

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ  
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

# АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР

**2025**

Випуск сімдесят перший

Видається з 1948 р.

КИЇВ  
АКАДЕМПЕРІОДИКА  
2024

УДК 52(059)

**Астрономічний календар. 2025** / ред. кол.: А. П. Відьмаченко (голов. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ: Академперіодика, 2024. — 241 с.

У довідковій частині щорічника наведено таблиць-календар на 2025 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 кульмінації і фази Місяця, планетні конфігурації, відомості про видимість на небі великих планет і галілеєвих супутників Юпітера, про туманності, комети, покриття зір Місяцем, метеорні потоки, затемнення та про інші небесні явища.

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 № 15 від 17.10.2024)*

На першій сторінці обкладинки — зміна видимості кілець Сатурна (див. статтю А. П. Відьмаченка, О. В. Мороженка, с. 179)

ISBN 978-966-360-522-7

© Головна астрономічна обсерваторія  
НАН України, 2024

© Академперіодика, оформлення, 2024

---

---

## ЗМІСТ

<b>ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2025 РОКУ</b> .....	6
<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	7
<b>ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР НА 2025 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 перигей і апогей .....	75
Проходження Місяця через вузли своєї орбіти .....	76
Ефемериди для фізичних спостережень Сонця .....	77
Ефемериди для фізичних спостережень Місяця .....	78
<b>ПЛАНЕТИ</b> .....	82
Меркурій .....	82
Венера .....	84
Марс .....	85
Юпітер .....	86
Сатурн .....	87
Уран .....	88
Нептун .....	89
Планетні конфігурації .....	91
Сполучення планет .....	92
Сполучення планет із Місяцем .....	92
Ефемериди планет .....	95

Видимість яскравих планет на широті $50^\circ$ .....	104
Геліоцентричні довготи ( $l$ ) і відстані ( $r$ ) планет, геоцентричні відстані ( $\rho$ ) ..	108
Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти $50^\circ$ .....	112
Галілеєві супутники Юпітера .....	115
Середні елементи орбіт планет на епоху $J2000.0$ .....	122
Фізичні характеристики планет Сонячної системи .....	122
<b>КОМЕТИ</b> .....	123
Видимість комет упродовж 2025 р. ....	123
Комети, які проходять перигелій у 2025 р. ....	127
Елементи кометних орбіт .....	129
Ефемериди комет. ....	131
<b>МЕТЕОРНІ ПОТОКИ</b> .....	133
Основні метеорні потоки .....	134
Горизонтальні координати радіантів метеорних потоків .....	135
<b>ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ</b> .....	145
Розсіяні зоряні скупчення .....	146
Кульові зоряні скупчення .....	147
Галактики .....	148
Туманності .....	148
<b>ЗАТЕМНЕННЯ</b> .....	150
Повне місячне затемнення 14 березня 2025 р. ....	150
Часткове сонячне затемнення 29 березня 2025 р. ....	152
Повне місячне затемнення 7 вересня 2025 р. ....	154
Часткове сонячне затемнення 21 вересня 2025 р. ....	158
Покриття зір і планет Місяцем .....	159
Зорі до 6.1 зоряної величини, покриття яких можна спостерігати в Україні 2025 р. ....	161
Обставини покриттів зір і планет Місяцем .....	162
<b>ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ</b> .....	168
Азимуті Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот .....	168
Середня рефракція .....	169
Переведення часток доби у години, хвилини та секунди .....	169
Переведення годин і хвилин у частки доби .....	170
Кількість юліанських діб від початку юліанського періоду до 12 год нульового дня кожного місяця .....	170
Поправки для перетворення проміжків сонячного середнього часу на зоряний та зоряного часу на середній .....	171
Широти та довготи деяких міст України .....	172

<b>ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ</b> .....	173
<b>ПОДІЇ, ЯВИЩА, ФАКТИ</b> .....	179
Чергове «зникнення» кілець Сатурна у 2025 році — <i>А. П. Відьмаченко,</i> <i>О. В. Мороженко</i> .....	179
До 95-ї річниці відкриття Плутона — <i>А. П. Відьмаченко</i> .....	190
Телескоп SkyMarper — <i>С. А. Борисенко</i> .....	197
І все-таки вони розбігаються (До 55-річчя з дня смерті Весто Слайфера) — <i>М. В. Лашко</i> .....	201
<b>З ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ</b> .....	207
Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики — <i>Л. М. Свачій</i> .....	207
<b>МЕМОРІАЛ</b> .....	237
Тарадій Володимир Кирилович .....	237

---

---

## ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2025 РОКУ

### 68—69-й роки космічної ери

- Початок тропічного року В 2025.0** — 31 грудня 2024 р.  
о 2 год 07 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в перигелії** — 4 січня о 7 год 57 хв (за всесвітнім часом).
- Весняне рівнодення** (початок астрономічної весни) — 20 березня  
о 9 год 02 хв (за всесвітнім часом).
- Літнє сонцестояння** (початок астрономічного літа) — 21 червня  
о 2 год 42 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в афелії** — 3 липня о 22 год 18 хв (за всесвітнім часом).
- Осіньне рівнодення** (початок астрономічної осені) — 22 вересня  
о 18 год 20 хв (за всесвітнім часом).
- Зимове сонцестояння** (початок астрономічної зими) — 21 грудня  
о 15 год 03 хв (за всесвітнім часом).

### ЗАТЕМНЕННЯ

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Повне місячне затемнення</i>    | 14 березня (в Україні не видно). |
| <i>Часткове сонячне затемнення</i> | 29 березня (в Україні видно).    |
| <i>Повне місячне затемнення</i>    | 7 вересня (в Україні видно).     |
| <i>Часткове сонячне затемнення</i> | 21 вересня (в Україні не видно). |

### КОМЕТИ

*С/2023 А3 (Цзицзіншань — АТЛАС)* (січень — перша половина лютого), *333Р/ЛІНЕАР* (січень), *414Р/СТЕРЕО* (червень — вересень), *24Р/Шомасс* (жовтень — грудень), *210Р/Крістенсен* (грудень).

### МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

*Квадрантиди* (січень, максимум 2—4.І), *Віргініди* (лютий — травень, максимум 3.ІІ—18.ІV), *Ліриди* (квітень, максимум 21.ІV), *η-Аквариди* (квітень — травень, максимум 4—6.V), *Арістиди* (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 71-му випуску «Астрономічного календаря» подано відомості довідкового й інформаційного характеру про небесні світила та явища впродовж 2025 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; ефемериди для фізичних спостережень Сонця; ефемериди для фізичних спостережень Місяця; азимуту Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот), **К. М. Ненахова** (основні астрономічні події 2025 р.; таблиць-календар; довідник спостерігача; хронологія — календарі; основні дані про Землю; ефемериди Сонця й Місяця; схід і захід Сонця; поправки часу сходу Сонця; азимуту 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; ефемериди планет; видимість яскравих планет; кількість юліанських днів; допоміжні таблиці; пояснення до табличної частини календаря; разом із **В. Й. Мазуром** — схід, кульмінація та захід Місяця; разом із **І. П. Крячком** — видимість планет на небосхилі); **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 «Чергове «зникнення» кілець Сатурна у 2025 році» (**А. П. Відьмаченко, О. В. Мороженко**), «До 95-ї річниці відкриття Плутона» (**А. П. Відьмаченко**), «Телескоп SkyMapper» (**С. А. Борисенко**), «І все-таки вони розбігаються (До 55-річчя з дня смерті Весто Слайфера)» — (**М. В. Лашко**). У розділі «З історії астрономії» вміщено статтю «Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики» (**Л. М. Свачій**).

Редколегія «Астрономічного календаря» висловлює щиру 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 2025 рік**

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 ...
Січень				Лютий				Березень			
1	Ср	1	676.5	1	Сб	32	707.5	1	Сб	60	735.5
2	Чт	2	677.5	2	Нд	33	708.5	2	Нд	61	736.5
3	Пт	3	678.5								
4	Сб	4	679.5	3	Пн	34	709.5	3	Пн	62	737.5
5	Нд	5	680.5	4	Вт	35	710.5	4	Вт	63	738.5
				5	Ср	36	711.5	5	Ср	64	739.5
6	Пн	6	681.5	6	Чт	37	712.5	6	Чт	65	740.5
7	Вт	7	682.5	7	Пт	38	713.5	7	Пт	66	741.5
8	Ср	8	683.5	8	Сб	39	714.5	8	Сб	67	742.5
9	Чт	9	684.5	9	Нд	40	715.5	9	Нд	68	743.5
10	Пт	10	685.5								
11	Сб	11	686.5	10	Пн	41	716.5	10	Пн	69	744.5
12	Нд	12	687.5	11	Вт	42	717.5	11	Вт	70	745.5
				12	Ср	43	718.5	12	Ср	71	746.5
13	Пн	13	688.5	13	Чт	44	719.5	13	Чт	72	747.5
14	Вт	14	689.5	14	Пт	45	720.5	14	Пт	73	748.5
15	Ср	15	690.5	15	Сб	46	721.5	15	Сб	74	749.5
16	Чт	16	691.5	16	Нд	47	722.5	16	Нд	75	750.5
17	Пт	17	692.5								
18	Сб	18	693.5	17	Пн	48	723.5	17	Пн	76	751.5
19	Нд	19	694.5	18	Вт	49	724.5	18	Вт	77	752.5
				19	Ср	50	725.5	19	Ср	78	753.5
20	Пн	20	695.5	20	Чт	51	726.5	20	Чт	79	754.5
21	Вт	21	696.5	21	Пт	52	727.5	21	Пт	80	755.5
22	Ср	22	697.5	22	Сб	53	728.5	22	Сб	81	756.5
23	Чт	23	698.5	23	Нд	54	729.5	23	Нд	82	757.5
24	Пт	24	699.5								
25	Сб	25	700.5	24	Пн	55	730.5	24	Пн	83	758.5
26	Нд	26	701.5	25	Вт	56	731.5	25	Вт	84	759.5
				26	Ср	57	732.5	26	Ср	85	760.5
27	Пн	27	702.5	27	Чт	58	733.5	27	Чт	86	761.5
28	Вт	28	703.5	28	Пт	59	734.5	28	Пт	87	762.5
29	Ср	29	704.5					29	Сб	88	763.5
30	Чт	30	705.5					30	Нд	89	764.5
31	Пт	31	706.5					31	Пн	90	765.5

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 ...
Квітень				Травень				Червень			
1	Вт	91	766.5	1	Чт	121	796.5	1	Нд	152	827.5
2	Ср	92	767.5	2	Пт	122	797.5				
3	Чт	93	768.5	3	Сб	123	798.5	2	Пн	153	828.5
4	Пт	94	769.5	4	Нд	124	799.5	3	Вт	154	829.5
5	Сб	95	770.5					4	Ср	155	830.5
6	Нд	96	771.5	5	Пн	125	800.5	5	Чт	156	831.5
				6	Вт	126	801.5	6	Пт	157	832.5
7	Пн	97	772.5	7	Ср	127	802.5	7	Сб	158	833.5
8	Вт	98	773.5	8	Чт	128	803.5	8	Нд	159	834.5
9	Ср	99	774.5	9	Пт	129	804.5				
10	Чт	100	775.5	10	Сб	130	805.5	9	Пн	160	835.5
11	Пт	101	776.5	11	Нд	131	806.5	10	Вт	161	836.5
12	Сб	102	777.5					11	Ср	162	837.5
13	Нд	103	778.5	12	Пн	132	807.5	12	Чт	163	838.5
				13	Вт	133	808.5	13	Пт	164	839.5
14	Пн	104	779.5	14	Ср	134	809.5	14	Сб	165	840.5
15	Вт	105	780.5	15	Чт	135	810.5	15	Нд	166	841.5
16	Ср	106	781.5	16	Пт	136	811.5				
17	Чт	107	782.5	17	Сб	137	812.5	16	Пн	167	842.5
18	Пт	108	783.5	18	Нд	138	813.5	17	Вт	168	843.5
19	Сб	109	784.5					18	Ср	169	844.5
20	Нд	110	785.5	19	Пн	139	814.5	19	Чт	170	845.5
				20	Вт	140	815.5	20	Пт	171	846.5
21	Пн	111	786.5	21	Ср	141	816.5	21	Сб	172	847.5
22	Вт	112	787.5	22	Чт	142	817.5	22	Нд	173	848.5
23	Ср	113	788.5	23	Пт	143	818.5				
24	Чт	114	789.5	24	Сб	144	819.5	23	Пн	174	849.5
25	Пт	115	790.5	25	Нд	145	820.5	24	Вт	175	850.5
26	Сб	116	791.5					25	Ср	176	851.5
27	Нд	117	792.5	26	Пн	146	821.5	26	Чт	177	852.5
				27	Вт	147	822.5	27	Пт	178	853.5
28	Пн	118	793.5	28	Ср	148	823.5	28	Сб	179	854.5
29	Вт	119	794.5	29	Чт	149	824.5	29	Нд	180	855.5
30	Ср	120	795.5	30	Пт	150	825.5				
				31	Сб	151	826.5	30	Пн	181	856.5

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	Вт	182	857.5	1	Пт	213	888.5	1	Пн	244	919.5
2	Ср	183	858.5	2	Сб	214	889.5	2	Вт	245	920.5
3	Чт	184	859.5	3	Нд	215	890.5	3	Ср	246	921.5
4	Пт	185	860.5					4	Чт	247	922.5
5	Сб	186	861.5	4	Пн	216	891.5	5	Пт	248	923.5
6	Нд	187	862.5	5	Вт	217	892.5	6	Сб	249	924.5
				6	Ср	218	893.5	7	Нд	250	925.5
7	Пн	188	863.5	7	Чт	219	894.5				
8	Вт	189	864.5	8	Пт	220	895.5	8	Пн	251	926.5
9	Ср	190	865.5	9	Сб	221	896.5	9	Вт	252	927.5
10	Чт	191	866.5	10	Нд	222	897.5	10	Ср	253	928.5
11	Пт	192	867.5					11	Чт	254	929.5
12	Сб	193	868.5	11	Пн	223	898.5	12	Пт	255	930.5
13	Нд	194	869.5	12	Вт	224	899.5	13	Сб	256	931.5
				13	Ср	225	900.5	14	Нд	257	932.5
14	Пн	195	870.5	14	Чт	226	901.5				
15	Вт	196	871.5	15	Пт	227	902.5	15	Пн	258	933.5
16	Ср	197	872.5	16	Сб	228	903.5	16	Вт	259	934.5
17	Чт	198	873.5	17	Нд	229	904.5	17	Ср	260	935.5
18	Пт	199	874.5					18	Чт	261	936.5
19	Сб	200	875.5	18	Пн	230	905.5	19	Пт	262	937.5
20	Нд	201	876.5	19	Вт	231	906.5	20	Сб	263	938.5
				20	Ср	232	907.5	21	Нд	264	939.5
21	Пн	202	877.5	21	Чт	233	908.5				
22	Вт	203	878.5	22	Пт	234	909.5	22	Пн	265	940.5
23	Ср	204	879.5	23	Сб	235	910.5	23	Вт	266	941.5
24	Чт	205	880.5	24	Нд	236	911.5	24	Ср	267	942.5
25	Пт	206	881.5					25	Чт	268	943.5
26	Сб	207	882.5	25	Пн	237	912.5	26	Пт	269	944.5
27	Нд	208	883.5	26	Вт	238	913.5	27	Сб	270	945.5
				27	Ср	239	914.5	28	Нд	271	946.5
28	Пн	209	884.5	28	Чт	240	915.5				
29	Вт	210	885.5	29	Пт	241	916.5	29	Пн	272	947.5
30	Ср	211	886.5	30	Сб	242	917.5	30	Вт	273	948.5
31	Чт	212	887.5	31	Нд	243	918.5				

Закінчення таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер лобі від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер лобі від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер лобі від початку року	JD2461 ...
Жовтень				Листопад				Грудень			
1	Ср	274	949.5	1	Сб	305	980.5	1	Пн	335	010.5
2	Чт	275	950.5	2	Нд	306	981.5	2	Вт	336	011.5
3	Пт	276	951.5					3	Ср	337	012.5
4	Сб	277	952.5	3	Пн	307	982.5	4	Чт	338	013.5
5	Нд	278	953.5	4	Вт	308	983.5	5	Пт	339	014.5
				5	Ср	309	984.5	6	Сб	340	015.5
6	Пн	279	954.5	6	Чт	310	985.5	7	Нд	341	016.5
7	Вт	280	955.5	7	Пт	311	986.5				
8	Ср	281	956.5	8	Сб	312	987.5	8	Пн	342	017.5
9	Чт	282	957.5	9	Нд	313	988.5	9	Вт	343	018.5
10	Пт	283	958.5					10	Ср	344	019.5
11	Сб	284	959.5	10	Пн	314	989.5	11	Чт	345	020.5
12	Нд	285	960.5	11	Вт	315	990.5	12	Пт	346	021.5
				12	Ср	316	991.5	13	Сб	347	022.5
13	Пн	286	961.5	13	Чт	317	992.5	14	Нд	348	023.5
14	Вт	287	962.5	14	Пт	318	993.5				
15	Ср	288	963.5	15	Сб	319	994.5	15	Пн	349	024.5
16	Чт	289	964.5	16	Нд	320	995.5	16	Вт	350	025.5
17	Пт	290	965.5					17	Ср	351	026.5
18	Сб	291	966.5	17	Пн	321	996.5	18	Чт	352	027.5
19	Нд	292	967.5	18	Вт	322	997.5	19	Пт	353	028.5
				19	Ср	323	998.5	20	Сб	354	029.5
20	Пн	293	968.5	20	Чт	324	999.5	21	Нд	355	030.5
21	Вт	294	969.5	21	Пт	325	000.5*				
22	Ср	295	970.5	22	Сб	326	001.5*	22	Пн	356	031.5
23	Чт	296	971.5	23	Нд	327	002.5*	23	Вт	357	032.5
24	Пт	297	972.5					24	Ср	358	033.5
25	Сб	298	973.5	24	Пн	328	003.5*	25	Чт	359	034.5
26	Нд	299	974.5	25	Вт	329	004.5*	26	Пт	360	035.5
				26	Ср	330	005.5*	27	Сб	361	036.5
27	Пн	300	975.5	27	Чт	331	006.5*	28	Нд	362	037.5
28	Вт	301	976.5	28	Пт	332	007.5*				
29	Ср	302	977.5	29	Сб	333	008.5*	29	Пн	363	038.5
30	Чт	303	978.5	30	Нд	334	009.5*	30	Вт	364	039.5
31	Пт	304	979.5					31	Ср	365	040.5

\*Увага! Для 21—30 листопада перші чотири цифри юліанських діб мають бути 2461...

## 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 (уранці, перша половина місяця); Венера (увечері); Марс (цілу ніч); Юпітер (на початку місяця — цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — звечора й до середини другої половини ночі); Сатурн (увечері); Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (на початку місяця — перша половина ночі, наприкінці місяця — звечора).

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

Земля в перигелії: — 4.I о 7 год 57 хв.

Фази Місяця: перша чверть — 6.I, повний Місяць — 13.I, остання чверть — 21.I, новий Місяць — 29.I.

Місяць у перигеї — 7.I, в апогеї — 21.I.

Комети: *C/2023 A3 (Цзицзіншань — АТЛАС)*, *333P/ЛІНЕАР*.

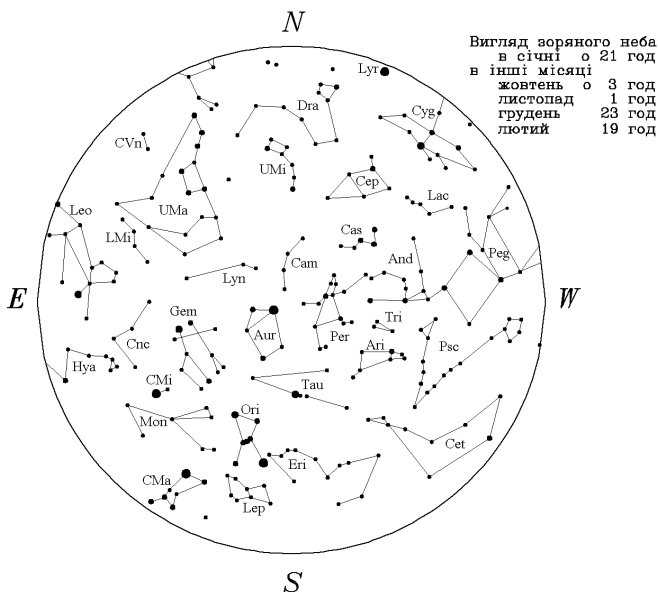
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ Овна, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака.

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 (увечері, остання десятиденка місяця); Венера (увечері); Марс (цілу ніч, крім уранішніх годин); Юпітер (звечора й до середини другої половини ночі); Сатурн (увечері); Уран (звечора й до середини другої половини ночі; наприкінці місяця — перша половина ночі); Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Віргініди (друга половина місяця).

Фази Місяця: перша чверть — 5.ІІ, повний Місяць — 12.ІІ, остання чверть — 20.ІІ, новий Місяць — 28.ІІ.

Місяць у перигеї — 2.ІІ, в апогеї — 18.ІІ.

Комети: *C/2023 A3 (Цзицзіншань — АТЛАС)*.

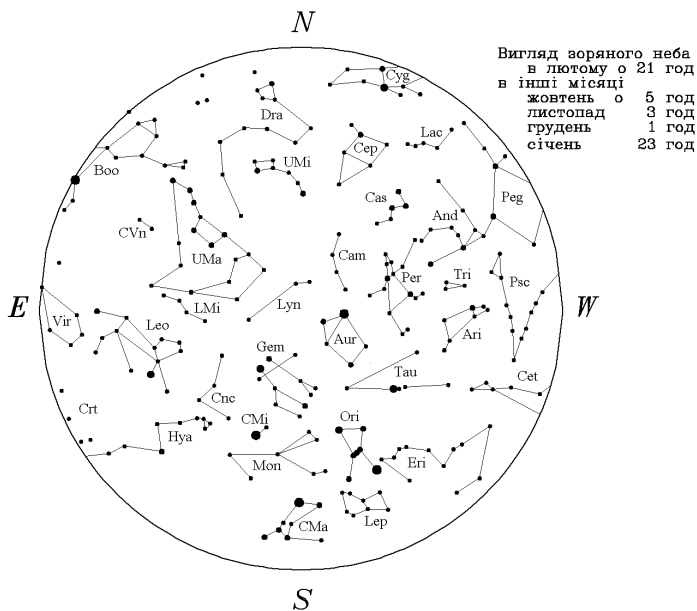
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, γ, 54 Лева, χ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів.

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.







## Квітень

Видимість планет: Меркурій (уранці; перша половина місяця, крім першої п'ятиденки); Венера (уранці); Марс (звечора й до середини другої половини ночі); Юпітер (на початку місяця — перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері); Сатурн (уранці — після першої десятиденки місяця); Уран (увечері); Нептун (уранці — друга половина місяця).

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

Фази Місяця: перша чверть — 5.IV, повний Місяць — 13.IV, остання чверть — 21.IV, новий Місяць — 27.IV.

Місяць в апогеї — 13.IV, у перигеї — 27.IV.

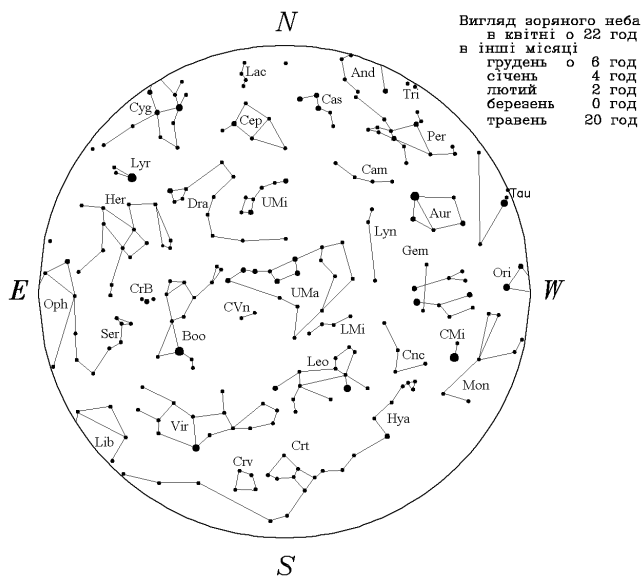
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\tau$ ,  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  Лебедя,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\epsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона.

Зоряні скупчення: Ясла.

Туманності: у сузір'ях Змієносеця, 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 (уранці); Марс (перша половина ночі); Юпітер (увечері); Сатурн (уранці); Уран (увечері — упродовж першого тижня місяця); Нептун (уранці).

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

Фази Місяця: перша чверть — 4.V, повний Місяць — 12.V, остання чверть — 20.V, новий Місяць — 27.V.

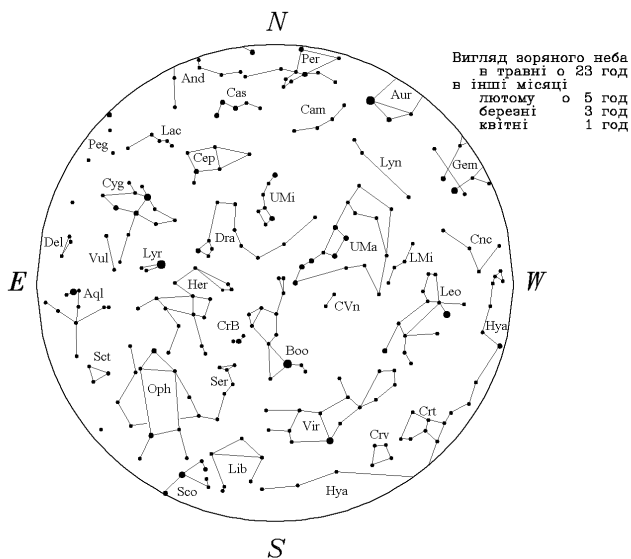
Місяць в апогеї — 11.V, у перигеї — 26.V.

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

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносеця, 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 (увечері — цілий місяць, крім першої п'ятиденки); Венера (уранці); Марс (перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері); Юпітер (упродовж першого тижня — увечері); Сатурн (на початку місяця — уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Уран (уранці — після першої п'ятиденки місяця); Нептун (на початку місяця — уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі).

Метеорні потоки: Арієтиди, максимум 7.VI.

Фази Місяця: перша чверть — 3.VI, повний Місяць — 11.VI, остання чверть — 18.VI, новий Місяць — 25.VI.

Місяць в апогеї — 7.VI, у перигеї — 23.VI.

Літнє сонцестояння: 21.VI, 2 год 42 хв. Початок літа.

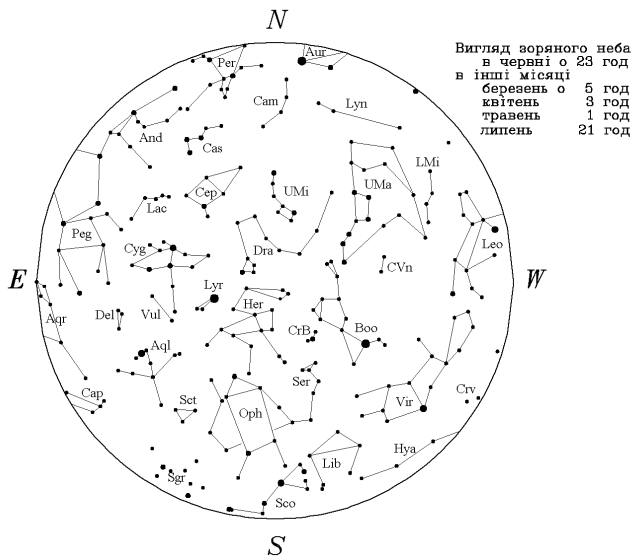
Комети: **41AP/СТЕРЕО**.

Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$ , 54 Лева,  $\tau$ ,  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\lambda$  Лебедя,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\epsilon$  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, Змієноця, 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 — перша половина місяця); Венера (уранці); Марс (увечері); Юпітер (уранці — майже цілий місяць, крім першого тижня); Сатурн (на початку місяця — упродовж другої половини ночі; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Уран (на початку місяця — уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Нептун (на початку місяця — упродовж другої половини ночі; 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: 3.VII, о 22 год 18 хв.

Фази Місяця: перша чверть — 2.VII, повний Місяць — 10.VII, остання чверть — 18.VII, новий Місяць — 24.VII.

Місяць в апогеї — 5.VII, у перигеї — 20.VII.

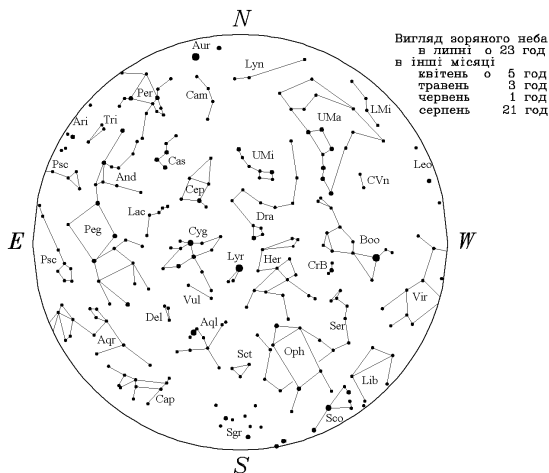
Комети: **41AP/СТЕРО**.

Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\xi$ ,  $\epsilon$  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, Змієносеця, Стрільця, Ліри, Водоля та Лебедя.

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 (уранці — цілий місяць, крім першого тижня); Венера (уранці); Марс (увечері); Юпітер (уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Сатурн (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Уран (на початку місяця — друга половина ночі; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (майже цілу 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: перша чверть — 1.VIII, повний Місяць — 9.VIII, остання чверть — 16.VIII, новий Місяць — 23.VIII, перша чверть — 31.VIII.

Місяць в апогеї — 1.VIII та 29.VIII, у перигеї — 14.VIII.

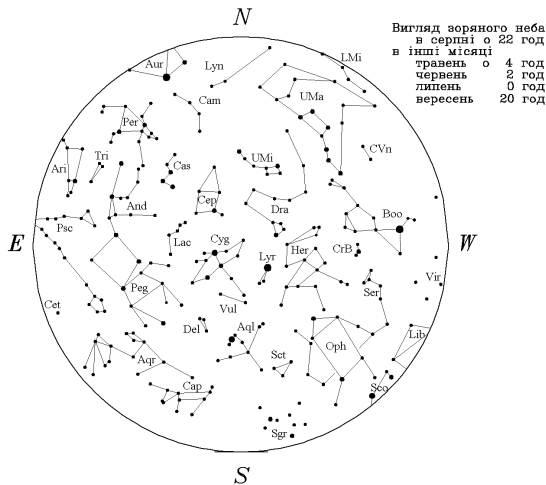
Комети: **41AP/СТЕРЕО**.

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, Лебедя, Ліри, Лисички та Водоля.

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, упродовж першого тижня); Венера (уранці); Марс (увечері); Юпітер (друга половина ночі); Сатурн (цілу ніч); Уран (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (усю ніч).

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

Фази Місяця: повний Місяць — 7.IX, остання чверть — 14.IX, новий Місяць — 21.IX, перша чверть — 29.IX.

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

Осіньне рівнодення: 22.IX, 18 год 20 хв. Початок осені.

Повне місячне затемнення — 7 вересня (в Україні видно).

Часткове сонячне затемнення — 21 вересня (в Україні не видно).

Комети: **414P/СТЕРЕО**.

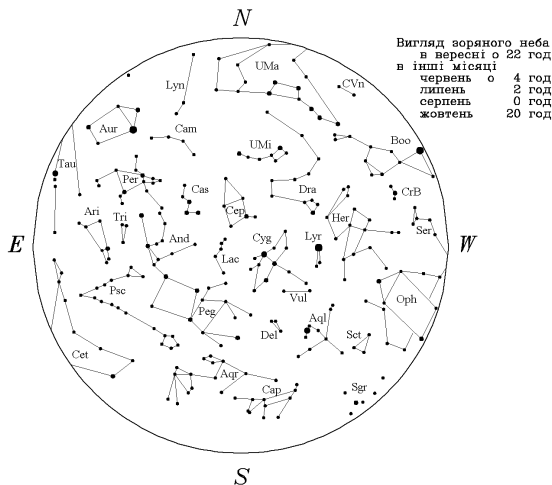
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\zeta$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\theta$  Змії,  $\zeta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$ 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

Зоряні скупчення: Гіади.

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

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

Молочний Шлях проходить зі сходу на захід через зеніт.



## Жовтень

Видимість планет: Меркурій (увечері, упродовж останнього тижня); Венера (уранці); Марс (увечері), Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (на початку місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — звечора й до середини другої половини ночі); Уран (цілу ніч); Нептун (цілу ніч, наприкінці місяця — 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: повний Місяць — 7.X, остання чверть — 13.X, новий Місяць — 21.X, перша чверть — 29.X.

Місяць у перигеї — 8.X, в апогеї — 23.X.

Комети: *24P/Шумасс*.

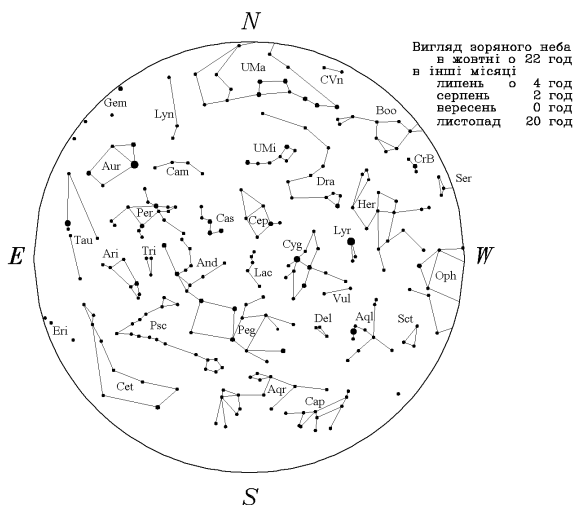
Подвійні зорі:  $\zeta$ ,  $\xi$  Великої Ведмедиці,  $\gamma$  Дельфіна,  $\kappa^2$ ,  $\pi$ ,  $\zeta$ ,  $\varepsilon$  Волопаса,  $\psi$  Дракона,  $\xi$  Цефея,  $\eta$  Персея,  $\alpha$  Гончих Псів,  $\theta$  Змії,  $\zeta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  Геркулеса,  $\gamma$  Андромеди,  $\eta$  Кассіопеї,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

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

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



## Листопад

Видимість планет: Меркурій (упродовж першої десятиденки місяця — увечері, а впродовж останнього тижня місяця — уранці); Венера (уранці); Марс (упродовж першої половини місяця — увечері), Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (на початку місяця — звечора й до середини другої половини ночі, наприкінці місяця — упродовж першої половини ночі); Уран (цілу ніч); 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; Оріоніди (до 19.XI).

Фази Місяця: повний Місяць — 5.XI, остання чверть — 12.XI, новий Місяць — 20.XI, перша чверть — 28.XI.

Місяць у перигеї — 5.XI, в апогеї — 20.XI.

Комети: *24P/Шомасс*, *210P/Крістенсен*.

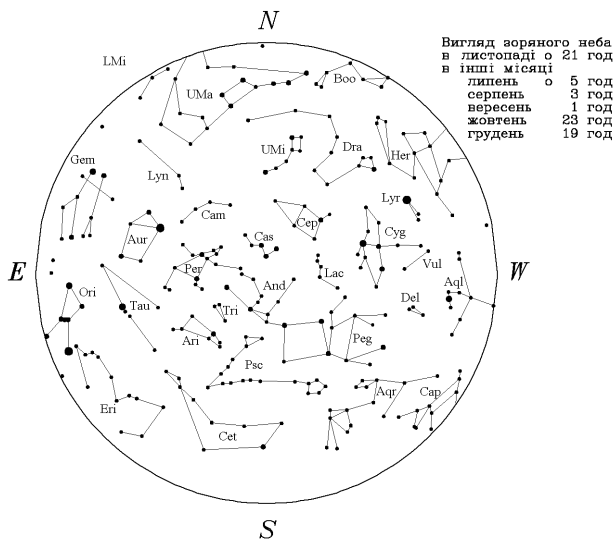
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, λ, μ, τ Лебеда, ο, ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ, γ Овна, ξ, 23, λ, ι, ζ Оріона.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Оріона, Ліри, Лисички, Водолія 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 (зранку); Венера (упродовж приблизно двох перших тижнів місяця — на тлі ранкової зорі); Юпітер (на початку місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин; упродовж останніх днів місяця — цілу ніч); Сатурн (перша половина ночі); Уран (на початку місяця — цілу ніч, наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (перша половина ночі).

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: повний Місяць — 4.XII, остання чверть — 11.XII, новий Місяць — 20.XII, перша чверть — 27.XII.

Місяць у перигеї — 4.XII, в апогеї — 17.XII.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 15 год 03 хв. Початок зими.

Комети: *24P/Шомасс*, *210P/Крістенсен*.

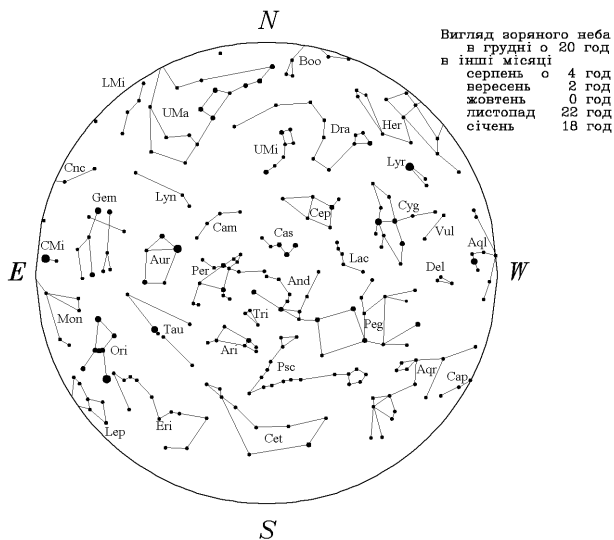
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, λ, μ, τ Лебеда, ο, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ, γ Овна, 23, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

\* \* \*

Далі наведено таблицю синхронізації календарів — сонячних (юліанського, перського, індійського), місячного (арабського), місячно-сонячних (китайського, єврейського) — із григоріанським, як найпоширенішим у всьому світі. Календарі розміщено за абеткою.

*Зауваження до таблиці.*

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

2. Для всіх календарів (крім григоріанського та юліанського) наведено й останній день місяця. Це дає змогу обчислити тривалість місяця.

3. Місяці китайського календаря мають не власні назви, а тільки порядкові номери (I ... XII). Тому вставний місяць у «високосному» році позначають так — 00. Наприклад, в АК-25 бачимо, що на 25 липня 2025 р. григоріанського календаря припадає початок вставного місяця (1.00), а його останній день (29.00) припадає на 22 серпня.

## СИНХРОНІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРІВ

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
2025 рік	1446 рік	5785 рік	1946 рік	рік Jia-chen (Дракона)	1403 рік	2024 рік
<b>1 січня!</b>	1 Rajab	1 Teveth	11 Pausa	2.XII	12 Dey	19 грудня
14 січня						2025 рік
19 січня					30 Dey	<b>1 січня!</b>
20 січня			30 Pausa		1 Bahman	
21 січня			1 Magha			
28 січня				29.XII		
				рік Yi-si (Змії)		
29 січня		29 Teveth		1.I		
30 січня	30 Rajab	1 Shevat				
31 січня	1 Sha'ban					
1 лютого	2 Sha'ban	3 Shevat	12 Magha	4.I	13 Bahman	19 січня
18 лютого					30 Bahman	
19 лютого			30 Magha		1 Esfand	
20 лютого			1 Phalguna			
27 лютого				30.I		
28 лютого	29 Sha'ban	30 Shevat		1.II		
1 березня	1 Ramadan	1 Adar	10 Phalguna	2.II	11 Esfand	16 лютого
19 березня					29 Esfand	
					1404 рік	
					<b>1 Farvardin!</b>	
27						
20 березня						

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
21 березня			30 Phalguna			
22 березня			1947 рік 1 Caitra!			
28 березня				29.II		
29 березня		29 Adar		1.III		
30 березня	30 Ramadan	1 Nisan				
31 березня	1 Shawwal					
1 квітня	2 Shawwal	3 Nisan	11 Caitra	4.III	13 Farvardin	19 березня
19 квітня					31 Farvardin	
20 квітня			30 Caitra		1 Ordibehesht	
21 квітня			1 Vaisakha			
27 квітня				30.III		
28 квітня	29 Shawwal	30 Nisan		1.IV		
29 квітня	1 Dhu l-Qa'da	1 Iyar				
1 травня	3 Dhu l-Qa'da	3 Iyar	11 Vaisakha	4.IV	12 Ordibehesht	18 квітня
20 травня					31 Ordibehesht	
21 травня			31 Vaisakha		1 Khordad	
22 травня			1 Juaistha	29.IV		
26 травня		29 Iyar		1.V		
27 травня		1 Sivan				
28 травня	30 Dhu l-Qa'da					
29 травня	1 Dhu l-Hijja					

Продовження таблиці

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перевський	Юліанський
1 червня	4 Dhu l-Hijja	5 Sivan	11 Juaistha	6.V	12 Khor dad	19 травня
20 червня					31 Khor dad	
21 червня			31 Juaistha		1 Tir	
22 червня			1 Asadha	29.V		
24 червня				1.VI		
25 червня						
26 червня	29 Dhu l-Hijja	30 Sivan				
	1447 рік					
27 червня	<b>1 Muharram!</b>	1 Tammuz				
1 липня	5 Muharram	5 Tammuz	10 Asadha	7.VI	11 Tir	18 червня
21 липня					31 Tir	
22 липня					1 Mordad	
23 липня			31 Asadha			
24 липня			1 Sravana	30.VI		
25 липня				1.00		
26 липня	30 Muharram	29Tammuz				
27 липня	1 Safar	1 Av				
1 серпня	6 Safar	7 Av	10 Sravana	8.00	6 Mordad	19 липня
21 серпня					11 Mordad	
22 серпня			31 Sravana	29.00	31 Mordad	
					1 Shahrivar	
23 серпня			1 Bhadra	1.VII		
24 серпня	29 Safar	30 Av				
25 серпня	1 Rabi'al-Awwal	1 Elul				

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
1 вересня	8 Rabi'al-Awwal	8 Elul	10 Bhadra	10.VII	11 Shahrivar	19 серпня
21 вересня				30.VII	31 Shahrivar	
22 вересня		29 Elul	31 Bhadra	1.VIII	1 Mehr	
23 вересня	30 Rabi'al-Awwal	5786 рік	1 Asvina			
24 вересня	1 Rabi'ath-Thani	<b>1 Tishri!</b>				
1 жовтня	8 Rabi'ath-Thani	9 Tishri	9 Asvina	10.VIII	10 Mehr	18 вересня
20 жовтня				29.VIII		
21 жовтня				1.IX	30 Mehr	
22 жовтня	29 Rabi'ath-Thani	30 Tishri	30 Asvina	3	1 Aban	
23 жовтня	1 Jumada I	1 Heshvan	1 Kartika	12.IX	11 Aban	19 жовтня
1 листопада	10 Jumada I	10 Heshvan	10 Kartika	30.IX		
19 листопада				1.X	30 Aban	
20 листопада	30 Jumada I	29 Heshvan	30 Kartika		1 Azar	
21 листопада	1 Jumada II	1 Kislew	1 Agrahayana	12.X	11 Azar	18 листопада
22 листопада	10 Jumada II	11 Kislew	10 Agrahayana	30.X	30 Azar	
1 грудня	29 Jumada II	30 Kislew	30 Agrahayana	1.XI	1 Dey	
19 грудня	1 Rajab	1 Teveth	1 Pausa		11 Dey	18 грудня
20 грудня	11 Rajab	11 Teveth	10 Pausa	12.XI		
21 грудня						
22 грудня	1447 рік	5786 рік	1947 рік	рік Yi-si (Змії)	1404 рік	2025 рік
31 грудня	12 Rajab	12 Teveth	11 Pausa	13.XI	12 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<sup>o</sup> за добу).

Відповідний сидеричний період дорівнює 25.38 доби (14.18<sup>o</sup> 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  $B2025.0$  — 31 грудня 2024 р. о 2 год 07 хв .

Весняне рівнодення: 20.III, 9 год 02 хв.

Літнє сонцестояння: 21.VI, 2 год 42 хв.

Осіньне рівнодення: 22.IX, 18 год 20 хв.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 15 год 03 хв.

Земля в перигелії — 4 січня о 7 год 57 хв; у цей момент відстань між Землею та Сонцем  $R_{\min} = 0.983328$  а. о. = 147 103 775 000 км; швидкість Землі  $v_{\max} = 30.27$  км/с.

Земля в афелії — 3 липня о 22 год 18 хв; у цей момент відстань між Землею та Сонцем  $R_{\max} = 1.016643$  а. о. = 152 087 628 062 км; швидкість Землі  $v_{\min} = 29.27$  км/с.

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

Світловий проміжок для одиничної відстані (світлове рівняння)

$$\tau_A = 499.0047838 \text{ с.}$$

Середній нахил екліптики до екватора  $\varepsilon = 23^{\circ} 26' 21.406''$   
 Ексцентриситет орбіти  $e = 0.016700$ .  
 Екваторіальний радіус Землі  $a_e = 6\,378\,136.6$  м.  
 Ступінь стиснення Землі  $\alpha = 0.003\,352\,8197$ .  
 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  $M_3/M_{\odot} = 30.034896 \cdot 10^{-7}$ ; відношення  
 мас Землі та Місяця  $M_3/M_M = 81.3005678$ .  
 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  $+15^{\circ}$  С.

## 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  $m = -12.91^m$ .  
 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  $p = 0.147$ .  
 Сферичне альbedo в істинну повню  $A = 0.075$ .  
 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  $10^4$  см<sup>-3</sup>, тобто  $10^{-13}$  концентрації молекул газів у земній атмосфері; уночі (на темному боці) —  $2 \cdot 10^5$  см<sup>-3</sup>.

