків регулярно влаштовували масові покази зоряного неба з метою популяризації цієї науки. Астрономи у своїй діяльності намагалися приурочити певні заходи до різних астрономічних подій (затемнення Місяця, затемнень Сонця, появи комет, з'єднань планет, метеорних потоків тощо).

Астрономія належить до небагатьох наук, якою займаються навіть аматори-ентузіасти. Вони розглядають у свої телескопи зоряне небо, і саме любителями-астрономами було зроблено вражаючий внесок у розвиток цієї науки. Так, наприклад, астроном-аматор Вільям Гершель прославився тим, що відкрив планету Уран, а американка Керолайн Мур у віці близько 14 років відкрила наднову зірку.

На сьогодні День астрономії є святом, яке святкують з 1973 року. Саме тоді ідея більш упорядкованого підходу до подібних астрономічних показів, яку сформулював дещо раніше американець Дуглас Бергер, на практиці уперше була здійснена у Сполучених Штатах Америки. Тобто, цей день з'явився саме у США під девізом: «Несучи Астрономію людям» та «Познайомимо людей з астрономією!». Його засновник — Д. Бергер, який у ті роки був головою Астрономічної асоціації Північної Каліфорнії. Він дійшов висновку, що об'єднати багатьох любителів астрономії та популяризувати науку буде значно легше у випадку, якщо зробити її доступнішою. Наприклад, в той самий день організувати заходи щодо залучення широкої публіки до астрономії, повсюдно встановити для всіх бажаючих телескопи у багатолюдних громадських місцях: торговельно-розважальних центрах, у скверах та прямо на вулицях.

Весняним вечором 1973 року Бергер разом зі своїми друзями з Астрономічної асоціації Північної Каліфорнії винесли на жваве міське перехрестя кілька телескопів. Навколо них одразу ж утворився натовп цікавих перехожих, який не розходився до пізньої ночі. Почин



*Рис. 2.* Одна з емблем міжнародного дня астрономії

Бергера був широко підтриманий, і вже наступного року до святкування приєдналися любителі астрономії з інших штатів. Свято набуло спочатку загальнонаціонального, а потім і міжнародного статусу. Тобто, міжнародний день

астрономії (рис. 2) — свято ентузіастів, чий захоплення пов'язані з астрономією — однією з найстаріших наукових дисциплін. Ця дата швидко прижилася в астрономічних колах. На сьогодні у світі налічується близько 50 тис. астрономів.

Спочатку був лише весняний день астрономії. Його відзначають в суботу у період із середини квітня до середини травня, найближче в часі до фази 1-ї чверті Місяця, або перед нею. У 2007 році було додано осінній день астрономії. Він також відзначається у суботу, в районі фази 1-ї чверті Місяця, з середини вересня до середини жовтня.

У даний час, як правило, це свято відзначається людьми, які захоплюються наукою про будову, властивості, походження та розвиток небесних тіл та їхніх систем (аж до Всесвіту в цілому). 2009 рік Міжнародний астрономічний союз та ЮНЕСКО оголосили «Міжнародним роком астрономії». Тоді ця дата припала на 2 травня за григоріанським календарем. А на найближчі три роки День астрономії відмічатимуть у такі дати:

Рік	Весняний день астрономії	1-ша чверть Місяця
2023	29.04	27.04
	22.09	22.09
2024	18.05	15.05
	12.10	10.10
2025	03.05	04.05
	27.09	29.09

Зараз в організації і проведенні цього свята беруть участь півтора десятка астрономічних організацій, як національних, так і міжнародних, та понад 10 тисяч любителів астрономії. Серед них і Міжнародний астрономічний союз (МАС), до складу якого зараз входять понад 60 національних академій (рис. 3). Під час святкування Дня астрономії та навіть тижня астрономії МАС організовує колоквіуми та симпозиуми, проводить Генеральну асамблею раз на три роки. В ор-



*Рис. 3.* Експерсійний центр в Національній астрономічній обсерваторії Болівії «Санта Ана», в якій проводяться експерсії, спостереження та читаються наукові лекції. <http://boliviaesturismo.com/ru/observatorio-astronomico-santa-ana-tarija-bolivia/?s=>

ганізації цих заходів також беруть участь астрономічні клуби, музеї, планетарії, професійні обсерваторії, навчальні заклади. Сьогодні рух очолюють американська національна Астрономічна ліга, Міжнародне товариство планетаріїв, Тихоокеанське астрономічне товариство та ряд інших організацій.

Чим же пояснюється вибір дати для Дня астрономії? Тобто, дата святкування щорічно дещо змінюється. Це пов'язано з тим, що метою свята є долучити якомога більше людей до спостережень за допомогою телескопа. А для масових спостережень потрібна ясна тепла погода, яка найчастіше буває саме у ці пори року. А суботній вечір перед вихідним дає надійний шанс збільшити кількість відвідувачів. Крім того, Місяць поблизу першої чверті вже є досить яскравим, звечора сяючи відразу після заходу Сонця у західній частині горизонту. Такі умови є найпрекраснішими для астрономічних спостережень саме у великих містах. Навіть світло вуличних ліхтарів не завадить таким спостереженням.

Останні роки свято набуло величезної популярності по всьому світу. У День астрономії тисячі планетаріїв, астрономічних клубів, наукових музеїв, обсерваторій у багатьох країнах світу проводять багато цікавих заходів. На телебаченні, радіо та в інтернеті проходять конференції, на яких виступають відомі астрономи, космонавти, відбуваю-

ються виставки та тематичні заняття у вищих і середніх школах. І, звичайно ж, традиційними стали покази зоряного неба у музеях, обсерваторіях та планетаріях, на вулицях, відкритих майданчиках, на дахах торгових центрів, парках відпочинку та розваг, де збираються тисячі людей, щоб відкрити для себе таємниці цього неосяжного простору і поспостерігати за небесними тілами.

### *SOLIS STATOR TERRAE MOTOR*<sup>1</sup>. ДО 550-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ МИКОЛИ КОПЕРНИКА

*М. В. ЛАШКО*

кандидат педагогічних наук  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Геніальний польський астроном Микола Коперник (1473—1543) став найвизначнішим мислителем, на долю якого випало розпочати велику революцію в астрономії. Навчаючись спочатку в Краківському університеті, а пізніше в університетах Італії, де він провів близько десяти років, Коперник глибоко осмислив теоретичні надбання попередників. Після першого глибокого захоплення системою Птолемея він переконався в існуванні глибоких суперечностей між його теорією світу і спостереженнями. Захоплення змінилося сумнівами. У пошуках інших ідей він вивчив збережені твори давньогрецьких математиків і філософів. Серед них були й автор геліоцентричної системи Аристарх Самоський, і піфагорійці, які також стверджували рухливість Землі.

На відміну від своїх сучасників і попередників, котрі намагалися лише удосконалювати деталі системи Птолемея й не наважувалися відмовитися від самого геоцентричного принципу, Коперник зумів подолати це захоплення авторитетами і боязкість перед догмою, водночас глибоко зрозумівши плідність та істинність ідеї давньогрецької натурфілософії — шукати простоту і злагоду у природі як ключі до пояснення явищ, шукати єдину сутність багатьох явищ, які здаються

---

<sup>1</sup> Зупинив Сонце, зрушивши Землю (лат.)

чомусь різними. За півстоліття до Коперника перший сміливий крок в осмисленні Всесвіту зробив Микола Кузанський (1401—1464), видатний німецький філософ, теолог і вчений. Він добре бачив світ крізь призму богослов'я, вважаючи, що вся прекрасна упорядкованість Всесвіту — справа рук Творця і свідчення його могутності. Водночас Микола Кузанський перший повністю порвав із аристотелево-птоlemeєвим вченням щодо Всесвіту та відродив колись відкинуту Арістотелем ідею про відсутність у Всесвіту центра. У посмертно виданому творі під назвою «Про вчене незнання» він виклав свої дуже нетрадиційні погляди на Всесвіт, котрий проголошувався необмеженим, інакше необхідно було б допустити щось поза його межами, що у свою чергу суперечило б визначенню Всесвіту, який включає все суще. З цієї концепції Всесвіту Микола Кузанський дійшов висновку, що ні Землю, ні Сонце, ні взагалі будь-яке космічне тіло не можна вважати центром Всесвіту, бо центр його, за образним висловом філософа, «скрізь», а кордон «ніде». У цьому твердженні він пішов не тільки проти геоцентризму, але і проти ранніх геліоцентристів, котрі вважали Сонце центром усього світу, і мислив глибше за Коперника. Але від іскри, що викресали мислителі середньовіччя, розгорілося полум'я, яким Коперник освітив шлях, котрим майже через півстоліття пішли Дж. Бруно і Галілей.

Коперник першим глянув на весь тисячолітній досвід розвитку астрономії очима людини епохи Відродження — сміливого, упевненого, творчого новатора. Його гіпотеза була гранично простою: потрібно поміняти у старій птоlemeївській системі Землю й Сонце місцями, щоб лише Місяць обертався навколо Землі. Але ця проста гіпотеза була недоступною для розуміння більшості сучасників Коперника. Уперше в історії науки спостерігача було позбавлено його привілейованого центрального становища, і обговорювалося питання про картину, яка спостерігається в іншій координатній системі (що рухається відносно спостерігача). Такий крок був революційним не тільки з погляду церкви — Земля і людина перестали бути головними у Всесвіті, — але і з погляду механіки: ніколи ще відносність руху не використовувалася для розв'язування конкретних завдань. Помістивши центр планетної системи у Сонці, Коперник відразу ж спростив її схему. Уперше була віднесена до рангу «рухливих зірок» Земля зі своїм супутником Місяцем. На величезній відстані від планетної системи лежить сфера зірок. Його висновок про дивовижну віддаленість цієї сфери диктувався геліоцентричним принципом; тільки так він міг погодити його з видимою відсутністю зміщень зірок завдяки руху самого спостерігача разом із Землею, тобто відсутністю в них паралаксів.