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	43	36	+3	26	18	47	02	-22	59.9	19	46	40	-25	51.8
2	6	47	32	+3	55	18	51	27	-22	54.7	20	43	50	-22	17.8
3	6	51	29	+4	22	18	55	51	-22	49.1	21	38	26	-17	28.4
4	6	55	26	+4	50	19	00	16	-22	43.0	22	30	32	-11	42.3
5	6	59	22	+5	17	19	04	39	-22	36.4	23	20	48	-5	19.2
6	7	03	19	+5	44	19	09	02	-22	29.4	0	10	18	+1	21.2
7	7	07	15	+6	10	19	13	25	-22	22.0	1	00	16	+7	59.5
8	7	11	12	+6	35	19	17	47	-22	14.1	1	51	58	+14	15.5
9	7	15	08	+7	00	19	22	09	-22	05.8	2	46	29	+19	47.8
10	7	19	05	+7	25	19	26	30	-21	57.0	3	44	25	+24	13.8
11	7	23	01	+7	49	19	30	50	-21	47.9	4	45	30	+27	12.0
12	7	26	58	+8	12	19	35	10	-21	38.3	5	48	23	+28	26.6
13	7	30	55	+8	35	19	39	29	-21	28.2	6	50	53	+27	52.8
14	7	34	51	+8	57	19	43	48	-21	17.8	7	50	47	+25	38.6
15	7	38	48	+9	18	19	48	06	-21	07.0	8	46	41	+22	02.2
16	7	42	44	+9	39	19	52	23	-20	55.7	9	38	14	+17	25.5
17	7	46	41	+9	59	19	56	40	-20	44.1	10	25	56	+12	09.7
18	7	50	37	+10	19	20	00	56	-20	32.1	11	10	42	+6	32.2
19	7	54	34	+10	37	20	05	11	-20	19.6	11	53	35	+0	47.0
20	7	58	30	+10	55	20	09	26	-20	06.8	12	35	43	-4	54.8
21	8	02	27	+11	12	20	13	39	-19	53.7	13	18	11	-10	23.8
22	8	06	24	+11	29	20	17	52	-19	40.1	14	02	00	-15	30.6
23	8	10	20	+11	45	20	22	05	-19	26.2	14	48	10	-20	04.8
24	8	14	17	+12	00	20	26	16	-19	11.9	15	37	29	-23	54.1
25	8	18	13	+12	14	20	30	27	-18	57.2	16	30	22	-26	43.8
26	8	22	10	+12	27	20	34	37	-18	42.3	17	26	38	-28	18.1
27	8	26	06	+12	40	20	38	46	-18	26.9	18	25	19	-28	23.2
28	8	30	03	+12	52	20	42	55	-18	11.3	19	24	52	-26	51.0
29	8	33	59	+13	03	20	47	02	-17	55.3	20	23	33	-23	42.8
30	8	37	56	+13	13	20	51	09	-17	39.0	21	20	10	-19	09.2
31	8	41	53	+13	22	20	55	15	-17	22.3	22	14	20	-13	28.0

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	°	'

## Лютий

1	8	45	49	+13	31	20	59	20	-17	05.4	23	06	24	-7	01.1
2	8	49	46	+13	39	21	03	24	-16	48.2	23	57	14	-0	11.2
3	8	53	42	+13	46	21	07	28	-16	30.6	0	47	59	+6	38.8
4	8	57	39	+13	52	21	11	30	-16	12.8	1	39	48	+13	07.0
5	9	01	35	+13	57	21	15	32	-15	54.7	2	33	46	+18	51.7
6	9	05	32	+14	01	21	19	33	-15	36.4	3	30	32	+23	31.9
7	9	09	28	+14	05	21	23	33	-15	17.7	4	30	06	+26	48.3
8	9	13	25	+14	08	21	27	33	-14	58.8	5	31	29	+28	26.4
9	9	17	22	+14	10	21	31	31	-14	39.7	6	32	57	+28	20.2
10	9	21	18	+14	11	21	35	29	-14	20.3	7	32	31	+26	34.3
11	9	25	15	+14	11	21	39	26	-14	00.7	8	28	44	+23	22.6
12	9	29	11	+14	11	21	43	22	-13	40.8	9	21	02	+19	04.3
13	9	33	08	+14	10	21	47	18	-13	20.8	10	09	38	+13	59.3
14	9	37	04	+14	08	21	51	12	-13	00.5	10	55	13	+8	25.6
15	9	41	01	+14	05	21	55	06	-12	40.0	11	38	45	+2	38.7
16	9	44	57	+14	02	21	58	59	-12	19.3	12	21	13	-3	08.6
17	9	48	54	+13	58	22	02	52	-11	58.4	13	03	38	-8	45.5
18	9	52	51	+13	53	22	06	44	-11	37.3	13	46	57	-14	02.0
19	9	56	47	+13	48	22	10	35	-11	16.0	14	32	07	-18	47.8
20	10	00	44	+13	42	22	14	26	-10	54.5	15	19	54	-22	51.8
21	10	04	40	+13	35	22	18	15	-10	32.9	16	10	52	-26	01.2
22	10	08	37	+13	28	22	22	05	-10	11.1	17	05	05	-28	02.0
23	10	12	33	+13	20	22	25	53	-9	49.1	18	02	01	-28	40.8
24	10	16	30	+13	12	22	29	41	-9	27.0	19	00	32	-27	47.3
25	10	20	26	+13	03	22	33	29	-9	04.8	19	59	07	-25	17.9
26	10	24	23	+12	53	22	37	16	-8	42.4	20	56	30	-21	17.1
27	10	28	20	+12	43	22	41	02	-8	19.9	21	52	01	-15	57.8
28	10	32	16	+12	32	22	44	48	-7	57.2	22	45	41	-9	38.7

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	°	'

## Березень

1	10	36	13	+12	21	22	48	33	-7	34.5	23	38	09	-2	42.8
2	10	40	09	+12	09	22	52	18	-7	11.6	0	30	22	+4	24.4
3	10	44	06	+11	57	22	56	02	-6	48.6	1	23	27	+11	16.9
4	10	48	02	+11	44	22	59	46	-6	25.6	2	18	25	+17	28.9
5	10	51	59	+11	31	23	03	30	-6	02.4	3	15	54	+22	36.3
6	10	55	55	+11	17	23	07	12	-5	39.2	4	15	55	+26	18.3
7	10	59	52	+11	03	23	10	55	-5	15.9	5	17	33	+28	20.3
8	11	03	49	+10	48	23	14	37	-4	52.5	6	19	07	+28	36.9
9	11	07	45	+10	33	23	18	19	-4	29.1	7	18	47	+27	12.8
10	11	11	42	+10	18	23	22	00	-4	05.6	8	15	08	+24	21.5
11	11	15	38	+10	03	23	25	41	-3	42.0	9	07	37	+20	20.9
12	11	19	35	+9	47	23	29	21	-3	18.4	9	56	26	+15	29.7
13	11	23	31	+9	30	23	33	02	-2	54.8	10	42	14	+10	05.2
14	11	27	28	+9	14	23	36	42	-2	31.2	11	25	54	+4	22.4
15	11	31	24	+8	57	23	40	22	-2	07.5	12	08	25	-1	25.7
16	11	35	21	+8	40	23	44	01	-1	43.8	12	50	44	-7	07.5
17	11	39	18	+8	23	23	47	41	-1	20.1	13	33	44	-12	32.1
18	11	43	14	+8	06	23	51	20	-0	56.4	14	18	17	-17	28.8
19	11	47	11	+7	48	23	54	59	-0	32.7	15	05	07	-21	46.3
20	11	51	07	+7	30	23	58	38	-0	08.9	15	54	44	-25	12.4
21	11	55	04	+7	13	0	02	16	+0	14.8	16	47	17	-27	34.4
22	11	59	00	+6	55	0	05	55	+0	38.5	17	42	23	-28	40.2
23	12	02	57	+6	37	0	09	34	+1	02.1	18	39	10	-28	20.1
24	12	06	53	+6	19	0	13	12	+1	25.8	19	36	24	-26	29.3
25	12	10	50	+6	01	0	16	51	+1	49.4	20	32	56	-23	08.9
26	12	14	47	+5	43	0	20	29	+2	13.0	21	28	04	-18	26.6
27	12	18	43	+5	24	0	24	08	+2	36.5	22	21	46	-12	35.8
28	12	22	40	+5	06	0	27	46	+3	00.0	23	14	28	-5	54.6
29	12	26	36	+4	48	0	31	25	+3	23.4	0	07	04	+1	14.2
30	12	30	33	+4	30	0	35	03	+3	46.7	1	00	39	+8	24.6
31	12	34	29	+4	13	0	38	42	+4	10.0	1	56	19	+15	07.6



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	°	'

## Квітень

1	12	38	26	+3	55	0	42	21	+4	33.2	2	54	47	+20	53.8
2	12	42	22	+3	37	0	46	00	+4	56.4	3	56	10	+25	16.2
3	12	46	19	+3	19	0	49	39	+5	19.4	4	59	31	+27	55.1
4	12	50	16	+3	02	0	53	18	+5	42.3	6	03	00	+28	41.9
5	12	54	12	+2	45	0	56	57	+6	05.2	7	04	28	+27	41.0
6	12	58	09	+2	28	1	00	36	+6	27.9	8	02	17	+25	07.4
7	13	02	05	+2	11	1	04	16	+6	50.5	8	55	48	+21	20.6
8	13	06	02	+1	54	1	07	56	+7	13.0	9	45	14	+16	40.8
9	13	09	58	+1	37	1	11	36	+7	35.4	10	31	20	+11	25.4
10	13	13	55	+1	21	1	15	16	+7	57.6	11	15	05	+5	49.1
11	13	17	51	+1	05	1	18	57	+8	19.7	11	57	29	+0	04.3
12	13	21	48	+0	49	1	22	37	+8	41.7	12	39	33	-5	37.9
13	13	25	45	+0	34	1	26	18	+9	03.5	13	22	12	-11	06.7
14	13	29	41	+0	19	1	30	00	+9	25.2	14	06	17	-16	11.2
15	13	33	38	+0	04	1	33	42	+9	46.7	14	52	31	-20	39.8
16	13	37	34	-0	10	1	37	24	+10	08.1	15	41	24	-24	20.1
17	13	41	31	-0	24	1	41	06	+10	29.2	16	33	04	-26	59.2
18	13	45	27	-0	38	1	44	49	+10	50.3	17	27	09	-28	25.4
19	13	49	24	-0	51	1	48	33	+11	11.1	18	22	47	-28	29.5
20	13	53	20	-1	04	1	52	16	+11	31.8	19	18	50	-27	07.1
21	13	57	17	-1	16	1	56	01	+11	52.2	20	14	12	-24	19.2
22	14	01	14	-1	28	1	59	45	+12	12.5	21	08	11	-20	12.0
23	14	05	10	-1	40	2	03	30	+12	32.6	22	00	42	-14	55.9
24	14	09	07	-1	51	2	07	16	+12	52.5	22	52	12	-8	44.6
25	14	13	03	-2	01	2	11	02	+13	12.1	23	43	33	-1	55.5
26	14	17	00	-2	11	2	14	49	+13	31.6	0	35	52	+5	10.3
27	14	20	56	-2	21	2	18	36	+13	50.8	1	30	22	+12	06.9
28	14	24	53	-2	30	2	22	23	+14	09.8	2	28	05	+18	24.4
29	14	28	49	-2	38	2	26	11	+14	28.5	3	29	30	+23	31.1
30	14	32	46	-2	46	2	30	00	+14	47.1	4	34	03	+26	59.0

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	°	'
Травень															
1	14	36	43	-2	53	2	33	49	+15	05.3	5	39	52	+28	30.6
2	14	40	39	-3	00	2	37	39	+15	23.4	6	44	21	+28	04.4
3	14	44	36	-3	07	2	41	29	+15	41.1	7	45	12	+25	53.8
4	14	48	32	-3	13	2	45	20	+15	58.6	8	41	17	+22	20.9
5	14	52	29	-3	18	2	49	11	+16	15.9	9	32	37	+17	49.2
6	14	56	25	-3	23	2	53	03	+16	32.9	10	19	56	+12	38.9
7	15	00	22	-3	27	2	56	55	+16	49.5	11	04	21	+7	06.2
8	15	04	18	-3	30	3	00	48	+17	05.9	11	47	00	+1	23.8
9	15	08	15	-3	33	3	04	42	+17	22.1	12	28	58	-4	17.6
10	15	12	12	-3	36	3	08	36	+17	37.9	13	11	19	-9	48.2
11	15	16	08	-3	38	3	12	30	+17	53.4	13	54	56	-14	57.6
12	15	20	05	-3	39	3	16	25	+18	08.7	14	40	39	-19	34.7
13	15	24	01	-3	40	3	20	21	+18	23.6	15	29	00	-23	26.9
14	15	27	58	-3	40	3	24	17	+18	38.2	16	20	12	-26	21.0
15	15	31	54	-3	40	3	28	14	+18	52.5	17	13	57	-28	04.4
16	15	35	51	-3	39	3	32	12	+19	06.5	18	09	21	-28	27.3
17	15	39	47	-3	38	3	36	10	+19	20.2	19	05	10	-27	24.7
18	15	43	44	-3	36	3	40	08	+19	33.5	20	00	10	-24	58.0
19	15	47	41	-3	33	3	44	07	+19	46.5	20	53	35	-21	14.0
20	15	51	37	-3	30	3	48	07	+19	59.2	21	45	12	-16	23.0
21	15	55	34	-3	26	3	52	07	+20	11.5	22	35	25	-10	38.1
22	15	59	30	-3	22	3	56	08	+20	23.5	23	25	03	-4	13.6
23	16	03	27	-3	17	4	00	10	+20	35.2	0	15	14	+2	33.6
24	16	07	23	-3	12	4	04	11	+20	46.5	1	07	15	+9	23.0
25	16	11	20	-3	06	4	08	14	+20	57.4	2	02	22	+15	49.9
26	16	15	16	-3	00	4	12	17	+21	07.9	3	01	32	+21	24.8
27	16	19	13	-2	53	4	16	20	+21	18.2	4	04	52	+25	36.6
28	16	23	10	-2	45	4	20	24	+21	28.0	5	11	06	+27	59.4
29	16	27	06	-2	37	4	24	29	+21	37.5	6	17	44	+28	20.4
30	16	31	03	-2	29	4	28	33	+21	46.5	7	21	50	+26	45.1
31	16	34	59	-2	21	4	32	39	+21	55.3	8	21	22	+23	33.6

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	°	'

## Червень

1	16	38	56	-2	12	4	36	44	+22	03.6	9	15	43	+19	11.9
2	16	42	52	-2	02	4	40	50	+22	11.5	10	05	22	+14	04.6
3	16	46	49	-1	52	4	44	56	+22	19.1	10	51	22	+8	31.3
4	16	50	45	-1	42	4	49	03	+22	26.2	11	34	57	+2	47.0
5	16	54	42	-1	32	4	53	10	+22	33.0	12	17	21	-2	56.9
6	16	58	39	-1	21	4	57	17	+22	39.3	12	59	39	-8	30.8
7	17	02	35	-1	10	5	01	25	+22	45.3	13	42	55	-13	45.2
8	17	06	32	-0	59	5	05	33	+22	50.9	14	28	04	-18	29.9
9	17	10	28	-0	47	5	09	41	+22	56.1	15	15	47	-22	33.2
10	17	14	25	-0	35	5	13	49	+23	00.8	16	06	28	-25	41.9
11	17	18	21	-0	23	5	17	58	+23	05.2	16	59	57	-27	42.7
12	17	22	18	-0	11	5	22	07	+23	09.1	17	55	29	-28	24.1
13	17	26	14	+0	01	5	26	16	+23	12.7	18	51	45	-27	39.6
14	17	30	11	+0	14	5	30	25	+23	15.8	19	47	23	-25	29.1
15	17	34	08	+0	27	5	34	34	+23	18.6	20	41	20	-21	59.5
16	17	38	04	+0	40	5	38	44	+23	20.9	21	33	10	-17	22.1
17	17	42	01	+0	53	5	42	53	+23	22.8	22	23	08	-11	50.9
18	17	45	57	+1	06	5	47	03	+23	24.3	23	11	56	-5	41.1
19	17	49	54	+1	19	5	51	12	+23	25.4	0	00	39	+0	51.6
20	17	53	50	+1	32	5	55	22	+23	26.0	0	50	32	+7	29.6
21	17	57	47	+1	45	5	59	32	+23	26.3	1	42	53	+13	52.6
22	18	01	43	+1	58	6	03	41	+23	26.1	2	38	53	+19	36.5
23	18	05	40	+2	11	6	07	51	+23	25.6	3	39	11	+24	13.4
24	18	09	37	+2	24	6	12	01	+23	24.6	4	43	22	+27	16.1
25	18	13	33	+2	37	6	16	10	+23	23.2	5	49	38	+28	24.2
26	18	17	30	+2	50	6	20	20	+23	21.4	6	55	09	+27	32.9
27	18	21	26	+3	03	6	24	29	+23	19.1	7	57	18	+24	54.0
28	18	25	23	+3	15	6	28	38	+23	16.5	8	54	36	+20	51.2
29	18	29	19	+3	27	6	32	47	+23	13.5	9	46	58	+15	51.1
30	18	33	16	+3	39	6	36	55	+23	10.0	10	35	08	+10	17.1

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	°	'

## Липень

1	18	37	12	+3	51	6	41	04	+23	06.2	11	20	16	+4	27.9
2	18	41	09	+4	03	6	45	12	+23	01.9	12	03	35	-1	22.7
3	18	45	06	+4	14	6	49	20	+22	57.2	12	46	16	-7	03.9
4	18	49	02	+4	25	6	53	27	+22	52.2	13	29	26	-12	26.2
5	18	52	59	+4	35	6	57	34	+22	46.7	14	14	05	-17	20.2
6	18	56	55	+4	45	7	01	41	+22	40.9	15	01	03	-21	35.4
7	19	00	52	+4	55	7	05	47	+22	34.6	15	50	53	-24	59.7
8	19	04	48	+5	05	7	09	53	+22	28.0	16	43	42	-27	19.7
9	19	08	45	+5	14	7	13	59	+22	21.0	17	39	00	-28	23.1
10	19	12	41	+5	23	7	18	04	+22	13.6	18	35	39	-28	00.7
11	19	16	38	+5	31	7	22	09	+22	05.8	19	32	12	-26	09.8
12	19	20	35	+5	39	7	26	13	+21	57.6	20	27	22	-22	55.0
13	19	24	31	+5	46	7	30	17	+21	49.0	21	20	25	-18	27.4
14	19	28	28	+5	53	7	34	20	+21	40.1	22	11	20	-13	01.9
15	19	32	24	+5	59	7	38	23	+21	30.8	23	00	39	-6	55.4
16	19	36	21	+6	05	7	42	25	+21	21.2	23	49	18	-0	25.2
17	19	40	17	+6	10	7	46	27	+21	11.2	0	38	25	+6	10.7
18	19	44	14	+6	15	7	50	29	+21	00.8	1	29	17	+12	33.2
19	19	48	10	+6	19	7	54	30	+20	50.1	2	23	05	+18	20.9
20	19	52	07	+6	23	7	58	30	+20	39.0	3	20	39	+23	10.2
21	19	56	04	+6	26	8	02	30	+20	27.5	4	22	05	+26	36.7
22	20	00	00	+6	29	8	06	29	+20	15.8	5	26	17	+28	19.5
23	20	03	57	+6	31	8	10	28	+20	03.6	6	31	03	+28	07.9
24	20	07	53	+6	33	8	14	26	+19	51.2	7	33	49	+26	06.1
25	20	11	50	+6	34	8	18	23	+19	38.4	8	32	40	+22	31.2
26	20	15	46	+6	34	8	22	20	+19	25.3	9	26	56	+17	47.4
27	20	19	43	+6	34	8	26	17	+19	11.8	10	16	57	+12	19.3
28	20	23	39	+6	33	8	30	12	+18	58.1	11	03	36	+6	28.1
29	20	27	36	+6	31	8	34	07	+18	44.0	11	48	01	+0	30.5
30	20	31	33	+6	29	8	38	02	+18	29.7	12	31	20	-5	20.3
31	20	35	29	+6	27	8	41	56	+18	15.0	13	14	39	-10	53.5

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	°	'

## Серпень

1	20	39	26	+6	23	8	45	49	+18	00.0	13	58	59	-15	59.6
2	20	43	22	+6	19	8	49	42	+17	44.8	14	45	12	-20	28.6
3	20	47	19	+6	15	8	53	33	+17	29.2	15	34	00	-24	09.5
4	20	51	15	+6	10	8	57	25	+17	13.4	16	25	41	-26	50.3
5	20	55	12	+6	04	9	01	16	+16	57.3	17	20	04	-28	18.6
6	20	59	08	+5	57	9	05	06	+16	40.9	18	16	19	-28	23.9
7	21	03	05	+5	50	9	08	55	+16	24.2	19	13	11	-27	00.5
8	21	07	02	+5	43	9	12	44	+16	07.3	20	09	18	-24	09.4
9	21	10	58	+5	34	9	16	32	+15	50.2	21	03	43	-19	58.6
10	21	14	55	+5	25	9	20	20	+15	32.7	21	56	07	-14	41.7
11	21	18	51	+5	16	9	24	07	+15	15.1	22	46	48	-8	36.0
12	21	22	48	+5	06	9	27	54	+14	57.2	23	36	30	-2	00.8
13	21	26	44	+4	56	9	31	40	+14	39.0	0	26	15	+4	43.9
14	21	30	41	+4	45	9	35	26	+14	20.6	1	17	14	+11	17.0
15	21	34	37	+4	33	9	39	11	+14	02.0	2	10	31	+17	16.5
16	21	38	34	+4	21	9	42	55	+13	43.2	3	07	00	+22	19.9
17	21	42	31	+4	08	9	46	39	+13	24.1	4	06	53	+26	04.4
18	21	46	27	+3	55	9	50	22	+13	04.8	5	09	26	+28	11.1
19	21	50	24	+3	42	9	54	05	+12	45.3	6	12	55	+28	28.8
20	21	54	20	+3	28	9	57	48	+12	25.6	7	15	04	+26	58.3
21	21	58	17	+3	13	10	01	30	+12	05.7	8	14	02	+23	52.3
22	22	02	13	+2	58	10	05	12	+11	45.7	9	08	55	+19	31.1
23	22	06	10	+2	43	10	08	53	+11	25.4	9	59	45	+14	17.2
24	22	10	06	+2	27	10	12	34	+11	04.9	10	47	15	+8	31.8
25	22	14	03	+2	11	10	16	14	+10	44.3	11	32	23	+2	33.0
26	22	18	00	+1	54	10	19	54	+10	23.5	12	16	10	-3	24.4
27	22	21	56	+1	37	10	23	33	+10	02.6	12	59	39	-9	08.0
28	22	25	53	+1	20	10	27	12	+9	41.5	13	43	48	-14	26.8
29	22	29	49	+1	02	10	30	51	+9	20.2	14	29	27	-19	10.4
30	22	33	46	+0	44	10	34	29	+8	58.8	15	17	18	-23	08.4
31	22	37	42	+0	25	10	38	07	+8	37.2	16	07	45	-26	09.6

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	°	'

## Вересень

1	22	41	39	+0	06	10	41	45	+8	15.5	17	00	48	-28	02.6
2	22	45	35	-0	13	10	45	22	+7	53.7	17	55	54	-28	37.2
3	22	49	32	-0	32	10	49	00	+7	31.7	18	52	03	-27	46.4
4	22	53	29	-0	52	10	52	36	+7	09.7	19	48	04	-25	28.1
5	22	57	25	-1	12	10	56	13	+6	47.5	20	42	58	-21	46.4
6	23	01	22	-1	32	10	59	49	+6	25.2	21	36	16	-16	51.2
7	23	05	18	-1	53	11	03	25	+6	02.9	22	28	03	-10	57.2
8	23	09	15	-2	14	11	07	01	+5	40.4	23	18	53	-4	22.4
9	23	13	11	-2	35	11	10	37	+5	17.8	0	09	42	+2	32.1
10	23	17	08	-2	56	11	14	12	+4	55.1	1	01	34	+9	22.9
11	23	21	04	-3	17	11	17	48	+4	32.3	1	55	33	+15	45.2
12	23	25	01	-3	38	11	21	23	+4	09.5	2	52	28	+21	13.4
13	23	28	58	-3	59	11	24	58	+3	46.6	3	52	35	+25	23.2
14	23	32	54	-4	20	11	28	34	+3	23.6	4	55	11	+27	54.8
15	23	36	51	-4	41	11	32	09	+3	00.5	5	58	37	+28	37.1
16	23	40	47	-5	03	11	35	44	+2	37.4	7	00	45	+27	30.9
17	23	44	44	-5	25	11	39	19	+2	14.3	7	59	46	+24	48.2
18	23	48	40	-5	47	11	42	54	+1	51.0	8	54	46	+20	47.8
19	23	52	37	-6	08	11	46	29	+1	27.8	9	45	46	+15	50.9
20	23	56	33	-6	29	11	50	05	+1	04.5	10	33	25	+10	17.4
21	0	00	30	-6	50	11	53	40	+0	41.2	11	18	39	+4	24.5
22	0	04	27	-7	11	11	57	15	+0	17.8	12	02	28	-1	32.7
23	0	08	23	-7	32	12	00	51	-0	05.5	12	45	52	-7	21.2
24	0	12	20	-7	53	12	04	26	-0	28.9	13	29	45	-12	49.2
25	0	16	16	-8	14	12	08	02	-0	52.3	14	14	56	-17	45.5
26	0	20	13	-8	35	12	11	38	-1	15.6	15	02	05	-21	59.0
27	0	24	09	-8	55	12	15	14	-1	39.0	15	51	36	-25	18.5
28	0	28	06	-9	15	12	18	50	-2	02.3	16	43	29	-27	33.2
29	0	32	02	-9	35	12	22	27	-2	25.7	17	37	19	-28	33.5
30	0	35	59	-9	55	12	26	04	-2	49.0	18	32	17	-28	12.6

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	39	56	-10	15	12	29	41	-3	12.3	19	27	21	-26	27.8
2	0	43	52	-10	34	12	33	18	-3	35.5	20	21	35	-23	21.1
3	0	47	49	-10	53	12	36	55	-3	58.7	21	14	32	-18	59.1
4	0	51	45	-11	12	12	40	33	-4	21.9	22	06	11	-13	32.5
5	0	55	42	-11	30	12	44	12	-4	44.9	22	57	03	-7	15.3
6	0	59	38	-11	48	12	47	50	-5	08.0	23	47	59	-0	25.5
7	1	03	35	-12	06	12	51	29	-5	31.0	0	40	02	+6	35.0
8	1	07	31	-12	23	12	55	08	-5	53.8	1	34	21	+13	20.4
9	1	11	28	-12	40	12	58	48	-6	16.7	2	31	52	+19	21.6
10	1	15	25	-12	56	13	02	28	-6	39.4	3	32	56	+24	09.2
11	1	19	21	-13	12	13	06	09	-7	02.1	4	36	56	+27	17.7
12	1	23	18	-13	27	13	09	50	-7	24.7	5	42	06	+28	32.1
13	1	27	14	-13	42	13	13	32	-7	47.1	6	45	59	+27	51.4
14	1	31	11	-13	56	13	17	14	-8	09.5	7	46	30	+25	28.3
15	1	35	07	-14	10	13	20	57	-8	31.7	8	42	34	+21	43.5
16	1	39	04	-14	23	13	24	41	-8	53.9	9	34	13	+16	59.6
17	1	43	00	-14	36	13	28	25	-9	15.9	10	22	09	+11	36.8
18	1	46	57	-14	48	13	32	09	-9	37.8	11	07	23	+5	52.1
19	1	50	54	-14	59	13	35	54	-9	59.5	11	51	01	-0	00.3
20	1	54	50	-15	10	13	39	40	-10	21.1	12	34	04	-5	48.0
21	1	58	47	-15	20	13	43	27	-10	42.5	13	17	32	-11	19.6
22	2	02	43	-15	29	13	47	14	-11	03.8	14	02	12	-16	23.7
23	2	06	40	-15	38	13	51	02	-11	24.9	14	48	46	-20	48.9
24	2	10	36	-15	46	13	54	50	-11	45.9	15	37	38	-24	23.3
25	2	14	33	-15	53	13	58	40	-12	06.6	16	28	49	-26	55.7
26	2	18	29	-16	00	14	02	29	-12	27.2	17	21	54	-28	16.3
27	2	22	26	-16	06	14	06	20	-12	47.6	18	16	03	-28	18.5
28	2	26	23	-16	11	14	10	12	-13	07.8	19	10	15	-26	59.8
29	2	30	19	-16	15	14	14	04	-13	27.7	20	03	34	-24	22.3
30	2	34	16	-16	19	14	17	57	-13	47.5	20	55	31	-20	32.0
31	2	38	12	-16	22	14	21	50	-14	07.0	21	46	05	-15	37.6

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	°	'

## Листопад

1	2	42	10	-16	24	14	25	45	-14	26.4	22	35	44	-9	50.2
2	2	46	05	-16	25	14	29	40	-14	45.4	23	25	18	-3	23.1
3	2	50	02	-16	26	14	33	36	-15	04.3	0	15	55	+3	26.8
4	2	53	58	-16	26	14	37	33	-15	22.9	1	08	48	+10	17.8
5	2	57	55	-16	25	14	41	30	-15	41.2	2	05	09	+16	42.8
6	3	01	52	-16	23	14	45	29	-15	59.3	3	05	45	+22	09.9
7	3	05	48	-16	20	14	49	28	-16	17.1	4	10	26	+26	07.0
8	3	09	45	-16	17	14	53	28	-16	34.7	5	17	37	+28	09.1
9	3	13	41	-16	12	14	57	29	-16	51.9	6	24	33	+28	07.0
10	3	17	38	-16	07	15	01	31	-17	08.9	7	28	23	+26	10.0
11	3	21	34	-16	01	15	05	33	-17	25.6	8	27	24	+22	40.3
12	3	25	31	-15	54	15	09	37	-17	42.0	9	21	15	+18	04.4
13	3	29	27	-15	46	15	13	41	-17	58.1	10	10	38	+12	46.2
14	3	33	24	-15	37	15	17	47	-18	13.9	10	56	40	+7	04.7
15	3	37	21	-15	28	15	21	53	-18	29.3	11	40	34	+1	14.8
16	3	41	17	-15	17	15	26	00	-18	44.5	12	23	31	-4	31.7
17	3	45	14	-15	06	15	30	08	-18	59.3	13	06	36	-10	04.3
18	3	49	10	-14	54	15	34	16	-19	13.8	13	50	44	-15	12.4
19	3	53	07	-14	41	15	38	26	-19	27.9	14	36	42	-19	45.3
20	3	57	03	-14	27	15	42	36	-19	41.6	15	24	58	-23	31.1
21	4	01	00	-14	12	15	46	48	-19	55.1	16	15	42	-26	18.0
22	4	04	56	-13	57	15	51	00	-20	08.1	17	08	29	-27	55.3
23	4	08	53	-13	41	15	55	12	-20	20.8	18	02	30	-28	15.3
24	4	12	50	-13	24	15	59	26	-20	33.1	18	56	35	-27	15.0
25	4	16	46	-13	06	16	03	40	-20	45.0	19	49	42	-24	56.8
26	4	20	43	-12	47	16	07	55	-20	56.6	20	41	12	-21	27.3
27	4	24	39	-12	28	16	12	11	-21	07.7	21	30	56	-16	56.0
28	4	28	36	-12	08	16	16	28	-21	18.5	22	19	20	-11	33.5
29	4	32	32	-11	47	16	20	45	-21	28.8	23	07	10	-5	31.6
30	4	36	29	-11	26	16	25	03	-21	38.7	23	55	31	+0	56.2



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	40	25	-11	04	16	29	21	-21	48.3	0	45	39	+7	33.9
2	4	44	22	-10	42	16	33	40	-21	57.4	1	38	56	+14	00.4
3	4	48	18	-10	19	16	38	00	-22	06.0	2	36	33	+19	48.7
4	4	52	15	-9	55	16	42	20	-22	14.3	3	39	05	+24	26.7
5	4	56	12	-9	31	16	46	41	-22	22.1	4	45	51	+27	22.9
6	5	00	08	-9	06	16	51	03	-22	29.5	5	54	31	+28	15.3
7	5	04	05	-8	40	16	55	24	-22	36.5	7	01	46	+27	01.3
8	5	08	01	-8	14	16	59	47	-22	43.0	8	04	50	+23	57.9
9	5	11	58	-7	48	17	04	10	-22	49.1	9	02	28	+19	33.2
10	5	15	54	-7	21	17	08	33	-22	54.7	9	54	51	+14	16.2
11	5	19	51	-6	54	17	12	57	-22	59.9	10	43	02	+8	31.0
12	5	23	47	-6	26	17	17	21	-23	04.6	11	28	18	+2	35.8
13	5	27	44	-5	58	17	21	46	-23	08.8	12	11	57	-3	15.8
14	5	31	41	-5	30	17	26	11	-23	12.6	12	55	12	-8	53.3
15	5	35	37	-5	01	17	30	36	-23	16.0	13	39	05	-14	07.0
16	5	39	34	-4	32	17	35	02	-23	18.9	14	24	31	-18	47.3
17	5	43	30	-4	03	17	39	28	-23	21.3	15	12	10	-22	43.3
18	5	47	27	-3	33	17	43	54	-23	23.2	16	02	19	-25	43.6
19	5	51	23	-3	03	17	48	20	-23	24.7	16	54	48	-27	36.9
20	5	55	20	-2	34	17	52	46	-23	25.7	17	48	53	-28	14.0
21	5	59	16	-2	04	17	57	13	-23	26.2	18	43	23	-27	30.4
22	6	03	13	-1	34	18	01	39	-23	26.3	19	37	07	-25	26.9
23	6	07	10	-1	04	18	06	06	-23	25.8	20	29	11	-22	10.2
24	6	11	06	-0	34	18	10	32	-23	25.0	21	19	14	-17	50.5
25	6	15	03	-0	04	18	14	58	-23	23.6	22	07	28	-12	40.1
26	6	18	59	+0	25	18	19	25	-23	21.8	22	54	34	-6	51.6
27	6	22	56	+0	55	18	23	51	-23	19.5	23	41	30	-0	38.3
28	6	26	52	+1	25	18	28	17	-23	16.7	0	29	26	+5	45.5
29	6	30	49	+1	54	18	32	43	-23	13.5	1	19	43	+12	03.0
30	6	34	45	+2	23	18	37	08	-23	09.8	2	13	38	+17	53.1
31	6	38	42	+2	51	18	41	34	-23	05.7	3	12	13	+22	50.0

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	09	Липень	4	3	57	20	11
	5	7	58	16	13		8	4	01	20	09
	9	7	56	16	18		12	4	04	20	06
	13	7	54	16	24		16	4	09	20	03
	17	7	51	16	30		20	4	14	19	58
	21	7	47	16	36		24	4	19	19	54
	25	7	43	16	43		28	4	24	19	48
Лютий	29	7	38	16	49	Серпень	1	4	29	19	42
	2	7	32	16	56		5	4	35	19	36
	6	7	26	17	03		9	4	41	19	29
	10	7	19	17	10		13	4	47	19	22
	14	7	12	17	17		17	4	53	19	14
	18	7	05	17	24		21	4	59	19	06
	22	6	57	17	30		25	5	05	18	58
Березень	26	6	49	17	37	29	5	11	18	50	
	2	6	41	17	44	Вересень	2	5	17	18	42
	6	6	33	17	51		6	5	23	18	33
	10	6	24	17	57		10	5	29	18	24
	14	6	16	18	03		14	5	34	18	16
	18	6	07	18	10		18	5	40	18	07
	22	5	58	18	16		22	5	46	17	58
26	5	50	18	23	26		5	53	17	49	
Квітень	30	5	41	18	29	30	5	59	17	40	
	3	5	32	18	35	Жовтень	4	6	05	17	32
	7	5	24	18	41		8	6	11	17	23
	11	5	15	18	48		12	6	17	17	15
	15	5	07	18	54		16	6	24	17	07
	19	4	59	19	00		20	6	30	16	59
	23	4	51	19	06		24	6	37	16	51
27	4	44	19	13	28		6	43	16	44	
Травень	1	4	36	19	19	Листопад	1	6	50	16	37
	5	4	29	19	25		5	6	56	16	30
	9	4	23	19	31		9	7	03	16	24
	13	4	17	19	37		13	7	10	16	18
	17	4	11	19	42		17	7	16	16	13
	21	4	06	19	48		21	7	22	16	09
	25	4	02	19	53		25	7	28	16	05
Червень	29	3	58	19	57	29	7	34	16	02	
	2	3	55	20	01	Грудень	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
	18	3	50	20	12		19	7	55	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	08		

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	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
	9	-23	-20	-16	-12	-9	-5	0	+5	+10
	17	-20	-18	-14	-12	-8	-4	0	+4	+8
Лютий	25	-18	-16	-12	-10	-6	-4	0	+4	+8
	2	-16	-14	-11	-8	-6	-3	0	+3	+6
	10	-13	-11	-9	-7	-4	-2	0	+3	+5
Березень	18	-10	-9	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4
	26	-8	-6	-6	-4	-3	-2	0	+2	+3
	6	-4	-4	-3	-2	-1	-1	0	+1	+2
Квітень	14	-2	+2	-1	-1	0	0	0	0	+1
	22	+1	+1	+1	0	0	0	0	0	0
	30	+4	+3	+2	+2	+1	0	0	-1	-1
Травень	7	+7	+6	+5	+4	+2	+2	0	-1	-2
	15	+10	+8	+6	+5	+4	+2	0	-2	-4
	23	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-3	-5
Червень	1	+15	+12	+10	+8	+6	+3	0	-3	-6
	9	+18	+16	+12	+10	+7	+4	0	-3	-6
	17	+22	+18	+14	+11	+8	+4	0	-4	-8
Липень	25	+22	+20	+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	+19	+14	+10	+5	0	-5	-11
	26	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-6	-11
	4	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-10
Вересень	12	+24	+20	+17	+13	+9	+4	0	-5	-10
	20	+22	+19	+15	+12	+8	+4	0	-4	-9
	28	+20	+17	+14	+11	+7	+4	0	-4	-8
Жовтень	5	+18	+15	+12	+10	+7	+3	0	-3	-7
	13	+15	+12	+10	+8	+5	+3	0	-3	-6
	21	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-2	-5
Листопад	29	+10	+8	+7	+5	+4	+2	0	-2	-4
	6	+7	+6	+5	+4	+3	+1	0	-1	-3
	14	+4	+3	+2	+2	+2	0	0	0	-2
Січень	22	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0
	30	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	+1
	8	-5	-4	-3	-2	-2	-1	0	+1	+2
Лютий	16	-7	-6	-5	-4	-2	-1	0	+2	+3
	24	-10	-8	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4
	1	-14	-12	-10	-7	-5	-3	0	+2	+5
Березень	9	-16	-14	-11	-8	-6	-3	0	+2	+5
	17	-18	-16	-13	-10	-7	-4	0	+3	+6
	25	-20	-17	-14	-11	-7	-4	0	+4	+7
Квітень	3	-22	-19	-16	-12	-8	-5	0	+4	+9
	11	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+5	+9
	19	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
Травень	27	-24	-20	-17	-13	-9	-4	0	+5	+10
	4	-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	+4	+10

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	121°	123°	127°	133°
	11	62	59	56	51		20	118	121	125	130
	21	64	62	59	55		30	115	118	121	125
	31	68	66	63	60		Серпень	9	112	114	117
Лютий	10	72	70	68	65	19		108	109	111	114
	20	76	75	74	72	29	103	104	106	108	
Березень	2	81	80	79	78	Вересень	8	98	99	100	102
	12	86	86	85	84		18	93	94	94	95
	22	91	91	92	92		28	88	88	88	88
Квітень	1	96	97	98	99	Жовтень	8	83	83	82	81
	11	101	102	104	105		18	78	77	76	75
	21	106	107	109	112		28	74	72	71	68
Травень	1	110	112	115	118	Листопад	7	70	68	65	62
	11	114	116	119	123		17	66	64	61	57
	21	117	120	123	128		27	63	60	57	53
Червень	31	120	123	127	132	Грудень	7	61	58	55	50
	10	121	124	129	134		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

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	30	34	38	45	Липень	10	32	37	43	55
	11	30	33	38	44		20	31	36	42	52
	21	30	32	36	42		30	31	34	40	47
	31	29	32	35	40		Серпень	9	30	32	37
Лютий	10	28	30	34	38	19		29	32	36	41
	20	27	30	33	37	29	28	30	34	38	
Березень	2	27	29	32	36	Вересень	8	28	30	33	37
	12	27	29	32	36		18	27	30	32	36
	22	27	30	32	36		28	27	30	32	36
Квітень	1	27	30	33	36	Жовтень	8	28	30	32	36
	11	28	31	34	38		18	28	30	33	37
	21	28	31	34	40		28	28	30	34	38
Травень	1	29	32	36	42	Листопад	7	28	31	35	40
	11	30	34	38	46		17	30	32	36	42
	21	31	35	40	50		27	30	32	37	43
Червень	31	32	36	42	53	Грудень	7	30	34	38	44
	10	33	37	44	56		17	30	34	38	46
	20	33	37	44	58		27	30	34	38	46
	30	33	37	44	58		Січень	6	30	33	38

**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 $v$ , хв	азимут $A_{сх}$ , град.	год	хв	с	годинна зміна $v$ , с	год	хв	годинна зміна $v$ , хв	азимут $A_{зах}$ , град.
Січень												
1	9	35	-1.3	131	13	28	48	-137.9	17	30	-3.4	231
2	10	02	-1.0	124	14	22	45	-130.7	18	54	-3.5	239
3	10	22	-0.8	115	15	13	46	-123.8	20	18	-3.5	249
4	10	39	-0.6	105	16	02	21	-119.1	21	41	-3.4	260
5	10	53	-0.6	95	16	49	34	-117.5	23	03	-3.4	271
6	11	07	-0.6	84	17	36	47	-119.5	—	—	—	—
7	11	22	-0.7	74	18	25	25	-125.1	0	25	-3.5	282
8	11	39	-0.8	64	19	16	50	-133.5	1	49	-3.6	292
9	12	01	-1.1	55	20	11	56	-143.2	3	16	-3.6	302
10	12	31	-1.5	48	21	10	46	-151.2	4	43	-3.5	310
11	13	14	-2.1	43	22	12	02	-154.1	6	05	-3.1	316
12	14	12	-2.7	43	23	13	17	-150.2	7	14	-2.5	318
13	15	24	-3.1	46	—	—	—	—	8	06	-1.9	316
14	16	44	-3.3	52	0	11	50	-140.6	8	43	-1.3	310
15	18	04	-3.2	60	1	06	00	-128.5	9	09	-0.9	303
16	19	21	-3.1	69	1	55	20	-117.0	9	27	-0.7	295
17	20	34	-3.0	78	2	40	26	-107.8	9	42	-0.6	286
18	21	44	-2.9	87	3	22	20	-101.5	9	54	-0.5	277
19	22	53	-2.9	97	4	02	16	-98.4	10	06	-0.5	268
20	—	—	—	—	4	41	29	-98.3	10	17	-0.5	259
21	0	01	-2.9	106	5	21	10	-101.1	10	29	-0.6	251
22	1	11	-3.0	114	6	02	31	-106.8	10	43	-0.7	242
23	2	23	-3.0	123	6	46	34	-114.9	11	01	-0.9	235
24	3	36	-3.0	130	7	34	12	-124.7	11	25	-1.2	228
25	4	49	-2.8	135	8	25	49	-134.4	11	59	-1.7	224
26	5	55	-2.5	138	9	21	01	-141.8	12	46	-2.3	222
27	6	50	-2.0	138	10	18	26	-144.7	13	49	-2.9	223
28	7	33	-1.6	134	11	16	07	-142.5	15	06	-3.3	228
29	8	04	-1.1	127	12	12	14	-136.8	16	31	-3.5	236
30	8	27	-0.9	119	13	05	44	-129.9	17	57	-3.6	245
31	8	44	-0.7	109	13	56	36	-124.1	19	23	-3.6	256

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.
Лютий												
1	9	00	-0.6	98	14	45	35	-120.9	20	48	-3.5	267
2	9	14	-0.6	87	15	33	50	-121.1	22	12	-3.5	278
3	9	28	-0.6	77	16	22	44	-124.5	23	37	-3.6	289
4	9	45	-0.8	66	17	13	34	-130.9	—	—	—	—
5	10	05	-1.0	57	18	07	19	-139.0	1	04	-3.6	300
6	10	32	-1.4	49	19	04	18	-146.4	2	30	-3.5	308
7	11	09	-1.9	44	20	03	45	-150.4	3	53	-3.2	315
8	12	01	-2.4	42	21	03	50	-148.6	5	06	-2.7	318
9	13	08	-2.9	44	22	02	13	-141.4	6	02	-2.0	317
10	14	24	-3.2	49	22	57	03	-131.0	6	43	-1.5	313
11	15	43	-3.2	56	23	47	33	-120.2	7	11	-1.0	306
12	17	01	-3.2	65	—	—	—	—	7	32	-0.8	298
13	18	16	-3.0	74	0	33	55	-110.8	7	48	-0.6	290
14	19	27	-2.9	84	1	16	56	-103.9	8	01	-0.5	281
15	20	37	-2.9	93	1	57	39	-99.8	8	12	-0.5	272
16	21	46	-2.9	102	2	37	14	-98.5	8	23	-0.5	263
17	22	56	-2.9	111	3	16	47	-99.9	8	35	-0.5	254
18	—	—	—	—	3	57	22	-104.0	8	48	-0.6	245
19	0	06	-3.0	120	4	40	02	-110.5	9	04	-0.8	238
20	1	19	-3.0	127	5	25	40	-118.9	9	25	-1.0	231
21	2	31	-2.9	133	6	14	50	-128.1	9	53	-1.4	225
22	3	39	-2.6	137	7	07	34	-136.2	10	33	-2.0	222
23	4	39	-2.2	138	8	03	07	-141.4	11	28	-2.6	222
24	5	27	-1.7	136	9	00	00	-142.3	12	38	-3.1	225
25	6	02	-1.3	131	9	56	31	-139.2	14	00	-3.5	231
26	6	28	-1.0	123	10	51	22	-134.0	15	26	-3.6	240
27	6	48	-0.8	114	11	44	02	-128.8	16	54	-3.6	251
28	7	05	-0.7	103	12	34	53	-125.4	18	21	-3.6	262

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	7	19	-0.6	92	13	24	50	-124.8	19	49	-3.7	274
2	7	34	-0.7	81	14	15	06	-127.4	21	17	-3.7	285
3	7	52	-0.7	70	15	06	55	-132.9	22	46	-3.7	296
4	8	09	-0.9	60	16	01	18	-140.1	—	—	—	—
5	8	34	-1.2	51	16	58	38	-147.0	0	15	-3.6	306
6	9	08	-1.7	45	17	58	16	-150.8	1	42	-3.4	313
7	9	56	-2.3	42	18	58	33	-149.3	2	59	-2.8	317
8	10	58	-2.8	43	19	57	15	-142.5	4	00	-2.2	318
9	12	11	-3.1	47	20	52	33	-132.4	4	45	-1.6	315
10	13	29	-3.2	54	21	43	37	-121.6	5	16	-1.1	309
11	14	47	-3.2	62	22	30	31	-112.0	5	39	-0.8	301
12	16	02	-3.1	71	23	13	59	-104.9	5	55	-0.6	293
13	17	14	-3.0	80	23	55	02	-100.3	6	09	-0.5	284
14	18	24	-2.9	90	—	—	—	—	6	21	-0.5	275
15	19	33	-2.9	99	0	34	44	-98.4	6	31	-0.5	266
16	20	42	-2.9	108	1	14	08	-99.2	6	43	-0.5	257
17	21	52	-3.0	117	1	54	16	-102.3	6	55	-0.6	248
18	23	04	-3.0	125	2	36	04	-107.8	7	10	-0.7	240
19	—	—	—	—	3	20	23	-115.0	7	28	-0.9	233
20	0	16	-2.9	131	4	07	47	-123.1	7	53	-1.3	227
21	1	26	-2.7	136	4	58	24	-130.7	8	28	-1.7	223
22	2	28	-2.4	138	5	51	47	-136.2	9	15	-2.3	221
23	3	20	-1.9	138	6	46	49	-138.4	10	17	-2.8	223
24	3	59	-1.4	134	7	42	04	-137.1	11	32	-3.2	228
25	4	28	-1.1	127	8	36	19	-133.4	12	54	-3.5	236
26	4	50	-0.8	119	9	28	56	-129.2	14	20	-3.6	245
27	5	08	-0.7	109	10	20	01	-126.3	15	47	-3.6	256
28	5	23	-0.6	98	11	10	20	-125.8	17	15	-3.7	268
29	5	38	-0.6	87	12	00	58	-128.4	18	44	-3.8	279
30	5	54	-0.7	75	12	53	14	-134.2	20	15	-3.8	291
31	6	12	-0.9	65	13	48	14	-142.2	21	48	-3.8	302

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	6	34	-1.1	55	14	46	34	-150.3	23	20	-3.6	311
2	7	06	-1.6	47	15	47	46	-155.5	—	—	—	—
3	7	49	-2.1	43	16	50	07	-154.8	0	44	-3.2	316
4	8	48	-2.7	42	17	51	04	-147.9	1	54	-2.5	318
5	10	00	-3.1	45	18	48	25	-136.9	2	45	-1.8	316
6	11	18	-3.2	51	19	41	04	-124.9	3	20	-1.3	311
7	12	36	-3.2	59	20	29	04	-114.1	3	45	-0.9	304
8	13	51	-3.1	68	21	13	10	-105.9	4	03	-0.7	296
9	15	03	-3.0	77	21	54	29	-100.6	4	17	-0.6	287
10	16	13	-2.9	86	22	34	09	-98.0	4	29	-0.5	278
11	17	22	-2.9	96	23	13	18	-98.2	4	40	-0.5	269
12	18	31	-2.9	105	23	52	59	-100.9	4	51	-0.5	260
13	19	40	-2.9	114	—	—	—	—	5	03	-0.5	251
14	20	52	-3.0	122	0	34	08	-105.8	5	17	-0.7	243
15	22	04	-2.9	129	1	17	35	-112.5	5	34	-0.8	236
16	23	14	-2.8	135	2	03	56	-120.1	5	57	-1.1	229
17	—	—	—	—	2	53	21	-127.5	6	28	-1.5	224
18	0	19	-2.5	138	3	45	25	-132.9	7	10	-2.0	222
19	1	14	-2.0	138	4	39	08	-135.2	8	06	-2.6	222
20	1	57	-1.6	135	5	33	09	-134.1	9	15	-3.0	226
21	2	29	-1.2	130	6	26	16	-130.6	10	32	-3.3	232
22	2	53	-0.9	122	7	17	46	-126.4	11	54	-3.4	241
23	3	12	-0.7	113	8	07	43	-123.2	13	17	-3.5	251
24	3	27	-0.6	103	8	56	45	-122.3	14	42	-3.6	262
25	3	42	-0.6	93	9	45	57	-124.6	16	08	-3.6	273
26	3	57	-0.7	81	10	36	40	-130.4	17	37	-3.8	285
27	4	13	-0.8	70	11	30	16	-139.3	19	10	-3.9	296
28	4	34	-1.0	60	12	27	47	-149.7	20	45	-3.8	306
29	5	01	-1.4	51	13	29	22	-158.6	22	16	-3.5	314
30	5	40	-2.0	45	14	33	39	-161.7	23	36	-2.9	318

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	6	34	-2.6	42	15	37	51	-157.1	—	—	—	—
2	7	44	-3.0	44	16	38	57	-146.1	0	37	-2.2	317
3	9	02	-3.3	49	17	35	01	-132.4	1	20	-1.5	313
4	10	23	-3.3	57	18	25	39	-119.5	1	48	-1.0	306
5	11	40	-3.1	65	19	11	33	-109.3	2	09	-0.8	298
6	12	53	-3.0	74	19	53	54	-102.3	2	25	-0.6	290
7	14	04	-2.9	84	20	34	00	-98.4	2	38	-0.5	281
8	15	13	-2.9	93	21	13	08	-97.6	2	49	-0.5	272
9	16	21	-2.9	102	21	52	26	-99.6	3	00	-0.5	263
10	17	30	-2.9	111	22	32	58	-104.0	3	12	-0.5	254
11	18	41	-3.0	119	23	15	39	-110.5	3	25	-0.6	246
12	19	53	-3.0	127	—	—	—	—	3	41	-0.8	238
13	21	04	-2.8	133	0	01	11	-118.2	4	02	-1.0	231
14	22	11	-2.6	137	0	49	51	-125.9	4	30	-1.4	226
15	23	09	-2.2	138	1	41	22	-131.8	5	09	-1.9	223
16	23	56	-1.7	136	2	34	44	-134.6	6	01	-2.4	222
17	—	—	—	—	3	28	31	-133.5	7	06	-2.9	225
18	0	30	-1.3	132	4	21	22	-129.7	8	20	-3.1	230
19	0	56	-1.0	125	5	12	22	-124.6	9	38	-3.3	238
20	1	16	-0.8	117	6	01	24	-120.3	10	59	-3.4	247
21	1	32	-0.6	107	6	49	01	-118.0	12	20	-3.4	257
22	1	47	-0.6	97	7	36	13	-118.8	13	42	-3.5	268
23	2	01	-0.6	86	8	24	21	-123.2	15	07	-3.6	280
24	2	16	-0.7	75	9	14	55	-131.3	16	35	-3.7	291
25	2	34	-0.9	65	10	09	17	-142.5	18	07	-3.8	301
26	2	58	-1.2	55	11	08	23	-154.4	19	41	-3.7	310
27	3	30	-1.7	48	12	11	52	-162.9	21	08	-3.3	316
28	4	17	-2.3	43	13	17	34	-163.8	22	20	-2.6	317
29	5	21	-2.9	43	14	22	05	-156.2	23	12	-1.8	315
30	6	39	-3.3	47	15	22	23	-142.9	23	47	-1.3	309
31	8	02	-3.4	54	16	16	59	-128.4	—	—	—	—

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	9	23	-3.3	62	17	06	01	-115.9	0	12	-0.9	301
2	10	39	-3.1	71	17	50	35	-106.5	0	30	-0.7	293
3	11	52	-3.0	81	18	32	02	-100.7	0	44	-0.6	284
4	13	02	-2.9	90	19	11	47	-98.3	0	56	-0.5	275
5	14	10	-2.9	99	19	51	07	-99.0	1	07	-0.5	266
6	15	19	-2.9	108	20	31	12	-102.4	1	19	-0.5	257
7	16	29	-3.0	117	21	13	07	-108.3	1	32	-0.6	248
8	17	41	-3.0	124	21	57	44	-115.9	1	47	-0.7	240
9	18	53	-2.9	131	22	45	33	-124.2	2	06	-1.0	233
10	20	02	-2.7	136	23	36	32	-131.2	2	32	-1.3	227
11	21	04	-2.3	138	—	—	—	—	3	08	-1.8	223
12	21	54	-1.8	137	0	29	54	-135.3	3	56	-2.3	222
13	22	32	-1.4	133	1	24	12	-135.3	4	58	-2.8	224
14	23	00	-1.0	127	2	17	49	-131.7	6	10	-3.1	229
15	23	22	-0.8	119	3	09	33	-126.0	7	28	-3.3	236
16	23	38	-0.7	110	3	58	57	-120.4	8	48	-3.3	245
17	23	53	-0.6	100	4	46	19	-116.4	10	08	-3.3	254
18	—	—	—	—	5	32	33	-115.2	11	27	-3.3	265
19	0	07	-0.6	90	6	18	52	-117.3	12	48	-3.4	276
20	0	21	-0.6	79	7	06	43	-123.4	14	12	-3.6	287
21	0	37	-0.8	69	7	57	37	-132.9	15	40	-3.7	297
22	0	57	-1.0	59	8	52	50	-144.9	17	10	-3.7	307
23	1	25	-1.4	51	9	52	54	-156.4	18	40	-3.4	314
24	2	04	-2.0	45	10	56	52	-162.8	19	59	-2.9	317
25	2	59	-2.6	43	12	02	04	-161.0	21	00	-2.2	316
26	4	12	-3.2	45	13	05	04	-151.4	21	43	-1.5	312
27	5	34	-3.4	50	14	03	17	-137.6	22	12	-1.1	305
28	6	58	-3.4	58	14	55	53	-123.9	22	33	-0.8	296
29	8	19	-3.3	67	15	43	21	-112.7	22	49	-0.6	287
30	9	35	-3.1	77	16	26	56	-104.9	23	02	-0.5	278

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	10	47	-3.0	87	17	08	00	-100.6	23	14	-0.5	269
2	11	57	-2.9	96	17	47	55	-99.5	23	25	-0.5	260
3	13	06	-2.9	105	18	27	57	-101.5	23	37	-0.6	251
4	14	16	-2.9	114	19	09	16	-106.2	23	52	-0.7	243
5	15	27	-3.0	122	19	52	52	-113.1	—	—	—	—
6	16	39	-3.0	129	20	39	31	-121.2	0	09	-0.9	235
7	17	50	-2.8	134	21	29	28	-129.3	0	33	-1.2	229
8	18	55	-2.5	138	22	22	21	-135.1	1	05	-1.6	224
9	19	50	-2.0	138	23	16	57	-137.2	1	49	-2.1	222
10	20	32	-1.5	135	—	—	—	—	2	47	-2.6	223
11	21	03	-1.2	129	0	11	37	-135.1	3	57	-3.0	227
12	21	27	-0.9	121	1	04	51	-129.9	5	15	-3.3	233
13	21	45	-0.7	112	1	55	45	-123.8	6	36	-3.4	242
14	22	00	-0.6	103	2	44	16	-118.6	7	57	-3.4	252
15	22	14	-0.6	93	3	31	04	-115.5	9	17	-3.3	262
16	22	28	-0.6	82	4	17	11	-115.7	10	37	-3.4	273
17	22	43	-0.7	72	5	03	59	-119.4	11	59	-3.5	284
18	23	01	-0.9	62	5	52	52	-126.6	13	24	-3.6	294
19	23	24	-1.2	53	6	45	11	-136.7	14	51	-3.6	304
20	23	58	-1.7	47	7	41	49	-147.8	16	19	-3.5	312
21	—	—	—	—	8	42	38	-156.5	17	41	-3.1	317
22	0	45	-2.3	43	9	46	01	-159.1	18	48	-2.4	317
23	1	49	-2.9	43	10	49	03	-154.0	19	37	-1.8	314
24	3	08	-3.3	47	11	48	54	-143.1	20	11	-1.2	308
25	4	32	-3.4	54	12	43	54	-130.2	20	35	-0.9	300
26	5	55	-3.4	63	13	33	50	-118.4	20	53	-0.7	291
27	7	14	-3.2	73	14	19	30	-109.4	21	07	-0.6	282
28	8	28	-3.0	83	15	02	07	-103.6	21	20	-0.5	272
29	9	40	-3.0	92	15	42	58	-101.0	21	31	-0.5	263
30	10	51	-2.9	102	16	23	19	-101.4	21	43	-0.5	254
31	12	01	-2.9	111	17	04	20	-104.6	21	57	-0.6	246

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	13	12	-3.0	119	17	47	04	-110.2	22	13	-0.8	238
2	14	24	-3.0	127	18	32	25	-117.6	22	33	-1.0	231
3	15	35	-2.8	133	19	20	53	-125.7	23	01	-1.4	226
4	16	42	-2.6	137	20	12	27	-132.7	23	40	-1.9	222
5	17	41	-2.2	138	21	06	24	-136.8	—	—	—	—
6	18	29	-1.7	136	22	01	19	-137.0	0	32	-2.4	222
7	19	04	-1.3	132	22	55	39	-133.6	1	38	-2.9	225
8	19	31	-1.0	125	23	48	12	-128.2	2	55	-3.3	230
9	19	51	-0.8	116	—	—	—	—	4	16	-3.4	238
10	20	07	-0.6	106	0	38	30	-122.8	5	39	-3.4	248
11	20	21	-0.6	96	1	26	52	-119.0	7	01	-3.4	258
12	20	35	-0.6	85	2	14	08	-117.8	8	24	-3.4	269
13	20	49	-0.7	75	3	01	28	-119.8	9	46	-3.5	280
14	21	06	-0.8	65	3	50	12	-125.1	11	11	-3.6	291
15	21	28	-1.1	56	4	41	36	-133.3	12	38	-3.6	301
16	21	57	-1.5	48	5	36	36	-143.0	14	06	-3.5	310
17	22	39	-2.1	43	6	35	23	-151.4	15	29	-3.2	316
18	23	36	-2.7	42	7	36	53	-155.4	16	40	-2.6	318
19	—	—	—	—	8	38	51	-152.7	17	34	-1.9	316
20	0	49	-3.2	45	9	38	39	-144.3	18	12	-1.4	311
21	2	10	-3.4	51	10	34	25	-132.9	18	39	-1.0	304
22	3	33	-3.4	59	11	25	33	-121.6	18	58	-0.7	295
23	4	53	-3.2	69	12	12	28	-112.2	19	13	-0.6	286
24	6	09	-3.1	78	12	56	07	-105.8	19	26	-0.5	276
25	7	22	-3.0	88	13	37	43	-102.3	19	38	-0.5	267
26	8	34	-3.0	98	14	18	24	-101.6	19	50	-0.5	258
27	9	44	-2.9	107	14	59	19	-103.6	20	02	-0.6	249
28	10	55	-3.0	116	15	41	27	-108.0	20	17	-0.7	241
29	12	07	-3.0	124	16	25	42	-114.3	20	36	-0.9	234
30	13	19	-2.9	131	17	12	40	-121.6	21	00	-1.2	228
31	14	28	-2.7	136	18	02	35	-128.6	21	33	-1.7	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.
Вересень												
1	15	30	-2.4	138	18	55	01	-133.7	22	19	-2.2	222
2	16	22	-1.9	138	19	49	00	-135.7	23	19	-2.7	223
3	17	02	-1.5	134	20	43	11	-134.3	—	—	—	—
4	17	32	-1.1	128	21	36	19	-130.5	0	31	-3.1	227
5	17	54	-0.8	120	22	27	43	-125.9	1	50	-3.4	234
6	18	12	-0.7	111	23	17	23	-122.3	3	13	-3.5	243
7	18	27	-0.6	100	—	—	—	—	4	37	-3.5	254
8	18	41	-0.6	90	0	05	55	-120.8	6	01	-3.5	265
9	18	56	-0.6	79	0	54	20	-122.2	7	26	-3.6	276
10	19	12	-0.8	68	1	43	51	-126.7	8	52	-3.6	287
11	19	32	-1.0	58	2	35	43	-134.0	10	21	-3.7	298
12	19	59	-1.4	50	3	30	53	-143.0	11	51	-3.6	307
13	20	37	-1.9	44	4	29	36	-151.1	13	18	-3.3	314
14	21	30	-2.5	42	5	30	58	-155.2	14	33	-3.6	318
15	22	37	-3.0	44	6	32	57	-153.1	15	32	-2.8	317
16	23	56	-3.3	49	7	33	00	-145.2	16	14	-1.5	313
17	—	—	—	—	8	29	14	-134.2	16	44	-1.1	306
18	1	17	-3.3	56	9	20	53	-122.9	17	05	-0.8	298
19	2	37	-3.2	65	10	08	18	-113.4	17	21	-0.6	289
20	3	53	-3.1	75	10	52	20	-106.5	17	34	-0.5	280
21	5	07	-3.0	85	11	34	09	-102.5	17	46	-0.5	271
22	6	18	-3.0	94	12	14	51	-101.3	17	57	-0.5	261
23	7	29	-3.0	104	12	55	32	-102.7	18	10	-0.5	252
24	8	40	-3.0	113	13	37	01	-106.3	18	23	-0.6	244
25	9	52	-3.0	121	14	20	35	-111.8	18	40	-0.8	236
26	11	03	-2.9	128	15	06	26	-118.3	19	02	-1.1	230
27	12	14	-2.8	134	15	54	56	-124.9	19	31	-1.5	225
28	13	18	-2.5	137	16	45	52	-130.0	20	11	-1.9	222
29	14	14	-2.1	138	17	38	27	-132.6	21	04	-2.5	222
30	14	58	-1.6	136	18	31	32	-132.2	22	10	-2.9	225

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	15	31	-1.2	131	19	23	59	-129.4	23	25	-3.2	231
2	15	56	-0.9	124	20	15	05	-125.6	—	—	—	—
3	16	15	-0.8	115	21	04	43	-122.3	0	45	-3.4	239
4	16	32	-0.6	106	21	53	19	-121.0	2	07	-3.4	248
5	16	46	-0.6	95	22	41	48	-122.3	3	30	-3.5	259
6	17	01	-0.6	84	23	31	22	-126.8	4	55	-3.6	270
7	17	16	-0.7	73	—	—	—	—	6	22	-3.7	282
8	17	35	-0.9	63	0	23	19	-134.5	7	52	-3.8	293
9	18	00	-1.3	53	1	18	47	-144.3	9	25	-3.8	304
10	18	34	-1.8	46	2	18	14	-153.9	10	57	-3.6	312
11	19	23	-2.4	43	3	21	00	-159.6	12	20	-3.1	317
12	20	28	-2.9	43	4	24	55	-158.4	13	27	-2.4	318
13	21	44	-3.2	47	5	27	07	-150.4	14	15	-1.7	314
14	23	06	-3.3	54	6	25	15	-138.3	14	48	-1.2	308
15	—	—	—	—	7	18	20	-125.7	15	11	-0.8	301
16	0	26	-3.2	63	8	06	39	-115.0	15	28	-0.7	292
17	1	42	-3.1	72	8	51	08	-107.1	15	42	-0.6	283
18	2	56	-3.0	81	9	33	01	-102.3	15	54	-0.5	274
19	4	07	-2.9	91	10	13	31	-100.5	16	06	-0.5	265
20	5	17	-2.9	100	10	53	46	-101.4	16	18	-0.5	256
21	6	27	-2.9	110	11	34	48	-104.6	16	31	-0.6	247
22	7	38	-3.0	118	12	17	29	-109.7	16	47	-0.8	239
23	8	50	-3.0	126	13	02	27	-116.0	17	07	-1.0	232
24	10	01	-2.8	132	13	50	01	-122.5	17	33	-1.3	227
25	11	08	-2.6	136	14	39	59	-127.6	18	09	-1.8	223
26	12	06	-2.2	138	15	31	38	-130.3	18	57	-2.2	222
27	12	54	-1.8	137	16	23	48	-130.0	19	57	-2.7	224
28	13	30	-1.3	133	17	15	23	-127.2	21	07	-3.0	229
29	13	57	-1.0	127	18	05	35	-123.2	22	23	-3.2	236
30	14	18	-0.8	119	18	54	11	-119.6	23	42	-3.3	244
31	14	35	-0.7	110	19	41	36	-117.6	—	—	—	—

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	14	50	-0.6	100	20	28	39	-118.3	1	02	-3.4	254
2	15	04	-0.6	90	21	16	32	-122.4	2	23	-3.4	265
3	15	19	-0.7	79	22	06	39	-130.0	3	47	-3.6	276
4	15	36	-0.8	68	23	00	26	-140.8	5	15	-3.7	287
5	15	58	-1.1	58	23	59	38	-153.1	6	47	-3.9	298
6	16	28	-1.6	50	—	—	—	—	8	22	-3.8	308
7	17	12	-2.2	44	1	02	05	-163.0	9	53	-3.5	315
8	18	12	-2.8	43	2	08	13	-166.1	11	11	-2.8	317
9	19	27	-3.2	46	3	14	01	-160.3	12	08	-2.0	316
10	20	50	-3.4	52	4	16	01	-147.9	12	48	-1.4	310
11	22	13	-3.4	60	5	12	47	-133.3	13	15	-1.0	303
12	23	32	-3.2	69	6	03	42	-120.1	13	34	-0.7	294
13	—	—	—	—	6	49	52	-110.1	13	50	-0.6	285
14	0	46	-3.0	79	7	32	37	-103.6	14	02	-0.5	276
15	1	58	-3.0	88	8	13	22	-100.4	14	14	-0.5	267
16	3	08	-2.9	98	8	53	24	-100.3	14	26	-0.5	258
17	4	17	-2.9	107	9	33	52	-102.9	14	39	-0.6	250
18	5	28	-3.0	115	10	15	46	-107.6	14	54	-0.7	242
19	6	39	-2.9	123	10	59	54	-113.9	15	12	-0.9	234
20	7	50	-2.9	130	11	46	40	-120.7	15	37	-1.2	228
21	8	58	-2.7	135	12	36	02	-126.5	16	10	-1.6	224
22	10	00	-2.3	137	13	27	20	-129.8	16	54	-2.1	222
23	10	51	-1.9	137	14	19	24	-129.8	17	51	-2.5	223
24	11	30	-1.4	134	15	10	56	-126.9	18	57	-2.9	227
25	11	59	-1.1	129	16	00	54	-122.2	20	10	-3.1	233
26	12	22	-0.9	122	16	48	56	-117.5	21	26	-3.2	241
27	12	40	-0.7	113	17	35	15	-114.1	22	43	-3.2	250
28	12	55	-0.6	104	18	20	36	-113.1	—	—	—	—
29	13	08	-0.6	94	19	06	07	-115.4	0	01	-3.3	260
30	13	22	-0.6	84	19	53	11	-121.4	1	20	-3.4	271

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	13	38	-0.7	73	20	43	20	-131.3	2	43	-3.5	282
2	13	57	-0.9	63	21	38	04	-144.4	4	10	-3.7	293
3	14	22	-1.3	54	22	38	18	-158.2	5	42	-3.6	303
4	14	58	-1.9	47	23	43	33	-167.8	7	16	-3.7	311
5	15	50	-2.5	43	—	—	—	—	8	42	-3.2	316
6	17	01	-3.2	44	0	51	16	-168.7	9	52	-2.5	317
7	18	24	-3.5	49	1	57	34	-159.8	10	41	-1.7	313
8	19	51	-3.5	57	2	59	07	-145.3	11	14	-1.2	306
9	21	14	-3.4	66	3	54	31	-130.0	11	37	-0.9	298
10	22	32	-3.2	76	4	44	09	-117.2	11	55	-0.7	289
11	23	46	-3.0	85	5	29	19	-108.2	12	09	-0.6	279
12	—	—	—	—	6	11	30	-102.8	12	21	-0.5	270
13	0	58	-3.0	95	6	52	10	-100.9	12	33	-0.5	261
14	2	07	-2.9	104	7	32	38	-102.1	12	45	-0.6	252
15	3	18	-2.9	113	8	14	02	-105.9	13	00	-0.7	244
16	4	28	-2.9	121	8	57	21	-111.7	13	17	-0.8	236
17	5	39	-2.9	128	9	43	13	-118.6	13	40	-1.1	230
18	6	49	-2.8	134	10	31	52	-125.2	14	10	-1.5	225
19	7	53	-2.4	137	11	22	51	-129.8	14	51	-2.0	223
20	8	47	-2.0	137	12	15	09	-131.1	15	44	-2.4	223
21	9	30	-1.6	135	13	07	20	-128.9	16	49	-2.8	226
22	10	02	-1.2	130	13	58	08	-124.1	18	01	-3.1	232
23	10	27	-0.9	124	14	46	48	-118.6	19	17	-3.2	239
24	10	45	-0.7	116	15	33	19	-113.6	20	33	-3.2	248
25	11	01	-0.6	107	16	18	12	-110.9	21	49	-3.2	257
26	11	15	-0.6	97	17	02	27	-110.9	23	06	-3.2	268
27	11	28	-0.6	87	17	47	17	-114.4	—	—	—	—
28	11	42	-0.6	77	18	34	12	-121.7	0	24	-3.3	278
29	11	58	-0.8	67	19	24	41	-132.8	1	46	-3.5	289
30	12	20	-1.1	58	20	20	08	-146.4	3	12	-3.6	299
31	12	49	-1.5	50	21	21	05	-159.5	4	42	-3.7	308

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.



**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	-28	+28	-20	+19	-10	+10	0	0	+12	-11
2	-22	+20	-15	+14	-8	+7	0	0	+9	-8
3	-16	+13	-11	+9	-6	+5	0	0	+6	-5
4	-9	+6	-6	+4	-3	+2	0	0	+3	-3
5	-3	-1	-2	0	-1	0	0	0	+1	0
6	+3	—	+2	—	+1	—	0	—	-1	—
7	+9	-7	+6	-5	+3	-2	0	0	-4	+3
8	+16	-15	+11	-10	+6	-6	0	0	-7	+5
9	+23	-21	+16	-15	+8	-8	0	0	-9	+9
10	+30	-29	+21	-20	+11	-11	0	0	-12	+12
11	+35	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-15	+14
12	+36	-36	+25	-25	+14	-13	0	0	-15	+15
13	+32	-33	+22	-23	+12	-12	0	0	-14	+14
14	+27	-28	+19	-20	+10	-10	0	0	-11	+11
15	+20	-22	+14	-15	+7	-8	0	0	-8	+8
16	+13	-15	+9	-10	+5	-5	0	0	-6	+6
17	+7	-10	+5	-7	+3	-3	0	0	-3	+4
18	+2	-4	+1	-2	+1	-1	0	0	0	+2
19	-4	+1	-3	0	-2	0	0	0	+2	-1
20	—	+6	—	+4	—	+2	—	0	—	-3
21	-10	+12	-7	+8	-4	+4	0	0	+3	-4
22	-15	+18	-10	+12	-5	+6	0	0	+7	-7
23	-22	+23	-15	+16	-8	+9	0	0	+9	-9
24	-28	+29	-19	+20	-10	+11	0	0	+12	-12
25	-34	+34	-24	+24	-13	+12	0	0	+14	-14
26	-36	+37	-25	+26	-13	+14	0	0	+16	-15
27	-36	+35	-25	+24	-14	+13	0	0	+15	-15
28	-32	+31	-22	+22	-12	+12	0	0	+13	-12
29	-25	+23	-18	+16	-9	+8	0	0	+10	-10
30	-19	+16	-13	+11	-7	+5	0	0	+7	-7
31	-11	+9	-7	+7	-4	+4	0	0	+5	-3
Лютий										
1	-5	+2	-4	+1	-2	+1	0	0	+2	-1
2	+1	-5	+1	-3	0	-1	0	0	-1	+2
3	+8	-12	+6	-8	+3	-4	0	0	-3	+5

Продовження табл.7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
4	+14	—	+10	—	+5	—	0	—	-6	—
5	+21	-20	+15	-14	+8	-7	0	0	-9	+8
6	+28	-27	+19	-19	+10	-10	0	0	-12	+11
7	+34	-33	+24	-23	+13	-12	0	0	-14	+14
8	+36	-36	+26	-26	+14	-14	0	0	-15	+15
9	+34	-35	+24	-24	+13	-13	0	0	-15	+15
10	+29	-30	+21	-21	+11	-11	0	0	-12	+13
11	+23	-25	+16	-17	+9	-9	0	0	-9	+9
12	+16	-18	+11	-12	+6	-6	0	0	-6	+7
13	+10	-12	+7	-8	+3	-4	0	0	-4	+5
14	+3	-6	+2	-4	+1	-2	0	0	-2	+2
15	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	+1	-1
16	-7	+5	-5	+3	-3	+2	0	0	+3	-1
17	-14	+10	-10	+7	-5	+3	0	0	+5	-4
18	—	+15	—	+11	—	+6	0	—	—	-6
19	-20	+21	-14	+15	-8	+8	0	0	+7	-8
20	-26	+27	-18	+19	-10	+10	0	0	+10	-11
21	-31	+33	-22	+23	-12	+12	0	0	+13	-13
22	-35	+37	-25	+26	-13	+14	0	0	+16	-15
23	-37	+37	-26	+26	-13	+14	0	0	+16	-15
24	-34	+33	-24	+23	-13	+12	0	0	+14	-14
25	-28	+27	-20	+19	-10	+10	0	0	+12	-11
26	-21	+20	-15	+14	-8	+7	0	0	+9	-8
27	-15	+12	-10	+9	-5	+5	0	0	+6	-5
28	-8	+4	-6	+3	-3	+1	0	0	+3	-2

## Березень

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

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
13	+6	-9	+4	-6	+2	-3	0	0	-3	+3
14	0	-3	0	-2	0	-2	0	0	0	+1
15	-6	+3	-4	+2	-2	+1	0	0	+2	0
16	-11	+7	-8	+5	-4	+2	0	0	+4	-3
17	-17	+13	-12	+9	-6	+5	0	0	+7	-5
18	-23	+19	-16	+13	-8	+6	0	0	+10	-8
19	—	+25	—	+17	—	+9	—	0	—	-10
20	-29	+31	-20	+21	-11	+11	0	0	+12	-12
21	-35	+35	-24	+24	-13	+13	0	0	+14	-15
22	-37	+37	-26	+26	-14	+14	0	0	+16	-16
23	-36	+36	-25	+25	-14	+13	0	0	+15	-15
24	-31	+30	-22	+21	-11	+11	0	0	+13	-13
25	-25	+24	-17	+17	-9	+9	0	0	+10	-9
26	-18	+16	-12	+11	-6	+6	0	0	+8	-6
27	-11	+9	-8	+6	-4	+3	0	0	+5	-3
28	-4	+1	-3	+1	-1	0	0	0	+2	-1
29	+2	-6	+1	-4	+1	-2	0	0	-1	+2
30	+8	-14	+6	-10	+3	-5	0	0	-4	+5
31	+16	-22	+11	-15	+5	-8	0	0	-7	+8

## Квітень

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

Продовження табл. 7

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

## Травень

1	+37	—	+26	—	+14	—	0	—	-15	—
2	+34	-35	+24	-24	+13	-13	0	0	-15	+15
3	+29	-31	+20	-22	+10	-12	0	0	-13	+12
4	+22	-25	+15	-17	+8	-9	0	0	-10	+9
5	+16	-18	+11	-12	+6	-6	0	0	-6	+7
6	+9	-12	+6	-8	+3	-5	0	0	-4	+4
7	+4	-7	+3	-5	+1	-3	0	0	-2	+2
8	-2	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0	0
9	-7	+4	-5	+3	-3	+1	0	0	+3	-2
10	-13	+9	-9	+6	-5	+3	0	0	+5	-4
11	-19	+15	-13	+10	-7	+5	0	0	+8	-6
12	-25	+21	-18	+14	-9	+7	0	0	+10	-8
13	-31	+26	-21	+18	-11	+10	0	0	+13	-11
14	-35	+32	-24	+22	-13	+12	0	0	+15	-13
15	-36	+35	-25	+25	-13	+13	0	0	+16	-15
16	-34	+36	-24	+25	-13	+13	0	0	+14	-15
17	—	+33	—	+23	—	+12	—	0	—	-14
18	-29	+28	-20	+19	-10	+10	0	0	+12	-12
19	-23	+21	-16	+15	-8	+7	0	0	+9	-9
20	-17	+15	-11	+10	-6	+5	0	0	+7	-6
21	-10	+8	-7	+6	-3	+3	0	0	+4	-3
22	-4	+1	-3	+1	-2	+1	0	0	+1	0
23	+2	-6	+1	-4	+1	-2	0	0	-1	+2
24	+9	-13	+6	-9	+3	-5	0	0	-3	+5
25	+16	-21	+11	-14	+6	-7	0	0	-6	+9

Продовження табл. 7

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

## Червень

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

Продовження табл. 7

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

## Липень

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

## Серпень

1	-19	+20	-13	+14	-7	+7	0	0	+8	-9
2	-25	+27	-18	+19	-9	+10	0	0	+10	-10
3	-31	+32	-22	+23	-11	+12	0	0	+13	-13
4	-36	+35	-25	+25	-14	+13	0	0	+14	-15
5	-37	—	-26	—	-14	—	0	—	+15	—
6	-34	+37	-24	+26	-13	+14	0	0	+14	-15

Продовження табл. 7

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

## Вересень

1	-36	+37	-25	+26	-13	+14	0	0	+16	-15
2	-36	+35	-25	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
3	-32	—	-22	—	-12	—	0	—	+13	—
4	-26	+30	-18	+21	-10	+11	0	0	+10	-13
5	-19	+25	-13	+17	-7	+9	0	0	+8	-10
6	-13	+17	-9	+12	-4	+6	0	0	+5	-7
7	-6	+10	-4	+7	-2	+4	0	0	+3	-4
8	+1	+3	+1	+2	0	+1	0	0	0	-1
9	+7	-4	+4	-3	+2	-2	0	0	-3	+1
10	+14	-11	+9	-7	+5	-4	0	0	-5	+5
11	+21	-18	+15	-13	+8	-7	0	0	-8	+8
12	+28	-26	+20	-18	+10	-9	0	0	-11	+11
13	+34	-33	+23	-23	+12	-12	0	0	-14	+13
14	+36	-36	+25	-25	+13	-13	0	0	-16	+16

Продовження табл. 7

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
15	+34	-35	+24	-24	+12	-13	0	0	-15	+15
16	+29	-30	+20	-21	+11	-11	0	0	-12	+13
17	—	-25	—	-17	—	-9	—	0	—	+9
18	+23	-18	+16	-13	+8	-7	0	0	-9	+7
19	+16	-12	+11	-8	+6	-4	0	0	-7	+4
20	+10	-6	+7	-4	+4	-2	0	0	-3	+2
21	+3	0	+2	0	+1	0	0	0	-2	0
22	-2	+6	-2	+4	-1	+2	0	0	+1	-2
23	-8	+10	-6	+7	-3	+3	0	0	+3	-5
24	-14	+17	-10	+12	-5	+6	0	0	+6	-6
25	-21	+22	-15	+16	-8	+8	0	0	+8	-9
26	-27	+28	-19	+19	-10	+10	0	0	+9	-11
27	-32	+33	-23	+23	-12	+13	0	0	+13	-13
28	-35	+35	-25	+25	-13	+13	0	0	+16	-16
29	-36	+37	-26	+26	-14	+14	0	0	+15	-15
30	-34	+33	-24	+23	-13	+12	0	0	+14	-14

## Жовтень

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

## Листопад

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

Закінчення табл. 7

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

Таблиця 8

**ФАЗИ МІСЯЦЯ  
(за всесвітнім часом)**

Перша чверть			Повний Місяць			Остання чверть			Новий Місяць		
дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв
I.06	23	58	I.13	22	28	I.21	20	32	I.29	12	37
II.05	8	04	II.12	13	54	II.20	17	35	II.28	0	47
III.06	16	34	III.14	6	56	III.22	11	32	III.29	11	00
IV.05	2	17	IV.13	0	24	IV.21	1	38	IV.27	19	33
V.04	13	53	V.12	16	58	V.20	12	01	V.27	3	04
VI.03	3	42	VI.11	7	46	VI.18	19	21	VI.25	10	34
VII.02	19	30	VII.10	20	39	VII.18	0	40	VII.24	19	12
VIII.01	12	41	VIII.09	7	57	VIII.16	5	14	VIII.23	6	07
VIII.31	6	26	IX.07	18	11	IX.14	10	35	IX.21	19	55
IX.29	23	55	X.07	3	49	X.13	18	15	X.21	12	26
X.29	16	22	XI.05	13	20	XI.12	5	30	XI.20	6	48
XI.28	7	00	XII.04	23	15	XII.11	20	53	XII.20	1	44
XII.27	19	11									

Таблиця 9

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

Перигей					Апогей				
дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км	дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км
		'	"				'	"	
I.07	23.6	32	17	370171	I.21	4.9	29	33	404298
II.02	2.7	32	31	367456	II.18	1.2	29	31	404881
III.01	21.3	33	01	361966	III.17	16.6	29	27	405752
III.30	5.4	33	22	358126	IV.13	22.8	29	25	406294
IV.27	16.3	33	28	357118	V.11	0.8	29	25	406244
V.26	1.6	33	17	359022	VI.07	10.7	29	28	405551
VI.23	4.7	32	54	363176	VII.05	2.5	29	32	404626
VII.20	13.9	32	28	368046	VIII.01	20.6	29	34	404163
VIII.14	18.0	32	21	369286	VIII.29	15.6	29	32	404551
IX.10	12.2	32	45	364780	IX.26	9.8	29	28	405551
X.08	12.6	33	13	359818	X.23	23.5	29	24	406444
XI.05	22.5	33	29	356832	XI.20	2.8	29	23	406692
XII.04	11.1	33	29	356961	XII.17	6.2	29	25	406322

Таблиця 10

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

Висхідний вузол			Низхідний вузол		
дата	год	хв	дата	год	хв
I.05	19	46	I.19	1	48
II.01	22	06	II.15	6	53
III.01	5	40	III.14	13	45
III.28	16	29	IV.10	19	56
IV.25	2	23	V.07	23	44
V.22	8	05	VI.04	1	33
VI.18	9	41	VII.01	3	46
VII.15	10	42	VII.28	8	30
VIII.11	14	53	VIII.24	15	41
IX.07	23	08	IX.20	23	13
X.05	9	20	X.18	4	34
XI.01	17	46	XI.14	6	38
XI.28	21	33	XII.11	7	35
XII.25	22	03			

Таблиця 11

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

Дата	$P$	$B_0$	$L_0$	Дата	$P$	$B_0$	$L_0$				
Січень	1	1.9	-3.0	76.7	Липень	4	-1.2	3.2	168.3		
	5	0.0	-3.5	24.0		8	0.6	3.6	115.3		
	9	-1.9	-3.9	331.4		12	2.4	4.0	62.4		
	13	-3.8	-4.3	278.7		16	4.1	4.4	9.5		
	17	-5.7	-4.7	226.0		20	5.9	4.8	316.5		
	21	-7.5	-5.1	173.4		24	7.6	5.1	263.6		
	25	-9.3	-5.5	120.7		28	9.3	5.5	210.7		
	29	-11.0	-5.8	68.0		Серпень	1	10.9	5.8	157.8	
	Лютий	2	-12.6	-6.1			15.4	5	12.4	6.1	104.9
		6	-14.2	-6.4			322.7	9	13.9	6.3	52.0
10		-15.7	-6.6	270.0	13		15.4	6.5	359.1		
14		-17.1	-6.8	217.4	17		16.7	6.7	306.2		
18		-18.4	-6.9	164.7	21		18.0	6.9	253.4		
22		-19.6	-7.1	112.0	25		19.2	7.0	200.5		
26		-20.8	-7.2	59.3	29		20.3	7.1	147.7		
Березень		2	-21.8	-7.2	6.6		Вересень	2	21.3	7.2	94.8
	6	-22.7	-7.2	313.9	6			22.3	7.2	42.0	
	10	-23.5	-7.2	261.2	10	23.1		7.2	349.2		
	14	-24.3	-7.2	208.5	14	23.9		7.2	296.4		
	18	-24.9	-7.1	155.8	18	24.5		7.2	243.6		
	22	-25.4	-7.0	103.1	22	25.1		7.1	190.8		
	26	-25.8	-6.8	50.3	26	25.5		6.9	138.0		
	30	-26.0	-6.6	357.6	30	25.9		6.8	85.2		
	Квітень	3	-26.2	-6.4	304.8	Жовтень		4	26.1	6.6	32.4
		7	-26.3	-6.2	252.0			8	26.2	6.3	339.6
11		-26.2	-5.9	199.2	12		26.2	6.1	286.8		
15		-26.0	-5.6	146.4	16		26.1	5.8	234.1		
19		-25.7	-5.3	93.6	20		25.9	5.5	181.3		
23		-25.3	-4.9	40.8	24		25.5	5.1	128.6		
27		-24.7	-4.6	347.9	28		25.0	4.8	75.8		
Травень		1	-24.1	-4.2	295.1		Листопад	1	24.4	4.4	23.1
	5	-23.3	-3.8	242.2	5	23.7		4.0	330.3		
	9	-22.4	-3.3	189.3	9	22.8		3.5	277.6		
	13	-21.4	-2.9	136.4	13	21.9		3.1	224.8		
	17	-20.3	-2.4	83.5	17	20.8		2.6	172.1		
	21	-19.1	-2.0	30.6	21	19.5		2.1	119.4		
	25	-17.8	-1.5	337.7	25	18.2		1.6	66.7		
	29	-16.4	-1.0	284.8	29	16.8		1.1	13.9		
	Червень	2	-15.0	-0.6	231.8	Грудень		3	15.2	0.6	321.2
		6	-13.4	-0.1	178.9			7	13.6	0.1	268.5
10		-11.8	0.4	125.9	11		11.9	-0.4	215.8		
14		-10.1	0.9	73.0	15		10.1	-0.9	163.1		
18		-8.4	1.4	20.0	19		8.3	-1.4	110.4		
22		-6.6	1.8	327.1	23		6.4	-1.9	57.7		
26		-4.9	2.3	274.2	27		4.5	-2.4	5.0		
30		-3.1	2.8	221.2	31		2.5	-2.9	312.3		

Таблиця 12

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

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$	
Січень	1	-4.6	6.1	287.8	-1.5	350.2	8.8	166.1	0.02
	3	-3.7	4.2	312.2	-1.5	342.2	345.1	141.5	0.11
	5	-2.3	1.4	336.5	-1.5	338.4	337.4	115.8	0.28
	7	-0.7	-1.8	0.8	-1.5	338.9	337.4	89.8	0.50
	9	1.1	-4.6	25.1	-1.5	343.8	344.4	63.7	0.72
	11	3.0	-6.3	49.4	-1.4	353.1	358.9	37.7	0.90
	13	4.6	-6.4	73.7	-1.4	4.8	27.5	12.7	0.99
	15	5.2	-5.1	97.9	-1.4	14.4	358.9	13.6	0.99
	17	4.4	-2.8	122.2	-1.4	20.0	18.5	36.6	0.90
	19	2.5	-0.1	146.5	-1.3	21.9	23.4	58.9	0.76
	21	-0.2	2.6	170.8	-1.3	20.6	22.4	80.6	0.58
	23	-2.9	4.8	195.1	-1.3	16.1	16.4	102.3	0.39
	25	-4.8	6.3	219.4	-1.3	8.2	5.4	124.5	0.22
	27	-5.6	6.6	243.8	-1.2	357.6	349.3	147.9	0.06
29	-4.9	5.6	268.2	-1.2	347.3	314.6	172.0	0.00	
31	-3.2	3.2	292.6	-1.2	340.4	345.9	160.5	0.03	
Лютий	2	-0.9	-0.1	316.9	-1.1	338.1	336.5	134.0	0.15
	4	1.2	-3.3	341.3	-1.1	340.2	338.0	107.4	0.35
	6	3.1	-5.6	5.6	-1.0	346.8	346.6	81.2	0.58
	8	4.4	-6.7	29.9	-1.0	357.3	0.7	55.8	0.78
	10	5.0	-6.2	54.2	-0.9	8.4	17.0	31.1	0.93
	12	4.8	-4.4	78.5	-0.9	16.7	44.4	7.6	1.00
	14	3.5	-1.8	102.8	-0.8	21.0	17.6	16.3	0.98
	16	1.4	1.0	127.0	-0.8	21.8	24.3	38.5	0.89
	18	-1.3	3.6	151.3	-0.7	19.5	22.4	60.2	0.75
	20	-4.0	5.6	175.7	-0.7	13.9	15.5	81.8	0.57
	22	-5.9	6.7	200.0	-0.6	5.1	4.1	104.0	0.38
	24	-6.7	6.6	224.4	-0.6	354.4	350.1	127.5	0.20
	26	-5.8	5.0	248.8	-0.6	344.9	336.4	152.6	0.06
	28	-3.6	2.2	273.2	-0.5	339.3	82.6	178.3	0.00
Березень	2	-0.5	-1.3	297.6	-0.5	338.3	334.8	152.9	0.06
	4	2.5	-4.4	322.0	-0.4	342.0	338.4	125.3	0.21
	6	4.8	-6.3	346.4	-0.4	350.5	349.1	98.7	0.42
	8	6.0	-6.7	10.7	-0.3	1.7	3.5	73.4	0.64
	10	6.0	-5.7	35.0	-0.2	12.0	16.6	49.2	0.83
	12	5.0	-3.6	59.4	-0.2	18.7	25.7	25.8	0.95
	14	3.2	-0.8	83.6	-0.1	21.6	34.5	3.3	1.00
	16	0.7	2.0	108.0	0.0	21.4	27.4	18.8	0.97
	18	-2.0	4.5	132.3	0.0	18.0	23.2	40.5	0.88
	20	-4.6	6.2	156.6	0.1	11.3	14.5	62.2	0.73
	22	-6.6	6.9	181.0	0.1	1.7	2.3	84.4	0.55
	24	-7.5	6.3	205.3	0.2	351.2	349.1	107.7	0.35
	26	-6.8	4.3	229.7	0.2	342.9	338.6	132.7	0.16
	28	-4.5	1.2	254.2	0.3	338.5	334.5	159.6	0.03
30	-1.0	-2.3	278.6	0.3	338.8	324.3	172.1	0.00	