Система Коперника була простішою і точнішою, ніж система Птолемея. Її відразу ж почали використовувати на практиці. Зокрема, на її основі було уточнено тривалість тропічного року, а з ініціативи папи Григорія XII у 1582 р. проведено давно назрілу реформу календаря — було запроваджено новий, або григоріанський стиль.

Револьюційне значення геліоцентричного принципу світобудови полягало в тому, що Коперник подав рух усіх планет як єдину систему, пояснив багато незрозумілих раніше ефектів. Так, за допомогою уявлення про річний і добовий рух Землі теорія Коперника відразу ж пояснила головні особливості заплутаних видимих рухів планет (зворотні рухи, стояння, петлі) і виявила причину добового руху небозводу. Петлеподібні рухи планет тепер пояснювалися річним рухом Землі навколо Сонця. У відмінностях розмірів петель (і отже, радіусів відповідних епіциклів) Коперник правильно побачив відображення орбітального руху Землі: планета, що спостерігається із Землі, повинна описувати видиму петлю тим меншу, що далі вона від Землі. Завдяки системі Коперника вперше пояснено загадку колись послідовності розмірів перших епіциклів у верхніх планет, запроваджених Птолемеєм. Їхні розміри зменшувалися в міру віддалення планети від Землі. Рух по цих епіциклах, так само як і рух по деферентах для нижніх планет, відбувався з одним періодом, що відповідав періоду обертання Сонця навколо Землі. Усі ці річні кола геоцентричної системи виявилися зайвими в системі Коперника.

Копернику вдалося дати чітке пояснення про зміну пір року: Земля рухається навколо Сонця, зберігаючи незмінним у просторі положення осі свого добового обертання.

Ба більше: це глибоке пояснення видимих явищ дало змогу Копернику вперше в історії астрономії порушити питання про визначення справжніх відстаней планет від Сонця. Він виявив, що величини цих відстаней обернені до радіусів перших епіциклів для зовнішніх планет і рівновеликі щодо радіусів деферентів — для внутрішніх. (Цікаво, що, вважаючи задачу визначення відстаней до тіл Сонячної системи нерозв'язною, Птолемеєм не здогадувався, що насправді розв'язання цієї задачі вже містила у прихованому вигляді його система). У такий спосіб Коперник отримав дуже точні відносні відстані від планет до Сонця.

Теорія Коперника була логічно стрункою, чіткою і простою. Вона раціонально пояснила те, що раніше взагалі оголошувалося незбагненим або пояснювалося штучно, а також пов'язала в єдине ціле всі явища, які раніше вважалися зовсім непов'язаними. Це її безсумнівні переваги; вони свідчили про істинність геліоцентризму. Найбільш проникливі мислителі зрозуміли це відразу.

І вже не настільки важливим було те, що Коперник, віддаючи данину античним і середньовічним традиціям, не заперечував колових рівномірних рухів небесних тіл, центрального положення Сонця у Всесвіті, але скінченність Всесвіту, обмежував світ єдиною планетною системою.

Разом з геліоцентричною теорією Коперник у своїй книзі «Про обертання небесних тіл» висунув і теорію про нескінченність Всесвіту: «Небо непомірно велике у порівнянні з Землею і є непомірно великою величиною. За нашими відчуттями Земля порівняно з небом — лише як точка до тіла, а по величині — як скінченне до нескінченного. Порівняно з небом Земля не більш ніж крапка, чи ніби скінченна кількість порівняно з нескінченим. Неможливо, щоб Земля була центром Всесвіту. Як! Невимірне обертається 24 години навколо нікчемності?!

Беручи до уваги величезну віддаленість небесних тіл, важко собі уявити, щоб вони могли пройти таке неосяжне коло протягом 24 годин. І для чого: чому саме безмежний Всесвіт повинен обертатися навколо нікчемно малої Землі? Як вважав Птолемей, якби Земля оберталася навколо своєї осі, то вона б розпалася за рахунок відцентрової сили, і якщо цього не відбувається, то Земля нерухома, а навколо неї обертається вся небесна сфера. Але в такому випадку небо розпалось би ще швидше, бо небесна сфера наповнена зірками і набагато більша за Землю своїми розмірами, тому і відцентрова сила для неї ще більша. То чи не означає це те, що небесна сфера нерухома, а Землі, як маленькій частинці у Всесвіті, властиве добове обертання?»

Теорія Коперника містила в собі колосальний творчий, світоглядний і теоретико-методологічний потенціал. Її історичне значення важко переоцінити. Вона підірвала ядро релігійно-феодалного світогляду і основи старої картини світу.

Геліоцентрична система світу не тільки визначила характер наукової революції в XVI ст., але й відіграла вирішальну роль у радикальному перегляді філософських уявлень про світ. Коперниканська революція не зводилася до простої перестановки передбачуваного центра світу, до заміни центрального положення Землі на центральне положення Сонця. Головне її досягнення полягало у створенні об'єктивно правильної картини руху планет, що і стало каменем спотикання для визнання коперниканства з боку теології. Остання готова була погодитися з теорією Коперника як математичною фікцією, що полегшує розрахунки й «рятує явища», але не претендує на істинність нової картини світу. Геліоцентризм призвів до десакралізації космосу, до корінного перегляду всієї фізичної картини світу. Переглядом зазнали найважливіші положення не тільки Птоле-



меєвої астрономії, але й Арістотелевої фізики та пов'язаної з їхнім ортодоксальним тлумаченням католицької теології. Зазнала руйнації насамперед ієрархічна структура світу. Поставився під сумнів поділ світу на «тлінну» земну субстанцію, що складається з чотирьох елементів стихій, і конфронтуючу з нею небесну, нетлінну, незмінну, вічну «п'яту сутність», з якої складаються небесні сфери й тіла. Скасовувалося фізичне, а отже і теологічне протиставлення «землі» й «неба». Земля не протистоїть у коперниканській системі світобудови планетам і зіркам, а утворює з ними єдиний Всесвіт.

Новим виявилось і ставлення до руху. Якщо за своєю фізичною природою Земля у старій системі світу була «нижчим» рівнем, то завдяки своїй нерухомості вона здобула для себе значення центра світу. При цьому спокій вважався вищим станом порівняно з рухом: середньовічна картина світу принципово статична. Зробивши рух призначенням Землі, Коперник не тільки «підняв» її до небес, але й показав, що саме рух є нормальним станом усіх планет. Якщо у старій, арістотелівсько-птолемейській космології кінцевим джерелом руху був Бог — нерухомий двигун Арістотелевої фізики, який передає рух сфері «нерухомих» зірок і далі — нижчим сферам планет, то Коперник пояснює рух небесних тіл їхньою сферичною, кулястою формою, тобто їхньою природою, завдяки чому відпадає потреба у зовнішніх двигунах, а насамперед — у нерухомому двигуні, і Бог виявляється творцем «світового механізму», що не втручається в його подальше функціонування. Тим самим у філософську картину світу вводився принцип самостійного руху тіл.

У геліоцентричній системі світу втратило сенс і уявлення Арістотеля про «природне місце» тіла, було зроблено крок у бік визнання однорідності простору. У фізичному небі не залишалось місця для «небесної ієрархії» християнського богослов'я.

Руйнування ієрархічної системи світобудови було найголовнішим світоглядним результатом коперніканізму. Саме навколо нової космології відбувалися головні ідеологічні битви XVI — початку XVII ст. Справжній сенс революції, спричиненої великим генієм Миколая Коперника, не тільки у природознавстві, але й у філософії, розкрили у своїй творчості Джордано Бруно і Галілей, і саме в результаті їхньої діяльності церква пішла на рішучу заборону геліоцентризму як учення про нову світобудову.

## СИМОН МАРИУС (1573—1624)

*М. В. ЛАШКО*

кандидат педагогічних наук  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Видатний німецький астроном Симон Маріус (Симон Марій, лат. *Simon Marius*) народився 23 січня 1573 р. у м. Гунценхаузен. За рекомендацією Георга Фредеріка, маркграфа Бранденбург-Ансбаха, він був прийнятий до Академії маркграфства в Гейльсбронні у 1586 році, де навчався до 1601 року.

Маріус зробив собі ім'я публікацією спостережень комети 1596 р. (C/1596 N1) та публікацією астрономічних таблиць 1599 р. У 1601 році його було призначено придворним математиком маркграфства Ансбах. Згодом він поїхав до Праги, щоб опанувати нові методи спостереження під керівництвом Тихо Браге. У Падуанському університеті вивчав медицину до 1605 року та став лікарем.

З 1606 року Маріус жив у Ансбаху, де працював астрономом королівського двору. До його обов'язків як придворного математика (астролога) входило також видання щорічного Астрологічного прогностика «*Prognosticon Astrologicum*» (рис. 2). Саме в цих виданнях він опублікував результати своїх спостережень Юпітера, Сонця і Венери.

У 1610 році він опублікував переклад перших шести книг Початків Евкліда безпосередньо з грецького оригіналу на німецьку мову.