Продовження табл. 12

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$		
Квітень	1	2.8	-5.2	303.0	0.4	344.2	337.7	143.9	0.10	
	3	5.8	-6.7	327.5	0.4	354.3	351.4	116.6	0.28	
	5	7.2	-6.5	351.9	0.5	5.9	6.3	91.0	0.49	
	7	6.9	-4.9	16.2	0.5	15.0	17.7	67.0	0.70	
	9	5.4	-2.5	40.6	0.6	20.2	23.7	44.0	0.86	
	11	3.2	0.3	65.0	0.7	21.9	23.0	21.9	0.96	
	13	0.5	3.0	89.3	0.7	20.5	296.3	2.3	1.00	
	15	-2.2	5.2	113.6	0.8	15.9	26.9	21.8	0.96	
	17	-4.7	6.5	138.0	0.8	6.5	13.8	43.6	0.86	
	19	-6.6	6.7	162.3	0.9	357.9	0.0	65.8	0.70	
	21	-7.6	5.6	186.7	0.9	348.1	347.3	89.0	0.51	
	23	-7.2	3.4	211.1	0.9	341.1	338.6	113.8	0.30	
	25	-5.2	0.2	235.6	1.0	338.1	336.5	140.3	0.12	
	27	-1.8	-3.2	260.0	1.0	339.7	350.3	168.1	0.01	
	29	2.4	-5.7	284.5	1.0	346.7	331.6	162.5	0.02	
	Травень	1	5.8	-6.7	309.0	1.1	358.0	352.8	135.0	0.15
		3	7.5	-5.9	333.4	1.1	9.4	8.6	109.0	0.34
		5	7.3	-3.9	357.9	1.2	17.3	18.9	84.9	0.54
		7	5.6	-1.3	22.3	1.2	21.2	23.3	62.1	0.73
		9	3.1	1.5	46.6	1.3	21.7	22.0	40.2	0.88
11		0.4	4.0	71.0	1.3	19.2	11.6	18.8	0.97	
13		-2.2	5.8	95.4	1.4	13.4	67.8	5.4	1.00	
15		-4.4	6.6	119.8	1.4	4.4	15.1	25.8	0.95	
17		-6.1	6.3	144.1	1.4	354.1	357.8	48.2	0.83	
19		-6.9	4.7	168.5	1.4	345.2	345.3	71.5	0.66	
21		-6.8	2.1	193.0	1.4	339.7	338.0	96.1	0.45	
23		-5.2	-1.1	217.4	1.4	338.1	337.1	122.3	0.23	
25		-2.1	-4.1	241.9	1.4	341.1	345.4	149.7	0.07	
27		1.8	-6.1	266.4	1.4	349.4	58.0	174.9	0.00	
29		5.2	-6.4	290.9	1.4	1.5	351.7	153.5	0.05	
31	7.1	-5.2	315.4	1.4	12.4	10.3	127.5	0.20		
Червень	2	7.1	-2.8	339.8	1.5	19.0	19.9	103.2	0.39	
	4	5.4	-0.0	4.3	1.5	21.7	23.3	80.4	0.58	
	6	2.8	2.6	28.7	1.5	21.2	21.4	58.4	0.76	
	8	0.1	4.8	53.1	1.6	17.5	13.7	36.9	0.90	
	10	-2.3	6.2	77.5	1.6	10.4	353.6	15.5	0.98	
	12	-4.1	6.5	101.8	1.6	0.6	33.1	9.1	0.99	
	14	-5.3	5.6	126.2	1.6	350.4	356.7	31.1	0.93	
	16	-5.8	3.6	150.6	1.6	342.7	343.3	54.8	0.79	
	18	-5.5	0.7	175.0	1.6	338.6	337.2	79.6	0.59	
	20	-4.1	-2.5	199.5	1.5	338.6	337.7	105.4	0.37	
	22	-1.6	-5.1	224.0	1.5	343.1	345.7	132.4	0.16	
	24	1.7	-6.4	248.5	1.5	352.7	6.0	159.6	0.03	
	26	4.7	-6.1	273.0	1.5	4.9	333.9	171.1	0.01	
	28	6.4	-4.3	297.5	1.4	14.8	11.0	146.1	0.08	
30	6.3	-1.6	322.0	1.4	20.3	21.0	121.8	0.24		

Продовження табл. 12

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$		
Липень	2	4.7	1.2	346.4	1.4	21.9	23.6	98.9	0.42	
	4	2.2	3.7	10.9	1.4	20.3	21.0	76.9	0.61	
	6	-0.5	5.6	35.3	1.4	15.4	13.3	55.2	0.78	
	8	-2.7	6.6	59.7	1.4	7.2	359.9	33.3	0.92	
	10	-4.2	6.3	84.1	1.4	356.9	331.3	11.2	0.99	
	12	-4.8	4.8	108.5	1.4	347.2	0.9	14.1	0.98	
	14	-4.6	2.3	132.9	1.4	340.7	341.4	38.2	0.89	
	16	-3.8	-0.8	157.3	1.3	338.1	336.2	63.5	0.72	
	18	-2.3	-3.8	181.7	1.3	339.6	338.4	89.5	0.50	
	20	-0.1	-5.9	206.2	1.2	345.9	347.4	116.0	0.28	
	22	2.4	-6.6	230.6	1.2	356.6	3.4	142.7	0.10	
	24	4.5	-5.6	255.1	1.1	8.4	31.7	168.7	0.01	
	26	5.6	-3.4	279.6	1.1	16.9	8.6	164.6	0.02	
	28	5.3	-0.5	304.1	1.1	21.2	22.2	140.6	0.11	
	30	3.6	2.3	328.6	1.0	21.8	24.2	117.7	0.27	
	Серпень	1	1.2	4.7	353.1	1.0	19.1	20.6	95.6	0.45
		3	-1.4	6.2	17.5	1.0	13.1	12.4	73.8	0.64
		5	-3.5	6.7	41.9	1.0	4.0	359.9	51.7	0.81
		7	-4.7	6.0	66.3	0.9	354.0	344.4	28.7	0.94
		9	-4.8	4.0	90.7	0.9	345.0	306.9	5.1	1.00
		11	-3.8	1.1	115.1	0.8	339.3	339.8	21.2	0.97
		13	-2.2	-2.2	139.4	0.8	338.1	335.1	47.3	0.84
		15	-0.2	-5.0	163.8	0.7	341.4	339.3	73.8	0.64
		17	1.9	-6.5	188.3	0.6	350.0	350.0	100.2	0.41
		19	3.8	-6.5	212.7	0.6	0.9	5.0	126.3	0.20
		21	5.0	-5.0	237.2	0.5	11.7	20.1	151.9	0.06
		23	5.3	-2.5	261.7	0.5	18.7	51.9	176.4	0.00
		25	4.4	0.5	286.2	0.4	21.7	24.3	159.4	0.03
		27	2.6	3.3	310.6	0.4	21.3	25.3	136.6	0.14
		29	0.2	5.4	335.1	0.3	18.0	20.4	114.6	0.29
31	-2.4	6.6	359.5	0.3	10.4	11.1	92.8	0.48		
Вересень	2	-4.5	6.7	23.9	0.2	0.6	358.6	70.6	0.67	
	4	-5.6	5.6	48.3	0.2	350.4	345.6	47.5	0.84	
	6	-5.4	3.2	72.7	0.2	342.6	335.4	22.9	0.96	
	8	-3.8	-0.0	97.0	0.1	338.5	336.1	3.2	1.00	
	10	-1.3	-3.3	121.4	0.0	338.7	333.0	30.3	0.93	
	12	1.5	-5.8	145.7	0.0	343.9	340.2	57.5	0.77	
	14	3.9	-6.8	170.1	-0.1	353.7	353.1	84.1	0.55	
	16	5.5	-6.1	194.5	-0.2	5.3	7.8	109.9	0.33	
	18	6.0	-4.2	219.0	-0.2	14.8	19.2	134.8	0.15	
	20	5.4	-1.4	243.4	-0.3	20.2	24.6	158.8	0.03	
	22	4.0	1.6	267.9	-0.3	22.0	54.7	177.7	0.00	
	24	1.9	4.2	292.3	-0.4	20.4	28.6	155.5	0.04	
	26	-0.6	6.0	316.8	-0.4	16.0	20.6	133.6	0.16	
	28	-3.2	6.8	341.2	-0.5	7.4	9.6	111.8	0.31	
	30	-5.3	6.4	5.6	-0.5	357.3	356.8	89.8	0.50	



Закінчення табл. 12

Дата	$l$	$b$	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	$P$	$T$	$\Phi$	$k$	
Жовтень	2	-6.6	4.9	30.0	-0.6	347.7	345.0	66.8	0.70
	4	-6.4	2.3	54.3	-0.6	341.0	337.6	42.2	0.87
	6	-4.5	-1.0	78.6	-0.7	338.1	339.4	15.9	0.98
	8	-1.3	-4.2	103.0	-0.7	339.7	323.3	12.2	0.99
	10	2.4	-6.3	127.3	-0.8	346.7	340.4	40.0	0.88
	12	5.4	-6.6	151.6	-0.8	357.9	356.0	67.1	0.70
	14	7.0	-5.4	176.0	-0.9	9.3	10.5	92.9	0.48
	16	7.1	-3.1	200.3	-0.9	17.3	19.9	117.3	0.27
	18	5.9	-0.2	224.8	-1.0	21.2	23.0	140.6	0.11
	20	4.0	2.6	249.2	-1.0	21.8	16.7	163.1	0.02
	22	1.6	4.9	273.6	-1.1	19.0	55.2	173.5	0.00
	24	-1.0	6.3	298.0	-1.1	12.9	22.8	152.5	0.06
	26	-3.5	6.7	322.4	-1.1	3.9	8.3	130.9	0.17
	28	-5.8	5.9	346.8	-1.2	353.9	354.6	109.0	0.34
30	-7.2	4.0	11.2	-1.2	345.2	343.8	86.1	0.53	
Листопад	1	-7.3	1.2	35.5	-1.2	339.7	337.7	61.8	0.74
	3	-5.6	-2.1	59.8	-1.3	338.0	338.8	35.8	0.91
	5	-2.1	-4.9	84.1	-1.3	341.1	5.4	8.8	0.99
	7	2.2	-6.5	108.4	-1.3	349.7	336.5	21.2	0.97
	9	5.9	-6.2	132.6	-1.3	1.8	358.2	48.7	0.83
	11	7.8	-4.4	157.0	-1.4	12.6	12.9	74.7	0.63
	13	7.8	-1.8	181.3	-1.4	19.3	20.9	99.0	0.42
	15	6.4	1.1	205.6	-1.4	21.9	22.9	122.0	0.24
	17	4.1	3.7	230.0	-1.4	21.2	18.6	144.1	0.10
	19	1.6	5.6	254.4	-1.5	17.2	1.5	165.4	0.02
	21	-1.0	6.5	278.8	-1.5	9.8	42.4	170.8	0.01
	23	-3.5	6.3	303.2	-1.5	0.2	8.2	150.0	0.07
	25	-5.6	5.0	327.6	-1.5	350.4	352.4	128.0	0.19
	27	-7.1	2.8	351.9	-1.5	342.9	342.1	105.2	0.37
29	-7.4	-0.1	16.3	-1.5	338.7	337.2	81.2	0.58	
Грудень	1	-6.1	-3.2	40.6	-1.5	338.3	338.7	55.5	0.78
	3	-2.9	-5.6	64.8	-1.5	342.8	350.0	28.3	0.94
	5	1.4	-6.5	89.1	-1.5	352.7	87.8	5.0	1.00
	7	5.3	-5.6	113.3	-1.5	5.2	358.2	28.9	0.94
	9	7.6	-3.3	137.6	-1.5	15.2	14.8	55.2	0.79
	11	7.8	-0.4	161.9	-1.5	21.0	22.0	79.7	0.59
	13	6.4	2.4	186.2	-1.5	22.0	23.0	102.7	0.39
	15	4.0	4.7	210.6	-1.5	20.1	18.7	124.6	0.22
	17	1.4	6.1	234.9	-1.5	14.9	8.4	146.1	0.08
	19	-1.1	6.6	259.3	-1.5	7.0	343.8	167.2	0.01
	21	-3.3	5.8	283.7	-1.5	356.4	18.8	168.8	0.01
	23	-5.1	4.0	308.0	-1.5	347.2	350.8	147.0	0.08
	25	-6.3	1.4	332.4	-1.5	341.0	340.2	123.9	0.22
	27	-6.6	-1.6	356.7	-1.4	338.1	336.4	99.8	0.42
29	-5.6	-4.4	21.0	-1.4	339.1	338.9	74.5	0.63	
31	-3.0	-6.2	45.3	-1.4	345.0	348.9	47.8	0.84	
Січень	2	0.6	-6.5	69.6	-1.3	356.0	9.8	20.4	0.97

### МЕРКУРІЙ

У 2025 р. буде чотири періоди ранкової видимості планети і три — вечірньої.

*Перший період ранкової видимості*, який розпочався ще торік, триватиме впродовж двох перших тижнів січня. Меркурій сходитиме на південному сході перед настанням уранішніх присмерків як зоря  $-0.4$  зоряної величини. Тривалість його видимості швидко скорочується з 1 год до нуля. Упродовж цього періоду планета переміщується прямим рухом сузір'ями Змієноця та Стрільця.

Після верхнього сполучення Меркурія зі Сонцем (9 лютого) знову спостерігати планету можна лише наприкінці другої десятиденки лютого, коли розпочнеться перший період її вечірньої видимості. Цей період охоплює останню десятиденку лютого і три перші тижні березня. Планету видно після настання темряви в західній частині небосхилу, спершу — у сузір'ї Водолія, а наприкінці лютого — в сузір'ї Риб. До стояння 14 березня Меркурій переміщується прямим рухом. Тривалість видимості збільшується з кількох хвилин до приблизно 1 год 10 хв (8 березня), потім меншає та сходить нанівець, бо 24 березня відбудеться нижнє сполучення Меркурія з Сонцем. Блиск планети зменшується з  $-1.4$  зоряної величини до  $+3.6$ . На 8 березня припадає найбільша східна елонгація планети  $E = 18^{\circ} 15'$ .

У квітні розпочнеться *другий період ранкової видимості* Меркурія. Але це буде гібридний період. За розрахунками на широті  $\varphi = 50^{\circ}$  планета дійсно сходить на сході перед світанком, однак незабаром шепає в променях ранкової зорі. Тривалість видимості її не сягає навіть і п'яти хвилин. Для місць, розташованих далі на південь, тривалість видимості поступово збільшується. Наприклад, для широти  $\varphi = 44^{\circ}$  її максимальна величина становить майже 15 хв. Триватиме цей період приблизно

дві десятиденки. Планета весь час перебуватиме в сузір'ї Риб, і до стояння 6 квітня переміщуватиметься по небесній сфері назаднім рухом, а далі — прямим.

Упродовж останнього місяця весни Меркурій не можна спостерігати. Тридцятого травня відбудеться верхнє сполучення планети зі Сонцем.

У червні (після першої п'ятиденки місяця) розпочнеться *другий період вечірньої видимості* Меркурія. Планету можна спостерігати на північному заході (наприкінці періоду видимості — на північному заході, ближче до заходу) після настання темряви. Четвертого липня Меркурій матиме найбільшу східну елонгацію  $E = 25^{\circ}56'$ . Тривалість видимості збільшується з кількох хвилин до майже 50 хв (20—23 червня), потім меншає, і наприкінці першої половини липня сходить нанівець. Блиск планети зменшується з  $-1.5$  зоряної величини до  $+1.2$ . Тридцять першого липня відбудеться нижнє сполучення планети з Сонцем. На початку цього періоду видимості Меркурій перебуватиме в сузір'ї Тельця, а далі — у сузір'ї Близнят і Рака. До стояння 17 липня планета переміщуватиметься прямим рухом, а далі назаднім.

*Третій період ранкової видимості* Меркурія охоплює серпень (крім першого тижня) та перший тиждень вересня. Планета з'являється на передсвітанковому небі в його північно-східній ділянці (ближче до сходу). Тривалість видимості зростає з кількох хвилин до 1 год 05 хв (21—23 серпня), потім меншає, а наприкінці першого тижня вересня планета губиться у променях ранкової зорі, бо 13 вересня відбудеться верхнє сполучення її зі Сонцем. Найбільшу західну елонгацію  $W = 18^{\circ}35'$  планета матиме 19 серпня. Блиск Меркурія збільшується з  $+2.5$  зоряної величини до  $-1.5$ . До стояння 10 серпня він переміщується назаднім рухом, а далі прямим, у межах сузір'їв Рака і Лева.

*Третій період вечірньої видимості* Меркурія припадає на останній тиждень жовтня та на перший тиждень листопада. Це буде гібридний період. За розрахунками, на широті  $\varphi = 50^{\circ}$  планета, дійсно, з'явиться на південному заході після настання темряви, однак невдовзі зникне з поля зору. Максимальна тривалість видимості планети становить 5 хв. Але в інших місцях, які лежать далі на південь, тривалість видимості значно більша. Наприклад, на паралелі  $44^{\circ}$  максимальна величина її дорвнює 20 хв. На 29 жовтня припадає найбільша східна елонгація Меркурія  $E = 23^{\circ}53'$ . До стояння 9 листопада планета переміщуватиметься прямим рухом, а далі назаднім, у сузір'ях Терзів і Скорпіона.

Після нижнього сполучення Меркурія зі Сонцем (20 листопада) спостерігати планету можна в останній тиждень листопада — розпочнеться четвертий період ранкової видимості її. Закінчиться цей пері-

од наприкінці грудня. Планета з'являється на вранішньому небі у південно-східній, ближче до сходу, частині його (наприкінці періоду видимості — на південному сході). Тривалість видимості зростає з кількох хвилин до 1 год 20 хв (6 грудня), потім меншає, і наприкінці року сходить нанівець. Найбільша західна елонгація  $W = 20^{\circ}44'$  відбудеться 7 грудня. Блиск Меркурія збільшується з +3.5 зоряної величини до -0.5. Упродовж цього періоду планета перебуватиме в сузір'ях Терезів і Скорпіона, до стояння 29 листопада вона переміщуватиметься назаднім рухом, а далі прямим.

## ВЕНЕРА

Через велику яскравість планети її можна спостерігати не лише в темну частину доби, але й під час вечірніх чи ранкових громадянських присмерків. Це потрібно мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості тільки в темну пору доби.

У 2025 р. буде три періоди видимості Венери — вечірня, подвійна, ранкова.

*Період вечірньої видимості* Венери, який розпочався наприкінці липня минулого року, триватиме далі в січні — березні. Після настання темряви планету видно: на південному заході, ближче до півдня (січень), на південному заході (лютий), на південному заході, ближче до заходу (березень). До стояння 28 лютого вона переміщується прямим рухом, а далі назаднім, по сузір'ях Водоля та Риб. Її видимий діаметр на початку січня становитиме  $22.6''$ , наприкінці березня —  $59.8''$ . Моменти заходу Венери поступово зміщуються на пізніші години, тому тривалість видимості планети збільшується з 3 год 30 хв (1 січня) до 3 год 44 хв (17—27 січня). Потім вона зменшується до нуля (20 березня). Найбільша східна елонгація  $E = 47^{\circ}10'$  відбудеться 10 січня.

На 23 березня припаде нижнє сполучення Венери з Сонцем. Через те що схилення Венери на цей час набагато більше за схилення Сонця, на початку другої половини березня виникає така ситуація, що можна спостерігати планету як уранці, так і увечері того ж дня — настає період її подвійної видимості. У північних регіонах ( $\varphi = 52^{\circ}$ ) цей період триватиме майже тиждень, на паралелі  $50^{\circ}$  — п'ять діб, на паралелі  $44^{\circ}$  — дві доби. На передсвітанковім небі планета з'являтиметься у північно-східній частині його, ближче до сходу, приблизно о пів на шосту за київським часом. Після настання темряви її видно у північно-західній частині небосхилу, ближче до заходу. Упродовж цього періоду Венера переміщується назаднім рухом по сузір'ю Риб. Видимий діаметр планети становитиме  $59.8''$ .

Після закінчення цього періоду розпочнеться період ранкової видимості Венери. Він охоплює останню десятиденку березня,

квітень — листопад, перший тиждень грудня. Планета з'являтиметься перед світанком приблизно о 5 год 20 хв за київським часом (на початку періоду) у північно-східній частині небосхилу, ближче до сходу. Поступово моменти сходу зміщуються на більш ранні години: 1 квітня Венера сходить о 4 год 30 хв на сході (тривалість видимості становить 34 хв), 1 травня — о 3 год 13 хв на сході (тривалість видимості — 47 хв), 1 червня — о 2 год 16 хв у північно-східній частині небосхилу, ближче до сходу (57 хв), 1 липня — о 1 год 32 хв у північно-східній частині небосхилу, ближче до сходу (1 год 39 хв), 22 липня — о 1 год 21 хв у північно-східній частині небосхилу (2 год 14 хв). На 1 червня припала найбільша західна елонгація Венери  $W = 45^{\circ}53'$ . Після 22 липня моменти сходу планети зміщуватимуться вже на пізніші години (23 липня вона зійде о 1 год 22 хв, 31 липня — о 1 год 25 хв). Однак тривалість видимості збільшується далі, 15 серпня вона сягає 2 год 31 хв, а потім меншає: 31 серпня вона становитиме 2 год 22 хв (зійде планета на північному сході о 2 год 18 хв).

У наступні місяці моменти сходу Венери (і тривалість її видимості) будуть такі: 1 вересня — 2 год 20 хв (2 год 21 хв), 1 жовтня — 3 год 44 хв (1 год 44 хв), 1 листопада — 5 год 16 хв (1 год), 1 грудня — 6 год 49 хв (10 хв), 6 грудня — 7 год 03 хв (2 хв). Планету ще можна спостерігати деякий час на тлі ранкової зорі, потім вона щезає в сонячних променях.

До стояння 10 квітня Венера переміщується назаднім рухом, а далі прямим. Упродовж цього періоду видимості вона пройде на небесній сфері від сузір'я Риб до сузір'я Стрільця. Її видимий діаметр наприкінці року становитиме 9.8 .

Упродовж року блиск Венери становитиме:  $-4.5^m$  (середнє за січень),  $-4.6^m$  у лютому,  $-4.3^m$  у березні,  $-4.5^m$  у квітні та травні,  $-4.2^m$  у червні,  $-4.1^m$  у липні,  $-4.0^m$  у серпні та  $-3.9^m$  у вересні й до кінця періоду видимості.

## МАРС

Планета перебуватиме на нічному небі майже цілий рік.

На початку січня Марс сходить на північному сході приблизно через 30 хв після настання темряви, його можна спостерігати до світанку. Моменти сходу поступово переміщуються на більш ранні вечірні години, тому після першого тижня планета сходитиме ще перед настанням темряви. На тільки-но потемнілому небі її видно (на північному сході; наприкінці місяця — на сході) як таку, що вже піднялася над обрієм. Спостерігати Марс можна до ранкових присмерків. Тривалість видимості планети становитиме: 13 год 51 хв (1 січня); 14 год 26 хв (7 січня), 14 год 25 хв (8 січня); 13 год 31 хв

(1 лютого); 13 год 22 хв (4 лютого). Шістнадцятого січня відбулося протистояння Марса зі Сонцем.

Після першої п'ятиденки лютого вже не можна буде спостерігати планету впродовж цілої ночі, бо вона заходитиме ще до настання ранкових присмерків. Марс стає видимим після настання темряви: 5 лютого — на сході (тривалість видимості планети становить 13 год 18 хв); 1 березня — на південному сході (тривалість видимості — 10 год 53 хв); 1 квітня — на півдні (8 год 15 хв); 1 травня — на південному заході (5 год 55 хв); 1 червня — на південному заході (3 год 38 хв); 1 липня — у південно-західній частині неба, ближче до заходу (1 год 53 хв); 1 серпня — приблизно на заході (58 хв); 1 вересня — приблизно на заході, але трохи далі на південь (33 хв); 1 жовтня — приблизно на заході, але трохи далі на південь (19 хв); 1 листопада — на південному заході, але трохи далі на захід (7 хв). Тривалість видимості планети далі скорочується, і наприкінці другої десятиденки листопада сходить нанівець.

Блиск Марса упродовж січня становитиме приблизно  $-1.3$  зоряної величини. Потім він меншає, на початку другої половини липня досягне  $+1.6$  зоряної величини, а після першого тижня жовтня почне збільшуватись. Наприкінці періоду видимості планети її блиск становитиме  $+1.4$  зоряної величини. Видимий діаметр Марса впродовж року зменшиться з  $14.2''$  до  $3.8''$ .

До стояння 24 лютого планета переміщується назаднім рухом по сузір'ях Рака та Близнят. Потім її рух зміниться на прямий, і вона пройде сузір'ями Близнят, Рака, Лева, Діви, Терезів, Скорпіона, Змієноця і Стрільця.

## ЮПІТЕР

У 2025 р. Юпітер доступний для спостережень упродовж січня — травня, першої десятиденки червня та впродовж липня (крім першого тижня), серпня — грудня. Блиск планети буде не меншим від  $-1.9$  зоряної величини, 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.

Упродовж першого періоду видимості планету можна спостерігати після настання темряви і до її заходу. Так, 1 січня планета стає видимою (на сході) після 16 год 47 хв і перебуває на небі до 5 год 57 хв за київським часом; 1 лютого — на південному сході після 17 год 29 хв і до 3 год 46 хв; 1 березня — на півдні після 18 год 15 хв і до 2 год 02 хв; 1 квітня — на південному заході після 19 год 05 хв і до 0 год 20 хв; 1 травня — приблизно на заході після 19 год 56 хв і до 22 год 49 хв; 1 червня — на північному

заході, але трохи далі на захід після 20 год 43 хв і до 21 год 18 хв. Тривалість видимості планети весь час скорочується, і наприкінці першої десятиденки червня сходить нанівець. Двадцять четвертого червня відбудеться сполучення Юпітера зі Сонцем.

Блиск планети зменшиться з  $-2.7$  зоряної величини до  $-1.9$ . Видимі діаметри впродовж першого періоду видимості зменшуються: екваторіальний зі  $47.0''$  до  $32.1''$ , полярний зі  $44.0''$  до  $30.0''$ .

Знову побачити Юпітер на небі можна в липні (після першої десятиденки), коли розпочнеться новий період видимості планети. Він сходитиме перед світанком на північному сході, на початку періоду — приблизно о 4 год за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 3 год. Тривалість його видимості на темному небі збільшується з кількох хвилин до 1 год 40 хв. Моменти сходу Юпітера поступово зміщуються на більш ранні передсвітанкові години, тому на початку другої десятиденки вересня планета сходитиме вже опівночі і перебуватиме на темному небі впродовж другої половини ночі (приблизно 5 год). Моменти сходу Юпітера далі зміщуються на більш ранні вечірні години. Так, 1 жовтня планета зійде (на північному сході) приблизно о 23 год (тривалість видимості на темному небі становить 6 год 25 хв), 1 листопада — приблизно о 21 год (9 год 04 хв), 1 грудня — приблизно о 20 год (11 год 48 хв), 31 грудня — приблизно о 17 год (14 год 23 хв).

Блиск планети збільшується з  $-1.9$  зоряної величини до  $-2.7$ . Упродовж другого періоду видимості її видимі діаметри зростуть: екваторіальний — із  $32.1''$  до  $46.4''$ , полярний — із  $30.0''$  до  $43.4''$ .

До стояння 4 лютого планета переміщується назаднім рухом, а далі прямим, сузір'ями Тельця і Близнят, а після стояння 11 листопада — назаднім у межах сузір'я Близнят.

## САТУРН

У 2025 р. планету можна спостерігати впродовж січня — лютого, а потім — упродовж квітня (крім першої десятиденки) — грудня.

На початку січня Сатурн видно після настання темряви на півдні, на початку лютого — на південному заході, наприкінці лютого — приблизно на заході. Планету можна спостерігати до її заходу: 1 січня — о 21 год 45 хв за київським часом, 1 лютого — о 20 год, 1 березня — о 18 год 31 хв. Тривалість видимості Сатурна скорочується з приблизно п'яти годин до нуля, бо 4 березня він зійде ще перед настанням темряви. На 12 березня припадає сполучення Сатурна із Сонцем.

Блиск планети упродовж цього періоду видимості становитиме  $+1.1$  зоряної величини, а екваторіальний і полярний діаметри зменшуються відповідно з  $16.5''$  до  $15.6''$  і з  $14.7''$  до  $13.9''$ .

Після першої десятиденки квітня Сатурн знову стане доступним для спостережень. Його можна спостерігати на вранішньому небі — планета сходить на сході о 4 год 40 хв за київським часом. Моменти сходу поступово зміщуються на більш ранні години: 1 травня схід відбудеться приблизно о 3 год 30 хв, 1 червня — о 1 год 30 хв, 24 червня — в 0 год 03 хв і наприкінці цієї ж дати — о 23 год 59 хв. Моменти сходу зміщуються й далі на більш ранні, уже вечірні, години: 1 липня — о 23 год 30 хв, 1 серпня — о 21 год 30 хв, 1 вересня — приблизно о 19 год 30 хв, 5 вересня — о 19 год 11 хв. Сатурн сяє на темному небі до світанку. Після 6 вересня він сходитиме ще до настання темряви, тому його буде видно на сході як такий, що піднявся на деяку висоту над горизонтом. Тривалість видимості планети весь час збільшуватиметься: з кількох хвилин (на початку періоду) до 9 год 38 хв (6 вересня), 27 вересня вона буде максимальною — 11 год (21 вересня відбулося протистояння Сатурна зі Сонцем). Після 27 вересня тривалість видимості планети меншає, бо Сатурн заходитиме ще до ранкових присмерків: 28 вересня — приблизно о 5 год 20 хв (тривалість видимості 10 год 58 хв), 1 жовтня — о 5 год 05 хв (10 год 51 хв), 1 листопада — о 2 год 51 хв (9 год 39 хв), 1 грудня — в 0 год 50 хв (8 год 11 хв). На початку другої десятиденки грудня Сатурн заходить опівночі (7 год 30 хв), 31 грудня — о 22 год 54 хв (6 год 08 хв).

Блиск Сатурна упродовж цього періоду видимості спочатку збільшується з +1.2 зоряної величини до +0.6 (29 вересня), потім зменшується (30 вересня) з +0.7 зоряної величини до +1.2.

Екваторіальний і полярний діаметри спочатку збільшуються відповідно з 15.8'' до 19.4'' і з 14.1'' до 17.3'' (квітень — друга декада вересня), потім меншають, і наприкінці року становитимуть відповідно 17.1'' і 15.2''.

До стояння 14 липня планета переміщуватиметься прямим рухом у межах сузір'їв Водоля і Риб. А потім — назаднім, до стояння 29 листопада, і далі — знову прямим рухом сузір'ями Риб і Водоля.

## УРАН

У 2025 р. буде *два періоди видимості* Урана. *Перший період*, який почався ще торік, закінчиться наприкінці першої декади травня. Уран буде видно на небі після настання темряви. Другий період розпочнеться на початку червня й триватиме до кінця року. Планету буде видно спершу зранку, далі (з вересня) — з ночі; з листопада — усю ніч, а наприкінці року — з вечора і майже до п'ятої години ночі.

У січні Уран можна спостерігати звечора у південно-східній ділянці неба. На початку місяця планета заходить о 4 год 18 хв київ-



ського часу, наприкінці місяця — о 2 год 18 хв. Тривалість видимості її зменшується упродовж січня з 11 год 35 хв до 8 год 54 хв. На 30 січня припадає стояння Урана.

Уран у лютому доступний для спостережень після настання темряви й до його заходу: 1 лютого о 2 год 14 хв, 28 лютого — в 0 год 26 хв. Наприкінці місяця тривалість видимості планети становитиме 6 год 16 хв.

У березні й квітні Уран можна спостерігати після смеркання у південно-західній та західній ділянках неба. Він заходить на початку березня в 0 год 23 хв, а наприкінці квітня о 20 год 42 хв. Тривалість видимості планети зменшуватиметься і 30 квітня становитиме 49 хв.

Уран у травні буде доступним для спостережень упродовж перших восьми діб місяця низько над обрієм у західній, ближче до північно-західної, ділянці неба. Далі планета зникне на тлі вечірньої заграви. На 17 травня припадає її сполучення зі Сонцем.

Уран можна спостерігати знову, вже на ранковому небі, з початку червня — настане *другий період видимості* планети, який закінчиться наступного року. П'ятого червня Уран зійде о 3 год 01 хв, 30 червня — о 1 год 23 хв, наприкінці липня — о 23 год 25 хв, 31 серпня Уран — о 21 год 24 хв. Його можна спостерігати до світанку: на початку періоду видимості кілька хвилин, наприкінці серпня — 7 год 13 хв.

У вересні планета доступна для спостережень з вечора до світанку: на початку місяця вона сходить о 21 год 20 хв, наприкінці місяця — о 19 год 26 хв; 31 жовтня — о 17 год 21 хв. На початку листопада планета сходитиме ще під час вечірніх присмерків. На 21 листопада припадає протистояння Урана із Сонцем. У ніч проти 21 листопада тривалість видимості планети становитиме 14 год 02 хв. Наприкінці листопада вона меншає, бо планета заходитьиме ще до світанку: 30 листопада — о 6 год 56 хв; 1 грудня — о 6 год 52 хв, а наприкінці грудня — о 4 год 58 хв. До кінця року тривалість видимості планети зменшиться до 12 год 06 хв.

Блиск Урана впродовж року буде в межах +5.8...+5.6 зоряної величини, його видимий діаметр змінюватиметься від 3.7'' до 3.4'', а потім знову до 3.7''. Планета до початку березня перебуватиме в сузір'ї Овна, потім — у сузір'ї Тельця. До стояння 30 січня Уран переміщується назаднім рухом, далі до стояння 6 вересня — прямим, після чого знову назаднім.

## НЕПТУН

Цю планету візуально не видно. Її можна спостерігати лише через бінокль або у телескоп. У 2025 р. буде *два періоди видимості* Нептуна.

*Перший період* (він розпочався ще торік після першої декади квітня) триватиме до кінця першої декади березня. *Другий період* розпочнеться в другій декаді квітня й триватиме до кінця року.

Нептун доступний для спостережень упродовж січня, лютого та першої декади березня. Після настання темряви його видно у південній і південно-західній ділянці неба, спостерігати планету можна до її заходу. На початку січня Нептун заходить за горизонт о 22 год 56 хв за київським часом, на початку лютого — о 20 год 58 хв, а на початку другої декади березня зникає у променях вечірньої заграви. Тривалість видимості планети скорочується з 6 год 12 хв до нуля. На 19 березня припадає сполучення Нептуна зі Сонцем.

Нептун знову буде доступним для спостережень у другій половині квітня, уже перед світанком — настане *другий період видимості*, який закінчиться наступного року. На початку другого періоду (15 квітня) планета зійде о 4 год 29 хв, момент сходу 1 травня — 3 год 27 хв. На початку літніх місяців моменти сходу будуть такі: червень — 1 год 23 хв, липень — 23 год 26 хв, серпень — 21 год 23 хв. Тривалість видимості Нептуна збільшиться від початку періоду видимості до кінця літа з 1 хв до 9 год 02 хв. У серпні Нептун можна спостерігати всю ніч.

Після 4 вересня планета сходить на тлі вечірньої заграви, тобто до настання темряви, тому на потемнілому небі її можна спостерігати над горизонтом на певній висоті. На 23 вересня припадає протистояння Урана зі Сонцем. Тривалість видимості планети становитиме 11 год 24 хв. Наприкінці вересня Нептун заходитиме ще до настання ранкових присмерків (30 вересня — о 5 год 24 хв), тому тривалість його видимості далі буде скорочуватися.

Упродовж наступних місяців моменти заходу Нептуна будуть такими: 1 жовтня — 5 год 20 хв, 1 листопада — 3 год 14 хв, 1 грудня — 1 год 10 хв, 31 грудня — 23 год 13 хв. Планета доступна для спостережень після закінчення вечірніх присмерків. Тривалість її видимості далі скорочуватиметься, і наприкінці року становитиме 4 год 31 хв.

Блиск Нептуна впродовж року становитиме приблизно +7.9 зоряної величини; його видимий діаметр буде в межах 2.0...2.2". Увесь рік планета перебуватиме в сузір'ї Риб. До стояння 5 липня Нептун переміщуватиметься прямим рухом, далі (до стояння 11 грудня) — назаднім, а потім знову прямим.

**ПЛАНЕТНІ КОНФІГУРАЦІЇ**  
(за всесвітнім часом)

Дата	Час		Конфігурація
	год	хв	
			<b>Меркурій</b>
Лютий	9	12 09	верхнє сполучення
Березень	8	6 09	найбільша східна елонгація $E 18^{\circ} 15'$
	14	20 40	стояння
	24	19 49	нижнє сполучення
Квітень	6	6 22	стояння
	21	18 50	найбільша західна елонгація $W 27^{\circ} 23'$
Травень	30	4 14	верхнє сполучення
Липень	4	4 42	найбільша східна елонгація $E 25^{\circ} 56'$
	17	7 24	стояння
	31	23 42	нижнє сполучення
Серпень	10	18 03	стояння
	19	9 51	найбільша західна елонгація $W 18^{\circ} 35'$
Вересень	13	10 53	верхнє сполучення
Жовтень	29	22 05	найбільша східна елонгація $E 23^{\circ} 53'$
Листопад	9	23 23	стояння
	20	9 24	нижнє сполучення
	29	15 17	стояння
Грудень	7	21 04	найбільша західна елонгація $W 20^{\circ} 44'$
			<b>Венера</b>
Січень	10	5 14	найбільша східна елонгація $E 47^{\circ} 10'$
Лютий	28	3 28	стояння
Березень	23	1 08	нижнє сполучення
Квітень	10	15 00	стояння
Червень	1	3 42	найбільша західна елонгація $W 45^{\circ} 53'$
			<b>Марс</b>
Січень	16	2 40	протистояння
Лютий	24	9 36	стояння
			<b>Юпітер</b>
Лютий	4	13 08	стояння
Червень	24	15 18	сполучення
Листопад	11	19 55	стояння
			<b>Сатурн</b>
Березень	12	10 30	сполучення
Липень	14	7 58	стояння
Вересень	21	5 47	протистояння
Листопад	29	0 36	стояння
			<b>Уран</b>
Січень	30	19 04	стояння
Травень	17	23 33	сполучення
Вересень	6	4 56	стояння
Листопад	21	12 26	протистояння
			<b>Нептун</b>
Березень	19	23 27	сполучення
Липень	5	14 32	стояння
Вересень	23	12 55	протистояння
Грудень	11	0 23	стояння

Таблиця 14

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ  
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час		Сполучення	Видима відстань			
	год	хв					
Січень	20	5	21	Венера зі Сатурном	2°	31	N
Лютий	3	19	55	Венера з Нептуном	3	58	N
	25	21	28	Меркурій зі Сатурном	1	39	N
Березень	3	6	28	Меркурій із Нептуном	2	10	N
	9	10	53	Меркурій із Венерою	6	21	S
	21	0	55	Венера з Нептуном	10	40	N
	28	2	09	Меркурій із Нептуном	4	11	N
	30	6	09	Венера зі Сатурном	10	19	N
Квітень	16	18	34	Меркурій із Нептуном	0	42	S
	29	2	27	Венера зі Сатурном	3	43	N
Травень	4	2	52	Венера з Нептуном	2	03	N
	24	22	56	Меркурій з Ураном	0	08	S
Червень	8	20	16	Меркурій з Юпітером	1	58	N
	29	8	46	Сатурн із Нептуном	0	59	S
Липень	4	1	04	Венера з Ураном	2	25	S
Серпень	6	9	28	Сатурн із Нептуном	1	08	S
	12	7	45	Венера з Юпітером	0	52	S
Жовтень	21	6	17	Меркурій з Марсом	2	08	S
Листопад	12	18	47	Меркурій з Марсом	1	18	S
	25	4	53	Меркурій з Венерою	1	03	N

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

Таблиця 15

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

Дата	Час		Планета	Видима відстань			
	год	хв					
Січень	3	15	24	Венера	1°	26	N
	4	17	25	Сатурн	0	41	S
	5	15	18	Нептун	1	09	S
	9	15	55	Уран	4	29	S
	10	23	14	Юпітер	5	26	S
	14	3	44	Марс	0	14	S
	28	20	39	Меркурій	2	32	N
Лютий	1	4	54	Сатурн	1	05	S
	1	20	28	Венера	2	21	N
	1	22	47	Нептун	1	25	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.

Продовження табл. 15

Дата	Час		Планета	Видима відстань			
	год	хв					
Лютий	5	21	13	Уран	4	42	S
	7	3	36	Юпітер	5	30	S
	9	19	37	Марс	0	47	S
Березень	28	19	40	Сатурн	1	28	S
	1	4	03	Меркурій	0	23	N
	1	9	08	Нептун	1	35	S
	1	23	20	Венера	6	24	N
	5	3	59	Уран	4	50	S
	6	11	32	Юпітер	5	33	S
	9	0	28	Марс	1	40	S
	28	12	16	Сатурн	1	50	S
	28	13	56	Венера	8	40	N
	28	20	38	Меркурій	2	21	N
Квітень	28	21	36	Нептун	1	42	S
	1	13	52	Уран	4	52	S
	3	0	24	Юпітер	5	31	S
	5	19	05	Марс	2	10	S
	25	1	22	Венера	2	24	N
	25	4	25	Сатурн	2	17	S
	25	10	07	Нептун	1	51	S
	26	1	05	Меркурій	4	24	S
	29	2	23	Уран	4	51	S
	30	17	34	Юпітер	5	23	S
Травень	3	23	13	Марс	2	05	S
	22	18	02	Сатурн	2	50	S
	22	20	41	Нептун	2	08	S
	23	23	52	Венера	4	00	S
	26	15	38	Уран	4	52	S
	26	21	53	Меркурій	4	46	S
	28	13	13	Юпітер	5	13	S
Червень	1	9	50	Марс	1	24	S
	19	3	59	Сатурн	3	23	S
	19	4	29	Нептун	2	28	S
	22	8	36	Венера	7	11	S
	23	3	37	Уран	5	00	S
	25	9	21	Юпітер	5	03	S
	27	6	03	Меркурій	2	51	S
	30	1	06	Марс	0	13	S
Липень	16	10	10	Нептун	2	45	S
	16	10	32	Сатурн	3	50	S
	20	13	05	Уран	5	11	S
	21	19	26	Венера	7	08	S
	23	4	20	Юпітер	4	55	S
	25	11	09	Меркурій	8	04	S
	28	19	46	Марс	1	17	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.

Закінчення табл. 15

Дата	Час		Планета	Видима відстань			
	год	хв					
Серпень	12	15	19	Сатурн	4	03	S
	12	15	35	Нептун	2	54	S
	16	20	04	Уран	5	21	S
	19	21	05	Юпітер	4	46	S
	20	10	52	Венера	4	52	S
	21	16	16	Меркурій	3	43	S
	26	16	43	Марс	2	47	N
Вересень	8	20	23	Сатурн	3	59	S
	8	22	28	Нептун	2	53	S
	13	1	54	Уран	5	24	S
	16	11	05	Юпітер	4	34	S
	19	11	47	Венера	0	49	S
	22	14	13	Меркурій	2	54	N
	24	14	51	Марс	3	56	N
Жовтень	6	2	59	Сатурн	3	47	S
	6	7	19	Нептун	2	49	S
	10	8	36	Уран	5	20	S
	13	22	31	Юпітер	4	17	S
	19	21	40	Венера	3	41	N
	23	13	29	Марс	4	30	N
	23	16	16	Меркурій	2	15	N
Листопад	2	10	58	Сатурн	3	40	S
	2	17	09	Нептун	2	50	S
	6	17	11	Уран	5	13	S
	10	7	56	Юпітер	3	57	S
	19	8	36	Венера	5	45	N
	20	9	29	Меркурій	5	30	N
	21	12	30	Марс	4	27	N
	29	19	20	Сатурн	3	45	S
Грудень	30	2	11	Нептун	3	01	S
	4	2	55	Уран	5	11	S
	7	15	48	Юпітер	3	43	S
	18	12	13	Меркурій	6	09	N
	19	16	51	Венера	4	52	N
	20	12	29	Марс	3	50	N
	27	3	36	Сатурн	4	02	S
	27	9	25	Нептун	3	18	S
31	11	52	Уран	5	17	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 16

## ЕФЕМЕРИДИ ПЛАНЕТ

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимут точки сходу (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 17 16.3	-21 56	-0.4	5.86	0.77	56.9	6 24	10 33	14 42	125
	5 17 39.1	-22 48	-0.3	5.55	0.83	49.2	6 36	10 41	14 44	126
	9 18 03.5	-23 25	-0.4	5.32	0.87	42.8	6 49	10 49	14 49	127
	13 18 28.9	-23 44	-0.4	5.13	0.90	37.2	7 00	10 59	14 57	128
	17 18 55.1	-23 45	-0.4	4.99	0.92	32.1	7 11	11 09	15 08	128
	21 19 21.8	-23 25	-0.5	4.89	0.94	27.3	7 20	11 20	15 22	127
	25 19 49.0	-22 43	-0.6	4.82	0.96	22.6	7 26	11 32	15 38	126
	29 20 16.4	-21 39	-0.8	4.78	0.98	17.8	7 31	11 44	15 57	124
II	2 20 44.1	-20 12	-1.0	4.76	0.99	12.8	7 34	11 56	16 18	122
	6 21 11.9	-18 22	-1.3	4.78	1.00	7.7	7 36	12 08	16 41	118
	10 21 39.7	-16 09	-1.5	4.84	1.00	5.0	7 35	12 20	17 06	115
	14 22 07.5	-13 32	-1.5	4.93	0.99	10.3	7 33	12 32	17 32	110
	18 22 35.1	-10 34	-1.4	5.09	0.97	19.6	7 30	12 44	17 59	106
	22 23 02.2	-7 18	-1.3	5.33	0.93	31.5	7 25	12 55	18 27	100
	26 23 28.1	-3 51	-1.2	5.68	0.85	46.2	7 18	13 05	18 53	95
	2 23 51.6	-0 26	-1.0	6.17	0.72	63.6	7 09	13 12	19 17	90
III	6 0 10.9	+2 40	-0.6	6.85	0.56	83.0	6 58	13 15	19 34	85
	10 0 24.3	+5 05	0.0	7.73	0.38	103.5	6 44	13 12	19 41	81
	14 0 30.0	+6 32	1.0	8.76	0.22	124.2	6 27	13 01	19 35	79
	18 0 27.9	+6 47	2.3	9.81	0.09	144.4	6 08	12 42	19 16	79
	22 0 19.3	+5 52	4.1	10.70	0.02	163.4	5 48	12 17	18 46	80
	26 0 07.6	+4 05	5.0	11.20	0.01	170.7	5 29	11 50	18 10	83
	30 23 56.9	+1 59	3.5	11.23	0.04	156.4	5 13	11 24	17 34	86
	3 23 50.0	+0 06	2.3	10.86	0.11	141.6	4 59	11 02	17 03	89
IV	7 23 48.3	-1 13	1.6	10.28	0.19	128.7	4 48	10 45	16 41	91
	11 23 51.8	-1 51	1.1	9.60	0.27	117.8	4 39	10 33	16 27	92
	15 23 59.6	-1 49	0.8	8.93	0.34	108.4	4 31	10 25	16 20	92
	19 0 11.1	-1 12	0.5	8.30	0.41	100.3	4 24	10 22	16 20	91
	23 0 25.6	-0 04	0.4	7.73	0.48	92.9	4 17	10 20	16 25	89
	27 0 42.5	+1 31	0.2	7.23	0.54	86.0	4 11	10 22	16 34	87
	V 1 1 01.6	+3 27	0.1	6.78	0.59	79.1	4 05	10 25	16 47	84
	5 1 22.7	+5 42	-0.1	6.38	0.65	72.1	3 59	10 31	17 04	80
V	9 1 45.8	+8 13	-0.3	6.03	0.72	64.5	3 54	10 38	17 24	76
	13 2 11.1	+10 55	-0.5	5.73	0.78	55.9	3 50	10 48	17 48	72

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

Продовження табл. 16

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимут точки сходу (заходу)
	на 0 год уесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°	
V 17	2 38.8	+13 45	-0.8	5.47	0.85	45.9	3 47	11 00	18 16	67
21	3 09.2	+16 37	-1.2	5.28	0.91	34.1	3 46	11 15	18 46	63
25	3 42.3	+19 20	-1.6	5.14	0.97	20.3	3 48	11 33	19 20	58
29	4 18.0	+21 45	-2.2	5.09	1.00	4.9	3 53	11 53	19 55	54
VI 2	4 55.4	+23 38	-2.0	5.12	0.99	12.1	4 02	12 15	20 29	50
6	5 33.0	+24 50	-1.5	5.24	0.94	28.1	4 16	12 37	20 58	48
10	6 09.3	+25 18	-1.1	5.45	0.87	42.6	4 33	12 57	21 21	47
14	6 43.2	+25 06	-0.7	5.73	0.78	55.3	4 53	13 15	21 36	48
18	7 14.0	+24 20	-0.4	6.07	0.70	66.2	5 14	13 30	21 44	49
22	7 41.5	+23 09	-0.1	6.48	0.62	75.7	5 33	13 41	21 47	52
26	8 05.5	+21 39	0.1	6.94	0.55	84.2	5 51	13 49	21 44	54
30	8 25.9	+19 59	0.3	7.46	0.48	92.2	6 06	13 53	21 38	57
VII 4	8 42.6	+18 14	0.5	8.04	0.41	100.0	6 17	13 53	21 28	60
8	8 55.5	+16 32	0.8	8.68	0.35	108.0	6 24	13 50	21 14	63
12	9 04.1	+14 58	1.1	9.35	0.28	116.5	6 25	13 42	20 58	66
16	9 08.1	+13 40	1.5	10.04	0.21	126.0	6 20	13 30	20 39	68
20	9 07.3	+12 46	2.1	10.69	0.14	136.6	6 08	13 13	20 17	69
24	9 01.6	+12 22	2.9	11.20	0.07	148.4	5 48	12 51	19 53	70
28	8 51.9	+12 32	4.0	11.44	0.03	160.7	5 22	12 25	19 29	70
VIII 1	8 40.4	+13 14	4.8	11.31	0.01	168.2	4 51	11 58	19 06	68
5	8 30.0	+14 18	3.8	10.78	0.03	159.7	4 19	11 32	18 46	67
9	8 23.8	+15 30	2.5	9.94	0.09	144.5	3 51	11 11	18 32	65
13	8 24.3	+16 33	1.3	8.95	0.19	127.8	3 30	10 57	18 24	63
17	8 32.5	+17 15	0.4	7.97	0.33	110.3	3 19	10 50	18 21	62
21	8 48.3	+17 22	-0.3	7.09	0.48	92.0	3 19	10 50	18 22	62
25	9 10.6	+16 47	-0.7	6.37	0.64	73.2	3 29	10 57	18 25	63
29	9 37.4	+15 25	-1.1	5.81	0.79	54.5	3 47	11 09	18 29	65
IX 2	10 06.6	+13 20	-1.3	5.41	0.90	37.3	4 12	11 22	18 31	68
6	10 36.2	+10 43	-1.5	5.14	0.96	22.4	4 40	11 36	18 31	73
10	11 05.1	+7 46	-1.6	4.97	0.99	10.4	5 08	11 49	18 29	77
14	11 32.8	+4 39	-1.7	4.87	1.00	4.4	5 35	12 01	18 25	82
18	11 59.3	+1 29	-1.3	4.82	0.99	10.4	6 01	12 12	18 20	87
22	12 24.5	-1 40	-1.0	4.81	0.98	17.1	6 26	12 21	18 15	92
26	12 48.8	-4 43	-0.7	4.84	0.96	23.2	6 49	12 29	18 08	97
30	13 12.4	-7 39	-0.5	4.90	0.94	28.7	7 11	12 37	18 02	102
X 4	13 35.3	-10 26	-0.4	4.98	0.92	33.8	7 32	12 44	17 55	106
8	13 57.8	-13 02	-0.3	5.10	0.89	38.9	7 52	12 51	17 49	110
12	14 19.9	-15 26	-0.2	5.26	0.86	44.0	8 11	12 57	17 43	114
16	14 41.6	-17 37	-0.2	5.45	0.82	49.4	8 29	13 03	17 37	118

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



Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимут точки сходу (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	15 02.8	-19 33	-0.2	5.70	0.78	55.5	8 45	13 09	17 31	121
24	15 23.2	-21 13	-0.2	6.01	0.73	62.3	9 00	13 13	17 26	124
28	15 42.2	-22 32	-0.1	6.40	0.67	70.5	9 11	13 16	17 21	126
XI 1	15 58.9	-23 29	-0.1	6.89	0.58	80.5	9 17	13 17	17 16	128
5	16 11.6	-23 58	0.0	7.52	0.47	93.0	9 17	13 13	17 09	128
9	16 18.1	-23 53	0.4	8.27	0.34	108.9	9 06	13 03	17 00	128
13	16 15.4	-23 02	1.3	9.10	0.18	129.5	8 41	12 43	16 46	126
17	16 02.0	-21 17	3.1	9.76	0.05	155.2	8 00	12 13	16 27	123
21	15 41.6	-18 52	5.2	9.90	0.00	174.8	7 10	11 37	16 05	119
25	15 23.7	-16 39	2.2	9.36	0.09	145.0	6 25	11 04	15 45	116
29	15 16.0	-15 32	0.6	8.45	0.26	118.2	5 56	10 42	15 28	114
XII 3	15 19.5	-15 38	-0.1	7.54	0.44	96.3	5 45	10 31	15 16	114
7	15 31.2	-16 35	-0.4	6.80	0.60	79.0	5 47	10 27	15 07	116
11	15 48.4	-17 56	-0.5	6.23	0.71	65.4	5 56	10 29	15 01	118
15	16 08.9	-19 25	-0.5	5.80	0.79	54.7	6 09	10 34	14 58	120
19	16 31.7	-20 51	-0.5	5.47	0.85	46.0	6 25	10 41	14 56	123
23	16 55.9	-22 06	-0.5	5.23	0.89	38.8	6 41	10 50	14 58	125
27	17 21.3	-23 08	-0.5	5.05	0.92	32.7	6 57	10 59	15 01	127
31	17 47.4	-23 52	-0.5	4.91	0.94	27.3	7 12	11 10	15 07	128
I 4	18 14.3	-24 17	-0.6	4.81	0.96	22.4	7 26	11 21	15 16	129
<b>ВЕНЕРА</b>										
I 1	22 01.6	-13 35	-4.4	22.22	0.56	83.7	10 20	15 18	20 17	110
9	22 32.8	-9 59	-4.4	24.12	0.52	88.2	10 02	15 18	20 34	105
17	23 01.4	-6 14	-4.5	26.39	0.47	93.1	9 40	15 14	20 50	99
25	23 27.4	-2 27	-4.5	29.10	0.43	98.5	9 16	15 09	21 02	93
II 2	23 50.2	+1 13	-4.6	32.38	0.37	104.7	8 50	15 00	21 10	87
10	0 08.9	+4 37	-4.6	36.34	0.31	111.9	8 21	14 47	21 13	82
18	0 22.4	+7 35	-4.6	41.09	0.25	120.4	7 48	14 28	21 09	77
26	0 28.8	+9 51	-4.6	46.57	0.17	130.7	7 12	14 03	20 54	74
III 6	0 26.7	+11 04	-4.5	52.34	0.10	143.0	6 32	13 28	20 25	72
14	0 15.5	+10 50	-4.3	57.25	0.04	156.9	5 51	12 45	19 40	72
22	23 58.6	+9 05	-4.1	59.45	0.01	168.0	5 11	11 57	18 42	75
30	23 42.5	+6 22	-4.2	57.83	0.02	161.4	4 37	11 10	17 41	79
IV 7	23 33.4	+3 40	-4.4	53.17	0.08	147.5	4 10	10 30	16 49	84
15	23 33.9	+1 46	-4.5	47.27	0.15	134.7	3 48	9 59	16 10	87
23	23 43.0	+0 55	-4.5	41.51	0.22	123.9	3 30	9 37	15 44	88

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

Продовження табл. 16

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимут точки сходу (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 23 58.8	+1 04	-4.5	36.49	0.29	115.0	3 13	9 22	15 30	88
	9 0 19.5	+2 01	-4.5	32.28	0.35	107.4	2 58	9 11	15 24	86
	17 0 43.7	+3 36	-4.4	28.82	0.41	100.9	2 43	9 04	15 25	84
	25 1 10.5	+5 38	-4.4	25.97	0.46	95.1	2 29	8 59	15 30	81
VI	2 1 39.2	+7 57	-4.3	23.61	0.50	89.9	2 14	8 56	15 39	77
	10 2 09.7	+10 25	-4.2	21.64	0.54	85.2	2 01	8 55	15 51	73
	18 2 41.8	+12 55	-4.2	19.99	0.58	80.8	1 49	8 56	16 04	69
	26 3 15.5	+15 18	-4.1	18.58	0.62	76.6	1 38	8 58	16 19	65
VII	4 3 50.6	+17 29	-4.1	17.39	0.65	72.6	1 29	9 02	16 35	61
	12 4 27.2	+19 20	-4.1	16.36	0.68	68.8	1 24	9 07	16 51	58
	20 5 05.2	+20 46	-4.0	15.47	0.71	65.2	1 21	9 13	17 06	56
	28 5 44.3	+21 41	-4.0	14.70	0.74	61.6	1 23	9 21	17 19	54
VIII	5 6 24.2	+22 01	-4.0	14.02	0.76	58.1	1 29	9 29	17 29	53
	13 7 04.6	+21 43	-4.0	13.43	0.79	54.6	1 40	9 38	17 36	54
	21 7 45.0	+20 47	-4.0	12.91	0.83	51.2	1 55	9 47	17 39	56
	29 8 25.1	+19 14	-4.0	12.45	0.84	47.9	2 13	9 56	17 37	58
IX	6 9 04.6	+17 06	-3.9	12.05	0.86	44.6	2 33	10 04	17 33	62
	14 9 43.4	+14 27	-3.9	11.70	0.88	41.4	2 55	10 11	17 25	66
	22 10 21.4	+11 21	-3.9	11.39	0.89	38.2	3 18	10 17	17 15	71
	30 10 58.7	+7 54	-3.9	11.11	0.91	35.0	3 41	10 23	17 03	77
X	8 11 35.5	+4 12	-3.9	10.87	0.92	31.9	4 05	10 28	16 51	83
	16 12 12.0	+0 21	-3.9	10.66	0.94	28.8	4 28	10 33	16 37	89
	24 12 48.7	-3 33	-3.9	10.48	0.95	25.8	4 52	10 38	16 24	95
XI	1 13 25.7	-7 25	-3.9	10.32	0.96	22.8	5 16	10 44	16 11	101
	9 14 03.6	-11 06	-3.9	10.19	0.97	19.9	5 41	10 50	15 58	107
	17 14 42.1	-14 31	-3.9	10.07	0.98	17.0	6 05	10 57	15 48	112
	25 15 22.0	-17 33	-3.9	9.98	0.98	14.2	6 30	11 06	15 40	117
XII	3 16 03.1	-20 05	-3.9	9.90	0.99	11.4	6 55	11 15	15 35	122
	11 16 45.5	-22 00	-3.9	9.84	0.99	8.7	7 17	11 26	15 35	125
	19 17 28.8	-23 14	-3.9	9.80	1.00	6.1	7 37	11 38	15 39	127
	27 18 12.7	-23 43	-3.9	9.77	1.00	3.5	7 52	11 50	15 49	128
I	4 18 56.7	-23 25	-3.9	9.75	1.00	1.2	8 02	12 03	16 04	127

## МАРС

I	1 8 20.5	+23 33	-1.2	14.25	0.99	12.9	17 23	1 37	9 45	51
	9 8 08.4	+24 25	-1.3	14.54	1.00	6.6	16 34	0 54	9 08	49
	17 7 54.9	+25 12	-1.4	14.52	1.00	2.7	15 44	0 09	8 28	48
	25 7 41.7	+25 47	-1.2	14.19	1.00	7.9	14 55	23 18	7 47	46

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі 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 кульміна- ція	Захід	Азимут точки сходу (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	7 30.1	+2607	-1.0	13.60	0.98	13.9	14 10	22 36	7 07	46
10	7 21.7	+2614	-0.8	12.84	0.97	19.3	13 29	21 56	6 28	46
18	7 17.0	+2610	-0.6	12.00	0.96	23.9	12 54	21 21	5 52	46
26	7 15.9	+2557	-0.4	11.16	0.94	27.6	12 23	20 49	5 18	46
III 6	7 18.2	+2539	-0.2	10.36	0.93	30.6	11 57	20 20	4 46	47
14	7 23.5	+2514	0.0	9.62	0.92	32.8	11 34	19 54	4 17	48
22	7 31.3	+2445	0.2	8.95	0.91	34.5	11 13	19 30	3 50	49
30	7 41.1	+2410	0.4	8.35	0.91	35.7	10 56	19 09	3 24	50
IV 7	7 52.6	+2329	0.6	7.83	0.90	36.5	10 41	18 49	3 00	51
15	8 05.4	+2242	0.7	7.36	0.90	36.9	10 27	18 30	2 36	52
23	8 19.2	+2149	0.8	6.95	0.90	37.1	10 15	18 13	2 12	54
V 1	8 33.9	+2048	0.9	6.58	0.90	37.1	10 05	17 56	1 49	56
9	8 49.3	+1941	1.0	6.26	0.90	36.8	9 56	17 40	1 26	58
17	9 05.1	+1828	1.1	5.97	0.90	36.4	9 47	17 24	1 03	60
25	9 21.3	+1707	1.2	5.72	0.91	35.8	9 40	17 09	0 40	62
VI 2	9 37.8	+1540	1.3	5.49	0.91	35.1	9 33	16 54	0 17	65
10	9 54.5	+1407	1.4	5.29	0.91	34.3	9 26	16 39	23 51	67
18	10 11.5	+1228	1.4	5.11	0.92	33.5	9 20	16 24	23 28	70
26	10 28.5	+1044	1.5	4.95	0.92	32.5	9 15	16 10	23 04	73
VII 4	10 45.8	+854	1.5	4.81	0.93	31.5	9 10	15 56	22 41	75
12	11 03.2	+701	1.5	4.68	0.93	30.4	9 05	15 42	22 17	78
20	11 20.7	+504	1.6	4.57	0.94	29.3	9 01	15 28	21 54	82
28	11 38.5	+303	1.6	4.46	0.94	28.1	8 57	15 14	21 31	85
VIII 5	11 56.4	+100	1.6	4.37	0.95	26.9	8 53	15 00	21 07	88
13	12 14.6	-104	1.6	4.29	0.95	25.7	8 49	14 47	20 44	91
21	12 33.1	-309	1.6	4.22	0.96	24.4	8 46	14 34	20 21	94
29	12 51.9	-515	1.6	4.16	0.96	23.2	8 44	14 21	19 58	98
IX 6	13 11.1	-720	1.6	4.10	0.96	21.8	8 41	14 09	19 36	101
14	13 30.7	-922	1.6	4.05	0.97	20.5	8 39	13 57	19 14	104
22	13 50.8	-1123	1.6	4.01	0.97	19.2	8 38	13 46	18 53	107
30	14 11.5	-1319	1.6	3.98	0.98	17.8	8 37	13 35	18 32	110
X 8	14 32.7	-1510	1.5	3.95	0.98	16.4	8 37	13 25	18 12	113
16	14 54.6	-1654	1.5	3.92	0.98	15.0	8 37	13 15	17 53	116
24	15 17.2	-1831	1.5	3.90	0.99	13.6	8 37	13 06	17 35	119
XI 1	15 40.4	-1959	1.5	3.88	0.99	12.2	8 37	12 58	17 18	121
9	16 04.3	-2115	1.4	3.87	0.99	10.8	8 37	12 50	17 03	124
17	16 28.8	-2220	1.4	3.87	0.99	9.4	8 36	12 43	16 50	125
25	16 54.0	-2311	1.4	3.86	1.00	8.0	8 36	12 37	16 38	127

Зауваження. 18 січня — дата подвійної кульмінації Марса: в 0 год 03 хв та о 23 год 57 хв.;  
6 червня — дата подвійного заходу Марса: в 0 год 03 хв та о 24 год 00 хв.

Продовження табл. 16

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимут точки сходу (заходу)
	на 0 год унесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв	°	
XII 3	17 19.7	-23 48	1.3	3.86	1.00	6.6	8 34	12 31	16 28	128
11	17 45.8	-24 09	1.3	3.86	1.00	5.2	8 30	12 26	16 21	129
19	18 12.2	-24 13	1.3	3.87	1.00	3.8	8 26	12 21	16 15	129
27	18 38.8	-24 00	1.2	3.88	1.00	2.4	8 19	12 16	16 12	128
I 4	19 05.5	-23 30	1.2	3.89	1.00	1.1	8 11	12 11	16 11	127

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

**ЮПІТЕР**

I	1	4 47.5	+21 47	-2.7	46.98	5.1	14 04	22 00	6 01	54
	17	4 41.7	+21 40	-2.6	45.29	7.9	12 56	20 52	4 52	54
II	2	4 39.2	+21 39	-2.5	43.21	9.8	11 51	19 47	3 46	54
	18	4 40.5	+21 45	-2.4	41.02	10.9	10 48	18 45	2 45	54
III	6	4 45.2	+21 57	-2.3	38.93	11.2	9 49	17 47	1 48	54
	22	4 53.0	+22 13	-2.2	37.06	10.7	8 52	16 52	0 55	53
IV	7	5 03.4	+22 30	-2.1	35.48	9.7	7 58	15 59	0 04	53
	23	5 15.7	+22 48	-2.0	34.20	8.2	7 05	15 09	23 13	52
V	9	5 29.6	+23 02	-2.0	33.22	6.4	6 15	14 20	22 25	52
	25	5 44.5	+23 12	-1.9	32.52	4.3	5 25	13 32	21 38	51
VI	10	6 00.1	+23 16	-1.9	32.11	2.1	4 37	12 44	20 51	51
	26	6 16.0	+23 15	-1.9	31.96	0.2	3 51	11 57	20 04	51
VII	12	6 31.8	+23 07	-1.9	32.09	2.5	3 04	11 10	19 16	51
	28	6 47.2	+22 54	-1.9	32.47	4.7	3 04	11 10	19 16	51
VIII	13	7 01.7	+22 37	-1.9	33.13	6.7	1 32	9 34	17 36	52
	29	7 15.1	+22 17	-2.0	34.07	8.4	0 44	8 44	16 45	53
IX	14	7 26.8	+21 56	-2.0	35.29	9.8	23 52	7 53	15 51	54
	30	7 36.5	+21 36	-2.1	36.80	10.8	23 01	7 00	14 56	54

Зауваження. 8 квітня — дата подвійного заходу Юпітера: в 0 год 01 хв та о 23 год 58 хв.  
12 вересня — дата подвійного сходу Юпітера: в 0 год 01 хв та о 23 год 58 хв.

Продовження табл. 16

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр (екватор.) $D_e$	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимут точки сходу (заходу)	
	на 0 год усвітнього часу					для $\lambda = 2^h$ , $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)				
	год хв	° ' "	"	"	°	год хв	год хв	год хв		
X	16	7 43.6	+21 21	-2.2	38.55	11.1	22 06	6 04	13 58	55
XI	1	7 47.7	+21 13	-2.3	40.49	10.7	21 08	5 05	12 58	55
	17	7 48.3	+21 14	-2.4	42.49	9.5	20 05	4 03	11 56	55
XII	3	7 45.4	+21 24	-2.5	44.34	7.5	18 58	2 57	10 51	55
	19	7 39.2	+21 41	-2.6	45.76	4.7	17 47	1 48	9 44	54
I	4	7 30.8	+22 03	-2.7	46.48	1.4	16 34	0 37	8 35	53

## САТУРН

I	1	23 06.1	-7 55	1.1	16.51	5.3	10 56	16 20	21 45	102
	17	23 11.1	-7 21	1.1	16.15	4.4	9 55	15 22	20 50	101
II	2	23 17.2	-6 42	1.1	15.88	3.3	8 55	14 26	19 56	100
	18	23 23.9	-5 58	1.1	15.70	2.0	7 55	13 29	19 04	99
III	6	23 31.1	-5 12	1.1	15.61	0.6	6 56	12 34	18 12	97
	22	23 38.4	-4 26	1.2	15.62	0.9	5 56	11 38	17 20	96
IV	7	23 45.5	-3 42	1.2	15.73	2.3	4 57	10 42	16 27	95
	23	23 52.2	-3 00	1.2	15.92	3.5	3 58	9 46	15 34	94
V	9	23 58.2	-2 24	1.2	16.21	4.6	2 58	8 49	14 40	93
	25	0 03.3	-1 55	1.1	16.57	5.5	1 58	7 51	13 45	92
VI	10	0 07.2	-1 34	1.1	17.00	6.0	0 57	6 52	12 47	92
	26	0 09.7	-1 22	1.0	17.47	6.1	23 52	5 52	11 48	91
VII	12	0 10.7	-1 20	0.9	17.96	5.8	22 50	4 50	10 46	91
	28	0 10.2	-1 28	0.9	18.44	5.1	21 47	3 46	9 42	92
VIII	13	0 08.1	-1 46	0.8	18.86	4.0	20 43	2 41	8 35	92
	29	0 04.8	-2 11	0.7	19.18	2.5	19 39	1 35	7 27	93
IX	14	0 00.6	-2 40	0.6	19.34	0.8	18 34	0 28	6 18	94
	30	23 56.0	-3 10	0.7	19.33	1.0	17 29	23 16	5 08	94
X	16	23 51.8	-3 36	0.8	19.15	2.6	16 24	22 09	3 59	95
XI	1	23 48.5	-3 56	0.9	18.83	4.1	15 19	21 03	2 51	95
	17	23 46.5	-4 06	1.0	18.40	5.1	14 15	19 58	1 45	96
XII	3	23 46.1	-4 05	1.1	17.91	5.8	13 12	18 55	0 42	96
	19	23 47.3	-3 53	1.1	17.41	5.9	12 09	17 53	23 38	95
I	4	23 50.2	-3 31	1.2	16.95	5.7	11 07	16 53	22 39	95

Зауваження. 24 червня — дата подвійного сходу Сатурна: в 00 год 03 хв та о 23 год 59 хв; 20 вересня — дата подвійної кульмінації Сатурна: в 00 год 03 хв та о 23 год 58 хв; 13 грудня — дата подвійного заходу Сатурна: в 0 год 04 хв та о 24 год 00 хв.

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

Продовження табл. 16

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина <i>m</i>	Видимий діаметр	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимут точки сходу (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	3 25.3	+18 26	5.6	3.71	2.1	13 02	20 39	4 19	60
	17	3 24.1	+18 22	5.7	3.67	2.6	11 58	19 34	3 14	60
II	2	3 23.7	+18 21	5.7	3.62	2.8	10 55	18 31	2 11	60
	18	3 24.3	+18 24	5.7	3.57	2.9	9 53	17 29	1 09	60
III	6	3 25.8	+18 30	5.8	3.52	2.7	8 51	16 28	0 08	60
	22	3 28.1	+18 38	5.8	3.48	2.3	7 49	15 27	23 05	59
IV	7	3 31.0	+18 49	5.8	3.45	1.8	6 48	14 27	22 06	59
	23	3 34.4	+19 01	5.8	3.42	1.1	5 48	13 27	21 07	59
V	9	3 38.1	+19 14	5.8	3.41	0.4	4 47	12 28	20 09	58
	25	3 42.0	+19 26	5.8	3.41	0.3	3 47	11 29	19 12	58
VI	10	3 45.7	+19 39	5.8	3.42	1.1	2 46	10 30	18 14	58
	26	3 49.2	+19 50	5.8	3.44	1.7	1 46	9 31	17 15	57
VII	12	3 52.3	+19 59	5.8	3.47	2.3	0 45	8 31	16 16	57
	28	3 54.8	+20 07	5.8	3.51	2.7	23 40	7 30	15 17	57
VIII	13	3 56.5	+20 12	5.7	3.56	2.9	22 38	6 29	14 16	57
	29	3 57.4	+20 15	5.7	3.61	3.0	21 36	6 29	14 16	57
IX	14	3 57.5	+20 15	5.7	3.66	2.8	20 33	4 24	12 11	57
	30	3 56.6	+20 12	5.6	3.71	2.4	19 29	3 20	11 07	57
X	16	3 54.9	+20 07	5.6	3.74	1.8	18 25	2 16	10 02	57
	1	3 52.6	+20 00	5.6	3.77	1.1	17 21	1 11	8 56	57
XI	17	3 49.9	+19 52	5.6	3.78	0.2	16 16	0 05	7 50	57
	3	3 47.2	+19 44	5.6	3.78	0.6	15 11	22 55	6 43	58
XII	19	3 44.6	+19 36	5.6	3.76	1.4	14 07	21 50	5 37	58
	4	3 42.6	+19 30	5.6	3.73	2.1	13 02	20 45	4 32	58

Зауваження. 8 березня — дата подвійного заходу Урана: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв; 23 липня — дата подвійного сходу Урана: в 0 год 03 хв та о 23 год 59 хв; 18 листопада — дата подвійної кульмінації Урана: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв.

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

Закінчення табл. 16

Дата	$\alpha$	$\delta$	Зоряна величина $m$	Видимий діаметр	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмінація	Захід	Азимут точки сходу (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 52.1	-2 15	7.9	2.23	1.8	11 14	17 06	22 58	93
	17	23 53.2	-2 08	7.9	2.21	1.6	10 12	16 04	21 57	93
II	2	23 54.7	-1 58	7.9	2.19	1.3	9 10	15 03	20 56	92
	18	23 56.5	-1 45	7.9	2.18	0.9	8 08	14 02	19 56	92
III	6	23 58.6	-1 32	8.0	2.17	0.4	7 06	13 01	18 56	92
	22	0 00.8	-1 17	8.0	2.17	0.1	6 04	12 00	17 57	91
IV	7	0 03.0	-1 03	8.0	2.17	0.6	5 02	11 00	16 57	91
	23	0 05.1	-0 50	7.9	2.18	1.0	4 00	9 59	15 57	91
V	9	0 06.9	-0 39	7.9	2.19	1.4	2 58	8 58	14 57	90
	25	0 08.4	-0 30	7.9	2.21	1.7	1 56	7 56	13 56	90
VI	10	0 09.4	-0 24	7.9	2.23	1.9	0 54	6 54	12 55	90
	26	0 10.0	-0 21	7.9	2.25	1.9	23 47	5 52	11 53	90
VII	12	0 10.1	-0 22	7.9	2.27	1.9	22 44	4 49	10 50	90
	28	0 09.6	-0 26	7.8	2.29	1.6	21 41	3 46	9 46	90
VIII	13	0 08.7	-0 32	7.8	2.30	1.3	20 38	2 42	8 42	90
	29	0 07.4	-0 41	7.8	2.31	0.8	19 34	1 38	7 37	90
IX	14	0 05.9	-0 51	7.8	2.32	0.3	18 31	0 33	6 32	91
	30	0 04.3	-1 02	7.8	2.32	0.2	17 27	23 25	5 26	91
X	16	0 02.8	-1 12	7.8	2.31	0.7	16 23	22 20	4 21	91
XI	1	0 01.4	-1 20	7.8	2.30	1.2	15 20	21 16	3 16	91
	17	0 00.4	-1 26	7.8	2.29	1.6	14 16	20 12	2 12	92
XII	3	23 59.9	-1 29	7.9	2.27	1.8	13 13	19 09	1 08	92
	19	23 59.9	-1 28	7.9	2.25	1.9	12 10	18 06	0 05	92
I	4	0 00.5	-1 24	7.9	2.23	1.8	11 08	17 04	22 59	92

Зауваження. 23 червня — дата подвійного сходу Нептуна: в 0 год 03 хв та о 23 год 59 хв; 22 вересня — дата подвійної кульмінації Нептуна: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв; 20 грудня — дата подвійного заходу Нептуна: в 0 год 01 хв та о 23 год 58 хв.

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

Таблиця 17

**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>								
Ранкова видимість					Вечірня видимість								
I.01	6	24	7	20	0	56	I.01	16	47	20	17	3	30
I.05	6	36	7	20	0	44	I.09	16	56	20	34	3	38
I.09	6	49	7	19	0	30	I.17	17	06	20	50	3	44
I.13	7	00	7	17	0	17	I.25	17	18	21	02	3	44
I.17	7	11	7	14	0	03	II.02	17	31	21	10	3	39
I.21	7	20	7	11	[-0	09]	II.10	17	44	21	13	3	29
							II.18	17	57	21	09	3	12
							II.26	18	10	20	54	2	44
Вечірня видимість							III.06	18	23	20	25	2	02
II.19	17	58	18	06	0	08	III.14	18	36	19	40	1	04
II.23	18	05	18	34	0	29	III.22	18	49	18	42	[-0	07]
II.27	18	11	19	00	0	49							
III.03	18	18	19	22	1	04	Ранкова видимість						
III.07	18	24	19	37	1	13	III.18	5	31	5	35	0	04
III.11	18	31	19	41	1	10	III.26	4	54	5	17	0	23
III.15	18	37	19	32	0	55	IV.03	4	23	4	59	0	36
III.19	18	44	19	10	0	26	IV.11	3	58	4	42	0	44
III.23	18	50	18	37	[-0	13]	IV.19	3	39	4	24	0	45
							IV.27	3	21	4	08	0	47
							V.05	3	06	3	52	0	46
Ранкова видимість							V.13	2	51	3	38	0	47
IV.06	4	51	4	53	0	02	V.21	2	36	3	26	0	50
IV.10	4	41	4	44	0	03	V.29	2	21	3	16	0	55
IV.14	4	33	4	35	0	02	VI.06	2	08	3	09	1	01
IV.18	4	25	4	26	0	01	VI.14	1	55	3	06	1	11
							VI.22	1	43	3	06	1	23
							VI.30	1	33	3	10	1	37
Вечірня видимість							VII.08	1	26	3	17	1	51
VI.06	20	49	20	58	0	09	VII.16	1	22	3	27	2	05
VI.10	20	52	21	21	0	29	VII.24	1	22	3	38	2	16
VI.14	20	55	21	36	0	41	VIII.01	1	26	3	51	2	25
VI.18	20	57	21	44	0	47	VIII.09	1	34	4	04	2	30
VI.22	20	58	21	47	0	49	VIII.17	1	47	4	17	2	30
VI.26	20	58	21	44	0	46	VIII.25	2	04	4	30	2	26
VI.30	20	57	21	38	0	41	IX.02	2	23	4	43	2	20
VII.04	20	55	21	28	0	33	IX.10	2	44	4	56	2	12
VII.08	20	52	21	14	0	22	IX.18	3	07	5	08	2	01
VII.12	20	49	20	58	0	09	IX.26	3	30	5	20	1	50
VII.16	20	44	20	39	[-0	05]							

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 призмerekів (під час ранкової видимості).



Продовження табл.17

Дата	Початок і кінець видимості				Тривалість видимості		Дата	Початок і кінець видимості				Тривалість видимості	
	год	хв	год	хв	год	хв		год	хв	год	хв	год	хв
Ранкова видимість							X.04	3	53	5	32	1	39
VIII.08	3	58	4	02	0	04	X.12	4	16	5	45	1	29
VIII.12	3	35	4	09	0	34	X.20	4	40	5	57	1	17
VIII.16	3	21	4	15	0	54	X.28	5	04	6	10	1	06
VIII.20	3	18	4	22	1	04	XI.05	5	28	6	22	0	54
VIII.24	3	25	4	29	1	04	XI.13	5	53	6	34	0	41
VIII.28	3	42	4	35	0	53	XI.21	6	18	6	46	0	28
IX.01	4	06	4	41	0	35	XI.29	6	43	6	57	0	14
IX.05	4	33	4	48	0	15	XII.07	7	06	7	06	0	00
IX.09	5	01	4	54	[-0	07]	XII.15	7	27	7	14	[-0	13]
Вечірня видимість													
X.25	17	22	17	25	0	03							
X.29	17	16	17	20	0	04							
XI.02	17	09	17	14	0	05							
XI.06	17	03	17	07	0	04							
XI.10	16	57	16	57	0	00							
Ранкова видимість													
XI.23	6	46	6	49	0	03							
XI.27	6	08	6	54	0	46							
XII.01	5	49	6	59	1	10							
XII.05	5	45	7	04	1	19							
XII.09	5	50	7	08	1	18							
XII.13	6	02	7	12	1	10							
XII.17	6	17	7	15	0	58							
XII.21	6	33	7	17	0	44							
XII.25	6	49	7	19	0	30							
XII.29	7	05	7	20	0	15							
I.02	7	19	7	20	0	01							

Зауваження. Від'ємне число у 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.17

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

Закінчення табл. 17

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

Зауваження. Від'ємне число у 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). Моменти, які підкреслено однією рисою, належать попередній даті. Моменти, які підкреслено подвійною рисою, належать наступній даті.

Таблиця 18

**ГЕЛПОЦЕНТРИЧНІ 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	203.0	0.420	1.148	51.5	0.722	0.751
	5	216.0	0.438	1.212	57.9	0.722	0.721
	9	228.0	0.451	1.266	64.3	0.721	0.692
	13	239.5	0.461	1.310	70.7	0.721	0.662
	17	250.6	0.466	1.347	77.2	0.720	0.632
	21	261.6	0.466	1.375	83.6	0.720	0.603
	25	272.6	0.463	1.396	90.1	0.720	0.573
	29	284.1	0.454	1.408	96.6	0.719	0.544
	Лютий	2	296.0	0.442	1.412	103.0	0.719
6		308.8	0.426	1.406	109.5	0.719	0.487
10		322.8	0.406	1.391	116.0	0.719	0.459
14		338.3	0.384	1.363	122.5	0.718	0.432
18		355.7	0.361	1.321	129.0	0.718	0.406
22		15.4	0.339	1.262	135.5	0.718	0.381
26		37.4	0.321	1.184	142.0	0.718	0.358
Березень		2	61.5	0.310	1.089	148.5	0.719
	6	86.7	0.308	0.981	155.0	0.719	0.319
	10	111.5	0.317	0.870	161.5	0.719	0.303
	14	134.4	0.333	0.768	168.0	0.719	0.291
	18	155.0	0.354	0.685	174.5	0.720	0.284
	22	173.0	0.377	0.629	181.0	0.720	0.281
	26	188.9	0.400	0.601	187.4	0.720	0.282
	30	203.1	0.420	0.599	193.9	0.721	0.288
Квітень	3	216.1	0.438	0.619	200.3	0.721	0.299
	7	228.1	0.451	0.655	206.8	0.722	0.314
	11	239.6	0.461	0.701	213.2	0.722	0.332
	15	250.7	0.466	0.753	219.6	0.723	0.353
	19	261.6	0.466	0.810	226.0	0.724	0.376
	23	272.7	0.463	0.870	232.4	0.724	0.402
	27	284.1	0.454	0.931	238.8	0.725	0.429
Травень	1	296.1	0.442	0.992	245.2	0.725	0.457
	5	309.0	0.426	1.054	251.5	0.726	0.487
	9	322.9	0.406	1.116	257.9	0.726	0.517
	13	338.4	0.384	1.175	264.2	0.727	0.548
	17	355.8	0.361	1.229	270.6	0.727	0.579
	21	15.5	0.339	1.275	276.9	0.727	0.611
	25	37.6	0.320	1.307	283.2	0.728	0.643
	29	61.7	0.310	1.322	289.6	0.728	0.675
Червень	2	86.9	0.308	1.313	295.9	0.728	0.707
	6	111.7	0.317	1.283	302.2	0.728	0.739
	10	134.6	0.333	1.235	308.5	0.728	0.771
	14	155.1	0.354	1.174	314.8	0.728	0.803
	18	173.1	0.378	1.108	321.2	0.728	0.835
	22	189.0	0.400	1.038	327.5	0.728	0.866
	26	203.2	0.421	0.969	333.8	0.728	0.898

Дата		Меркурій			Венера		
		<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	$\rho$ , а. о.	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	$\rho$ , а. о.
Червень	30	216.2	0.438	0.901	340.2	0.728	0.929
Липень	4	228.2	0.451	0.836	346.5	0.727	0.960
	8	239.6	0.461	0.775	352.9	0.727	0.990
	12	250.7	0.466	0.719	359.2	0.727	1.020
	16	261.7	0.466	0.670	5.6	0.726	1.050
	20	272.8	0.462	0.629	12.0	0.726	1.079
	24	284.2	0.454	0.601	18.4	0.725	1.107
Серпень	28	296.2	0.442	0.588	24.7	0.725	1.136
	1	309.1	0.425	0.595	31.1	0.724	1.163
	5	323.1	0.406	0.624	37.5	0.724	1.190
	9	338.6	0.384	0.677	43.9	0.723	1.217
	13	356.0	0.360	0.751	50.3	0.723	1.243
	17	15.7	0.338	0.844	56.8	0.722	1.268
	21	37.8	0.320	0.949	63.2	0.721	1.292
	25	61.9	0.309	1.056	69.6	0.721	1.316
Вересень	29	87.1	0.308	1.157	76.1	0.720	1.340
	2	111.8	0.317	1.243	82.5	0.720	1.362
	6	134.8	0.333	1.308	89.0	0.720	1.384
	10	155.3	0.355	1.354	95.4	0.719	1.406
	14	173.3	0.378	1.382	101.9	0.719	1.426
	18	189.1	0.400	1.396	108.4	0.719	1.446
	22	203.3	0.421	1.398	114.9	0.719	1.465
	26	216.3	0.438	1.390	121.4	0.718	1.484
	30	228.3	0.451	1.374	127.9	0.718	1.502
	Жовтень	4	239.7	0.461	1.350	134.4	0.718
8		250.8	0.466	1.318	140.9	0.718	1.535
12		261.8	0.466	1.279	147.4	0.719	1.550
16		272.9	0.462	1.234	153.9	0.719	1.565
20		284.3	0.454	1.180	160.4	0.719	1.579
24		296.3	0.442	1.119	166.9	0.719	1.592
28		309.2	0.425	1.051	173.4	0.720	1.605
Листопад		1	323.2	0.406	0.976	179.8	0.720
	5	338.7	0.383	0.895	186.3	0.720	1.628
	9	356.1	0.360	0.813	192.8	0.721	1.638
	13	15.8	0.338	0.739	199.2	0.721	1.647
	17	37.9	0.320	0.689	205.7	0.722	1.656
	21	62.1	0.309	0.679	212.1	0.722	1.665
	25	87.3	0.308	0.719	218.5	0.723	1.672
	29	112.0	0.317	0.796	224.9	0.724	1.679
Грудень	3	135.0	0.334	0.892	231.3	0.724	1.685
	7	155.4	0.355	0.990	237.7	0.725	1.690
	11	173.4	0.378	1.080	244.1	0.725	1.695
	15	189.3	0.400	1.160	250.4	0.726	1.700
	19	203.4	0.421	1.229	256.8	0.726	1.703
	23	216.4	0.438	1.286	263.1	0.726	1.706
	27	228.4	0.452	1.333	269.5	0.727	1.708
	31	239.8	0.461	1.370	275.8	0.727	1.710
Січень	4	250.9	0.466	1.398	282.1	0.728	1.711

Продовження табл. 18

Дата		Земля		Марс		
		l, град.	r, а. о.	l, град.	r, а. о.	$\rho$ , а. о.
Січень	1	100.8	0.983	109.2	1.613	0.657
	9	109.0	0.983	112.9	1.620	0.644
	17	117.1	0.984	116.6	1.627	0.644
	25	125.3	0.984	120.3	1.633	0.659
Лютий	2	133.4	0.986	123.9	1.639	0.688
	10	141.5	0.987	127.5	1.645	0.729
	18	149.6	0.988	131.1	1.650	0.780
	26	157.6	0.990	134.6	1.654	0.838
Березень	6	165.7	0.992	138.1	1.657	0.903
	14	173.7	0.994	141.7	1.660	0.973
	22	181.6	0.996	145.2	1.663	1.045
	30	189.5	0.999	148.7	1.664	1.120
Квітень	7	197.4	1.001	152.2	1.666	1.196
	15	205.3	1.003	155.7	1.666	1.272
	23	213.1	1.005	159.2	1.666	1.347
Травень	1	220.9	1.008	162.7	1.665	1.422
	9	228.6	1.009	166.2	1.664	1.495
	17	236.4	1.011	169.7	1.662	1.566
	25	244.1	1.013	173.2	1.659	1.636
Червень	2	251.7	1.014	176.7	1.656	1.703
	10	259.4	1.015	180.3	1.652	1.768
	18	267.0	1.016	183.8	1.647	1.830
	26	274.7	1.016	187.4	1.642	1.890
Липень	4	282.3	1.017	191.0	1.636	1.946
	12	289.9	1.016	194.6	1.630	1.999
	20	297.6	1.016	198.3	1.623	2.049
	28	305.2	1.015	202.0	1.616	2.096
Серпень	5	312.9	1.014	205.7	1.608	2.140
	13	320.5	1.013	209.5	1.600	2.180
	21	328.2	1.012	213.3	1.592	2.217
	29	335.9	1.010	217.1	1.583	2.251
Вересень	6	343.7	1.008	221.0	1.574	2.281
	14	351.4	1.006	225.0	1.564	2.308
	22	359.3	1.004	228.9	1.554	2.333
	30	7.1	1.002	233.0	1.544	2.354
Жовтень	8	15.0	0.999	237.1	1.534	2.372
	16	22.9	0.997	241.2	1.523	2.387
	24	30.8	0.995	245.4	1.513	2.399
	1	38.8	0.993	249.7	1.502	2.409
Листопад	9	46.8	0.991	254.0	1.492	2.416
	17	54.9	0.989	258.4	1.482	2.421
	25	63.0	0.987	262.8	1.472	2.423
	3	71.1	0.986	267.3	1.462	2.424
Грудень	11	79.2	0.985	271.9	1.452	2.422
	19	87.3	0.984	276.5	1.443	2.419
	27	95.5	0.983	281.2	1.434	2.414
	4	103.6	0.983	285.9	1.426	2.408

Дата		Юпітер			Сатурн		
		$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.
Січень	1	78.4	5.083	4.191	349.8	9.630	10.025
	21	80.1	5.089	4.395	350.4	9.624	10.293
Лютий	10	81.8	5.096	4.676	351.1	9.618	10.487
Березень	2	83.6	5.103	4.993	351.8	9.612	10.589
	22	85.3	5.109	5.313	352.4	9.606	10.590
Квітень	11	87.0	5.116	5.605	353.1	9.600	10.493
Травень	1	88.7	5.123	5.848	353.7	9.594	10.305
	21	90.4	5.130	6.026	354.4	9.588	10.045
Червень	10	92.1	5.138	6.132	355.1	9.582	9.735
	30	93.8	5.145	6.158	355.2	9.576	9.404
Липень	20	95.5	5.152	6.106	356.4	9.569	9.086
Серпень	9	97.2	5.159	5.976	357.1	9.563	8.816
	29	98.9	5.166	5.778	357.7	9.557	8.628
Вересень	18	100.6	5.174	5.523	358.4	9.551	8.548
Жовтень	8	102.3	5.181	5.230	359.1	9.545	8.589
	28	103.9	5.188	4.922	359.7	9.539	8.745
Листопад	17	105.6	5.196	4.633	0.4	9.532	8.995
Грудень	7	107.3	5.203	4.400	1.1	9.526	9.304
	27	108.9	5.210	4.260	1.7	9.520	9.634
Січень	16	110.6	5.217	4.239	2.4	9.514	9.946

Дата		Уран			Нептун		
		$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.	$l$ , град.	$r$ , а. о.	$\rho$ , а. о.
Січень	1	55.7	19.553	18.872	359.1	29.894	30.109
	21	56.0	19.550	19.158	359.3	29.894	30.426
Лютий	10	56.2	19.546	19.490	359.4	29.893	30.678
Березень	2	56.4	19.543	19.826	359.5	29.893	30.837
	22	56.7	19.540	20.127	359.6	29.892	30.888
Квітень	11	56.9	19.536	20.360	359.7	29.892	30.825
Травень	1	57.1	19.533	20.502	359.9	29.891	30.658
	21	57.3	19.529	20.540	0.0	29.891	30.406
Червень	10	57.6	19.526	20.472	0.1	29.890	30.095
	30	57.8	19.522	20.304	0.2	29.890	29.761
Липень	20	58.0	19.519	20.053	0.3	29.889	29.438
Серпень	9	58.2	19.516	19.744	0.5	29.888	29.165
	29	58.5	19.512	19.407	0.6	29.888	28.973
Вересень	18	58.7	19.509	19.079	0.7	29.887	28.887
Жовтень	8	58.9	19.505	18.799	0.8	29.887	28.919
	28	59.2	19.502	18.601	0.9	29.886	29.067
Листопад	17	59.4	19.498	18.512	1.1	29.886	29.313
Грудень	7	59.6	19.495	18.547	1.2	29.885	29.628
	27	59.8	19.491	18.700	1.3	29.885	29.972
Січень	16	60.1	19.488	18.952	1.5	29.884	30.304

## 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.

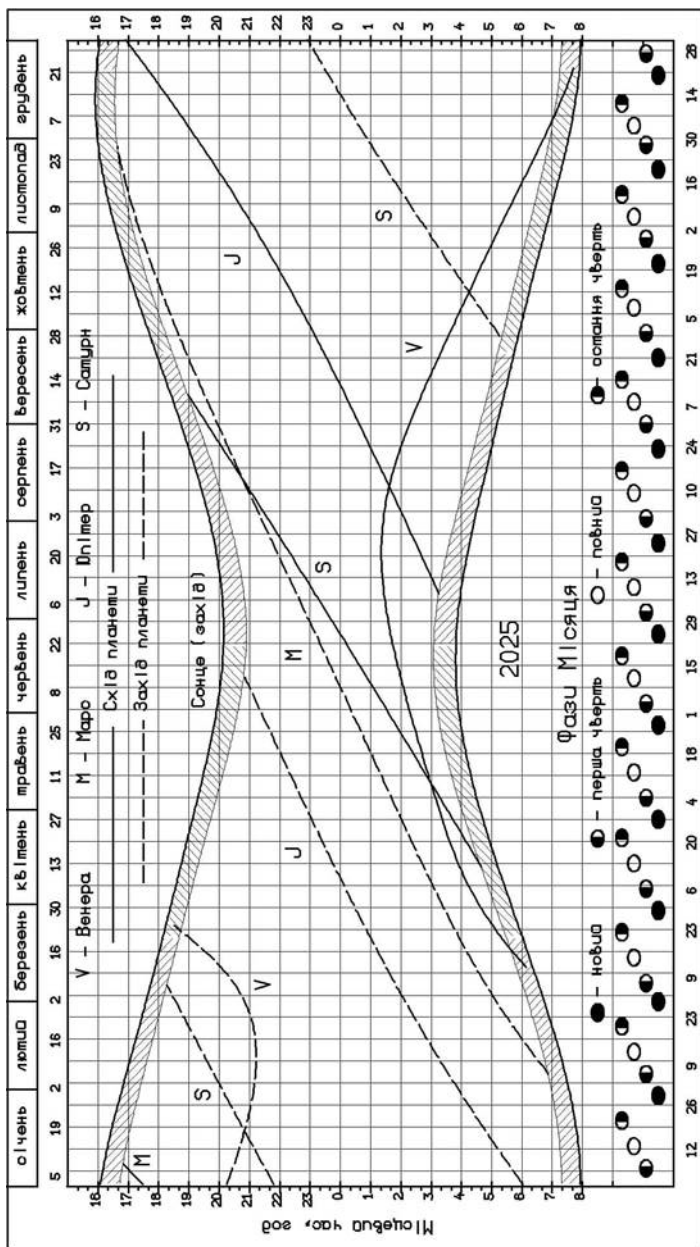
У календарі по горизонталі розміщено дати 2025 року. Сітка вертикальних ліній (ліній дати), виконана з інтервалом 7 діб, фіксує дати неділь, що дає змогу легко ідентифікувати інші дні тижня. На вертикальній осі календаря відкладено місцевий середній час меридіана спостерігача. Щоб перейти до шкали київського 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. 38 або з географічної мапи. У випадку 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. Як приклад наведемо визначені за допомогою графічного календаря умови видимості яскравих планет у ніч проти 22 грудня 2025 р. (тобто з вечора 21 грудня до ранку 22-го). Юпітер сходить приблизно о 17 год 40 хв, і його можна буде спостерігати до початку ранкових присмерків (7 год 10 хв). Сатурн буде видимим звечора від закінчення присмерків (16 год 35 хв) до його





Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°

заходу приблизно о 23 год 30 хв. Венеру цієї ночі спостерігати буде практично неможливо, оскільки вона сходить тільки під час ранкових присмерків. Також не буде можливості спостерігати Марс, який заходить під час вечірніх присмерків, у чому неважко переконатися, екстраполювавши лінію його заходу на вказану дату.