Влітку 1609 р. Маріус отримав телескоп і розпочав астрономічні спостереження, саме тоді він помітив навколо Юпітера зірочки і здогадався, що це його супутники. У своїй публікації альманаху у 1611 р. він оприлюднив інформацію про відкриття супутників Юпітера і фаз Венери. Маріус одним з пер-



*Рис. 1.* Видатний німецький астроном Симон Маріус

Рис. 2. Титульна сторінка «Prognosticon Astrologicum» 1612 р.

ших астрономів помітив сонячні плями (в листопаді 1611 р.) і галактику Андромеди (1612). У 1614 р. з'явилася його головна праця «Mundus Iovialis» («Світ Юпітера», рис. 3), яка поклала початок конфлікту з Галілеєм.

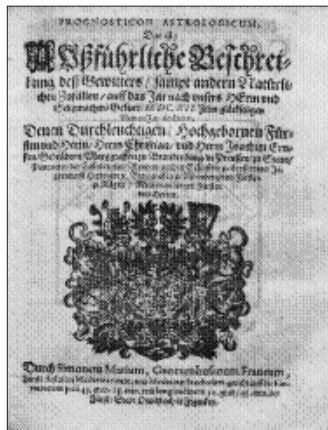
Після публікації праці «Mundus Iovialis» Галілей одразу звинуватив Маріуса у плагіаті, в результаті чого репутацію вченого було заплямовано на сотні років. Через це й ім'я та відкриття Галілео Галілеєм супутників Юпітера добре відомі, а ім'я Симона Маріуса, який самостійно відкрив їх майже одночасно з Галілеєм — призабуте. Але супутники планети-гіганта ми називаємо іменами, які дав їм Маріус — Іо, Європа, Ганімед і Каллісто.

У свою чергу, на сторінках «Mundus Iovialis» Маріус дискутує з Галілеєм, звинувативши останнього у підлабузництві і порушенні астрономічних традицій називати планети іменами римських міфологічних персонажів: *«Галілей у своєму Зоряному віснику назвав їх медичійськими зорями, бо сам є флорентійцем за народженням та освітою і підданим великого володаря етрусків... То я так само можу назвати їх брандербурзькими зорями, і хто мені заперечить? І скільки може бути таких випадків?...»*

Далі Маріус звертається до античної традиції. Аргументуючи тим, що в Юпітера були три коханки — Іо, Каллісто і Європа — він пропонує присвоїти трьом супутникам ці імена. Четвертому супутнику він дав імя Ганімеда, котрий був виночерпием та коханцем Юпітера.

*«Поети часто звинувачують Юпітера через його нерегулярні стосунки. Особливо згадується три дівчини, до яких Юпітер таємно залицявся. Іо, дочка річки Інах, Каллісто з Лікаону, Європа з Агенора. Потім був Ганімед, вродливий син царя Троса, якого Юпітер, прийнявши вигляд орла, переніс на небо на своїй спині, як казково розповідають поети... Тому я вважаю, що не зроблю нічого поганого, якщо Першу назву я Іо, Другу — Європою, Третю — через її велич світла — Ганімедом, Четверту — Каллісто...»*

Також у книзі Маріус зазначив, що спостерігав супутники ще з грудня 1609 р., навівши таблицю з їхніми точними конфігураціями і положеннями відносно планети.



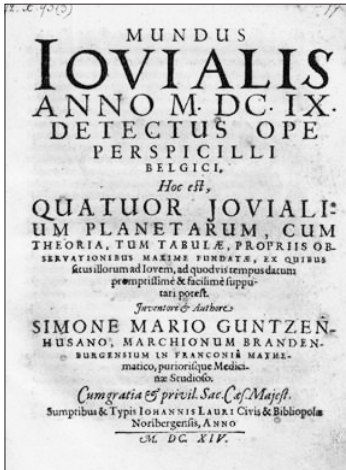


Рис. 3. Титульна сторінка «Mundus Iovialis»

Погану репутацію Маріуса було виправдано у 1903 р., коли спеціальна комісія в Нідерландах, детально вивчивши докази, визнала незалежність його відкриттів. Приводом для плутанини послужило і використання Маріусом юліанського календаря, який залишався стандартом у протестантській Німеччині, тоді як Галілей у Падуї використовував нововведений в 1582 р. григоріанський календар. На той час різниця між календарями становила 10 днів. Маріус відкрив супутники самостійно, але не починав вести записи до 29 грудня 1609 р. юліанського календаря, і ця дата еквівалентна даті 8 січня 1610 року в григоріанському, який використовував Галілей.

Особливістю «Mundus Iovialis» була доволі висока точність періодів руху супутників; значення, отримані в результаті дуже ретельних спостережень у 1614 році, відхиляються не більше ніж на 0.3 % від значень, відомих сьогодні.

Серед інших досягнень Маріуса слід відзначити і те, що він знайшов місце розташування Нової Тихо Браге 1572 року та виявив там зорю, яка за його оцінками, була «трохи меншою, ніж третій супутник Юпітера».

На жаль, попри свій досвід спостерігача Маріус зробив не зовсім правильні висновки про будову Всесвіту, які базувалися на його спостереженнях супутників Юпітера і зоряних дисків. Диски, які він спостерігав, були помилковими (імовірно, що то був диск Ері, викликаний дифракцією, оскільки зорі дуже далекі для того, щоб їхні фізичні диски були виявлені телескопічно), але Маріус інтерпретував їх як фізичні диски, видимі через телескоп. Він дійшов хибного висновку, що оскільки він міг бачити зоряні диски, то зірки не могли бути такими далекими, як це було потрібно в системі Коперника. Але зі своїх спостережень супутників Юпітера він зробив висновок, що вони повинні обертатись навколо Юпітера, а Юпітер — навколо Сонця.

## АСТРОМЕТРИСТ (ДО СТОРІЧЧЯ МИКОЛИ ЯКИМОВИЧА ЧЕРНЕГИ)

*В. М. ЄФІМЕНКО*

кандидат фізико-математичних наук  
директор Астрономічної обсерваторії  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка

*Л. В. КАЗАНЦЕВА*

кандидат фізико-математичних наук  
Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка

Коли у фахових колах, принаймні київських, вживають термін «астрометрист», одразу в уяві постає образ Миколи Якимовича Чернеги, якому у 2023 році виповнюється 100 років з дня народження. І не тільки тому, що він декілька десятиліть очолював відділ астрометрії в Астрономічній обсерваторії Київського університету імені Тараса Шевченка. А ще й тому, що він уособлював у собі всі основні якості професії — здатність роками послідовно проводити багато однотипних спостережень, ретельно виконувати великі обсяги обчислень, аналізувати та узагальнювати їх і отримувати відповідні зоряні каталоги, щоб в подальшому їх могли вже беззастережно використовувати інші. А ще він відрізнявся неабиякою скромністю одночасно з твердістю у своїх переконаннях, явною відсутністю амбіцій та підвищеною людяністю у ставленні до підлеглих.

Микола Якимович Чернега народився 29 липня 1923 року в селі Березівка Джулинського району Вінницької області (сьогодні це Джулинська територіальна громада Гайсинського району). Село розташоване на правому березі Південного Бугу, його назва походить від





розкішного березового гаю, що в ті часи підступав аж до самих сільських околиць.

Його батьки пішли з життя рано, мати, Чернега Ганна Луківна, що вела домашнє господарство, померла у 1937 р., а батько, Чернега Яким Митрофанович, працював вчителем початкової школи, його не стало у 1947 р. В родині зростали три сини. Брат Володимир загинув на фронті у 1942 р., а інший, Дмитро, пройшовши фронт, працював і проживав до пенсії у Києві.

Навчався Микола Якимович спочатку в Березівській початковій школі, а після закінчення Терновської середньої школи у 1941 р. був евакуйований до Ворошиловградської області (тепер Луганська), звідти у серпні 1941 р. його призвали до армії, і вже у жовтні 1941 р. направили на навчання до 2-го Томського артилерійського училища. Після закінчення училища у травні 1942 року був направлений на Південно-Західний фронт. Воював командиром взводу на Сталінградському, Воронежському і Степному фронтах.

У серпні 1943 р. в боях за Харків отримав скалкові множинні поранення лівого плеча та передпліччя, лікувався в евакогоспіталі під містом Кемерово, і в березні 1944 р. його було демобілізовано з випискою «обмежено придатний 2-го ступеня».

За участь у бойових діях мав статус ветерана війни. Нагороджений орденом Вітчизняної війни 1 ступеня, орденом Червоної зірки і 10 медалями, першу з яких отримав у 1944 р. за оборону Сталінграда.

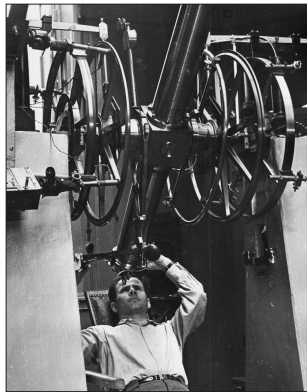
Повернувшись додому після лікування, Микола Якимович у навчальному році 1944—1945 рр. працював вчителем допризовної військової підготовки та викладав німецьку мову в Удицькій неповно-середній школі Джулинського району.

Пронісши через війну і випробування свою мрію, він у 1945 р. вступив на фізичний факультет Київського державного університету, який закінчив у 1950 році, і отримав направлення на роботу в Астрономічну обсерваторію, в якому було вказано, що М. Я. Чернега отримав спеціальність астронома. Зарахований був 11 липня 1950 р. одразу на вакантну посаду старшого наукового співробітника астрометричного відділу. Тоді в Обсерваторії виконувалось багато спостережних програм, щоночі астрономи виходили на спостереження одразу на декількох інструментах. Микола Якимович переважно спостерігав з меридіанним кругом. Тут же, в обсерваторії, і мешкав перший час разом з



родиною в одній із кімнат професорського флігеля, де і почав зростати його син.

У 1957 р. Астрономічна обсерваторія активно підключилась до різноманітних програм Міжнародного геофізичного року. Серед них була і підготовка до спостережень першого штучного супутника Землі. М. Я. Чернегу та О. К. Осипова було відряджено у травні на місячні поглиблені курси підготовки начальників майбутніх станцій візуально-оптичних спостережень ШСЗ на станцію Фірюза поблизу Ашхабада. А після їхнього повернення у червні того ж року за розпорядженням



Міністерства вищої освіти в університеті було офіційно створено таку станцію, яка отримала кодний номер 1023. За наказом директора Астрономічної обсерваторії начальником було призначено О. К. Осипова, а заступником начальника станції — М. Я. Чернегу. Перші роки вони організовували спостереження, облаштовували спостережний майданчик, отримували і освоювали обладнання, навчали спостерігачів, забезпечували первинну обробку результатів спостережень та їхню відправку до Обчислювального центру «Космос» телеграфом. Трохи згодом було розгорнуто і фотографічні спостереження штучних супутників, у січні 1960 р. М. Я. Чернегу призначили відповідальним за них. Знову ж підготовка до сеансів спостережень, проявлення плівок, їхні вимірювання, оперативні повідомлення результатів до Центру — все це організовував і контролював Микола Якимович. В той же час він активно продовжував меридіанні спостереження та їхню обробку і готував до захисту свою кандидатську дисертацію «Каталог прямих сходжень зір ФКСЗ і дослідження меридіанного кола Астрономічної обсерваторії Київського університету», яку захистив у тому ж 1960 р., а от звання «старшого наукового співробітника» йому було присвоєно ВАК 24 листопада 1971 р.

21 листопада 1961 р. на М. Я. Чернегу було спочатку покладено виконання обов'язків завідувача відділу астрометрії, оскільки В. К. Дрофа в той час відмовився від цієї посади, бо був перевантажений викладацькою роботою на кафедрі астрономії в університеті. А невдовзі Микола Якимович очолив цей один із найстарших відділів Київської університетської обсерваторії, продовжуючи активні спостережні роботи.

За час його керівництва у відділі було виконано декілька важливих тем. Зокрема закінчено спостереження та створення каталогу по-



ложень яскравих зірок, проведено дослідження меридіанного кола. М. Я. Чернега брав участь у спостереженнях і керував темою «Визначення положень світил з меридіанних спостережень», «Яскраві зорі» і особисто виконав понад 4.5 тисяч спостережень. За темою «Визначення положень подвійних та яскравих зір та зір високої світності» виконав майже 3.5 тисячі спостережень і склав разом з колегами каталог 1105 подвійних зір і каталог 203 зір високої світності. Крім того, було побудовано каталог положень 1956 яскравих зір та каталог поправок положень 536 зір

опорного каталогу FK4, 199 зір у площадках з позагалактичними радіоджерелами. Коли у відповідності до рішень 16-го з'їзду МАС КАО було доручено складання зведеного каталога яскравих зір за спостереженнями в різних обсерваторіях світу, М. Я. Чернега вів активне листування з обсерваторіями Бордо, Бухареста, Канн, Харкова, Москви, Миколаєва, Перта, Страсбурга, Ташкента, Токіо, Белграда, Сантьяго та Морської обсерваторії США, отримувач та систематизував їхні спостереження, які згодом були включені у зведений каталог. Він керував також (спільно з О. К. Осиповим) темою з визначення положень небесних світил та різниці між Всесвітнім та Динамічним часом із астрономічних спостережень. В рамках комплексної програми ФОНКАТ працював також над темою «Визначення положень зірок IRS (міжнародні опорні зірки)» та особисто виконав близько 5 тисяч спостережень.

М. Я. Чернегу у 1981 р. було призначено головою Координаційної Ради за Програмою комплексних досліджень вищих навчальних закладів Мінвузу УРСР «Побудова астрономічної інерційної системи координат». Він брав участь у вирішенні ряду питань, пов'язаних з конструюванням та виготовленням меридіанного круга аксіального типу.

А ще в 1970-х роках М. Я. Чернега зацікавився історією Обсерваторії, багато працював в архівах Києва та Ленінграда і разом з О. Ф. Богородським опублікував ряд досліджень з історії становлення та розвитку астрономічних досліджень в Астрономічній обсерваторії Київського університету.

Разом з К. Є. Скориком М. Я. Чернега сконструював оригінальну фотоелектричну машину для вимірювання лімбів меридіанного круга.



Опублікував 59 наукових робіт, чотири з яких — монографії.

За сумісництвом він також деякий час працював асистентом, в. о. доцента кафедри астрономії, старшим викладачем кафедри фізики Київського пединституту. Викладав деякі астрометричні курси, керував курсовими і дипломними роботами студентів. Під його керівництвом Н. Д. Канівець захистила кандидатську дисертацію.

Неодноразово М. Я. Чернега призначався головою конкурсної комісії з виборів на штатні посади АО КДУ, тривалий час був заступником голови цивільної оборони Обсерваторії, був заступником директора обсерваторії, головою профбюро, редактором стінгазети. Був членом Комісії № 8 Міжнародного астрономічного союзу, членом Науково-технічної ради Мінвузу УРСР, секції «астрономія» та членом секції «астрометрія» АН СРСР.

А ще Микола Якимович встигав активно займатись популяризаторською роботою — писав статті до ЗМІ, виступав на радіо, проводив екскурсії та відповідав на численні листи аматорів до Обсерваторії, у 1963 р. написав цікаву науково-популярну книжку «Зорі служать людям».

1987 р. Микола Якимович перейшов на посаду старшого наукового співробітника, з 1 січня 1994 вже був на пенсії, а 22 травня 2012 року тихо відійшов в інший світ.

#### ОСНОВНІ НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ М. Я. ЧЕРНЕГИ:

1. Чернега М. Я. Определение широты Киевской астрономической обсерватории. Астрономический циркуляр. 1951. № 115.
2. Чернега М. Я. Наблюдения прямых восхождений звезд ФКСЗ на меридианном круге Астрономической обсерватории Киевского университета 1951—1954 гг. Труды КАО. 1958. Т. II.
3. Чернега М. Я., Дрофа В. К. Каталог положений слабых звезд в системе ФКСЗ. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1964.
4. Чернега М. Я. Каталог прямых восхождений звезд ФКСЗ в системе FK4. Вестник Киев. ун-та. Сер. Астрономия. 1969. № 11.
5. Чернега Н. А., Богородский А. Ф. Астрономическая обсерватория Киевского университета. Исторический очерк. 1970. Рукопись.
6. Чернега Н. А., Дрофа В. К., Грегуль А. Я. Каталог положений 3839 ярких звезд. Киев: Вища школа, 1974.
7. Чернега М. Я., Грегуль А. Я., Тельнюк-Адамчук В. В., Дрофа В. К., Макаренко И. Ф., Калинин А. М. Положения ярких звезд. Киев: «Наукова думка», 1982.
8. Чернега М. Я., Грегуль А. Я., Тельнюк-Адамчук В. В., Дрофа В. К., Макаренко И. Ф. Зведений каталог положень і власних рухів 5115 зірок всього неба на епоху і рівнодення J2000. Київ, 1992.

## ПАМ'ЯТНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ

*Л. М. СВАЧІЙ*

кандидат фізико-математичних наук  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

*Минає 600 років від дня народження австрійського вченого Г. Пурбаха (1423—1461), знаного внеском в астрономію та математику. Разом з Регіомонтаном він виконав багато астрономічних спостережень, що дало змогу виявити істотну помилку «Альфонсових таблиць», а також переклав праці Птолемея. Г. Пурбах першим у Західній Європі виклав теорію Птолемея про епіцикли — цей виклад міститься у книжці «Нова теорія планет» (1472 р.), яка надовго стала широко-вживаним порадином з астрономії.*

*550 років тому в м. Торуні народився видатний польський астроном Міколай Коперник (1473—1543). Він розробив геліоцентричну систему світу, згідно з якою у центрі нашої планетної системи перебуває Сонце, а Земля, як і інші планети, обертається навколо нього, водночас обертаючись навколо власної осі. Ці погляди вчений виклав у працях «Малий коментар про гіпотези, що стосуються небесних рухів» (1513 р.) та «Про обертання небесних сфер» (1543 р.). Геліоцентрична модель світобудови М. Коперника започаткувала нову епоху в астрономії.*

*475 років тому в м. Нолі (поблизу м. Неаполя) народився добре знаний італійський філософ Джордано (Філіппо) Бруно (1548—1600) — палкий пропагандист геліоцентричної моделі світобудови та ідей про безмежність, однорідність і вічність Всесвіту.*

*175 років тому у Тверській губернії народився знаний російський астроном С. П. Глазенап (1848—1937). Його основні наукові дослідження стосуються подвійних і змінних зір, руху супутників Юпітера та рефракції світла в земній атмосфері. Учений провадив неабияку організаційну та популяризаторську роботу.*

*125 років тому в м. Радзиміні народився знаний польський астроном Еугеніуш Рибка (1898—1988), дослідження якого стосуються астрофотометрії, змінних зір та історії астрономії. Він керував трьома астрономічними обсерваторіями, зокрема Львівською в 1932—1945 рр., створив каталог фотовізуальних величин 635 біляполюсних зір, а також активно популяризував астрономію у Польщі й Україні.*

*50 років тому здійснено успішний запуск американської АМС «Маринер-10», яка надіслала велику кількість зображень Меркурія і Венери, що є першими знімками цих планет широким планом, а також передала іншу наукову інформацію. На основі даних з борту «Маринера-10» закартографовано близько половини поверхні Меркурія, уточнено масу Венери тощо.*

\*\*\*\*\*

Минає **600 років** із дня народження відомого австрійського астронома й математика Георга Пурбаха (у деяких джерелах: Пойербах чи Пйойербах, нім.: Georg von Peurbach).