Починати спостереження планети, що зійшла, варто принаймні через пів години після її сходу, а завершувати спостереження планети, що заходить, дещо раніше, ніж відбудеться її захід, оскільки поблизу горизонту атмосфера дуже послаблює світло небесних світил та погіршує якість зображення. За реальних умов спостереження планети важливу роль відіграє також її блиск. Так, яскраву Венеру добре видно навіть у присмерках, а набагато слабший Марс, як правило, — тільки за цілковитої темряви.

Щоб визначити фазу Місяця на дату спостереження, слід провести вертикальну лінію через центр найближчого до цієї дати значка, який зображує деяку фазу. Так, на рисунку найближче до 21 грудня міститься зображення місячної фази «новий місяць», положення центра якого вказує на дату новомісяччя — 20 грудня. Отже, в ніч проти 22 грудня Місяць можна буде спостерігати нетривалий час, безпосередньо після заходу Сонця, як дуже вузький серп («молодик»).

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.

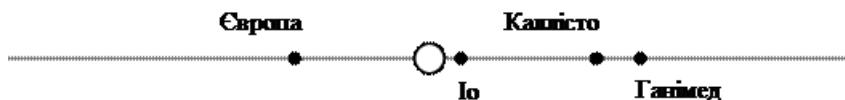
Календар можна використовувати для планування навчальних й аматорських астрономічних спостережень.

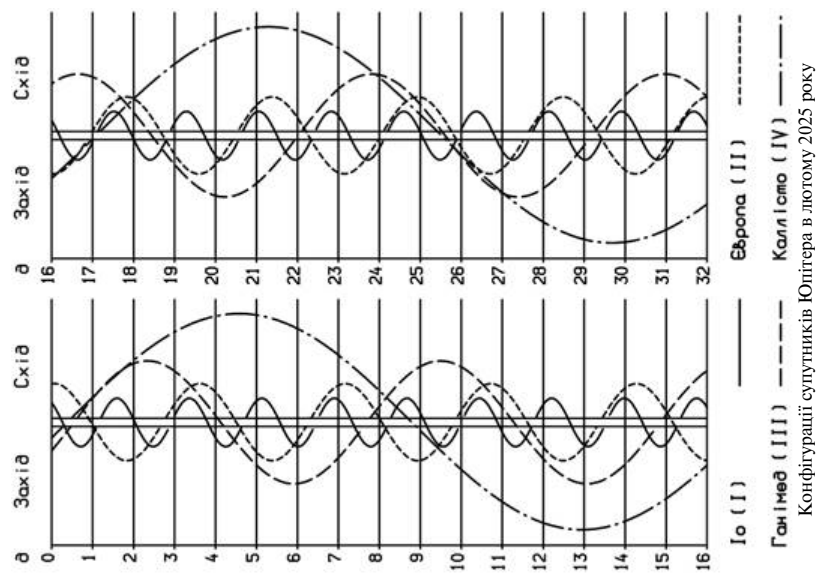
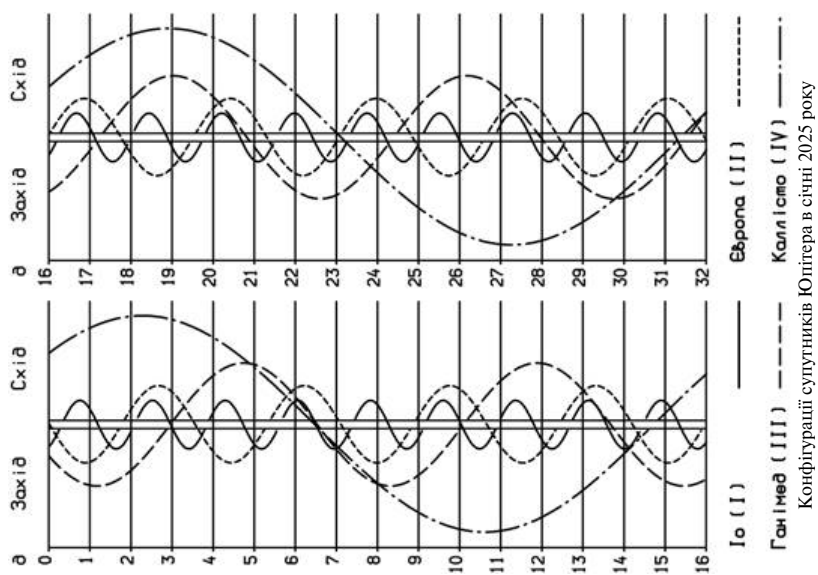
## ГАЛЛЕЄВІ СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА

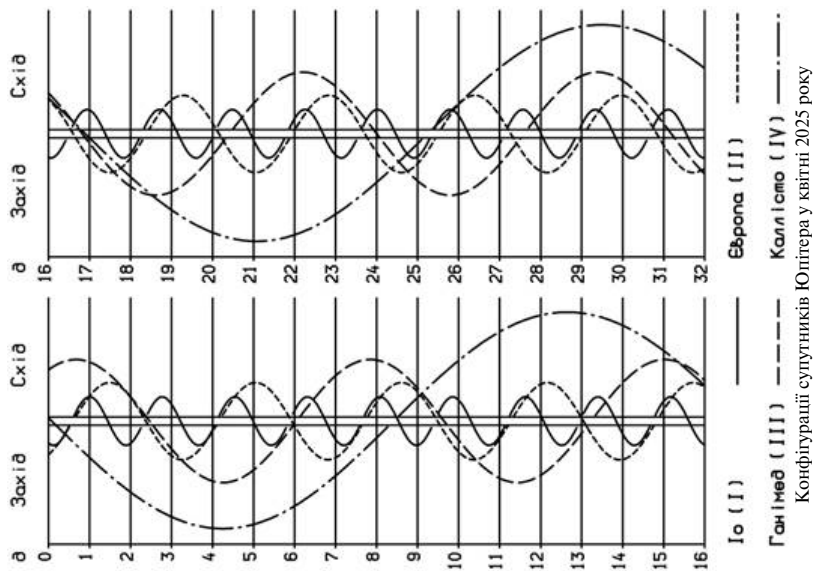
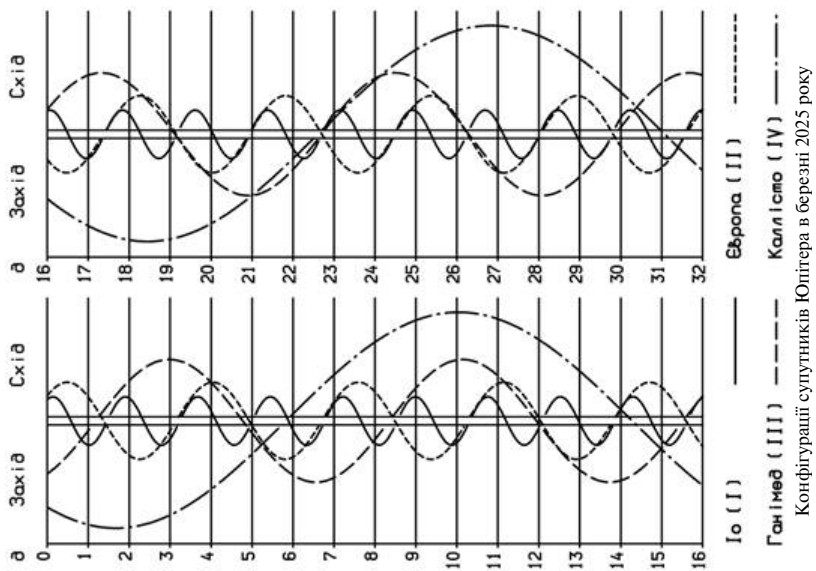
Нижче подано графіки конфігурацій найяскравіших супутників Юпітера: Іо (I), Європи (II), Ганімеда (III), Каллісто (IV), які можна спостерігати в невеликий телескоп або бінокль на території України в темний час доби. Для земного спостерігача орбіти цих супутників видно з ребра, тому вони перебувають поблизу 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.

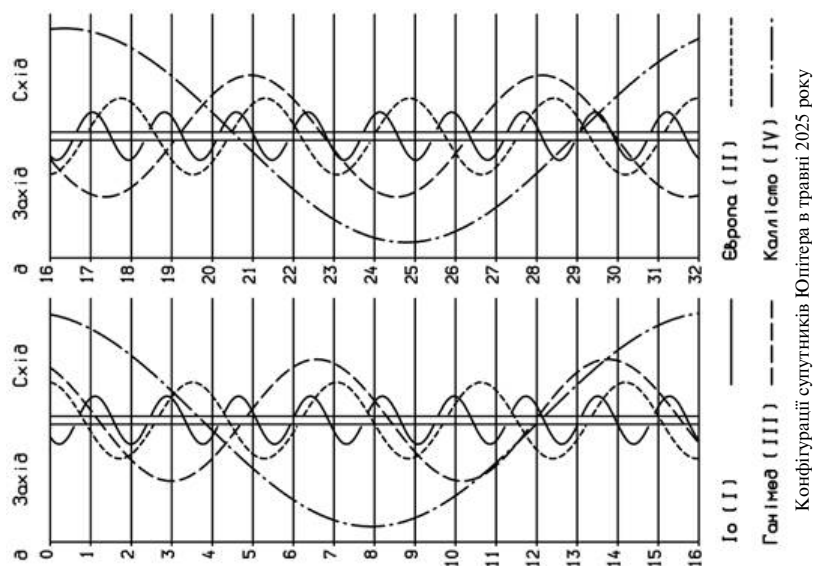
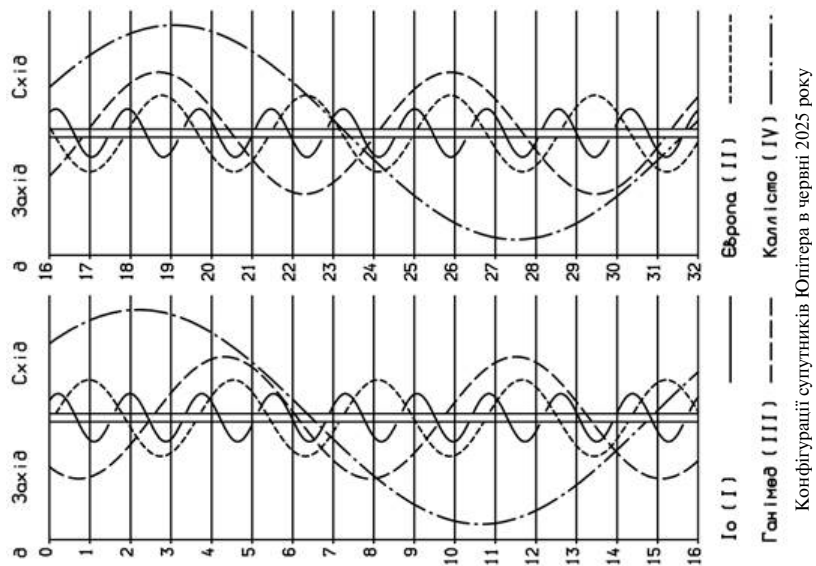
Положення супутників щодо Юпітера зображено кривими різних типів. Конфігурації наведено для спостережень у телескоп-рефрактор, тобто схід — праворуч від диска, а захід — ліворуч від нього. Щоб дізнатися про конфігурації супутників у певний момент усесвітнього часу, слід провести горизонтальну лінію, 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).

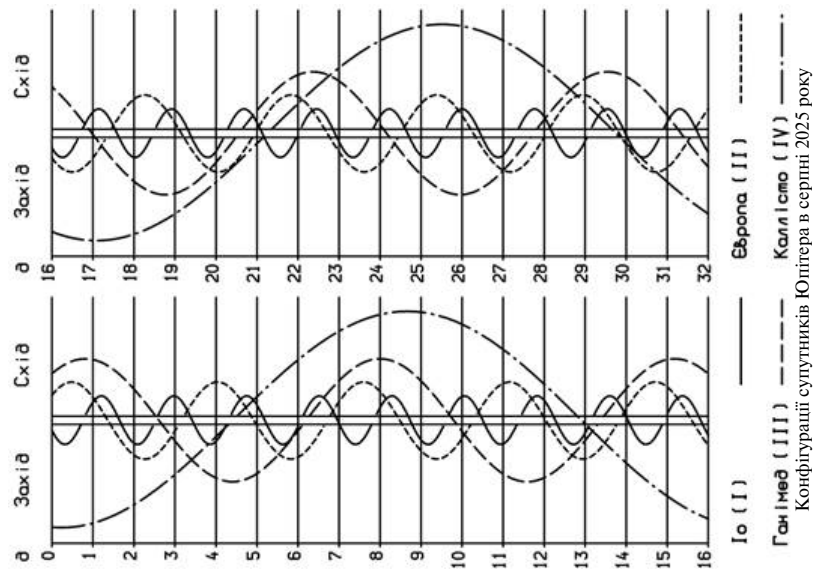
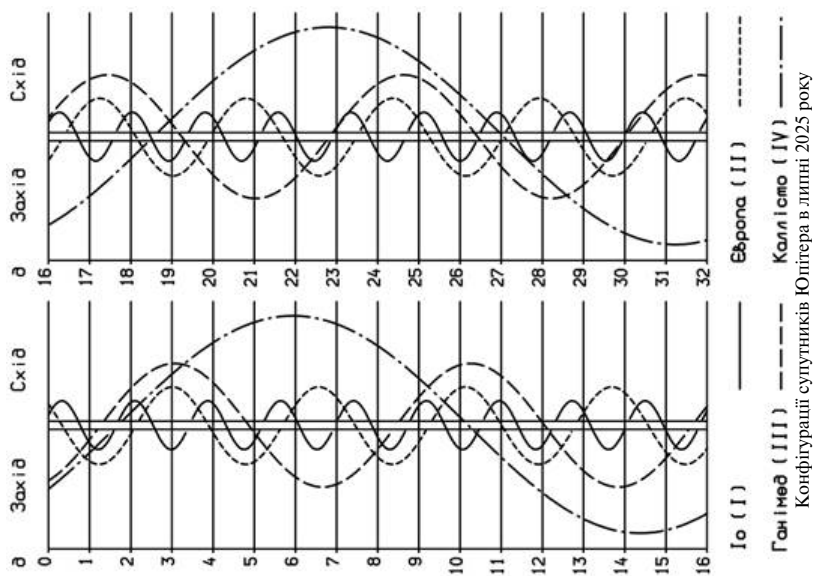
Нижче наведено приклад розташування супутників відносно диска Юпітера в його екваторіальній площині в 0 год усесвітнього часу 1 грудня 2025 року.

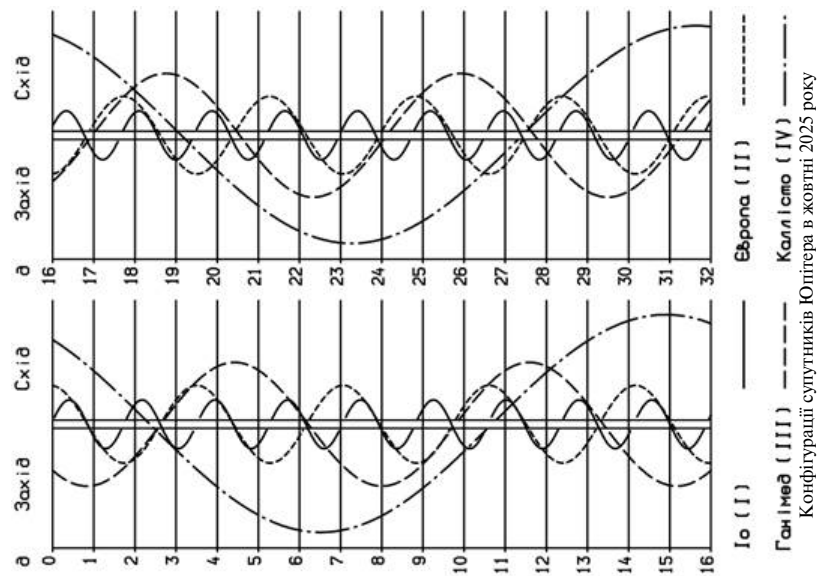
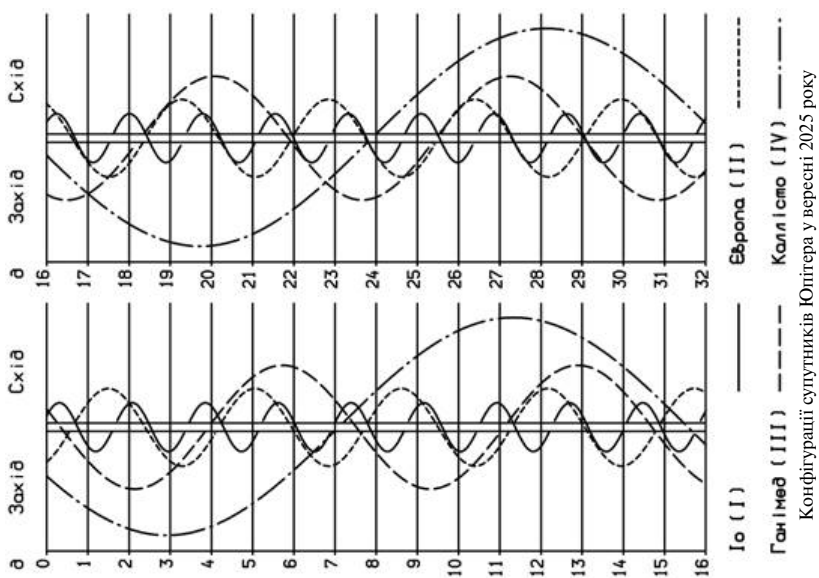




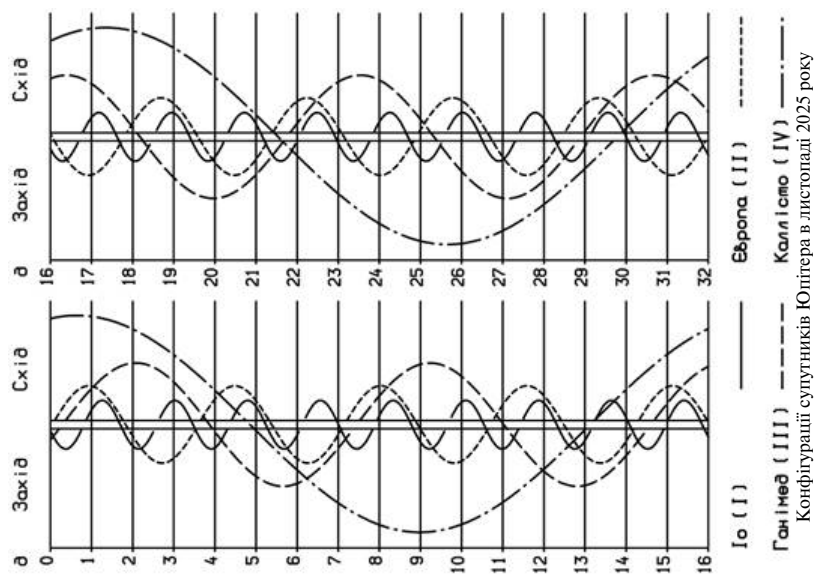
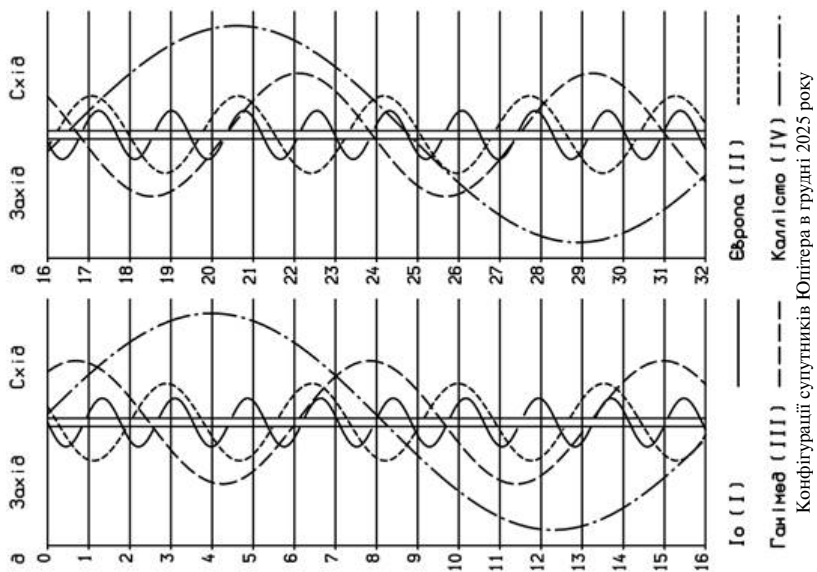












Таблиця 19

## 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 20

## 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 2025 РОКУ

У 2025 р. очікується проходження через перигелій 72 раніше відкритих комет (з них 61 — короткоперіодична)<sup>1</sup>. У табл. 21 та 22 наведено характеристики цих комет, у табл. 23 — ефемериди найяскравіших з них ( $m_1 < 12^m$ ). У табл. 21 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. 23) відповідає середньостатистичному закону зміні 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 2024 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 із 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.

**ВАЙЗ** (англ. **WISE** — **Wide-field Infrared Survey Explorer**) — ширококутний інфрачервоний космічний телескоп, головним завданням якого є повний огляд неба в чотирьох ІЧ-діапазонах. Детектори телескопа з допомогою рідкого водню охолоджувалися до температури 12 К ( $-261^\circ\text{C}$ ). У вересні 2010 р. рідкий водень скінчився, і телескоп розпочав «теплу» частину своєї місії, яка одержала назву **NEOWISE**. Температура детекторів під час цієї частини місії становила приблизно 70 К ( $-203^\circ\text{C}$ ).

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

**ЛОНЕОС** (англ. **LONEOS** — **Lowell Observatory Near-Earth Object Search**) — проєкт обсерваторії Ловелла, який було створено для пошуку навколомземних астероїдів і комет.

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

**ОДАС** (англ. **ODAS**: **OCA** — **DLR Asteroid Survey**) — спільний проєкт (упродовж 1996—1999 рр.) з пошуку малих тіл Сонячної системи, особливо навколомземних об'єктів. Цей європейський науковий проєкт був результатом співпраці французької Обсерваторії Лазурного берега (**OCA**) і Німецьким аерокосмічним центром (**DLR**). Під час досліджень була відкрита одна комета й понад 1000 малих планет.

ПАНСТАРРС (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.

СТЕРЕО (англ. STEREO — Solar TERrestrial RELations Observatory) — третя місія в програмі NASA «Solar Terrestrial Probes», яка використовує дві майже ідентичні космічні обсерваторії (одна передуює Землі на її орбіті, другу розміщено позаду), щоби забезпечити перші в історії стереоскопічні вимірювання для вивчення Сонця та природи його корональних викидів.

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

На початку року ще будуть доступними для візуальних аматорських спостережень комети **С/2023 А3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)** і **333Р/ЛІНЕАР**, які пройшли перигелій у 2024 р. (див. «Астрономічний календар 2024»).

Чотирнадцятого січня 2025 р. комета **С/2023 А3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)** пройде далі на південь від зорі Альгаір ( $\alpha$  Орла) на кутовій відстані приблизно  $1.5^\circ$ . У цей час її яскравість становитиме майже  $10.7^m$ . Певний час комету можна буде спостерігати як увечері, так і вранці. У другій половині січня ранкова видимість стане більш сприятливою, хоча комета перебуватиме низько над горизонтом перед сходом Сонця.

Аматори зможуть спостерігати комету приблизно до середини лютого. Комета пройде сузір'ями Орла та Дельфіна.

Комета **333Р/ЛІНЕАР** буде доступною для спостережень упродовж січня. Вона повільно переміщуватиметься сузір'ям Пегаса. Комету буде добре видно ввечері після заходу Сонця. Уже на початку лютого яскравість комети впаде до  $12^m$ , і вона перестане бути легкодоступним об'єктом, хоча все ще перебуватиме високо над горизонтом.

Наприкінці вересня перигелій пройде короткоперіодична комета **414Р/СТЕРЕО**. Комета була виявлена у травні 2016 р. на зображеннях, отриманих за допомогою апарата СТЕРЕО-А. Аматори зможуть спостерігати комету вже наприкінці червня — у другій половині ночі, у сузір'ї Риб, високо над горизонтом. Яскравість комети поступово зростатиме, висота над горизонтом поволі збільшуватиметься. Комета пройде сузір'ями Персея, Візничого, Близнят, Рака, Лева. Прогно-

зи щодо яскравості комети в цій появі дуже різняться. Припускають, що її блиск може досягти сьомої зоряної величини у другій половині вересня (комета перебуватиме в сузір'ї Лева). Хоча, за даними японського дослідника комет С. Йосіди, навіть у максимумі яскравість комети не перевищить  $12^m$ .

У другій половині жовтня стане доступною для аматорських спостережень комета **24P/Шомасс**, яка пройде перигелій на початку 2026 р. Комета перебуватиме високо над горизонтом, її яскравість зростатиме і наприкінці року має досягти  $9^m$ . Кращі умови для спостережень будуть у другій половині ночі. Комета пройде сузір'ями Близнят, Рака, Лева, Діви.

У другій половині листопада до перигелію підійде комета **210P/Крістенсен**. Кому відкрив Ерік Крістенсен 26 травня 2003 р. за допомогою 0.7-м телескопа Шмідта під час огляду неба за програмою Каталіна. У теперішній появі комети аматори зможуть спостерігати її упродовж грудня на вранішньому небі невисоко над горизонтом. На початку місяця комета поволі підійматиметься над горизонтом у сузір'ї Діви. У цей час її яскравість становитиме приблизно  $10^m$ . Згодом комета перейде в сузір'я Терезів, її яскравість стане поволі спадати, і вже наприкінці грудня комета перестане бути доступним об'єктом для візуальних аматорських спостережень.

## КОМЕТИ, ЯКІ ПРОХОДЯТЬ ПЕРИГЕЛІЙ У 2025 р.

Комета	$P$ , роки	$N$	$T, TT$		$H_y$
136P/Мюллер	8.57	5	Січень	3.2154	11.0
367P/Каталіна	6.57	3	Січень	11.7534	17.5
105P/Зінгер-Брюстер	6.47	7	Січень	22.8556	11.5
C/2023 T3 (Фуле)	18 865.3	1	Січень	25.3889	8.5
366P/Спейсвотч	6.55	4	Січень	31.0116	15.0
249P/ЛІНЕАР	4.59	5	Лютий	1.6897	15.5
C/2023 F3 (АТЛАС)	—	1	Лютий	2.7367	6.0
236P/ЛІНЕАР	7.21	4	Лютий	3.7460	14.0
P/2011 UA134 (Спейсвотч — ПАНСТАРРС)	13.2	2	Лютий	16.8055	17.5
P/2023 S1 (ПАНСТАРРС)	7.56	1	Лютий	23.4945	11.5
48P/Джонсон	6.97	12	Березень	2.6030	10.0
P/2019 Y3 (Каталіна)	5.23	2	Березень	3.1949	18.5
229P/Джиббс	7.78	3	Березень	5.6546	13.0
P/2014 K3 (СОГО)	5.39	4	Березень	6.4167	20.0
302P/Леммон — ПАНСТАРРС	8.83	2	Березень	9.1988	12.5
P/2010 H2 (Валес)	7.54	3	Березень	9.7020	6.0
P/2010 A3 (Гілл)	15.0	2	Березень	11.4974	14.0
323P/СОГО	4.15	5	Березень	14.3092	20.0
C/2024 C2 (ПАНСТАРРС)	65.1	1	Березень	17.9970	6.0
21P/Джакобіні — Ціннер	6.61	20	Березень	25.5600	11.4
351P/Вігерт — ПАНСТАРРС	9.35	2	Березень	26.4887	12.5
P/2018 L5 (Леонард)	6.91	2	Квітень	3.9069	14.5
49P/Аренд — Ріго	6.74	12	Квітень	10.6622	11.3
289P/Бленпейн	5.31	40	Квітень	14.3370	19.7
456P/ПАНСТАРРС	5.63	2	Квітень	17.7631	13.5
341P/Джиббс	8.89	3	Квітень	22.5792	12.5
P/2015 X6 (ПАНСТАРРС)	4.57	3	Травень	11.8398	16.0
C/2023 X7 (ПАНСТАРРС)	—	1	Травень	14.8496	9.0
P/2016 G1 (ПАНСТАРРС)	4.15	3	Травень	16.1856	14.0
250P/Ларсон	7.32	3	Травень	17.3384	14.5
217P/ЛІНЕАР	7.87	4	Травень	24.8887	12.0
164P/Крістенсен	6.99	4	Травень	27.3633	11.0
C/2024 A1 (АТЛАС)	—	1	Червень	13.7559	7.0
P/2005 T5 (Броугтон)	18.9	2	Червень	14.6898	11.0
65P/Ганн	7.68	9	Червень	16.8761	5.0
C/2023 H5 (Леммон)	—	1	Червень	30.1607	7.0
P/2005 J1 (Мак-Нот)	6.76	4	Липень	11.8037	16.5
C/2023 V1 (Леммон)	445 667.0	1	Липень	13.0890	8.5
60P/Цзиціньшань 2	6.62	10	Липень	20.7762	11.5
195P/Гілл	16.5	2	Липень	30.8274	8.5

Закінчення табл. 21

Комета	<i>P</i> , роки	N	<i>T</i> , <i>TT</i>	<i>H<sub>y</sub></i>
С/2022 N2 (ПАНСТАРРС)	—	1	Липень 31.5781	6.0
306Р/ЛІНЕАР	5.52	5	Серпень 1.5675	19.0
43Р/Вольф - Гаррінгтон	8.99	16	Серпень 5.4097	8.0
Р/2003 QX29 (НЕАТ)	22.3	2	Серпень 7.0970	8.5
294Р/ЛІНЕАР	5.69	4	Серпень 11.4449	15.5
С/2022 R6 (ПАНСТАРРС)	—	1	Серпень 25.5703	5.0
340Р/Боаттіні	8.76	3	Серпень 29.1295	14.3
441Р/ПАНСТАРРС	8.41	2	Вересень 9.2484	13.5
С/2022 QE78 (АТЛАС)	—	1	Вересень 10.2056	5.0
248Р/Джиббс	14.6	2	Вересень 14.8527	14.0
171Р/Спар	6.70	5	Вересень 25.0798	13.5
*414Р/СТЕРЕО	4.67	3	Вересень 26.3823	19.0
198Р/ОДАС	6.84	5	Жовтень 9.6700	9.0
Р/2016 A2 (Крістенсен)	10.4	2	Жовтень 22.9278	11.5
47Р/Ашбрук — Джексон	8.37	11	Жовтень 27.7542	1.0
Р/1999 RO28 (ЛОНЕОС)	6.34	5	Жовтень 30.1700	20.0
317Р/ВАЙЗ	5.11	4	Жовтень 31.1695	17.5
Р/2012 O1 (Мак-Нот)	6.67	3	Листопад 1.0162	17.5
172Р/Єнг	8.67	4	Листопад 3.4582	13.0
Р/2018 L1 (ПАНСТАРРС)	6.98	2	Листопад 5.9138	15.0
40Р/Вяйсяля 1	11.0	9	Листопад 10.5062	5.5
*210Р/Крістенсен	5.63	5	Листопад 22.7002	13.5
Р/2015 TO19 (Леммон — ПАНСТАРРС)	9.71	2	Листопад 23.1995	14.0
Р/2000 R2 (ЛІНЕАР)	6.45	5	Грудень 2.1805	18.0
313Р/Джиббс	5.62	3	Грудень 2.4592	15.0
469Р/ПАНСТАРРС	9.02	2	Грудень 8.6862	13.5
Р/2019 S3 (ПАНСТАРРС)	6.31	2	Грудень 18.9990	18.3
240Р/НЕАТ	7.60	4	Грудень 19.8937	11.0
331Р/Джиббс	5.21	4	Грудень 21.4776	12.0
Р/1999 XN120 (Каталіна)	8.55	4	Грудень 22.4077	13.5
С/2023 X2 (Леммон)	—	1	Грудень 26.0313	8.5
261Р/Ларсон	6.63	4	Грудень 27.2041	14.0



## ЕЛЕМЕНТИ КОМЕТНИХ ОРБІТ

Комета	$e$	$q$	$\omega$	$\Omega$	$i$
136P/Мюллер	0.293272	2.958653	225.1522	137.4967	9.4278
367P/Каталіна	0.279823	2.527709	172.7443	58.6611	8.4597
105P/Зінгер-Брюстер	0.408902	2.051881	46.3669	192.3973	9.1682
C/2023 T3 (Фулс)	0.994935	3.548318	302.8502	246.0014	27.2220
366P/Спейсвотч	0.348292	2.279856	153.0294	70.7237	8.8570
249P/ЛІНЕАР	0.819390	0.499276	65.7527	239.0467	8.3854
C/2023 F3 (АТЛАС)	1.004313	5.190553	265.5353	109.4512	145.9604
236P/ЛІНЕАР	0.509328	1.828306	119.3907	245.5690	16.3554
P/2011 UA134 (Спейсвотч - ПАНСТАРРС)	0.630121	2.075250	32.4211	40.3997	10.4406
P/2023 S1 (ПАНСТАРРС)	0.320094	2.619853	180.0410	317.4162	9.1474
48P/Джонсон	0.426872	2.006438	216.7669	110.0690	12.2004
P/2019 Y3 (Каталіна)	0.691142	0.930994	2.5799	139.3038	24.6014
P/2014 K3 (СОГО)	0.978762	0.065375	146.6221	312.5747	23.3454
229P/Джиббс	0.377975	2.440900	224.1145	157.9356	26.0992
302P/Леммон - ПАНСТАРРС	0.229917	3.288710	208.5953	121.7158	6.0345
P/2010 H2 (Валес)	0.197230	3.076105	128.0526	64.1877	14.2796
P/2010 A3 (Гілл)	0.734099	1.620574	42.2358	63.6454	14.8189
323P/СОГО	0.984631	0.039705	353.1310	324.2797	5.3315
C/2024 C2 (ПАНСТАРРС)	0.444862	8.985621	87.8931	66.4295	27.2821
21P/Джакобіні - Ціннер	0.711186	1.009008	172.9150	195.3412	32.0541
351P/Вігерт - ПАНСТАРРС	0.294808	3.131424	283.3315	352.6830	12.7761
P/2018 L5 (Леонард)	0.363881	2.308631	93.9273	219.0576	2.2089
49P/Аренд - Ріго	0.598869	1.431614	332.9344	118.7935	19.0581
289P/Бленпейн	0.686382	0.954813	9.8568	68.8925	5.9003
456P/ПАНСТАРРС	0.117651	2.798302	233.6833	243.1631	16.9665
341P/Джиббс	0.415491	2.506516	312.3233	29.9645	3.7966
P/2015 X6 (ПАНСТАРРС)	0.173565	2.273788	329.8282	106.9383	4.5654
C/2023 X7 (ПАНСТАРРС)	1.002123	4.821445	354.3379	119.2079	69.0552
P/2016 G1 (ПАНСТАРРС)	0.210263	2.040539	111.1191	204.0169	10.9709
250P/Ларсон	0.398704	2.269480	45.9540	73.2913	13.1558
217P/ЛІНЕАР	0.689255	1.226433	247.0059	125.3854	12.8632
164P/Крістенсен	0.541231	1.675720	325.8830	88.3041	16.2723
C/2024 A1 (АТЛАС)	1.000850	3.876153	353.2968	112.1401	94.4478
P/2005 T5 (Броугтон)	0.552347	3.254071	304.7283	57.0687	21.3835
65P/Ганн	0.248146	2.925380	213.7711	61.9767	9.1759
C/2023 H5 (Леммон)	1.000363	4.313075	60.0779	159.4829	97.8694
P/2005 J1 (Мак-Нот)	0.569036	1.540065	338.9150	268.7989	31.7396
C/2023 V1 (Леммон)	0.999584	5.093072	103.3061	15.0271	102.0105
60P/Цициньшань 2	0.533670	1.644837	216.9517	267.4395	3.5812
195P/Гілл	0.314464	4.446991	249.9229	243.1086	36.4151

Комета	$e$	$q$	$\omega$	$\Omega$	$i$
C/2022 N2 (ПАНСТАРРС)	1.003763	3.826190	75.3608	319.7396	5.5026
306P/ЛІНЕАР	0.592795	1.272302	0.8910	341.3727	8.3050
43P/Вольф - Гаррінгтон	0.435481	2.440697	224.0144	243.9983	9.3339
P/2003 QX29 (HEAT)	0.471851	4.228593	37.6705	264.5353	11.3979
294P/ЛІНЕАР	0.601227	1.273242	235.6892	311.5526	18.1476
C/2022 R6 (ПАНСТАРРС)	1.004451	6.566881	319.8618	150.7761	57.0215
340P/Боаттіні	0.280404	3.057594	36.0452	291.6720	2.0784
441P/ПАНСТАРРС	0.195085	3.327436	178.8499	143.6040	2.5744
C/2022 QE78 (АТЛАС)	1.003864	5.480190	0.3732	119.9418	36.5498
248P/Джиббс	0.639349	2.158860	209.9208	207.8185	6.3513
171P/Спар	0.502555	1.767288	347.0595	101.6981	21.9494
414P/СТЕРЕО	0.812067	0.524878	210.6862	257.8163	23.4060
198P/ОДАС	0.444726	1.996000	69.2701	358.2115	1.3387
P/2016 A2 (Крістенсен)	0.271274	3.464034	141.3291	291.5950	26.4052
47P/Ашбрук - Джексон	0.318574	2.807695	357.8409	356.9040	13.0377
P/1999 RO28 (ЛОНЕОС)	0.672404	1.122344	231.3229	137.8708	7.5669
317P/ВАЙЗ	0.571299	1.269530	334.8242	275.4662	11.9661
P/2012 O1 (Мак-Нот)	0.593811	1.438889	238.3028	91.9501	7.4277
172P/Єнг	0.204497	3.357075	209.0594	30.8769	11.2252
P/2018 L1 (ПАНСТАРРС)	0.481328	1.896112	18.0049	268.5942	10.5790
40P/Вяйсяля 1	0.634754	1.815049	49.6431	131.4046	11.4970
210P/Крістенсен	0.833970	0.525026	345.8940	93.8239	10.2785
P/2015 TO19 (Леммон - ПАНСТАРРС)	0.359689	2.912774	89.2522	321.6616	6.5041
P/2000 R2 (ЛІНЕАР)	0.530914	1.626987	176.5910	160.2909	11.6820
313P/Джиббс	0.234744	2.421434	254.8649	106.0002	10.9806
469P/ПАНСТАРРС	0.307541	3.005303	43.5281	178.9653	20.1741
P/2019 S3 (ПАНСТАРРС)	0.471025	1.806567	213.0622	150.1654	8.6940
240P/HEAT	0.450274	2.123164	352.0028	74.9154	23.5367
331P/Джиббс	0.041480	2.879805	184.9393	216.7518	9.7402
P/1999 XN120 (Каталіна)	0.210818	3.298119	161.6819	285.2601	5.0296
C/2023 X2 (Леммон)	1.001185	5.101335	64.4445	66.3119	76.9825
261P/Ларсон	0.423096	2.013622	67.3394	291.0680	6.0720

## ЕФЕМЕРИДИ КОМЕТ

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	$\Delta$	$r$	$E$	$m_1$	$Y(t, A, h)$
C/2023 A3 (Цзицзіньшань - АТЛАС)							
2025 I 1	19 41 36.7	+6 19 54	2.736	1.977	32.4	10.1	15:10, 74, 21
6	19 46 06.1	+6 45 28	2.836	2.054	30.8	10.4	15:20, 79, 18
11	19 50 23.0	+7 13 05	2.930	2.130	29.5	10.6	15:20, 82, 16
16	19 54 27.7	+7 42 43	3.016	2.205	28.7	10.8	15:30, 88, 12
21	19 58 20.3	+8 14 19	3.095	2.279	28.4	11.0	4:40, 274, 14
26	20 02 00.8	+8 47 53	3.168	2.351	28.6	11.2	4:40, 276, 17
31	20 05 28.8	+9 23 23	3.233	2.423	29.4	11.4	4:30, 277, 18
II 5	20 08 43.5	+10 00 46	3.292	2.495	30.7	11.6	4:20, 278, 20
10	20 11 44.3	+10 39 59	3.343	2.565	32.4	11.7	4:20, 281, 23
15	20 14 30.6	+11 20 57	3.389	2.634	34.5	11.9	4:10, 282, 24
20	20 17 01.6	+12 03 38	3.427	2.703	36.9	12.0	4:00, 283, 26
25	20 19 16.5	+12 47 59	3.460	2.771	39.7	12.1	3:50, 284, 28
333P/ЛІНЕАР							
2025 I 1	21 29 04.9	+43 30 05	0.960	1.202	76.4	9.7	15:10, 88, 64
6	21 45 34.8	+39 15 49	1.102	1.229	72.0	10.1	15:20, 84, 60
11	21 57 29.1	+36 01 56	1.244	1.259	67.6	10.5	15:20, 81, 56
16	22 06 42.5	+33 32 06	1.386	1.291	63.4	10.8	15:30, 82, 52
21	22 14 14.8	+31 34 49	1.524	1.326	59.3	11.2	15:40, 85, 47
26	22 20 39.8	+30 02 09	1.658	1.363	55.3	11.5	15:40, 86, 44
31	22 26 17.4	+28 48 33	1.786	1.401	51.4	11.7	15:50, 90, 39
II 5	22 31 19.9	+27 50 01	1.907	1.441	47.7	12.0	16:00, 93, 34
10	22 35 55.1	+27 03 34	2.021	1.482	44.1	12.3	16:10, 97, 30
414P/СТЕРО							
2025 VI 25	0 54 48.0	+30 40 56	1.702	1.659	70.1	12.3	0:20, 267, 39
30	1 09 41.3	+32 36 50	1.610	1.598	70.9	12.0	0:20, 266, 41
VII 5	1 26 12.9	+34 35 44	1.520	1.535	71.4	11.7	0:30, 266, 44
10	1 44 46.2	+36 36 15	1.434	1.471	71.5	11.4	0:40, 266, 47
15	2 05 49.2	+38 36 01	1.351	1.406	71.3	11.1	0:40, 263, 48
20	2 29 54.2	+40 31 15	1.273	1.340	70,6	10.8	0:50, 262, 50
25	2 57 35.5	+42 16 02	1.200	1.272	69.5	10.4	1:00, 260, 51
30	3 29 22.9	+43 41 45	1.133	1.204	67.9	10.0	1:10, 257, 52
VIII 4	4 05 30.8	+44 36 52	1.075	1.134	65.7	9.7	1:20, 255, 51
9	4 45 40.8	+44 47 32	1.025	1.063	62.9	9.3	1:30, 253, 50
14	5 28 47.1	+43 59 52	0.986	0.992	59.5	8.9	1:40, 253, 47
19	6 13 00.0	+42 03 51	0.958	0.920	55.6	8.5	1:50, 253, 44
24	6 56 15.1	+38 57 09	0.945	0.849	51.3	8.2	1:50, 253, 39
29	7 36 54.5	+34 46 40	0.946	0.779	46.8	7.8	2:00, 255, 34
IX 3	8 14 11.9	+29 46 33	0.963	0.711	42.2	7.4	2:10, 258, 30
8	8 48 10.4	+24 14 17	0.996	0.649	37.8	7.1	2:20, 262, 25
13	9 19 25.8	+18 27 04	1.044	0.595	33.7	6.8	2:30, 266, 21
18	9 48 46.8	+12 39 49	1.106	0.553	29.9	6.6	2:40, 270, 16
23	10 16 58.5	+7 04 49	1.179	0.529	26.5	6.6	2:40, 272, 11

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	$\Delta$	$r$	$E$	$m_1$	$Y(t, A, h)$
24P/Шомасс							
2025 X 21	7 32 46.1	+19 56 21	1.097	1.554	95.8	12.1	3:20, 354, 60
26	7 49 55.7	+20 03 32	1.032	1.515	96.8	11.8	3:10, 351, 60
31	8 08 00.9	+20 08 13	0.971	1.478	97.6	11.5	3:10, 352, 60
XI 5	8 27 06.1	+20 09 51	0.914	1.442	98.3	11.2	3:00, 347, 60
10	8 47 14.2	+20 07 43	0.862	1.408	98.7	10.9	3:10, 352, 60
15	9 08 26.1	+20 01 04	0.814	1.375	98.9	10.6	3:10, 351, 60
20	9 30 39.7	+19 49 05	0.771	1.344	98.9	10.4	3:20, 355, 60
25	9 53 50.2	+19 30 58	0.733	1.315	98.6	10.1	3:00, 344, 59
30	10 17 49.0	+19 05 56	0.700	1.288	98.2	9.9	3:20, 351, 59
XII 5	10 42 23.9	+18 33 26	0.673	1.264	97.6	9.7	3:10, 345, 58
10	11 07 18.9	+17 53 22	0.650	1.243	96.8	9.5	3:40, 356, 58
15	11 32 14.2	+17 06 15	0.633	1.224	96.0	9.3	3:30, 349, 57
20	11 56 49.0	+16 13 11	0.621	1.209	95.1	9.2	3:40, 352, 56
25	12 20 43.5	+15 15 35	0.612	1.198	94.4	9.1	3:40, 350, 55
30	12 43 40.4	+14 15 06	0.608	1.189	93.8	9.0	3:40, 349, 54
2026 I 4	13 05 26.7	+13 13 26	0.607	1.185	93.3	9.0	3:40, 348, 53
9	13 25 52.3	+12 12 20	0.608	1.184	93.1	9.0	3:40, 348, 52
14	13 44 50.2	+11 13 23	0.611	1.187	93.2	9.0	3:40, 349, 51
210P/Крістенсен							
2025 XI 26	14 23 04.8	-14 40 25	0.573	0.529	25.3	9.5	4:20, 307, 9
XII 1	14 20 05.1	-11 45 43	0.656	0.554	32.1	10.0	4:30, 312, 16
6	14 23 10.4	-10 02 53	0.740	0.596	37.1	10.6	4:30, 315, 19
11	14 29 45.5	-9 07 58	0.822	0.652	41.1	11.2	4:40, 320, 23
16	14 38 04.2	-8 41 43	0.897	0.715	44.4	11.8	4:40, 323, 24
21	14 47 02.4	-8 31 24	0.963	0.784	47.5	12.4	4:40, 325, 25

## 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. 24.

У табл. 25 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. 25.