Майбутній учений народився 30 травня 1423 р. у поселенні Пурбаху, що поблизу м. Лінца у Верхній Австрії. Вищу освіту він здобув у Віденському університеті, куди вступив навесні 1446 р. За час навчання Г. Пурбах побував у Німеччині, Франції та Італії — загалом провів там кілька років, удосконалюючи свої знання з астрономії. У 1453 р. він здобув ступінь магістра і згодом став викладати у Віденському університеті — читав лекції з астрономії, математики та гуманітарних наук.

Упродовж 1456—1461 рр. разом з німецьким ученим Регіомонтаном (1436—1476), своїм учнем, Г. Пурбах виконав багато спостережень затемнень і комет, а також вимірювань сонячних висот. У процесі цієї роботи виявилось, що широко вживані тоді «Альфонсові таблиці» (астрономічні таблиці, що містять координати світил) дають похибку в кілька градусів, і отже, виникла потреба в нових астрономічних таблицях (їх потім склав Регіомонтан).

У 1453—1454 рр. Г. Пурбах прочитав свій перший курс лекцій з теорії руху планет, побудований на основі геоцентричної теорії давньогрецького вченого Клавдія Птолемея (приблизно 87—165). Супроводжувані багатьма ілюстраціями, лекції зажили неабиякого успіху, їх переписували вручну. На основі цього лекційного курсу Г. Пурбах склав навчальний посібник, який опублікував Регіомонтан у 1472 р., уже після смерті свого вчителя, під назвою «Нова теорія планет» («Theoricæ Novæ Planetarum»). Ця праця була першим у Західній Європі викладом теорії епіциклів Птолемея і майже два століття слугувала порадником з астрономії.

Г. Пурбах розпочав переклад праці Птолемея «Альмагест» з грецької мови, цю ро-



боту продовжив Регіомонтан — як результат, у 1473 р. вийшла друком книжка «Короткий виклад великого твору Птолемея».

Г. Пурбах виготовляв астрономічні інструменти, зокрема кілька видів сонячного годинника, склав допоміжні таблиці для астрономічних щорічників, винайшов вимірювальний пристрій (геометричний квадрат), який слугував таблицею тангенсів (давав змогу досить точно визначати тангенси спостережуваного кута).

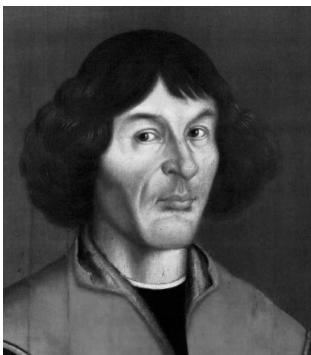
Помер Георг Пурбах 4 квітня 1461 р. у Відні. На його честь названо великий ударний кратер у південній півкулі видимого боку Місяця — Purbach.

\*\*\*\*\*

**550 років** тому, 19 лютого 1473 р., в Торуні — головному місті тодішньої пруської Польщі, розташованому на берегах р. Вісли, — у родині забезпеченого купця народився **Міколай Коперник**.

Після смерті батька (1483 р.) опікуном юного Міколая став його високоосвічений дядько Лука Ваценроде (у деяких джерелах — Лукаш Ваценроде чи Лука Ватцельроде), канонік, а пізніше єпископ Вармійський (Вармія — велика область Пруссії), який відіграв величезну роль у долі майбутнього знаменитого вченого.

Міколай Коперник закінчив школу в Торуні, після чого дядько відправив його до славного тоді на всю Європу Краківського університету. Там 18-річний Коперник вступив на факультет вільних мистецтв, де кілька років вивчав математику, фізику, астрологію, теорію музики, поезику, риторику, класиків (Арістотеля, Сенеку, Цицерона та ін.), медицину, займався живописом. Юний Міколай також усерйоз захопився астрономією — її тоді там блискуче викладав професор Войцех Брудзевський (1445—1497).



Не отримавши диплома, М. Коперник покинув Краківський університет і чотири роки (з осені 1496 р.) навчався у Болонському університеті; там він став учнем і помічником професора Доменіко Новари (1452—1504) — знаного теоретика й спостерігача, котрий свого часу вказав на помилки в «Альмагесті» Птолемея. Юний студент допомагав Д. Новарі під час астрономічних спостережень, досконало оволодів грецькою мовою і міг читати античних мислителів в оригіналі. Зго-

дом Вармійська єпархія відрядила М. Коперника на три роки у Падуанський університет для вивчення медицини (мав неабиякі здібності до цього), юриспруденції та здобуття диплома доктора канонічного (церковного) права.

У травні 1503 р. Миколай Коперник здобув згаданий вище диплом, а згодом дістав місце каноніка у містечку Фрауенбург (інша назва — Фромборк), що на горбі на березі Вісли, на побережжі Балтійського моря. Невдовзі його призначили радником і секретарем згаданого вище єпископа Вармійського Луки Ваценроде, а також лікарем у невеликому місті Лідзбарку. У цьому містечку М. Коперник мешкав до смерті свого дядька (1512 р.), а згодом переселився у Фромборк. Водночас із різними роботами (зокрема сконструював гідравлічну машину, яка забезпечувала водою мешканців Фромборка) він провадив астрономічні дослідження.

Величезна наукова заслуга Миколая Коперника в тому, що він за-пропонував та обґрунтував геліоцентричну модель світобудови на противагу тогочасній геоцентричній моделі Птолемея. Теоретичні розмірковування М. Коперник доповнив власними спостереженнями: вимірюваннями положень Сонця, Місяця та планет; для цього він виготовив простий ручний інструмент — трикетрум, що складався із трьох градуйованих соснових планок.

Його перша наукова праця — «Міколая Коперника Малий коментар про гіпотези, що стосуються небесних рухів», у якій стисло (12 сторінок), без математичних викладок, сформульовано принципи геліоцентричної системи світу: Земля — не центр Всесвіту, але центр тяжіння для тіл на її поверхні та Місяця (Місяць — супутник Землі); Всесвіт (ним керують надприродні сили) обмежений у просторі, замкнутий усередині сфери нерухомих зір, котра розміщена на величезній відстані від планет, зокрема від Землі; у центрі Всесвіту міститься Сонце; Земля обертається навколо своєї осі; Земля та інші планети обертаються навколо Сонця.

Можна сказати, що М. Коперник обґрунтував істинність уявлень про Всесвіт, які суперечать так званому здоровому глуздові, тобто повсякденному досвіду людей. Такого роду уявлення зафіксовано ще з V ст. до н.е., зокрема їх сформулювали філософ піфагорової школи Філолай Кротонський (приблизно 470 — приблизно 400 до н. е.), філософ Луцій Сенека (4 до н. е. — 65 н. е.) та вчений, філософ і католицький кардинал Микола Кузанський (1401—1464).

Примірники «Малого коментаря» («*De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus*») в рукописних копіях М. Коперник розіслав своїм найближчим друзям, таким чином ознайомлюючи сучасників-учених з основними принципами

геліоцентричної моделі світу. Погляди польського астронома руйнували звичну геоцентричну систему світу Птолемея і здавалися настільки дивовижними, що над ними багато хто насміхався, хоча дехто і хвалив. Зокрема, високоосвічений та ерудований кардинал Капуї, німець Ніколаус фон Шонберг (Nikolaus von Schönberg, 1472—1537) у 1536 р. схвально відгукнувся про «Маллий коментар» і радив Коперникові опублікувати працю, де ці погляди викладені докладно. Схвалив модель світу Коперника і добре освічений папа Климент VII, який 1533 р. послухав на цю тему лекцію вченого Йоганна Відманштадта.

Однак польський учений дуже довго не наважувався публікувати свій трактат «Про обертання небесних сфер» («De revolutionibus orbium coelestium»), плід 30-річних розмірковувань, де він розвинув і обґрунтував геліоцентричну систему світу. Умовив М. Коперника зробити це його друг Тідеман Гізе (Tiedemann Giese, 1480—1550), єпископ Кульмський (м. Кульмськ тепер м. Хелмно в Польщі). Виданням трактату клопотався учень Коперника — німецький учений, професор математики Георг Ретік (Georg Rheticus, 1514—1574), пізніше цим зайнявся лютеранський богослов і астроном Андрій Оссіандер. Трактат вийшов друком накладом 1000 примірників 1543 р. в Нюрнберзі — через 11 років після того, як був завершений його рукопис. Г. Ретік надіслав учителеві примірник — і Міколай Коперник ще потримав його в руках за кілька годин до своєї смерті 24 травня 1543 р. (м. Фромборк).

Переслідування ідей Коперника з боку Католицької Церкви розпочалися тільки майже через століття, зокрема книжку «Про обертання небесних сфер» засудила конгрегація цензури 5 березня 1616 р. Відповідний акт підписали кардинал Сент-Сесіль, єпископ Альба та брат Мадлейн; тодішній Папа Римський Павло V не підписав його.

Чому М. Коперник так довго (понад 10 років) не публікував свій готовий рукопис трактату? Щодо цього були та є різні погляди. Зокрема, знаний український учений та історик науки Іван Климишин вважає, що основна причина така. М. Коперник, «помістивши» у центрі Всесвіту Сонце, дотримувався припущення, що планети рухаються навколо нього рівномірно по колових орбітах. А щоб пояснити всі нерівномірності руху Землі, інших планет і Місяця, він послугувався поняттям епіциклів, які нагромаджувалися один на одного. Можливо, М. Коперник інтуїтивно розумів, що його модель світобудови дещо неправильна, тому і зволікав з публікацією книжки «Про обертання небесних сфер» (див. [3], с. 233).

Крім геліоцентричної моделі світобудови, М. Коперник зробив ще багато важливого в астрономії. Зокрема, він привів дати давніх

спостережень астрономічних явищ (затемнення, поява комет тощо) до григоріанського календаря і на цій основі досить точно обчислив тривалість деяких астрономічних періодів, сам виконав спостереження 15 затемнень Сонця й Місяця, передбачив фази у Венери й Меркурія, установив причину прецесії та ін.

Докладніше про життя та вчення М. Коперника можна прочитати в статті М. В. Лашка у цьому випуску «Астрономічного календаря».

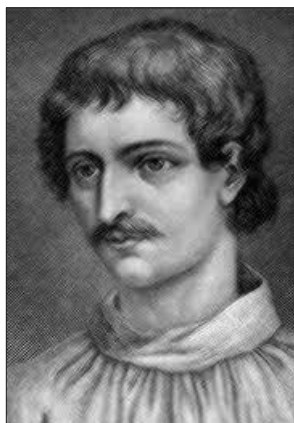
Насамкінець відмітимо, що тіло Міколая Коперника поховали у гробниці (фактично у братській могилі), у храмі на честь Св. Яна у м. Фромборку. Як пишуть деякі історики астрономії, згодом Наполеон своїм коштом поновив пам'ятник видатному астрономові. У наш час, 22 травня 2010 р. в кафедральному соборі м. Фромборка останки знаменитого вченого було поміщено у металевий саркофаг, облицьований сандаловим деревом, і урочисто перепоховано — у присутності видатних учених і представників влади Польщі; над гробом звели триметровий пам'ятник великому астрономові.

\*\*\*\*\*

Минає **475 років** від дня народження добре знаного італійського філософа **Джордано (Філіппо) Бруно**. «Астрономічний календар» уже публікував замітку про життя й праці цього мислителя з енциклопедичними знаннями («Астрономічний календар» [на] 1998 [р.]. — К. 1997. — С. 209—212), тому тут подамо тільки коротку довідку про нього.

Майбутній мислитель-ерудит народився 1548 р. в передмісті Ноли (поблизу м. Неаполя) в сім'ї дрібного дворянина, відставного офіцера Джованні Бруно та селянки Флауліси Саволіно.

З дитинства проявилися неабиякі здібності Філіппо до навчання, зокрема феноменальна пам'ять. Упродовж шести років юний ноланець вивчав у приватній гуманістичній школі Неаполя філософію, логіку, твори італійських гуманістів XIV—XV ст. Закінчивши цю школу, він 1565 р. став послушником домініканського монастиря Сан-Домініко Маджоре, у стінах якого був один з багатьох навчальних закладів Домініканського ордену, там також розміщувалася одна з найбільших у Європі книгозбірень. Через рік Філіппо був пострижений у ченці з іменем Джордано. У 1572 р. Джордано Бруно став свя-





шенником, через кілька років у Римі захистив докторську дисертацію (доктор римсько-католицького богослов'я).

У монастирі Джордано Бруно пробув 10 років. За цей час він опанував величезний обсяг знань. Молодий ерудит не був астрономом, проте із захопленням прочитав трактат М. Коперника і став палким прихильником геліоцентричної моделі світобудови.

Через деякі еретичні висловлювання та читання книжок, заборонених Католицькою Церквою, молодому філософові загрожував суд інквізиції. Тому в середині 1570-х рр. Джордано Бруно покинув Неаполь — почалися його 16-річні мандрування по Європі. Він побував у Римі, Тоскані, Генуї, Венеції, Падуї, Женеві, Тулузі, Парижі, Оксфорді. Італійський філософ намагався бувати в університетах, брав участь у диспутах, писав твори. Найбільш плідний часовий відтинок у житті Бруно — його перебування в Англії (2.5 року); там він видав свої діалоги, які згодом набули популярності. Також пошастило йому в Парижі: навіть здобув прихильність французького короля, став професором університету й мав можливість публікувати свої праці.

У творах «Про неохопне і незліченне» (один із її розділів має назву «Про світоч Міколая Коперника»), «Бенкет на попелі», «Про безконечність, всесвіт і світи» та ін. Джордано Бруно виклав свої погляди на будову Всесвіту: Всесвіт нескінченний у часі й просторі, однорідний (усе в ньому складається із п'яти елементів: землі, води, повітря, вогню та етеру), у Всесвіті діють одні й ті ж закони, в ньому є незліченна кількість сонць (зір) і планет, які не вічні, а виникають і через якийсь час перестають існувати. Зорі розміщені не на одній і тій же сфері, як вважав М. Коперник, а на різних відстанях від Сонця. Ці погляди слід сприймати як чисто філософські ідеї; наукових доказів для них Бруно не мав — тоді наука і не могла їх мати.

Італійський мислитель вважав, що всю природу пронизує так звана душа світу, яка зумовлює кожне явище природи, всі зміни у Всесвіті і головна особливість якої — загальний розум, тобто душа світу є діяльним, творчим началом Всесвіту.

Джордано Бруно виступав проти релігії взагалі, вважаючи, що вона перешкоджає розвиткові науки, проти Католицької Церкви, монастирських прибутків і маєтків, протестантських церков, гостро критикував священників.

У 1591 р. він повернувся до Італії, в Падую, потрапив до рук інквізиції та сім років перебував у тюрмах Венеції та Риму. Як впливає з протоколів допитів, основну увагу інквізитори зосередили на виступах Джордано Бруно проти маєтків монастирів, на його вимогах конфіскувати ці маєтки. При цьому на судовому процесі жод-



ного слова не прозвучало про вчення Коперника, також інквізиція не звинуватила Джордано Бруно за висловлювання ідей про поширеність життя у Всесвіті. Отже, всупереч усталеній думці, італійського мислителя інквізиція стратила (17 лютого 1600 р., Рим, Майдан Квітів) не за його астрономічні погляди.

\*\*\*\*\*

**175 років** тому, 25 вересня 1848 р., у с. Павловське Тверської губернії, у родині малозабезпеченого інженера, народився **Сергій Павлович Глазенап**.

Юний Сергій, закінчивши шість класів Тверської гімназії, поїхав до Петербурга, де продовжив навчання, заробляючи уроками на прожиття. Здобувши повну середню освіту, він вступив на математичне відділення Петербурзького університету, але невдовзі змушений був перервати навчання, бо супроводжував матір під час її лікування в Італії. У Римському університеті він відвідував лекції з математики й фізики, а після смерті матері повернувся у Петербург, де продовжив навчання в університеті, який закінчив 1870 р.

Серед навчальних предметів С. П. Глазенап найбільше зацікавився астрономією, яку тоді в Петербурзькому університеті викладав академік і професор О. М. Савич (1811—1883). Щоб якомога краще засвоїти астрономічні знання, С. П. Глазенап багато працював над математикою, зокрема здобув золоту медаль за роботу «Про арифметичні неперервні дроби».

Талановитого юнака залишили при університеті як стипендіата для підготовки до професорського звання, водночас зарахували позаштатним астрономом у Пулковську обсерваторію, де він виконав багато обчислювальних робіт, набувши у цій справі великого досвіду. Разом з тим С. П. Глазенап провадив і наукові дослідження: працював над одним із питань класичної астрометрії — затемнення супутників Юпітера. У рамках цієї роботи він перевіряв широко вживані тоді таблиці затемнень цих небесних тіл, що їх склав французький астроном М. Ш. Дамуазо (1768—1846), і вивів істотну поправку до них. Крім того, С. П. Глазенап у процесі цього дослідження дійшов висновку, що для коефіцієнта аберації точнішим є значення В. Я. Струве, ніж Деламбра.

Завдяки описаному вище ґрунтовному дослідженню з теорії затемнень супутників Юпітера ім'я С. П. Глазенапа стало відомим



серед науковців; відповідну працю було перекладено й видано французькою та англійською мовами, а молодий учений 1874 р. захистив дисертацію «Порівняння спостережень затемнень супутників Юпітера з таблицями затемнень і між собою» (рос.: «Сравнение наблюдений затмений спутников Юпитера с таблицами затмений и между собой») на здобуття ступеня магістра астрономії.

Наприкінці 1875 р. С. П. Глазенап обійняв посаду штатного молодшого астронома в Пулковській обсерваторії, а на початку 1877 р. звільнився з цієї роботи й став працювати як приват-доцент у Петербурзькому університеті. Згодом він обійняв посаду штатного доцента (1880 р.), а також очолив університетську катедру астрономії; з 1885 р. став екстраординарним, з 1889 р. — ординарним професором астрономії Петербурзького університету, а в 1887—1888 рр. був деканом фізико-математичного факультету. С. П. Глазенап викладав у цьому закладі до 1924 р. Упродовж кількох років він читав усі обов'язкові предмети програми з астрономії; його лекції були дуже успішними й збирали переповнені аудиторії, бо приходили студенти з різних факультетів (це вперше в історії Петербурзького університету). С. П. Глазенап багато клопотався про зведення обсерваторії при Петербурзькому університеті — в 1882 р. йому вдалося облаштувати невелику обсерваторію, яка з часом розширилася й збагатилася обладнанням, зокрема 1891 р. для неї придбано 9-дюймовий рефрактор Репсольда з нитяним мікрометром. С. П. Глазенап керував цією обсерваторією до 1913 р.