Таблиця 24

#### 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 XIX 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.

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

*$\gamma$ -Virginidi.* 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.

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

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

*$\mu$ -Virginidi.* 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.

*$\pi$ -Virginidi.* 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
20	90	215 С.Р.	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,
21	83	226	тобто це — метеорний потік середньої інтенсивності, видимий на нічному небі наприкінці квітня.
22	76	237	Останні найбільші зорепади зареєстровано у 1803 р. та 1922 р. Тоді годинне число доходило до 2000 метеорів.
23	67	247	Тепер його продуктивність у максимумі, який триває майже три доби, не більша, ніж 20 метеорів за годину.
0	58	257	Досягає пікових величин 21—22 квітня, але деякі метеори можна спостерігати
1	48	267	впродовж 16—28 квітня. Часто метеороїдні тіла утворюють явища болідів.
2	40	278	Оскільки радіант потоку лежить на 10° далі на південний захід від високо розташованої найяскравішої зорі в сузір'ї Ліри —
3	30	295	Веги, то метеори найкраще видно в Північній півкулі Землі на світанку (потік можна спостерігати й у Південній півкулі, але там метеорів видно набагато менше).
4	22	318	Метеори швидкі, жовтуваті, часто залишають сліди.
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 $\eta$ — 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  $\eta$ -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.

$T_{II}$ , год	$z_R$ , град.	$A_R$ , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
<b><math>\alpha</math>-КАПРИКОРНИДИ</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 метеорного 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 Таурид багаті яскравими болідами. 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 метеорного потоку розташований на границі між сузір'ями Оріона 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 — $\alpha$ Оріона.
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.	

$T_{\text{П}}$ , год	$z_{\text{R}}$ , град.	$A_{\text{R}}$ , 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	



## ЗОРЯНІ 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 26—29 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 Дрейера 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 26

РОЗСІЯНІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск $m_V$	Відстань пк
		$h$	$m$	$^\circ$	$'$			
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 27

**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	Sco Скорпіон	16	17.0	-22	59	8.9	7.20	8.3
NGC 6121 М 4	Sco 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 28

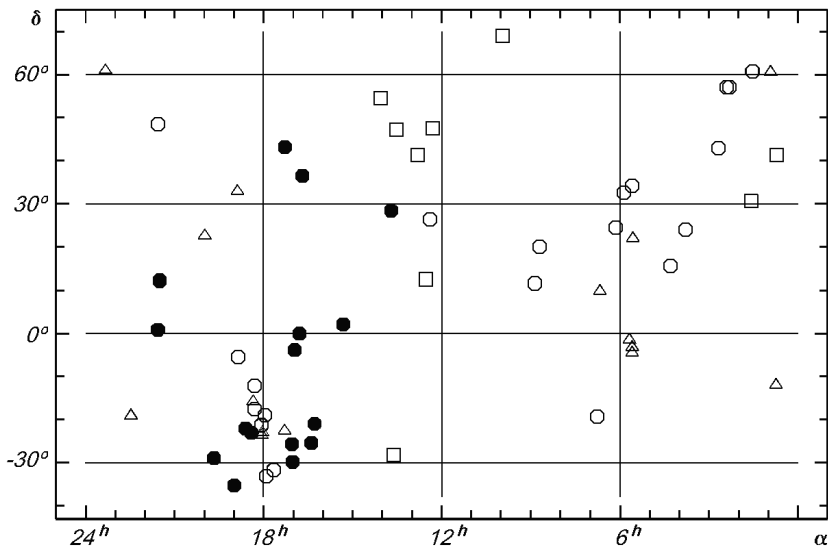
## ГАЛАКТИКИ

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 29

## 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 Ori Змієносець	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

---

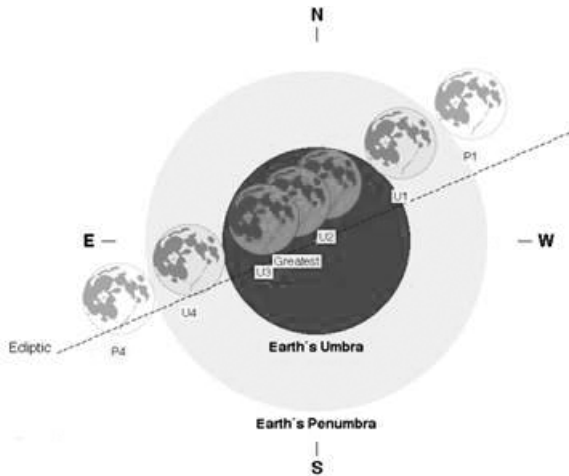
У 2025 р. відбудеться чотири затемнення — два повних місячних та два часткових сонячних. Докладнішу інформацію про ці явища наведено нижче.

### ПОВНЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 14 БЕРЕЗНЯ 2025 р.

Затемнення можна спостерігати в Тихому океані, Америці, Європі, Африці. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 14 березня о 6 год 54 хв 34 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — о 6 год 58 хв 42 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 23 год 37 хв 46 с, схилення  $-2^{\circ}24'16.8''$ , видимий радіус  $16'05.2''$ , горизонтальний паралакс  $8.8''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 11 год 38 хв 23 с,  $+2^{\circ}40'54.6''$ ,  $14'52.8''$ ,  $54'36.8''$ . Кутовий радіус земної тіні —  $39.2'$ , півтіні —  $71.4'$ . Тривалість повного затемнення — 3 год 38 хв 15 с. Місяць перебуватиме у сузір'ї Діви і пройде через північну зону земної тіні. Загальні обставини повного місячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку.

### ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 14 БЕРЕЗНЯ 2025 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь (P1)	3	57	24
Входження Місяця у тінь (U1)	5	09	33
Максимальна фаза затемнення	6	58	42
Вихід Місяця з тіні (U4)	8	47	48
Вихід Місяця з півтіні (P4)	10	00	01



Повне місячне затемнення 14 березня 2025 р.

В Україні затемнення не буде видно, бо воно починається під час заходу Місяця (див. таблицю нижче).

ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ  
14 БЕРЕЗНЯ 2025 р.

Місто, його географічні координати	Входження Місяця у півтінь год:хв	Початок часткового затемнення год:хв	Початок повного затемнення год:хв	Середня фаза затемнення год:хв	Кінець повного затемнення год:хв	Кінець часткового затемнення год:хв	Вихід Місяця з півтіні год:хв
Суми: $\varphi=50^{\circ} 53'$ ; $\lambda=2^h 19.1^m$	5:57 (+0°)	7:10 (-11°)	8:26 (-22°)	8:59 (-26°)	9:31 (-30°)	10:48 (-36°)	12:00 (-38°)
Київ: $\varphi=50^{\circ} 27'$ ; $\lambda=2^h 02.0^m$	5:57 (+3°)	7:10 (-9°)	8:26 (-20°)	8:59 (-24°)	9:31 (-28°)	10:48 (-35°)	12:00 (-38°)
Одеса: $\varphi=46^{\circ} 28'$ ; $\lambda=2^h 02.9^m$	5:57 (+2°)	7:10 (-10°)	8:26 (-22°)	8:59 (-27°)	9:31 (-31°)	10:48 (-39°)	12:0 (-42°)
Львів: $\varphi=49^{\circ} 51'$ ; $\lambda=1^h 36.1^m$	5:57 (+7°)	7:10 (-5°)	8:26 (-16°)	8:59 (-21°)	9:31 (-25°)	10:48 (-34°)	12:00 (-38°)
Ужгород; $\varphi=49^{\circ} 38'$ ; $\lambda=1^h 29.2^m$	5:57 (+8°)	7:10 (-4°)	8:26 (-15°)	8:59 (-20°)	9:31 (-25°)	10:48 (-33°)	12:00 (-38°)

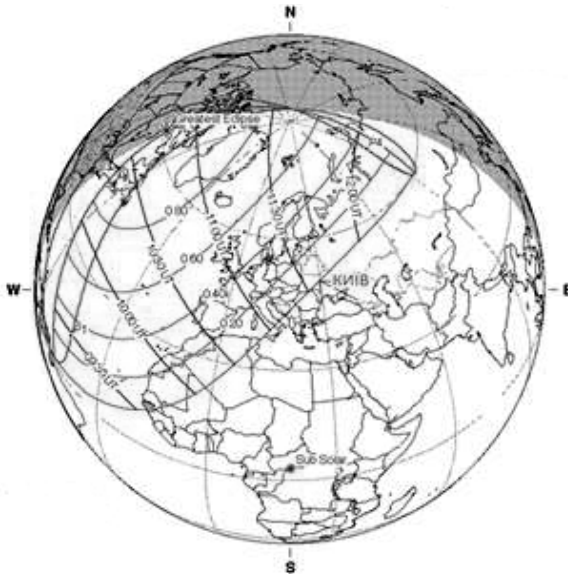
*Примітка.* У дужках наведено висоти Місяця у відповідні моменти затемнення. У разі, коли Місяць перебуває під горизонтом, його висоту вважають від'ємною.  
*Зуваження.* Географічні координати запозичено з «Астрономічного календаря» на 2023 р., стор. 176.

### ЧАСТКОВЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 29 БЕРЕЗНЯ 2025 р.

Його буде видно в Північній півкулі: у північно-західній частині Африки, Європі, північній частині Росії. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться об 11 год 46 хв 09.2 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.94) — о 10 год 47 хв 18.4 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 0 год 33 хв 03.1 с, схилення  $+3^{\circ}33'54.8''$ , видимий радіус  $16'01.1''$ , горизонтальний паралакс  $8.8''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 0 год 31 хв 00.8 с,  $+4^{\circ}29'33.9''$ ,  $16'39.4''$ ,  $61'07.8''$ . Сонце перебуватиме в сузір'ї Риб. Загальні обставини часткового сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку.

#### ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 29 БЕРЕЗНЯ 2025 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок часткового затемнення	8	50	35
Максимальна фаза затемнення	10	47	18
Кінець часткового затемнення	12	43	36



Часткове сонячне затемнення 29 березня 2025 р.

Обставини часткового сонячного затемнення для десяти міст України наведено в наступній таблиці.



ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ  
29 БЕРЕЗНЯ 2025 р.

Місто, його географічні координати	Початок часткового затемнення, год:хв:с	Момент максимальної фази затемнення, год:хв:с	Величина фази	Азимут Сонця, град.	Кінець часткового затемнення, год:хв:с
Житомир: $\varphi=50^{\circ} 16'$ ; $\lambda=1^h 54.7^m$	13:21:58 (41°)	13:36:05 (40°)	0.002	209	13:50:12 (39°)
Кам'янець-Подільський: $\varphi=48^{\circ} 41'$ ; $\lambda=1^h 46.1^m$	13:22:36 (43°)	13:31:54 (42°)	0.008	205	13:41:14 (42°)
Київ: $\varphi=50^{\circ} 27'$ ; $\lambda=2^h 02.0^m$	13:33:22 (39°)	13:38:34 (39°)	0.003	211	13:43:50 (39°)
Ковель: $\varphi=51^{\circ} 12'$ ; $\lambda=1^h 38.8^m$	13:02:18 (42°)	13:31:50 (40°)	0.089	202	14:01:14 (38°)
Львів: $\varphi=49^{\circ} 51'$ ; $\lambda=1^h 36.1^m$	13:03:40 (43°)	13:29:42 (42°)	0.067	201	13:55:40 (40°)
Мукачеве: $\varphi=48^{\circ} 26'$ ; $\lambda=1^h 31.2^m$	13:03:31 (45°)	13:26:38 (44°)	0.052	199	13:49:42 (42°)
Рівне: $\varphi=50^{\circ} 35'$ ; $\lambda=1^h 44.5^m$	13:09:06 (42°)	13:33:06 (41°)	0.058	204	13:57:01 (39°)
Тернопіль: $\varphi=49^{\circ} 34'$ ; $\lambda=1^h 42.4^m$	13:11:05 (43°)	13:31:30 (42°)	0.041	203	13:51:52 (40°)
Ужгород: $\varphi=49^{\circ} 38'$ ; $\lambda=1^h 29.2^m$	12:58:08 (44°)	13:27:16 (43°)	0.085	198	13:56:19 (41°)
Чернівці: $\varphi=48^{\circ} 17'$ ; $\lambda=1^h 43.8^m$	13:22:30 (43°)	13:30:43 (43°)	0.006	204	13:38:59 (42°)

*Примітки.* 1. У дужках наведено висоти Сонця у відповідні моменти затемнення. 2. Величина фази чисельно дорівнює тій частині діаметра Сонця, яку закриває Місяць.

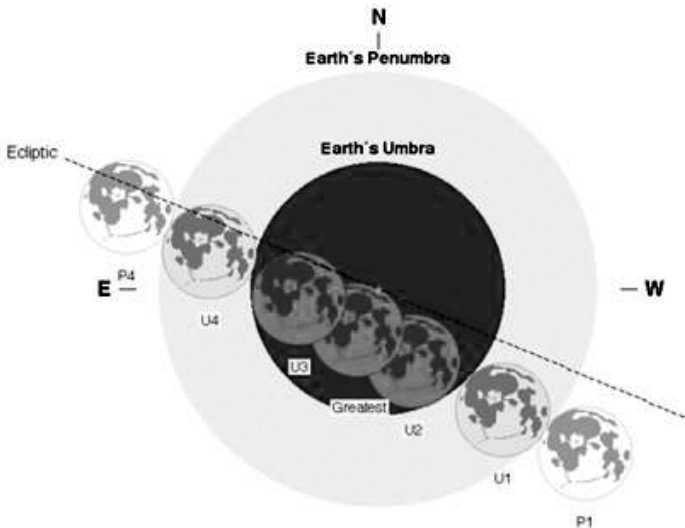
*Зауваження.* Географічні координати запозичено з «Астрономічного календаря» на 2023 р., стор. 176.

### ПОВНЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 7 ВЕРЕСНЯ 2025 р.

Його буде видно в Європі, Африці, Азії, Австралії. Екліптичне про-  
 тистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться о 18 год 08 хв 48 с за  
 всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — о 18 год 11 хв 43 с. Для  
 цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 11 год 06 хв 09.1 с, схи-  
 лення  $+5^{\circ}45'47.5''$ , видимий радіус  $15'52.4''$ , горизонтальний паралакс  
 $8.7''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 23 год 06 хв  
 $40.4$  с,  $-6^{\circ}00'08.9''$ ,  $16'09.8''$ ,  $59'19.1''$ . Кутовий радіус земної тіні —  $44.2'$ ,  
 півтіні —  $75.9'$ . Тривалість повного затемнення — 3 год 29 хв 24 с. Місяць  
 перебуватиме в сузір'ї Водоля і пройде через південну зону земної тіні.  
 Загальні обставини повного місячного затемнення наведено в таблиці  
 та на рисунку.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ  
 7 ВЕРЕСНЯ 2025 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь (P1)	15	28	21
Входження Місяця у тінь (U1)	16	27	02
Максимальна фаза затемнення	18	11	43
Вихід Місяця з тіні (U4)	19	56	26
Вихід Місяця з півтіні (P4)	20	55	00



Повне місячне затемнення 7 вересня 2025 р.

Обставини повного місячного затемнення для 30 міст України наведено в наступній таблиці.

ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ  
7 ВЕРЕСНЯ 2025 р.

Місто, його географічні координати	Входження Місяця у півтінь год:хв	Початок часткового затемнення год:хв	Початок повного затемнення год:хв	Середня фаза затемнення год:хв	Кінець повного затемнення год:хв	Кінець часткового затемнення год:хв	Вихід Місяця з півтіні год:хв
Бердянськ: $\varphi=46^{\circ} 46'$ ; $\lambda=2^h 27.2^m$	18:28 ( -5)	19:27 ( +4)	20:31 (+14)	21:12 (+20)	21:53 (+26)	22:56 (+33)	23:55 (+36)
Вінниця: $\varphi=49^{\circ} 14'$ ; $\lambda=1^h 54.0^m$	18:28 (-11)	19:27 ( -2)	20:31 ( +8)	21:12 (+14)	21:53 (+20)	22:56 (+27)	23:55 (+32)
Дніпро: $\varphi=48^{\circ} 30'$ ; $\lambda=2^h 20.0^m$	18:28 ( -7)	19:27 ( +3)	20:31 (+12)	21:12 2(+18)	21:53 (+24)	22:56 (+30)	23:55 (+34)
Донецьк: $\varphi=47^{\circ} 59'$ ; $\lambda=2^h 31.3^m$	18:28 ( -5)	19:27 ( +5)	20:31 (+14)	21:12 (+20)	21:53 (+25)	22:56 (+32)	23:55 (+35)
Житомир: $\varphi=50^{\circ} 16'$ ; $\lambda=1^h 54.7^m$	8:28 (-11)	19:27 ( -2)	20:31 ( +8)	21:12 (+14)	21:53 (+19)	22:56 (+27)	23:55 (+31)
Запоріжжя: $\varphi=47^{\circ} 48'$ ; $\lambda=2^h 20.7^m$	18:28 ( -7)	19:27 ( +3)	20:31 (+13)	21:12 (+19)	21:53 (+24)	22:56 (+31)	23:55 (+35)
Івано-Франківськ: $\varphi=48^{\circ} 56'$ ; $\lambda=1^h 38.8^m$	18:28 (-14)	19:27 (-4)	20:31 (+6)	21:12 (+12)	21:53 (+18)	22:56 (+26)	23:5 (+32)
Ізмаїл: $\varphi=45^{\circ} 20'$ ; $\lambda=1^h 55.3^m$	18:28 (-11)	19:27 ( -1)	20:31 (+10)	21:12 (+16)	21:53 (+22)	22:56 (+31)	23:55 (+36)
Кам'янець-Подільський: $\varphi=48^{\circ} 41'$ ; $\lambda=1^h 46.1^m$	18:28 (-12)	19:27 1(-3)	20:31 ( +7)	21:12 (+13)	21:53 (+19)	22:56 (+27)	23:55 (+32)
Київ: $\varphi=50^{\circ} 27'$ ; $\lambda=2^h 02.0^m$	18:28 (-10)	19:27 (-1)	20:31 (+9)	21:12 (+15)	21:53 (+20)	22:56 (+27)	23:55 (+32)
Ковель: $\varphi=51^{\circ} 12'$ ; $\lambda=1^h 38.8^m$	18:28 (-13)	19:27 (-4)	20:31 (+5)	21:12 (+11)	21:53 (+17)	22:56 (+24)	23:55 (+30)
Луганськ: $\varphi= 48^{\circ} 35'$ ; $\lambda=2^h 37.5^m$	18:28 -4)	19:27 (+5)	20:31 (+15)	21:12 (+21)	21:53 (+26)	22:56 (+32)	23:55 (+35)

## Продовження таблиці

Місто, його географічні координати	Входження Місяця у півтінь год:хв	Початок часткового затемнення год:хв	Початок повного затемнення год:хв	Середня фаза затемнення год:хв	Кінець повного затемнення год:хв	Кінець часткового затемнення год:хв	Вихід Місяця з півтіні год:хв
Луцьк:							
$\varphi=50^{\circ} 45'$ ; $\lambda=1^h 41.3^m$	18:28 (-13)	19:27 (-4)	20:31 (+6)	21:12 (+12)	21:53 (+17)	22:56 (+25)	23:55 (+30)
Львів:							
$\varphi=49^{\circ} 51'$ ; $\lambda=1^h 36.1^m$	18:28 (-14)	19:27 (-5)	20:3 (+5)	21:12 (+11)	21:53 (+17)	22:56 (+25)	23:55 (+31)
Миколаїв:							
$\varphi=46^{\circ} 58'$ ; $\lambda=2^h 07.9^m$	18:28 (-7)	19:27 (+2)	20:31 (+13)	21:12 (+19)	21:53 (+24)	22:56 (+31)	23:55 (+36)
Одеса:							
$\varphi=46^{\circ} 28'$ ; $\lambda=2^h 02.9^m$	18:28 (-10)	19:27 (+0)	20:31 (+11)	21:12 (+17)	21:53 (+23)	22:5 (+31)	23:55 (+35)
Полтава:							
$\varphi=49^{\circ} 36'$ ; $\lambda=2^h 18.3^m$	18:28 (-7)	19:27 (+2)	20:31 (+12)	21:12 (+18)	21:53 (+23)	22:56 (+29)	23:55 (+33)
Рівне:							
$\varphi=50^{\circ} 35'$ ; $\lambda=1^h 44.5^m$	18:28 (-13)	19:27 (-3)	20:31 (+6)	21:12 (+12)	21:53 (+18)	22:56 (+25)	23:55 (+30)
Севастополь:							
$\varphi=44^{\circ} 37'$ ; $\lambda=2^h 14.0^m$	18:28 (-7)	19:27 (+3)	20:31 (+14)	21:12 (+20)	21:53 (+26)	22:56 (+33)	23:55 (+38)
Сімферополь:							
$\varphi=44^{\circ} 58'$ ; $\lambda=2^h 16.5^m$	18:28 (-7)	19:27 (+3)	20:31 (+13)	21:12 (+20)	21:53 (+26)	22:56 (+33)	23:55 (+38)
Суми:							
$\varphi=50^{\circ} 53'$ ; $\lambda=2^h 19.1^m$	18:28 (-7)	19:27 (+2)	20:31 (+11)	21:12 (+17)	21:53 (+22)	22:56 (+28)	23:55 (+32)
Тернопіль:							
$\varphi=49^{\circ} 34'$ ; $\lambda=1^h 42.4^m$	18:28 (-13)	19:27 (-4)	20:31 (+6)	21:12 (+12)	21:53 (+18)	22:56 (+26)	23:55 (+31)
Ужгород:							
$\varphi=49^{\circ} 38'$ ; $\lambda=1^h 29.2^m$	18:28 (-15)	19:27 (-6)	20:31 (+4)	21:12 (+11)	21:53 (+16)	22:56 (+24)	23:55 (+30)
Харків:							
$\varphi=49^{\circ} 58'$ ; $\lambda=2^h 25.0^m$	18:28 (-6)	19:27 (+3)	20:31 (+13)	21:12 (+18)	21:53 (+23)	22:56 (+30)	23:55 (+33)
Херсон:							
$\varphi=46^{\circ} 38'$ ; $\lambda=2^h 10.5^m$	18:28 (-8)	19:27 (+2)	20:31 (+12)	21:12 (+18)	21:53 (+24)	22:56 (+31)	23:55 (+36)
Хмельницький:							
$\varphi=49^{\circ} 24'$ ; $\lambda=1^h 47.9^m$	18:28 (-12)	19:27 (-3)	20:31 (+7)	21:12 (+13)	21:53 (+19)	22:56 (+27)	23:55 (+32)
Черкаси:							
$\varphi=49^{\circ} 27'$ ; $\lambda=2^h 08.3^m$	18:28 (-8)	19:27 (+2)	20:31 (+11)	21:12 (+17)	21:53 (+23)	22:56 (+29)	23:55 (+33)

*Закінчення таблиці*

Місто, його географічні координати	Входження Місяця у півтінь год:хв	Початок часткового затемнення год:хв	Початок повного затемнення год:хв	Середня фаза затемнення год:хв	Кінець повного затемнення год:хв	Кінець часткового затемнення год:хв	Вихід Місяця з півтіні год:хв
Чернівці: $\varphi=48^{\circ} 17'$ ; $\lambda=1^h 43.8^m$	18:28 (-13)	19:27 (-3)	20:31 (+7)	21:12 (+13)	21:53 (+19)	22:56 (+27)	23:55 (+33)
Чернігів: $\varphi=51^{\circ} 29'$ ; $\lambda=2^h 05.2^m$	18:28 (-9)	19:27 (+0)	20:31 (+9)	21:12 (+15)	21:53 (+20)	22:56 (+27)	23:55 (+31)
Ялта: $\varphi=44^{\circ} 30'$ ; $\lambda=2^h 16.7^m$	18:28 (-7)	19:27 (+3)	20:31 (+14)	21:12 (+20)	21:53 (+26)	22:56 (+34)	23:55 (+38)

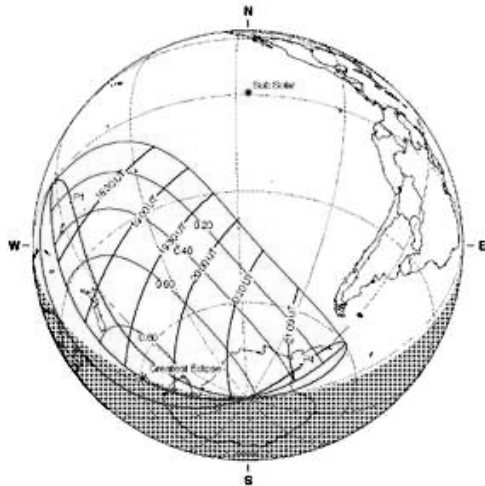
*Примітка.* У дужках наведено висоти Місяця у відповідні моменти затемнення.  
*Зауваження.* Географічні координати запозичено з «Астрономічного календаря» на 2023 р., стор. 176.

### ЧАСТКОВЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 21 ВЕРЕСНЯ 2025 р.

Його буде видно в Південній півкулі: у південній частині Тихого океану, Новій Зеландії, в Антарктиді. Геоцентричне сполучення Сонця та Місяця по прямому піднесенню відбудеться о 20 год 50 хв 18.4 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.85) — о 19 год 41 хв 43.6 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 11 год 56 хв 36.8 с, схилення  $+0^{\circ}22'01.0''$ , видимий радіус  $15'55.9''$ , горизонтальний паралакс  $8.8''$ . Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 11 год 54 хв 42.7 с,  $-0^{\circ}29'14.7''$ ,  $15'02.8''$ ,  $55' 13.2''$ . Сонце перебуватиме в сузір'ї Діви. Загальні обставини часткового сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

#### ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 21 ВЕРЕСНЯ 2025 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок часткового затемнення	17	29	32
Максимальна фаза затемнення	19	41	44
Кінець часткового затемнення	21	53	33



Часткове сонячне затемнення 21 вересня 2025 р.

*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 2025 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.

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. 31). Схилення Місяця та Сонця, проінтерпольовані на момент покриття чи відкриття, можна брати з точністю до мінут, момент явища — до хвилин.

У 2025 р. на території України можна буде спостерігати також покриття планет.

Четвертого січня відбудеться покриття Сатурна — на темному небі, за малої фази Місяця. Але невелика висота планети над горизонтом ускладнюватиме спостереження. Так, у західній частині країни покриття буде видно на висоті  $20^\circ$ , а на сході висота становитиме приблизно  $10^\circ$ . Однак яскравість Сатурна ( $+1.1^m$ ) сприятиме більш-менш успішним спостереженням цього явища.

Дев'ятнадцятого вересня, удень, відбудеться покриття (та відкриття) Венери. Її висота під час явища становитиме приблизно  $20^\circ$ , Сонце перебуватиме на висоті  $30^\circ$  далі на схід за планету на  $27^\circ$ . Покриття відбуватиметься на світлому краї Місяця, а відкриття — на темному. Відшукати об'єкт на світлому небі складно. Однак розгледіти Місяць удень не так важко, а яскраву Венеру ( $-3.9^m$ ) можна спостерігати через телескоп навіть із невеликим збільшенням. Відшукати Місяць на денному небі можна за координатами, якщо телескоп зорієнтовано, або приблизно за висотою Сонця та 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.

У 2025 р. тривають далі покриття Місяцем зір розсіяного зоряного скупчення Плеяди. Упродовж року найбільш придатні умови для цих спостережень будуть 12 вересня та 4 грудня, бо в ці дати явища відбуватимуться на темному краї Місяця.



Таблиця 30

**ЗОРІ ДО 6.1 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИНИ, ПОКРИТТЯ ЯКИХ МОЖНА  
СПОСТЕРІГАТИ В УКРАЇНІ 2025 р.**

Номер зорі за ZC	Назва зорі		Зоряна величина <i>m</i>	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$	
				год	хв	°	'
240	102	$\pi$ Риб	5.6	1	37.1	+12	08
435	47	Овна	5.8	2	58.1	+20	40
440	48	$\varepsilon$ Овна	4.6	2	59.2	+21	20
501	66	Овна	6.1	3	28.4	+22	48
536	16	Тельця	5.4	3	44.8	+24	17
537	17	Тельця	3.8	3	44.9	+24	07
539	18	$\rho$ Тельця	4.4	3	45.2	+24	28
541	20	Тельця	4.0	3	45.8	+24	22
542	21	Тельця	5.8	3	45.9	+24	33
545	23	Тельця	4.3	3	46.3	+23	57
552	25	$\eta$ Тельця	3.0	3	47.5	+24	06
560	27	Тельця	3.8	3	49.2	+24	03
561	28	UV Тельця	5.2	3	49.2	+24	08
647	59	$\chi$ Тельця	5.5	4	22.6	+25	38
885	406 В.	Тельця	5.7	5	51.0	+27	58
890	136	Тельця	4.5	5	53.3	+27	37
909	415 В.	Тельця	6.1	6	01.0	+27	34
1008	49	Візничого	5.1	6	35.2	+28	01
1088	47	Близнят	5.6	7	11.4	+26	51
1169	76	$\sigma$ Близнят	5.4	7	44.1	+25	47
1308	43	$\gamma$ Рака	4.7	8	43.3	+21	28
1418	8	Лева	5.9	9	37.0	+16	26
1600	59	$\sigma$ Лева	5.1	11	00.7	+6	06
1663	84	$\tau$ Лева	5.2	11	27.9	+2	51
1678	89	Лева	5.8	11	34.3	+3	04
1807	25	$\beta$ Діви	5.9	12	36.8	-5	50
2039	43 Н.	Діви	5.6	14	15.4	-18	12
2051	236 G.	CS Діви	5.7	14	18.6	-18	43
2276	4	Скорпіона	5.6	15	55.5	-26	16
2287	6	$\pi$ Скорпіона	3.0	15	58.9	-26	07
2383	23	$\tau$ Скорпіона	2.9	16	35.9	-28	13
2406	135 В.	Скорпіона	6.0	16	45.0	-28	31
2609	31 В.	Стрільця	4.3	18	05.0	-29	35
3237	33	$\iota$ Водоля	4.3	22	06.4	-13	52
3268	42	Водоля	5.6	22	16.8	-12	50
3388	83	$h$ Водоля	5.6	23	05.2	-7	42
3412	90	$\phi$ Водоля	4.4	23	14.3	-6	03

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, а саме: Боде (скорочення — В.), Гевелія (Н.), Гудда (G.). Подвійні зорі позначено комбінацією великих латинських літер.

Таблиця 31

## ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Дата	Номер зорі за ZC	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	4	3388	5.6	60	П	17	49.4	28	+0.2	+0.4
	4	Сатурн	1.1	60	П	17	53.8	96	+0.9	-1.8
	7	240	5.6	100	П	17	50.6	49	+1.1	+0.6
	12	885	5.7	156	П	2	16.3	54	+0.4	-0.6
	12	890	4.5	156	П	3	08.1	123	-0.4	-1.6
	20	1807	5.9	251	В	1	29.9	281	+1.7	+0.3
Березень	4	435	5.8	64	П	17	40.8	98	+0.8	-1.6
	8	1088	5.6	118	П	22	05.3	102	+0.5	-1.6
	17	2039	5.6	221	В	23	02.2	219	—	—
	20	2276	5.6	243	В	1	17.4	246	+2.2	+0.8
	20	2287	3.0	244	В	2	55.7	355	+0.8	-1.8
Квітень	3	885	5.7	74	П	20	38.5	111	0.0	-1.7
Червень	3	1663	5.2	98	П	21	28.7	84	+0.4	-1.7
	7	2051	5.7	141	П	19	59.8	172	+0.5	-1.5
	9	2287	3.0	163	П	20	39.4	82	+1.9	+0.1
Липень	20	647	5.5	310	В	23	59.1	220	-0.5	+1.7
Серпень	5	2609	4.3	137	П	19	45.7	137	+1.9	-0.9
Вересень	12	536	5.4	249	В	20	54.6	287	+0.3	+1.2
	12	537	3.8	249	В	20	55.5	248	0.0	+1.6
	12	541	4.0	250	В	21	20.7	283	+0.5	+1.2
	12	552	3.0	250	В	21	39.8	192	-0.6	+2.7
	14	885	5.7	276	В	21	05.4	290	-0.1	+0.9
	19	Венера	-3.9	333	П	12	24.2	87	+0.7	-1.9
	19	Венера	-3.9	333	В	13	24.7	313	-0.1	-2.2
	19	Венера	-3.9	333	В	13	24.7	313	-0.1	-2.2
Жовтень	10	647	5.5	231	В	18	15.3	185	-1.2	+2.5
	14	1308	4.7	286	В	23	47.9	1	—	—
	16	1418	5.9	299	В	1	08.7	329	+0.6	-0.5
Листопад	6	560	3.8	197	В	16	09.2	241	-0.3	+1.4
	6	561	5.2	197	В	16	12.3	257	-0.2	+1.3
	14	1600	5.1	292	В	2	26.1	305	+0.9	+0.1
	27	3237	4.3	83	П	18	38.7	118	+2.1	-3.3
Грудень	4	537	3.8	167	П	3	17.3	95	-0.1	-1.3
	4	536	5.4	167	П	3	19.6	58	+0.1	-0.6
	4	541	4.0	167	П	3	44.2	47	+0.1	-0.4
	4	552	3.0	167	П	4	13.6	114	-0.5	-1.5
	6	885	5.7	195	В	0	02.3	295	+1.2	-1.4
	6	890	4.5	195	В	1	00.1	225	+1.7	+1.1
	6	909	6.1	197	В	4	17.7	274	+0.1	-1.4
	30	440	4.6	129	П	19	12.1	93	+1.5	-0.5

Продовження табл. 31

Дата	Номер зорі за ZC	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>Львів</b>										
Січень	4	3388	5.6	60	П	17	47.4	23	+0.2	+0.7
	4	Сатурн	1.1	60	П	17	48.4	90	+1.1	-1.4
Березень	4	Сатурн	1.1	60	В	18	40.7	202	+0.1	+0.7
	7	240	5.6	100	П	17	42.8	44	+1.0	+1.0
	9	501	6.1	126	П	17	26.1	44	+0.9	+1.9
	12	885	5.7	156	П	2	13.8	65	+0.4	-0.9
	12	890	4.5	156	П	3	12.4	131	-0.5	-1.9
	20	1807	5.9	251	В	1	17.8	268	+1.9	+1.1
	4	435	5.8	64	П	17	35.8	101	+1.0	-1.7
	8	1088	5.6	118	П	22	02.8	111	+0.5	-1.8
	20	2276	5.6	243	В	1	00.5	233	+2.8	+2.0
	20	2287	3.0	244	В	2	50.4	354	—	—
Квітень	3	885	5.7	74	П	20	40.1	120	0.0	-1.9
	17	2383	2.9	225	В	2	44.8	223	+1.5	-0.1
Червень	3	1663	5.2	98	П	21	26.0	89	+0.6	-1.7
	7	2051	5.7	141	П	20	00.8	186	-0.2	-2.1
	9	2287	3.0	163	П	20	27.1	91	+1.8	+0.4
	18	3412	4.4	260	В	1	31.3	304	+2.6	+0.2
Липень	7	2383	2.9	145	П	21	42.7	175	—	—
	21	647	5.5	310	В	0	01.4	226	-0.5	+1.6
Серпень	5	2609	4.3	137	П	19	33.8	135	+1.8	-0.5
Вересень	12	536	5.4	249	В	20	51.5	295	+0.3	+1.0
	12	537	3.8	249	В	20	54.7	254	0.0	+1.5
	12	545	4.3	250	В	21	03.6	183	-1.0	+2.7
	12	541	4.0	250	В	21	16.9	291	+0.4	+1.1
	12	552	3.0	250	В	21	41.6	202	-0.4	+2.3
	19	Венера	-3.9	333	П	12	20.6	101	+0.8	-2.0
	19	Венера	-3.9	333	В	13	26.4	309	0.0	-2.2
	16	1418	5.9	299	В	1	05.1	330	+0.5	-0.4
Жовтень	6	561	5.2	197	В	16	13.3	261	-0.3	+1.2
	14	1600	5.1	292	В	2	20.3	298	+0.8	+0.4
	27	3237	4.3	83	П	18	27.6	105	+1.8	-1.9
Грудень	4	536	5.4	167	П	3	19.1	67	+0.1	-0.8
	4	537	3.8	167	П	3	19.2	103	-0.1	-1.6
	4	539	4.4	167	П	3	43.0	23	+0.7	+0.6
	4	541	4.0	167	П	3	44.3	56	+0.1	-0.6
	4	552	3.0	167	П	4	18.3	124	-0.5	-1.9
	5	885	5.7	195	В	23	54.4	291	+1.4	-1.1
	6	890	4.5	195	В	0	47.5	214	+1.9	+2.7
	6	909	6.1	197	В	4	16.7	265	+0.4	-1.2
	30	440	4.6	129	П	19	01.8	89	+1.6	0.0

Продовження табл. 31

Дата	Номер зорі за ZC	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>Одеса</b>										
Січень	4	3388	5.6	60	П	17	48.4	42	+0.4	+0.1
	4	Сатурн	1.1	60	П	18	03.5	116	+1.4	-3.3
	4	Сатурн	1.1	60	В	18	35.4	178	-0.4	+2.6
	7	240	5.6	100	П	17	48.7	61	+1.4	+0.3
	12	885	5.7	156	П	2	19.3	63	+0.3	-0.7
	12	890	4.5	156	П	3	14.8	129	-0.6	-1.7
	20	1807	5.9	251	В	1	28.4	271	+2.2	+0.6
Лютий	14	1678	5.8	207	В	21	14.7	12	-0.4	-4.5
Березень	4	435	5.8	64	П	17	49.2	114	+0.7	-2.5
	8	1088	5.6	118	П	22	12.3	109	+0.4	-1.7
	20	2276	5.6	243	В	1	13.7	240	+2.7	+1.2
	20	2287	3.0	244	В	3	02.6	350	—	—
Квітень	3	885	5.7	74	П	20	45.4	119	-0.2	-1.7
Червень	3	1663	5.2	98	П	21	35.5	87	+0.4	-1.6
	7	2051	5.7	141	П	20	07.3	177	+0.4	-2.1
	9	2287	3.0	163	П	20	39.3	87	+2.0	+0.1
Липень	20	647	5.5	310	В	23	51.9	214	-0.6	+1.8
Серпень	5	2609	4.3	137	П	19	51.3	143	+2.3	-1.4
	31	2406	6.0	95	П	17	42.1	98	+1.7	-0.9
Вересень	12	537	3.8	249	В	20	48.9	243	0.0	+1.6
	12	536	5.4	249	В	20	49.9	281	+0.3	+1.2
	12	541	4.0	250	В	21	15.8	277	+0.4	+1.2
	12	552	3.0	250	В	21	27.3	179	-1.3	+3.5
	14	885	5.7	276	В	21	01.6	283	-0.2	+0.9
	19	Венера	-3.9	333	П	12	32.0	92	+0.6	-1.9
	19	Венера	-3.9	333	В	13	33.5	311	-0.1	-2.2
Жовтень	14	1308	4.7	286	В	23	57.0	334	+0.8	-0.9
	16	1418	5.9	299	В	1	09.8	313	+0.6	0.0
Листопад	6	560	3.8	197	В	16	03.2	236	-0.4	+1.4
	6	561	5.2	197	В	16	06.9	252	-0.2	+1.3
	14	1600	5.1	292	В	2	25.2	292	+1.1	+0.4
Грудень	4	536	5.4	167	П	3	22.5	68	0.0	-0.7
	4	537	3.8	167	П	3	23.0	105	-0.2	-1.5
	4	541	4.0	167	П	3	46.1	57	0.0	-0.5
	6	885	5.7	195	В	0	07.5	281	+1.4	-0.9
	6	890	4.5	195	В	0	50.0	197	—	—
	6	909	6.1	197	В	4	23.0	266	+0.2	-1.2
	30	440	4.6	129	П	19	16.3	108	+1.9	-1.4

Продовження табл. 31

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>Сімферополь</b>										
Січень	4	3388	5.6	60	П	17	49.8	50	+0.4	-0.1
	4	Сатурн	1.1	60	П	18	22.9	146	—	—
	7	240	5.6	100	П	17	53.3	70	+1.5	0.0
	12	885	5.7	156	П	2	21.5	62	+0.2	-0.7
	12	890	4.5	156	П	3	15.2	128	-0.6	-1.6
	12	1008	5.1	165	П	17	13.1	42	+0.2	+3.0
	20	1807	5.9	251	В	1	35.2	274	+2.2	+0.3
Лютий	14	1678	5.8	207	В	21	19.9	10	-0.4	-4.2
Березень	4	435	5.8	64	П	17	55.6	120	+0.5	-2.8
	8	1088	5.6	118	П	22	16.2	107	+0.3	-1.6
	20	2276	5.6	243	В	1	21.4	243	+2.7	+0.9
	20	2287	3.0	244	В	3	02.9	358	+1.0	-3.0
Квітень	3	885	5.7	74	П	20	47.3	117	-0.2	-1.7
Червень	3	1663	5.2	98	П	21	39.2	87	+0.3	-1.5
	7	2051	5.7	141	П	20	12.5	174	+0.6	-2.2
	9	2287	3.0	163	П	20	46.5	84	+2.1	0.0
Липень	20	647	5.5	310	В	23	46.7	207	-0.7	+1.9
Серпень	5	2609	4.3	137	П	20	02.4	150	+2.9	-2.4
	31	2406	6.0	95	П	17	49.6	101	+1.7	-1.1
Вересень	12	537	3.8	249	В	20	46.1	237	0.0	+1.7
	12	536	5.4	249	В	20	49.0	274	+0.3	+1.2
	12	539	4.4	250	В	20	51.0	314	+1.3	0.0
	12	542	5.8	250	В	21	03.0	328	+3.7	-2.6
	12	541	4.0	250	В	21	15.3	270	+0.4	+1.3
	14	885	5.7	276	В	20	59.3	277	-0.2	+1.0
	19	Венера	-3.9	333	П	12	37.2	87	+0.6	-1.9
19	Венера	-3.9	333	В	13	37.1	314	-0.3	-2.1	
Жовтень	15	1308	4.7	286	В	0	01.0	323	+0.8	-0.4
	16	1418	5.9	299	В	1	12.0	307	+0.7	+0.1
Листопад	6	552	3.0	196	В	15	30.1	268	-0.2	+1.1
	6	560	3.8	197	В	15	59.6	231	-0.4	+1.5
	6	561	5.2	197	В	16	03.8	247	-0.2	+1.3
	14	1600	5.1	292	В	2	28.6	290	+1.3	+0.4
Грудень	4	536	5.4	167	П	3	23.6	68	0.0	-0.7
	4	537	3.8	167	П	3	24.2	105	-0.3	-1.4
	6	885	5.7	195	В	0	13.8	278	+1.4	-0.9
	6	909	6.1	197	В	4	25.4	267	+0.1	-1.1
	30	440	4.6	129	П	19	26.1	119	+2.0	-2.5