У 1870-х рр. учений став досліджувати питання щодо рефракційного відхилення світла в земній атмосфері. Раніше фахівці виходили з припущення, що в атмосфері Землі повітряні шари з різною щільністю розміщені концентрично — щільність зменшується з висотою над поверхнею. С. П. Глазенап, на основі того, що земна атмосфера не перебуває у стані спокою, через що повітряні шари з різною щільністю не розміщені строго концентрично, ввів поняття рефракційного відхилення, тобто відхилення від прийнятих величин рефракції, конкретніше: відхилення променів світла по азимуту через горизонтальну неоднорідність атмосфери — так звана бокова рефракція. На основі спостережень та обчислень він дійшов висновку, що рефракційне відхилення проявляє періодичність, і його можна врахувати, щоб отримати точніші результати спостережень. Учений виправив за рефракційне відхилення величини зоряних паралаксів, отримані іншими астрономами. За тематикою цього дослідження С. П. Глазенап захистив у Москві дисертацію «Рефракційне відхилення» (рос.: «Рефракционный уклон») на здобуття наукового ступеня доктора наук.

Ще один напрям наукових досліджень С. П. Глазенапа — подвійні зорі. Учений розробив спосіб визначення орбіт подвійних зір, зручніший від наявних до того. Він регулярно спостерігав подвійні зорі в університетській обсерваторії, при цьому влітку проводив спостереження у своєму маєтку Домкіно поблизу м. Лугі, у власноруч зведеної невеликій обсерваторії, куди привозив 9-дюймовий рефрактор із Петербурга. С. П. Глазенап першим організував астрономічні спостереження в Криму та на Кавказі, в умовах хорошого астроклімату. Зокрема, 1890 р. на південному березі Криму (Гурзуф) за допомогою пулковського 6-дюймового рефрактора виконав спостереження подвійних зір (майже 1000 спостережень). Трохи згодом, у 1892—1893 рр., на Кавказі (Грузія, Абастуман, висота 1400 м над рівнем моря) за допомогою 9-дюймового рефрактора Петербурзького університету він виконав 1200 спостережень подвійних зір, а також обчислив орбіти цих небесних тіл. За роботи стосовно подвійних зір ученого нагороджено премією Паризької АН.

С. П. Глазенап знаний внеском і у вивчення змінних зір. Він вважав за доцільне залучити до систематичних спостережень блиску змінних зір аматорів астрономії. Для цього у першому ж випуску «Известий Русского астрономического общества» вчений опублікував докладну інструкцію для спостережень цих об'єктів, якою згодом послуговувалися кілька поколінь спостерігачів.

С. П. Глазенап узяв участь в експедиції для спостережень проходження Венери перед диском Сонця (грудень 1874 р., Уссурійський край), де виконав спостереження за допомогою геліометра. У 1887 р. він організував та очолив експедицію в тодішню Ярославську губернію для спостережень повного сонячного затемнення, в ході якої здобув якісні знімки сонячної корони. Результати цих його спостережень спростували гіпотезу про існування найближчої до Сонця планети Вулкан.

За наукові заслуги С. П. Глазенапа обрано почесним членом Академії наук СРСР (1928 р.) та почесним членом багатьох наукових товариств; йому надано звання «Герой Праці» (1932 р.).

Неабиякий внесок С. П. Глазенапа у справу організації спостережень любителів астрономії та пропаганди астрономічних знань серед широкого загалу. Популяризаційну діяльність він розгорнув на початку 1880-х рр. і провадив її до кінця своїх днів; у 1888 р. він уперше прочитав цілий цикл публічних лекцій. На допомогу аматорам астрономії С. П. Глазенап поміщав у великій петербурзькій газеті регулярні астрономічні бюлетені з інформацією, коли і які астрономічні явища (затемнення Місяця й Сонця, протистояння планет, появи комет) можна спостерігати; там же були відомості про

найновіші відкриття з астрономії. Крім того, він опублікував цілу низку науково-популярних статей на тему астрономії в журналах «Русское Богатство», «Самообразование», «Природа и Люди» та ін. Великого успіху зажила його книжка «Друзьям и любителям астрономии». С. П. Глазенап — автор шкільних підручників і посібників, які широко застосовувалися свого часу, а також організатор і редактор перекладу російською мовою науково-популярних книжок Г. Клеймана (Г. Клейман «Астрономические вечера») та В. Мейера (В. Мейер «Мироздание»).

С. П. Глазенап доклав немало зусиль, щоб створити в Росії астрономічне товариство, яке випускало журнал (цю справу ініціював професор Казанського університету М. А. Ковальський у 1879 р.), та очолював його упродовж 1893—1905 рр. Журнал «Известия Русского астрономического общества» став першим у Росії астрономічним часописом; там могли публікуватися аматори астрономії та фахівці-початківці.

Ще одна царина діяльності С. П. Глазенапа — садівництво та бджільництво. Він досяг неабияких успіхів, вирощуючи яблуні на 20 га у маєтку Домкіно та розводячи там бджіл, навіть відкрив різновид шкідників плодових дерев; на тему бджільництва вчений опублікував десятки статей.

Помер С. П. Глазенап 12 квітня 1937 р.

\*\*\*\*\*

**125 років** тому, 6 травня 1898 р. у польському місті Радзиміні (неподалік Варшави) у родині Владислава Рибки, органіста місцевої парафіяльної церкви, та Леокадії, уродженої Хромінської, народився **Еугеніуш Рибка**. Невдовзі багатодітна сім'я В. Рибки переїхала до м. Скерневіце, де мешкала до 1905 р., після чого переселилася до містечка Озоркова Ленчицького повіту.

Спочатку Е. Рибка навчався вдома — оволодів грамотою, багато читав. У 1907 р. він пішов у школу, а впродовж 1911—1914 рр. відвідував російську гімназію у м. Гостиніні, де добре оволодів російською мовою. Далі юний Еугеніуш навчався самостійно (гімназію закрили через початок Першої світової війни) та в листопаді 1917 р. отримав атестат зрілості. Через рік він вступив до Краківського (Ягеллонського) університету на філософський факультет з наміром вивчати математику.

Е. Рибка побував на лекціях всього кілька днів (жовтень 1918 р.), бо пішов на війну добровольцем. Після закінчення унтерофіцерської школи у Львові (здобув звання капрала) його було відправлено на литовсько-білоруський фронт (кінець 1918 р.). У першій поло-

вині 1920 р. Е. Рибку звільнили з армії, щоб він міг продовжити навчання. Проте в липні того ж року, коли радянська армія підійшла до Варшави, юнак знову пішов служити добровольцем — цього разу його відправили до офіцерської школи у Познані. Е. Рибка закінчив її у листопаді 1920 р. і був звільнений з дійсної військової служби.

Е. Рибка повернувся до навчання в Краківському університеті, вирішивши обрати своїм фахом астрономію, якою захопився ще в шкільні роки. Тоді катедру астрономії університету та університетську обсерваторію очолював Тадеуш Банахевич (1882—1954). У червні 1921 р., на пропозицію Т. Банахевича, Е. Рибка став працювати на посаді обчислювача в обсерваторії, отримавши і житло при ній. Крім обчислювальних робіт, молодий астроном набував досвіду астрономічних і метеорологічних спостережень.

У вересні 1922 р. Е. Рибка одружився з варшав'янкою Марією Сераковською. Наступного року він з дружиною та сином Пшемиславом переїхав до Варшави, де в жовтні 1923 р. став на посаду асистента у Варшавській обсерваторії. Того ж року він закінчив університет.

У березні 1926 р. Е. Рибка захистив у Краківському університеті дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора філософії (вона стосується спостережень покриттів зір Місяцем, виконаних у Польщі на початку ХХ ст.), після чого обійняв посаду старшого асистента Варшавської обсерваторії.

У січні Е. Рибка 1930 р. був відряджений до Лейдена (Нідерланди), де під керівництвом відомого данського вченого Е. Герцшпрунга (1873—1967) пів року вивчав методи зоряної фотометрії (тоді у Польщі зоряну фотометрію ще не практикували), тоді ж склав великий фотометричний каталог зір кульового скупчення М3 (NGC 5271), що в сузір'ї Гончих Псів.

Повернувшись до Польщі, Е. Рибка організував у Варшавській обсерваторії фотометричний відділ. З цією метою він замовив у майстерні Лейденської обсерваторії мікрофотометр для вимірювання плівки та дифракційну решітку для об'єктива, одержавши які розпочав фотометричні спостереження.

У січні 1932 р. Е. Рибка переїхав до Львова і став читати лекції як доцент у Львівському університеті (офіційно призначений на посаду доцента у 1935 р.). Через деякий час він очолив катедру астрономії Львівського університету. Тоді ця катедра мала дуже скромне обладнання, так що не було можливості проводити наукові



дослідження. Е. Рибка організував невелику, але непогано обладнану обсерваторію при кафедрі астрономії, що дало змогу виконувати фотометричні спостереження. Львівською астрономічною обсерваторією при університеті він керував з 1932—1945 рр. Після цього Е. Рибка розпочав клопотання щодо будівництва астрономічної обсерваторії за містом (Львовом), але початок Другої світової війни завадив цьому.

У Львові Еугеніуш Рибка пережив радянську й німецьку окупації, навіть зазнав арешту з боку НКВС, як і інші польські професори; під арештом перебував з січня до серпня 1945 р. У вересні 1945 р., після того як було офіційно оголошено, що Львів залишається в межах СРСР, Е. Рибка з родиною виїхав до Кракова, а потім з Кракова переїхав до Вроцлава.

У Вроцлаві астрономічна обсерваторія не постраждала від бойових дій. Е. Рибка там головним чином продовжував свої варшавські дослідження: працював над визначенням фотовізуальних величин. До того він працював фотографічним методом, тепер же вирішив перейти на сучасніший — фотоелектричний метод, з яким ознайомився в обсерваторії Лейдена.

Е. Рибка налагодив наукові контакти з радянськими астрономами, зокрема реалізував у КрАО свою програму з фундаментальної фотоелектричної фотометрії, а також організував участь Вроцлавської обсерваторії в проведенні актуальних тоді спостережень для «Каталогу слабких зір» — програми, яку ініціювали астрономи з СРСР.

У лютому 1958 р. Е. Рибка з родиною переїхав до Кракова, де очолив кафедру астрономії в Ягеллонському університеті. З часом він організував у Кракові будівництво астрономічної обсерваторії Ягеллонського університету у форті Скала (до того там була спостережна станція, яку заснував Банахевич), офіційне відкриття якої відбулося в травні 1964 р. Е. Рибка керував нею до вересня 1968 р.

Еугеніуш Рибка — автор посібника «Загальна астрономія» (перші два видання: 1952 і 1957 рр.; сьоме видання: 1983 р.).

Крім досліджень у царинах астрофотометрії та змінних зір, Е. Рибці належить чималий науковий доробок з історії астрономії. Він опублікував праці «Міколай Коперник» (1967 р.), «Коперник» (у співавторстві з П. Рибкою; 1972 р.), «Чотириста років спадщини Коперника» (1964 р.) та ін.

У 1964—1970 рр. Е. Рибка був головою Комісії з історії астрономії (Комісія 41) Міжнародного астрономічного союзу (МАС), а з 1952 до 1958 рр. — віце-президентом МАС. Він активно популяризував астрономію у Польщі й Україні, зокрема впродовж 1921—1929 рр. багато уваги приділив роботі польського Товариства любителів астрономії. Е. Рибка був президентом польського Національного астрономічно-

го комітету (з 1952 р.) і почесним професором Братиславського університету.

Помер Еугеніуш Рибка 8 грудня 1988 р. у Вроцлаві.

\*\*\*\*\*

**50 років** тому, 3 листопада 1973 р., з космодрому на мисі Канаверал за допомогою ракети-носія «Атлас/Центавр» («Atlas SLV-3D/Centaur D-1A») здійснено успішний запуск американської автоматичної міжпланетної станції (АМС) «Маринер-10» («Mariner 10»); це сьомий успішний запуск зі серії «Маринер» і перший космічний апарат, виведений у космос для дослідження Меркурія.

На борту АМС була ціла низка наукових інструментів, зокрема дві ідентичні камери для роботи в оптичному й ультрафіолетовому діапазонах, інфрачервоний радіометр, ультрафіолетові спектрометри, магнітометр, комплект лічильників Гейгера — Мюллера для реєстрації заряджених частинок, аналізатор плазми (детектор сонячної плазми). Маса «Маринера-10» у момент запуску становила приблизно 500 кг (зокрема загальна маса наукових інструментів була близькою до 80 кг). На вершині корпусу АМС (він завдовжки 1.4 м) було дві сонячних панелі, кожна завдовжки 2.7 м і завширшки 1 м.

Головні цілі місії «Маринер-10» — вивчити атмосферу Меркурія (якщо вона є) та Венери, дослідити поверхні, фізичні характеристики, а також околиці обох цих планет з пролітної траєкторії.

Покинувши околиці Землі, АМС невдовзі надіслала різучі зображення нашої планети й Місяця. Через деякий час, 13 листопада 1973 р. й 21 січня 1974 р. виконано корекцію орбіти «Маринера-10», після чого АМС стала зближуватися з Венерою для гравітаційного маневру. У перші дні лютого 1974 р. АМС почала надсилати зображення красуні-планети; на першому з них видно тонкий яскравий термінатор — межу між денним і нічним боком.

АМС пролетіла біля Венери для зміни своїх швидкості й траєкторії (щоб досягти Меркурія), при цьому передала важливу наукову інформацію про планету (уточнено масу Венери, підтверджено відсутність у неї магнітного поля) та 4165 зображень Венери. Мінімальна відстань до Венери при зближенні становила 5768 км.

У березні 1974 р. «Маринер-10» уперше досяг околиць Меркурія. Передані з борту АМС знімки показали, що поверхня цієї планети дуже схожа на поверхню Місяця: є кратери, гірські хребти тощо. Магнітометри виявили слабке магнітне поле навколо Меркурія, а радіометр передав виміряні значення температури: на



нічному боці вона становила  $-183^{\circ}\text{C}$ , а на денному сягала  $+187^{\circ}\text{C}$ . Підійшовши 29 березня 1974 р. на 703 км до Меркурія, АМС передала інформацію, яка вказувала на відсутність у нього атмосфери чи іоносфери.

Після цього «Маринер-10» попрямував до Сонця, зробив навколо нього петлю і знову полетів до Меркурія (при цьому було три корекції курсу). Другий проліт припав на 21 вересня 1974 р., відстань до планети становила приблизно 48 тис. км. АМС передала зображення району південного полюса Меркурія.

Третій, найближчий, проліт «Маринера-10» біля Меркурія відбувся 16 березня 1975 р. — АМС підійшла на 327 км до його поверхні і надіслала на Землю 300 зображень з високим розділенням. Але через помилки при передаванні та обмеження на швидкість отримання даних вдалося отримати тільки центральну частину кожного з цих зображень.

Останній контакт фахівців з «Маринером-10» відбувся 24 березня 1975 р. — після цього АМС вичерпала запас газу для контролю орієнтації в просторі.

Загалом під час трьох прольотів Меркурія «Маринер-10» надіслав понад 2700 зображень, які охопили приблизно половину його поверхні. На деяких знімках видно деталі завширшки 100 м. Однією з найбільш різючих рис меркуріанської поверхні став Басейн Калоріс (2500 км у поперечнику) з низкою концентричних кілець і виступів.

АМС «Маринер-10» — перший космічний апарат, що «використав» сонячний вітер як основний засіб для орієнтації під час польоту, перший космічний апарат, який дослідив дві планети і надіслав дані стосовно довгоперіодичної комети (комета С/1973 Е1 Kohoutek; січень 1974 р.).

До 2008 р. «Маринер-10» був єдиним апаратом, який дослідив і відзняв Меркурій зблизька. Наступною АМС для вивчення Меркурія стала американська АМС MESSENGER, запущена в космос у серпні 2004 р.; у січні й жовтні 2008 р. та у вересні 2009 р. вона наблизилася до Меркурія, а у березні 2011 р. вийшла на навколомеркуріанську орбіту (див. «Астрономічний календар» на 2012 р. — Київ, 2011. — С. 289—296).

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Азархин В. А., Горский В. С. Научная истина и судьба учёного. — К.: «Наукова думка», 1984. 176 с.
2. Астрономы России (1917—2017). Науч. ред. А. М. Черепашук. Казань: Казан. фед. ун-т, 2017. 568 с.



3. Климишин І. А. Історія астрономії. 2-ге, випр. вид. Івано-Франківськ: «Гостинець», 2006. 652 с.
4. Колчинский И. Г., Корсунь А. А., Родригес М. Г. Астрономы (биографический справочник). 2-е изд. К.: «Наукова думка», 1986. 512 с.
5. Перель Ю. Г. Выдающиеся русские астрономы. М.; Л.: Гостехиздат, 1951. 216 с.
6. Mariner 10. URL: <https://solarsystem.nasa.gov/missions/mariner-10/in-depth/>
7. Rybka Eugeniusz. Autobiografia. URL: <http://www.wiw.pl/wielcy/kwartalnik/rybkaeugeniusz.asp>

The first part of the almanac gives the 2023 calendar, description of calendar systems used by various peoples in the world, ephemerides for the Sun, the Moon, and planets, moments of rising and setting for the Sun and the Moon, planetary configurations, the visibility of planets and Jupiter's satellites on the sky, some data on variable stars, comets, occultations of stars by the Moon and asteroids, meteor showers, eclipses, and other celestial phenomena.

The second part informs us on memorable dates in history of astronomy and cosmonautics.

The almanac may be used as a handbook by specialists in astronomy and related sciences, by school teachers, students, pupils, amateur astronomers etc.

*Науково-популярне видання*

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ  
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

**АСТРОНОМІЧНИЙ  
КАЛЕНДАР  
2023**

Випуск шістдесят дев'ятий

Видається з 1948 р.

Редактори *К. М. Ненахова, В. М. Клименко*

Коректори *К. М. Ненахова, О. В. Клименко*

Комп'ютерна верстка *С. В. Кубарева*

Підписано до друку 26.12.2022. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 14,71. Обл.-вид. арк. 15,20.

Тираж 100 прим. Зам. № 6839

---

Видавець і виготовлювач  
Видавничий дім «Академперіодика» НАН України  
01024, Київ, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.