Продовження табл. 31

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>Харків</b>											
Січень	4	3388	5.6	60	П	17	50.7	36	+0.2	+0.1	
	4	Сатурн	1.1	60	П	17	59.7	105	+0.8	-2.3	
	7	240	5.6	100	П	17	56.9	56	+1.1	+0.2	
	9	501	6.1	126	П	17	40.2	58	+1.3	+1.1	
	12	885	5.7	156	П	2	19.1	47	+0.4	-0.4	
	12	890	4.5	156	П	3	06.1	117	-0.5	-1.5	
Березень	20	1807	5.9	251	В	1	39.5	289	+1.6	-0.2	
	4	435	5.8	64	П	17	45.8	98	+0.6	-1.7	
	8	1088	5.6	118	П	22	08.9	95	+0.4	-1.5	
	17	2039	5.6	221	В	23	27.7	244	+3.0	+1.4	
	18	2051	5.7	221	В	1	48.0	224	—	—	
Квітень	20	2276	5.6	243	В	1	29.5	253	+2.1	+0.3	
	3	885	5.7	74	П	20	38.5	105	-0.1	-1.5	
	6	1308	4.7	111	П	19	33.8	184	—	—	
	7	1418	5.9	123	П	21	44.5	197	—	—	
Червень	3	1663	5.2	98	П	21	31.8	81	+0.3	-1.6	
	7	2051	5.7	141	П	20	04.7	164	+0.8	-1.5	
	9	2287	3.0	163	П	20	50.4	77	+1.9	-0.1	
Липень	20	647	5.5	310	В	23	55.3	213	-0.5	+1.9	
Серпень	5	2609	4.3	137	П	19	58.8	142	+2.2	-1.5	
Вересень	12	539	4.4	250	В	20	51.3	331	—	—	
	12	537	3.8	249	В	20	54.9	242	0.0	+1.7	
	12	536	5.4	249	В	20	56.4	279	+0.4	+1.3	
	12	541	4.0	250	В	21	23.2	275	+0.5	+1.3	
	12	552	3.0	250	В	21	32.9	175	—	—	
	14	885	5.7	276	В	21	04.2	283	-0.1	+1.0	
	19	Венера	-3.9	333	П	12	28.6	76	+0.6	-1.9	
	19	Венера	-3.9	333	В	13	24.8	315	-0.2	-2.2	
	Жовтень	14	1308	4.7	286	В	23	57.4	347	+1.1	-2.1
		16	1418	5.9	299	В	1	12.8	325	+0.7	-0.4
31		3268	5.6	113	П	14	49.5	352	0.0	+2.4	
Листопад	6	552	3.0	196	В	15	35.5	272	-0.1	+1.2	
	6	560	3.8	197	В	16	06.7	236	-0.3	+1.5	
	6	561	5.2	197	В	16	10.5	251	-0.1	+1.4	
	14	1600	5.1	292	В	2	31.7	308	+1.0	-0.1	
Грудень	4	537	3.8	167	П	3	16.8	91	-0.2	-1.2	
	4	536	5.4	167	П	3	20.5	53	0.0	-0.5	
	4	541	4.0	167	П	3	45.3	41	+0.1	-0.2	
	6	885	5.7	195	В	0	09.8	297	+1.1	-1.6	
	6	890	4.5	195	В	1	09.1	230	+1.5	+0.4	
	6	909	6.1	197	В	4	18.9	279	0.0	-1.4	
	30	440	4.6	129	П	19	21.6	98	+1.5	-1.0	

Закінчення табл. 31

Дата	Номер зорі за ZC	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>Донецьк</b>											
Січень	4	3388	5.6	60	П	17	51.0	44	+0.2	0.0	
	4	Сатурн	1.1	60	П	18	08.5	113	+1.1	-2.9	
	7	240	5.6	100	П	17	58.5	64	+1.2	0.0	
	9	501	6.1	126	П	17	40.3	65	+1.4	+0.9	
	12	885	5.7	156	П	2	20.7	49	+0.3	-0.4	
	12	890	4.5	156	П	3	08.2	119	-0.5	-1.4	
	12	1008	5.1	165	П	17	24.2	34	+0.2	+3.6	
Березень	20	1807	5.9	251	В	1	42.6	288	+1.7	-0.2	
	4	435	5.8	64	П	17	50.5	105	+0.5	-1.9	
	8	1088	5.6	118	П	22	12.7	97	+0.3	-1.5	
	17	2039	5.6	221	В	23	29.7	243	+3.3	+1.5	
	18	2051	5.7	221	В	1	52.4	222	+3.6	+0.9	
Квітень	20	2276	5.6	243	В	1	32.3	253	+2.2	+0.3	
	3	885	5.7	74	П	20	41.4	107	-0.2	-1.5	
	5	1169	5.4	98	П	16	27.7	88	+1.8	0.0	
	6	1308	4.7	111	П	19	42.5	189	-1.6	-5.2	
Червень	7	1418	5.9	123	П	21	50.7	199	-2.5	-4.8	
	7	2051	5.7	141	П	20	09.5	164	+0.9	-1.7	
	9	2287	3.0	163	П	20	53.8	78	+2.0	-0.2	
Липень	20	647	5.5	310	В	23	50.4	208	-0.6	+2.0	
Серпень	5	2609	4.3	137	П	20	05.8	149	+2.7	-2.2	
Вересень	12	537	3.8	249	В	20	51.4	237	0.0	+1.7	
	12	536	5.4	249	В	20	54.5	274	+0.4	+1.3	
	12	539	4.4	250	В	20	56.6	313	+1.4	+0.1	
	12	542	5.8	250	В	21	08.9	327	+3.6	-2.3	
	12	541	4.0	250	В	21	21.3	270	+0.5	+1.3	
	14	885	5.7	276	В	21	01.8	278	-0.1	+1.1	
	19	Венера	-3.9	333	П	12	33.2	84	+0.6	-1.9	
	19	Венера	-3.9	333	В	13	28.4	292	-0.1	-2.3	
	Жовтень	15	1308	4.7	286	В	0	02.1	334	+0.9	-1.0
		16	1418	5.9	299	В	1	14.7	317	+0.7	-0.2
31		3268	5.6	113	П	14	45.0	358	+0.3	+2.3	
Листопад	6	552	3.0	196	В	15	32.8	268	-0.2	+1.2	
	6	560	3.8	197	В	16	03.0	232	-0.3	+1.6	
	6	561	5.2	197	В	16	07.3	248	-0.2	+1.4	
	14	1600	5.1	292	В	2	33.6	304	+1.1	0.0	
Грудень	4	537	3.8	167	П	3	18.9	94	-0.2	-1.2	
	6	885	5.7	195	В	0	14.8	291	+1.1	-1.5	
	6	890	4.5	195	В	1	10.2	224	+1.7	+0.9	
	6	909	6.1	197	В	4	21.7	277	0.0	-1.3	
	30	440	4.6	129	П	19	26.8	108	+1.6	-1.6	

## ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця 32

АЗИМУТИ ПОЛЯРНОЇ ЗОРІ ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ І ПОПРАВКИ ДО ЇЇ ВИСОТ

Координати Полярної зорі на 2025.5:  $\alpha = 3^h 00^m 34^s$ ,  $\delta = 89^\circ 22' 32''$

Зоряний час $S$		Широта				Зоряний час $S$		Поправка висоти
$h$	$m$	$40^\circ$	$45^\circ$	$50^\circ$	$55^\circ$	$h$	$m$	
		'	'	'	'			'
3	1	0	0	0	0	3	1	-37
3	21	4	5	5	6	2	41	-37
3	41	9	9	10	11	2	21	-37
4	1	13	14	15	17	2	1	-36
4	21	17	18	20	22	1	41	-35
4	41	21	22	24	27	1	21	-34
5	1	24	26	29	32	1	1	-32
5	21	28	30	33	37	0	41	-31
5	41	31	34	37	42	0	21	-29
6	1	34	37	41	46	0	1	-26
6	21	37	40	44	50	23	41	-24
6	41	40	43	47	53	23	21	-21
7	1	42	46	50	56	23	1	-18
7	21	44	48	53	59	22	41	-16
7	41	46	50	55	61	22	21	-13
8	1	47	51	56	63	22	1	-9
8	21	48	52	57	64	21	41	-6
8	41	49	53	58	65	21	21	-3
9	1	49	53	58	65	21	1	0
9	21	49	53	58	65	20	41	4
9	41	48	52	58	64	20	21	7
10	1	47	51	56	63	20	1	10
10	21	46	50	55	62	19	41	13
10	41	44	48	53	60	19	21	16
11	1	43	46	51	57	19	1	19
11	21	40	44	48	54	18	41	22
11	41	38	41	45	50	18	21	24
12	1	35	38	42	47	18	1	27
12	21	32	34	38	42	17	41	29
12	41	28	31	34	38	17	21	31
13	1	25	27	29	33	17	1	33
13	21	21	23	25	28	16	41	34
13	41	17	18	20	23	16	21	35
14	1	13	14	15	17	16	1	36
14	21	8	9	10	11	15	41	37
14	41	4	5	5	6	15	21	37
15	1	0	0	0	0	15	1	37



Таблиця 33

**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 34

**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 35

## 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 36

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

Рік	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
2022	245 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
2027		1406	1437	1465	1496	1526	1557
2028		1771	1802	1831	1862	1892	1923

Рік	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2022	246 9761	9792	9823	9853	9884	9914	
2023		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
2027		1587	1618	1649	1679	1710	1740
2028		1953	1984	2015	2045	2076	2106

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

Таблиця 37

**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 часу, 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 меридіана, 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 меридіана, місцевий зоряний час  $s$  — відносно місцевого меридіана.

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. 38);  $T_{\Pi} = T_B + Z$ ;  $T_{\Pi} = (T - \lambda) + Z$ , де  $Z$  — номер часового 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 2025 р. в момент  $T = 13$  год 06 хв 13 с, виписуємо з табл. 1 гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для 1 січня  $S_0 = 6$  год 43 хв 36 с, обчислюємо різницю  $(T - \lambda) = 11$  год 04 хв 13 с = 11.1 год, потім добуток  $9.86(T - \lambda) = 109$  с = 1 хв 49 с. За формулою (1) матимемо зоряний час  $s = 6$  год 43 хв 36 с + 13 год 06 хв 13 с + 1 хв 49 с = 19 год 51 хв 38 с. За формулою (2) дістанемо:  $s = 13.1 + 2(1.0+12) - 19.4 = 19.7$  год.

У табелі-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 25 січня. З табл. 2 дізнаємося, що цього дня на широті  $50^\circ$  схід Сонця (за місцевим часом) припадає на 7 год 43 хв, а захід — на 16 год 43 хв. У табл. 38 маємо для Ялти  $\varphi = 44^\circ 30'$ ,  $\lambda = 2$  год 16.7 хв. За табл. 3 поправка на широту становитиме  $-17.0$  хв для моменту сходу та  $+17.0$  хв для моменту заходу. Отже, за місцевим часом Сонце зійде в Ялті о 7 год 26 хв, зайде о 17 год 00 хв; за київським часом момент сходу буде 7 год 26.0 хв  $- 2$  год 16.7 хв  $+ 2$  год = 7 год 09.3 хв, момент заходу: 17 год 00.0 хв  $- 2$  год 16.7 хв  $+ 2$  год = 16 год 43.3 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  $v$  — зміни цих моментів (для сходу та заходу — у хвилинах, 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  $\Delta_\lambda = v(\lambda - 2.033)$ . Довготу й широту місця можна брати або з табл. 38, або з географічної карти, уважаючи східну довготу додатною.

*Приклад.* Треба взяти моменти сходу, заходу й кульмінації Місяця в Ізмаїлі 6 січня. На широті  $50^\circ$  Місяць сходить у цей день (див. табл. 6) об 11 год 07 хв ( $v = -0.6$ ), заходу ж немає, тому скористаємось моментом заходу в наступний день — 0 год 25 хв ( $v = -3.5$ ). З табл. 38 берімо координати Ізмаїла:  $\varphi = 45^\circ 20' = 45.3^\circ$ ;  $\lambda = 1$  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:  $+2.3$  хв для сходу та  $-5.7$  хв для заходу. Обчислюємо поправки за довготу: для сходу  $\Delta_\lambda = (-0.6)(-0.111) = +0.1$  хв, для заходу

$\Delta\lambda = (-3.5)(-0.111) = +0.4$  хв. Отже, в Ізмаїлі 6 січня Місяць зійде за місцевим часом об 11 год 07 хв + 2.3 хв + 0.1 хв = 11 год 09.4 хв; а зайде він уже 7 січня в 0 год 25 хв - 5.7 хв + 0.4 хв = 0 год 19.7 хв. За київським часом: схід - 11 год 09.4 хв - 1 год 55.3 хв + 2 год = 11 год 14 хв, захід - 0 год 19.7 хв - 1 год 55.3 хв + 2 год = 0 год 24 хв

Щоб дістати момент кульмінації, треба до табличного моменту додати лише поправку на довготу. З табл. 6 виписуємо годинну зміну моменту кульмінації  $\nu = -119.5$  с, обчислюємо поправку  $\Delta\lambda = (-119.5)(\lambda - 2.033) = (-119.5)(-0.111) = +13$  с, додаємо її до табличного моменту 17 год 36 хв 47 с і маємо 17 год 37 хв 00 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. 11) і Місяця (табл. 12) 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 проєкції 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. 13); сполучення планет (табл. 14); сполучення планет із Місяцем (табл. 15). У розділі подано також координати, зоряні величини та видимі діаметри планет, їхні фази, фазові кути, моменти сходу, заходу, кульмінації (табл. 16), тривалості видимості (табл. 17), геліоцентричні довготи планет та їхні відстані від Землі та Сонця (табл. 18). 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 прями 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 піднесенень дорівнює нулю.

Тривалість видимості планети — це час між кінцем вечірніх громадянських присмерків і заходом планети або між сходом планети й початком ранкових громадянських присмерків, у разі ж протистояння планети зі Сонцем — ціла ніч. Отже, у табл. 17 наведено видимість планет на темному небі.

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

У табл. 20 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. 32 за аргументом «зоряний час  $S$ » і додаємо до вимірної за допомогою теодоліта висоти Полярної зорі. Спостережену висоту треба виправити за рефракцію.

*Приклад.* Виправлена за рефракцію висота Полярної зорі, спостереженої о 23 год 41 хв зоряного часу, становить  $40^{\circ} 40'$ . Поправка висоти Полярної для цього моменту дорівнює  $-24'$ . Отже, широта місця  $\varphi = 40^{\circ} 40' + (-24') = 40^{\circ} 16'$ .

Геодезичний азимут предмета (кут між напрямком на цей предмет і північним напрямком меридіана 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 23 год 41 хв за зоряним часом на широті  $40^{\circ} 16'$  азимут Полярної зорі становитиме  $24'$ , 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. 33 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.

### ЧЕРГОВЕ «ЗНИКНЕННЯ» КІЛЕЦЬ САТУРНА У 2025 РОЦІ

*А. П. ВІДЬМАЧЕНКО*

доктор фізико-математичних наук, професор

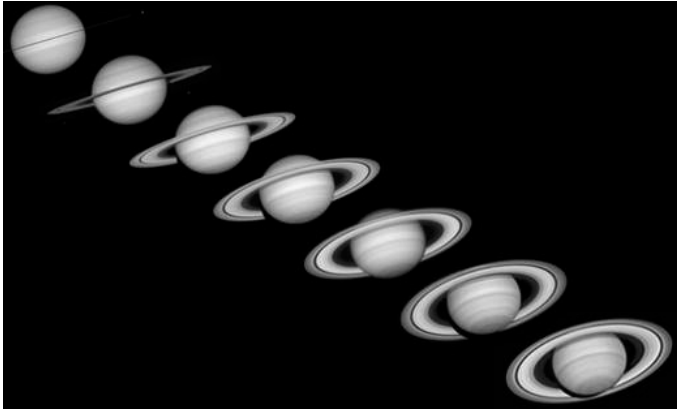
*О. В. МОРОЖЕНКО*

доктор фізико-математичних наук, професор  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

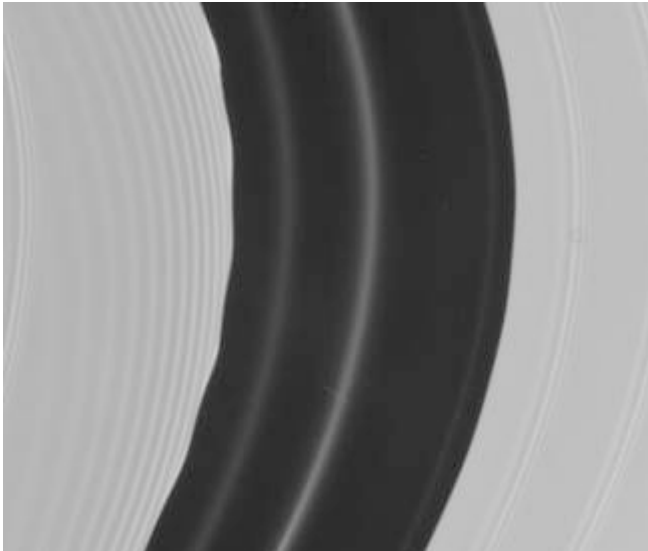
У червні 1610 року Г. Галілей виявив по обидва боки від Сатурна в екваторіальній його площині дві ледве помітні плями, котрі не змінювали свого положення. Але його повторні спостереження через два роки дуже спантеличили, оскільки у полі зору перебував тільки диск планети. Галілею так і не вдалося розгадати цю загадку, тому що втрачена зору у 1626 році обірвала його спостереження.

Тільки через 50 років Х. Гюйгенсу вдалося підтвердити, що Сатурн справді оточений сильно нахиленим до площини своєї орбіти кільцем. Саме даний факт допоміг Гюйгенсу розгадати таємницю зникнення згаданих Галілеєм плям по боках Сатурна. Гюйгенс пояснив, що при русі Сатурна орбітою площина кільця зміщується у меридіональному напрямку. Це призводить до зміни розкриття кільця, і тому за один оберт довкола Сонця кільце двічі повертається до Землі ребром. І через дуже малу товщину кільце стає невидимим (рис. 1.)

Площина кілець практично збігається з площиною екватора Сатурна та нахилена до площини орбіти на  $26.7^\circ$ , а до площини орбіти Землі — на  $28.1^\circ$ . Тому при русі Сатурна по орбіті площини екватора планети і кільце зміщуються паралельно одна одній. Внаслідок цього схилення Землі В і схилення Сонця В над площиною кілець також

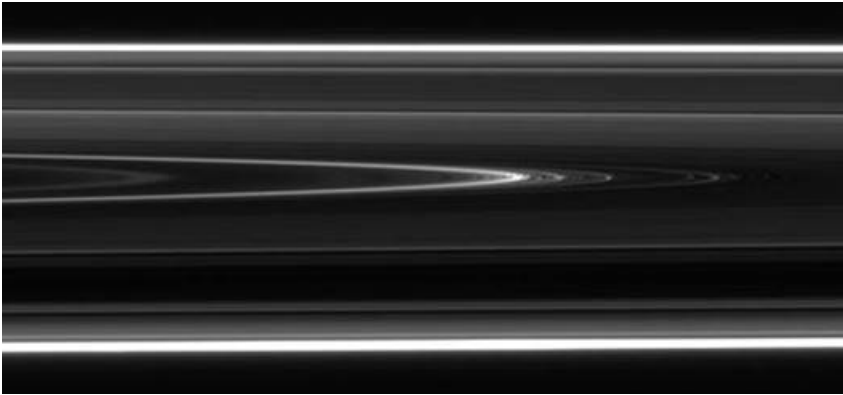


**Рис. 1.** Зміна видимості кілець Сатурна ([http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo\\_gallery](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery))



**Рис. 2.** Щілина Енке з КА «Кассіні» ([http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo\\_gallery](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery))

безперервно змінюються [7]. Протягом одного сидеричного періоду обертання Сатурна (29.46 земного року) мають місце два моменти максимального розкриття кілець ( $B \approx B' = 28.1^\circ$ ); в ці моменти до Зем-

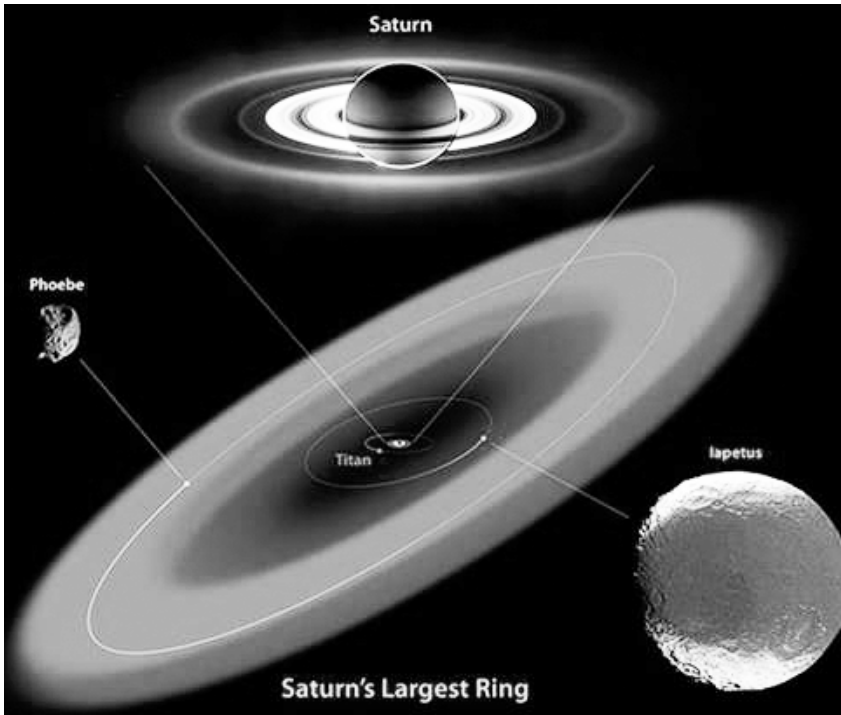


*Рис. 3.* Кільце D ([http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo\\_gallery](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery))

лі звернено північний або південний бік кільця; та ще два моменти, коли Сонце світить у їхній торець (при  $B = 0^\circ$ ). У 2025 році матиме місце якраз черговий момент «зникнення кільця», який повторюється приблизно кожні 14.73 років.

У 1675 році Д. Кассіні зміг виявити в середині відкритого кільця темну лінію (її пізніше назвали щілина Кассіні). Зовнішню та внутрішню частину кільця Кассіні позначив літерами А і В відповідно. З тих пір почали говорити про кільця Сатурна. Пізніше Дж. Максвелл зумів виявити, що кільце В також розділене щілиною (яку назвали щілиною Максвелла), і його внутрішню частину назвали кільцем С. 25 квітня 1837 року Й. Енке та 7 січня 1888 року Дж. Кіллер схожі щілини змогли виявити біля зовнішнього краю у кільці А. Їх назвали щілинами Енке (рис. 2) та Кіллера [18].

У XX столітті число кільця довели до семи. При цьому не обійшлося без певних курйозів, коли деякі з кільця відкривалися повторно, або ж різні кільця носили однакову назву. Наприклад, у 1933 році Н. Барабашов та Б. Семейкін [1] виявили між Сатурном та кільцем С розріджену матерію. Повторно, незалежно від них, 28 жовтня 1969 року це зробив ще й П. Гуерен [11]. Поверхнева яскравість кільця була майже у 20 разів меншою від найяскравішої частини кільця В. Це кільце назвали D (рис. 3). Після цього дане кільце виявив І. Ферін [9] на отриманих В. Слайфером ще в 1943 і 1945 рр. зображеннях. Реальність існування цього кільця пізніше підтвердили при наземних спостереженнях [17] та на зображеннях з КА «Вояджер-1» та «Кассіні» [20]. Але офіційно пріоритет відкриття внутрішнього кільця D приписано П. Гуерену.



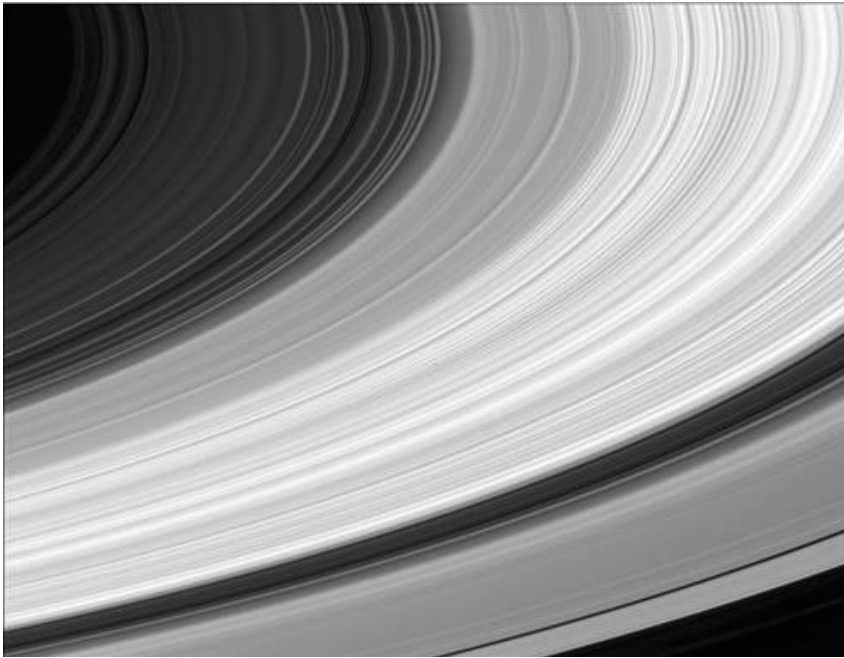
*Рис. 4.* Схематичне зображення нового кільця Сатурна і трьох супутників (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photogallery>)

Схожа ситуація була і з більш віддаленим від кільця А довкіллям. У 1953 році було виявлено кільце, яке також назване кільцем D [19]. За дослідженнями між 27 жовтня 1966 року і 16 січня 1967 року це кільце простягалось на відстань майже у два радіуси зовнішнього краю кільця А. Тому певний час однією назвою D називали два різних кільця. Пізніше М. Бобров [2] запропонував віддаленіше кільце називати кільцем Е (від англійського слова exterior — зовнішній). Зображення з КА «Піонер-11» показали, що в дійсності в цьому місці є аж два кільця (названі Е та F) [28—31]. Подібно до кільця D, тут також честь відкриття матерії за межами кільця А приписують КА «Піонер-11», а не першовідкривачу В. Фейбельману.

Дещо пізніше між цими кільцями було помічено ще одне вузьке кільце G; воно розташоване поблизу орбіт так званих коорбітальних супутників S-10 і S-11. У межах усіх кілець лежать орбіти ще кількох інших супутників [28].

Таблиця 1. Номенклатура кільцець Сатурна

Кільце, щілина	Відстань від центра		ΔR ширина, км	Товщина, км	Оптична глибина	Маса, кг	Альbedo
	в радіусах планети	в км					
D	1.11...1.24	67000...74500	7500	?	(0.01)	?	?
C	1.24...1.52	74500...92000	17500	?	0.08...0.15	1.1 1018	0.25
Щілина Максвелла	1.45	87500	270				
B	1.52...1.95	92000...117500	25500	(0.1...1)	1.21...1.76	2.8 1019	0.65
Щілина Кассіні	1.95...2.02	117500...122200	4700	?	0.12	5.7 1017	0.30
A	2.02...2.27	122200...136800	14600	(0.1...1)	0.70	6.2 1018	0.60
Щілина Енке	2.214	133570	325				
Щілина Кіллера	2.263	136530	35				
F	2.324	140210	30...500	?	0.01...1	?	?
G	2.75...2.88	165800...173800	8000	100...1000	10-4...10-5	6...23 106	?
E	3.0...8.0	180000...480000	300000	1000	10-6...10-7	?	?



*Рис. 5.* Структура кілець Сатурна ([http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo\\_gallery](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery))

У 2009 р. космічний телескоп «Spitzer» в інфрачервоних променях виявив найвіддаленіше і найпротяжніше кільце (рис. 4), яке починається за 6 млн км від Сатурна [28], простягається на відстань до 12 млн км та має товщину близько 1.2 млн км (відмітимо, що товщина кільця В становить всього 5...15 м). Цьому кільцю приписують пилову природу. У його центрі розташовується орбіта супутника Сатурна Феби [28], який може бути основним джерелом матеріалу для цього кільця.

Загальну структуру системи кілець наведено в табл. 1 [25, 26].

Крім згаданих широких щілин, у 1953 р. Б. Ліо [15] на зображеннях з просторовою роздільністю 0.23 виявив тонку структуру кілець (до 10 щілин), що пізніше було підтверджено зображеннями з КА «Вояджер-1, -2», «Кассіні» (рис. 5) та космічного телескопа ім. Габбла, а також даними реєстрації явищ покриття кільцями зірок [13, 21–24]. Так, кожне з кілець F та D складаються щонайменше з трьох рознесених на досить значну відстань вузьких кілочок (рис. 6) [20]. Поділ кільця D настільки чіткий, що кожен його складову, в залежності від відстані, було названо кільцями D68, D72 і D73. Хоча, наприклад, в



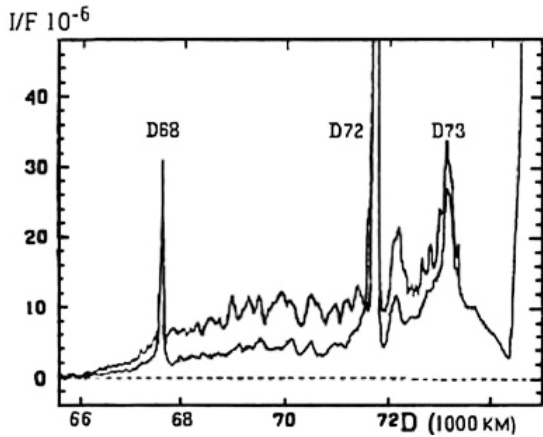


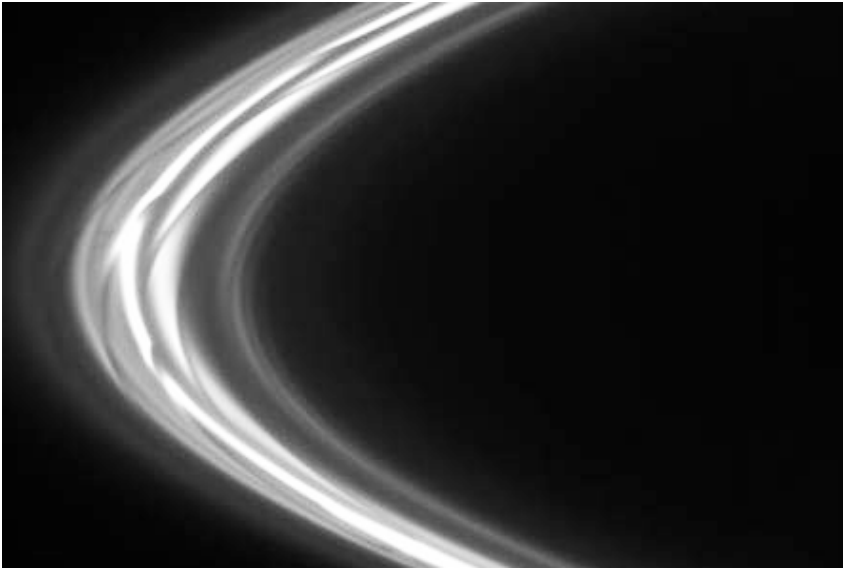
Рис. 6. Тонка структура кільця D Сатурна [20]

останньому також спостерігається надтонка структура з окремими фрагментами, розташованими приблизно через 30 км [28].

У середині щілини Максвелла також виявлено вузьке кільце, ширина якого змінюється у межах 3...100 км [5, 6, 8]. Три складові кільця F виявилися азимутально ексцентричними (рис. 7); їхні радіуси відхиляються від середнього значення 140000 км приблизно на 200 км [24]; тому при деяких значеннях орбітального фазового кута вони можуть бути паралельними, а в інших — скручуються та перехрещуються; інколи кільце виглядає одинарним. Це було підтверджено й спостереженнями ефектів затемнення зір з КА [13] та КТХ [16]. Лише для кільця G тонкої структури у межах досягнутої роздільної здатності не виявлено [14, 20]. Через деяку відмінність схилення Землі та Сонця при  $V = 0^\circ$  можна інколи спостерігати бік кілець, освітлений лише дифузно відбитим від Сатурна випромінюванням. За даними фотометрії вдалося визначити їхню товщину під час проходження Землі через площину кілець у 1966 році ( $0.92 \pm 0.57$  км [3],  $2.8 \pm 1.5$  км і в 1980 році ( $1.4 \pm 0.3$  км [4],  $1.1(+0.9, -0.5)$  км [22]). В подальшому дані КА «Вояджер-1» з радіозатемнення ці оцінки понизили до менш ніж 10 м (кільце C), приблизно 20 м (щілина Кассіні) і 50 м (кільце A) [32].

Вважається, що радіальна структура кілець пов'язана з різноманіттям динамічних процесів [6]. На деяких їхніх проявах зупинимось докладніше.

1. Поблизу зовнішнього краю щілини Кассіні радіальна структура проявляється як послідовність згладжених коливань яскравості в діапазоні відстаней 120700...121900 км від центра Сатурна. Просторова зміна яскравості відповідає умовам, які виникають при спіральній



*Рис. 7.* Переплетення кільця F Сатурна ([http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo\\_gallery](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery))

зміні щільності, що може зумовлюватись резонансом між апсидальним рухом частинок кільця та середнім рухом супутника Япет.

2. У кільці E лежить орбіта чотирьох внутрішніх супутників (Мімаса, Енцелада, Тефії і Діони). Його яскравість помітно змінюється з відстанню від Сатурна, досягаючи максимуму на орбіті Енцелада; саме з нього видно довгі (на десятки тисяч кілометрів) викиди речовини з Енцелада [31], які, можливо, і є постачальниками речовини для кільця.

3. Цікавою є структура кільця F (рис. 7), яке складається з кількох кілець загальною шириною приблизно 60 км; причому два чи три з них скручені у вигляді своєрідного канату.

Згідно з однією з гіпотез, частинки в кільцях можуть електризуватись сонячним випромінюванням, або частинками сонячного походження і набувати властивостей мініатюрних електромагнітів, взаємодія яких з магнітним полем Сатурна [27] здатна привести до переплетення кілець. З іншого боку, панувала думка, що відповідальність за цю незвичну конфігурацію несуть два невеликі супутники-пастухи [28], виявлені поблизу зовнішнього і внутрішнього краю орбіти кільця F; саме їхнє тяжіння може збурювати крайні частинки кільця і не давати їм можливості відходити далеко від його середини.

Моделювання показало, що збурювальний вплив цих супутників може викликати рух частинок кільця по хвилястій лінії і створити спостережуване переплетення компонентів кільця.

4. У кільці F при близькому проходженні супутника Прометей було виявлено різні хвильові структури, тунелі та переплетення, а також оригінальні видовжені згустки речовини з характерним розміром 100...200 км.

За оцінками кількість кілець становить понад 10 тисяч. Це стимулювало пошук та розробку механізмів розбиття широких кілець на багато вузьких, що першочергово приписано гравітаційному впливу супутників-пастухів. Так, С. Дермот [28] дослідив гравітаційне збурення в кільці F супутниками S13 (Телесто) і S14 (Каліпсо), які обмежують ширину цього кільця. Було показано, що більший з них (Каліпсо) може збуджувати у кільці лише один резонанс першого порядку. Внаслідок цього по периметру кільця збуджується система хвиль у формі рівновіддалених петель. Роль супутників-пастухів у формуванні спостережних особливостей радіального розподілу густини в кільці розглядалась багатьма дослідниками [10, 12].

Коротко суть цього механізму така. Оскільки будь-яка система прагне прийняти конфігурацію, що відповідає мінімуму потенціальної енергії, то еволюція кілець під впливом невеликих збурень (від супутників та від удару метеоритів) і призвела до поступового розбиття на вузькі кільця. Частинки, що рухаються на одній орбіті, мають практично однакову швидкість. Відмінність швидкостей частинок у різних напрямках може становити 1—2 мм/с. Проте іноді вони зіштовхуються одна з одною; а проходячи поблизу супутників, кільце трохи вигинається під їхньою дією, перестаючи бути плоским.

Саме резонансами можна пояснити і виникнення в кільцях спіральних хвиль стиснення і вигинання, які мають вигляд своєрідних гір і западин з перепадом висоти до 1.4 км; це може пояснити знайдену за наземними спостереженнями різну ширину кілець.

Застосування теорії спіральних хвиль до кілець дозволило оцінити й масу речовини, яка припадає на одиницю їхньої площі ( $45...60 \text{ г/см}^2$ ), а також сумарну масу всіх кілець  $(1.5...2.0) \cdot 10^{19} \text{ кг}$ , яка відповідає приблизно половині маси Мімаса — найменшого з так званих класичних супутників Сатурна.

Проте уточнені оцінки показали, що маса кілець має дорівнювати повній масі Мімаса.

## Список літератури

1. Барабашов Н. П., Семейкин Б. Е. Монохроматическая фотометрия Сатурна и его колец. *Астрон. журн.* 1933. **10**(4). С. 381—390.
2. Бобров М. С. *Кольца Сатурна*. М.: Наука. 1970. 118 с.
3. Киладзе Р. И. Фотографические наблюдения колец Сатурна при прохождении Земли через их плоскость. *Астрон. циркуляр.* 1967. № 439. С. 1.
4. Andre S. B. Appasrent thickness of Saturn's rings. *Nature.* 1981. **289**(5797). P. 447—450.
5. Colwell J. E., Esposito L. W., Cremčevic, et al. Self-gravity wakes and radial structure of Saturn's B ring. *Icarus.* 2007. **190**(1). P. 127—144.
6. Cuzzi J. N., Lissauer J. J., Shu F. H. Density waves in Saturn's rings. *Nature.* 1981. **292**(5825). P. 703—707.
7. Dlugach J. M., Morozhenko A. V., Vid'machenko A. P., Yanovitskij E. G. Investigations of the optical properties of Saturn's Atmosphere carried out at the Main Astronomical Observatory of the Ukrainian Academy of Sciences. *Icarus.* 1983. **54**(2). P. 319—336.
8. Esposito L. W., Borderies N., Goldreich P., et al. Eccentric ringlet in the Maxwell gap at 1. 45 Saturn radii: multi-instrument Voyager observations. *Science.* 1983. **222**(4619). P. 57—60.
9. Ferrari C., Brahic A. Azimuthal brightness asymetries in planetary rings. I. Neptune's Arcs and narrow rings. *Icarus.* 1995. **111**(1). P. 193—210.
10. Frank L. A., Paterson W. R. Passage through Io's ionospheric plasmas by the Galileo spacecraft. *J. Geophys. Res.* 2001. **106**(A11). P. 26209—26224.
11. Grundy W. M., Young L. A., Young E. F. Discovery of CO<sub>2</sub> ice and leading-trailing spectral asymmetry on the uranian satellite Ariel. *Icarus.* 2003. **162**(1). P. 222—229.
12. Hillier J., Helfenstein P., Verbiscer A., et al. Voyager disk — integrated photometry of Triton. *Science.* 1990. **250**(4979). P. 59—61.
13. Landolt A. U. UBVRi photometric standard stars in the magnitude range  $11.5 \leq V \leq 16.0$  around the celestial equator. *Astron. J.* 1992. **104**(1). P. 340—491.
14. Lissauer J. J. Ballistik transport in Saturn's rings: an analytic theory. *Icarus.* 1984. **57**(1). P. 63—71.
15. Lynch D. K., Mazuk A. L., Russell R. W., Hackwell J. A. 8- to 13- $\mu$ m spectra of Saturn's A and B rings. *Icarus.* 2000. **146**(1). P. 43—47.
16. Murphy R. E., Temperatures of Saturn's rings. *Astrophys. J.* 1973. **181**(2), Pt. 2. P. L87—L90.
17. Murray J. B. Visual observations of Saturn's ring D. *J. Brit. Astron. Assoc.* 1979. **89**(3). P. 250—255.
18. Osterbrock D. E., Cruikshank D. P. J. E. Keeler's discovery of a gap in the outer part of the A ring. *Icarus.* 1983. **53**(2). P. 165—173.
19. Sandner W. Observations de Saturn en 1954. *Gaz. astron.* 1954. **36**(11 12). P. 94—95.

20. Showalter M. R. Saturn's D ring in the Voyager images. *Science*. 1996. **124**(2). P. 677—689.
21. Showalter M. R., Cuzzi J. N. Seeng Ghosts: Photometry of Saturn's G ring. *Icarus*. 1993. **103**(1). P. 124—143.
22. Sicardy B., Lecacheux L., Laques P., et al. Apparent thickness and scattering properties of Saturn's rings from March 1980 observations. *Astron. and Astrophys.* 1982. **108**(2). P. 296—305.
23. Smith B. A., Soderblom L. A., Batson R., et al. A new look at the Saturn system: the Voyager-2 imager. *Science*. 1982. **215**(4532). P. 504—537.
24. Smith B. A., Soderblom L. A., Johnson T. V., et al. Encounter with Saturn: Voyager-1 imaging science results. *Science*. 1981. **212**(4491). P. 163—191.
25. Stone E. C., Miner E. D. Voyager 1 encounter with Saturnian system. *Science*. 1981. **212**(4491). P. 159—163.
26. Stone E. C., Miner E. D. Voyager 2 encounter with Saturnian system. *Science*. 1982. **215**(4532). P. 499—504.
27. Vidmachenko A. P. Possible effect of the rings on the photometric properties of Saturn's cloud layer. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 1985. **1**(6), P. 12—15.
28. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. *Physical characteristics of the surface of satellites and rings of giant planets*. Kyiv: Editorial and publishing department of NUBiP of Ukraine, 2017. 412 p.
29. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. Rings of Saturn. *Astron. almanac*. 2010. **57**. P. 238—264.
30. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. *The study of the satellites surfaces and the rings of the giant planets*. Kyiv: Ltd Dia., 2012. 255 p.
31. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. *The relationship between Enceladus geysers and Saturn's rings and magnetosphere*. Proc. 13th Int. scientific and practical conf. «Modern directions of scientific research development» (15 17 June 2022). Chicago, USA: BoScience Publisher. Chapter 68. P. 424—432.
32. Zebker H. A. Saturn's rings: particle size distributions for thin layer models. *Icarus*. 1985. **64**(3). P. 531—548.

## ДО 95-ї РІЧНИЦІ ВІДКРИТТЯ ПЛУТОНА

*А. П. ВІДЬМАЧЕНКО*

доктор фізико-математичних наук, професор  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

У середині березня 1781 р. англійський астроном В. Гершель повідомив про відкриття шостої планети у Сонячній системі — Урана. На основі вивчення факту відхилення видимого руху Урана від розрахованої орбіти у 1846 р. було відкрито сьому від Сонця планету — Нептун. Це дозволило запропонувати пошук нових планетних тіл саме у такий спосіб. Адже навіть після врахування збурень в орбіті Урана, спричинених Нептуном, все ще залишалися досить значними відхилення в русі шостої планети. Декілька дослідників зайнялися розрахунками орбіт можливих нових планетних тіл, виходячи із відхилень в русі відомих планет та із аналізу кометних орбіт. У цьому напрямку найбільш вагомими стали роботи Вільяма Пікерінга та Персіваля Лоуелла (рис. 1). Саме Персіваль Лоуелл, вивчаючи видимі збурення руху планети Уран, виконав обширну роботу щодо обчислень орбіти для нової планети, яку він назвав планета X. Свої пошукові спостереження він виконував на власній обсерваторії у 1905—1916 роках. Однак знайти цю планету йому тоді не вдалося.

Відновили роботу з пошуку нової планети лише у січні 1929 року. Для цього спеціально було замовлено астрограф із апертурою 32.5 см та граничною зоряною величиною  $17^m$  при експозиції в 1 годину. Для роботи з цим телескопом запросили аматора астрономії Клайда Томбо (рис. 2). Після остаточного налаштування телескопа з першого квітня він розпочав фотографування зоряного неба. Для пошуку було налагоджено спеціально методика, котра полягала у фотографуванні ділянок неба у 162 квадратних градуси поруч із протилежною до Сонця точкою, по три зображення із інтервалом в декілька діб.

Порівняння двох фотозображень на блінк-компараторі дозволяло знайти об'єкти, які протягом цього часу зрушили з місця. А третє зображення використовували для контрольної перевірки. І вже 18.02.1930 р. на отриманих 23 і 29 січня фото Томбо зміг виявити рухомий об'єкт (рис. 3). Його дуже мала швидкість свідчила, що об'єкт перебуває поза орбітою Нептуна. Цей об'єкт 15-ї зоряної величини знаходився в сузір'ї Близнят і був на  $2^m$  слабшим, ніж раніше очікував Ло-



**Рис. 1.** Персіваль Лоуелл ([https://en.wikipedia.org/wiki/Percival\\_Lowell#/media/File:Percival\\_Lowell.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Percival_Lowell#/media/File:Percival_Lowell.jpg))

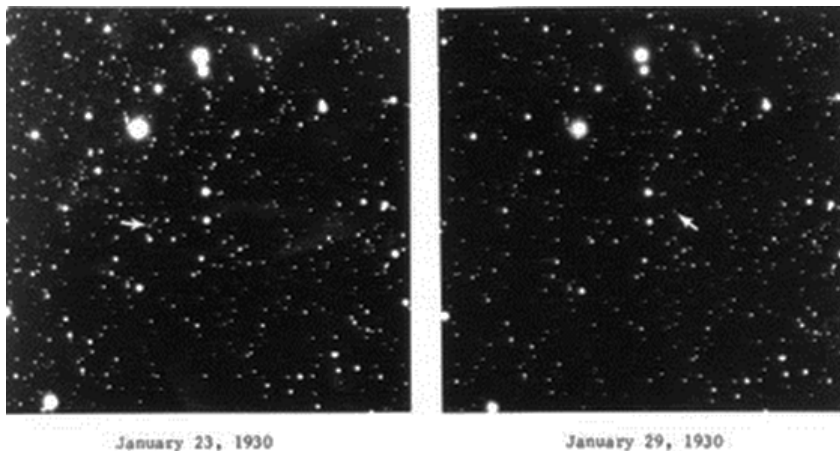


**Рис. 2.** Клайд Томбо з саморобним телескопом ([https://en.wikipedia.org/wiki/Clyde\\_Tombaugh#/media/File:Clyde\\_W.\\_Tombaugh.jpeg](https://en.wikipedia.org/wiki/Clyde_Tombaugh#/media/File:Clyde_W._Tombaugh.jpeg))

уелл. 13.03.1930 в день 75-ї річниці з дня народження Лоуелла та у 149-ту річницю від дати відкриття Урана, тодішнім директором Лоуеллівської обсерваторії В. Слайфером було оголошено про відкриття нової планети у Сонячній системі.

Право назвати нове небесне тіло належало обсерваторії Ловелла. Пропонувалися такі назви: Зевс, Персіваль, Констанція тощо. Від працівників обсерваторії також надійшли три пропозиції: Мінерва, Кронос і Плутон. Але одноголосним голосуванням планету назвали на честь грецького бога темряви — Плутоном. Пропозицію такої назви В. Слайфер вперше опублікував 1.05.1930. Загальне оголошення назви відбулося 25.05.1930; її було подано до Американського та Лондонського королівського астрономічних товариств, які й затвердили назву Плутон.

Протягом 38 років після відкриття оцінки маси Плутона переглядалися у бік зменшення. І тільки у 1978 р. відкриття супутника Харона дозволило вперше визначити його масу порівняно точно. Її значення у 0.002 від земної маси виявилось надто малим для помітного збурення орбіт Урана та Нептуна. А проліт у 1989 р. космічного апарата (КА) «Вояджер-2» біля Нептуна також дозволив уточнити масу Плутона. Вона виявилася ще на пів відсотка меншою, ніж це вважали раніше.



*Рис. 3.* Фотографії з відкриттям Плутона ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/c6/Pluto\\_discovery\\_plates.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/c6/Pluto_discovery_plates.png)).

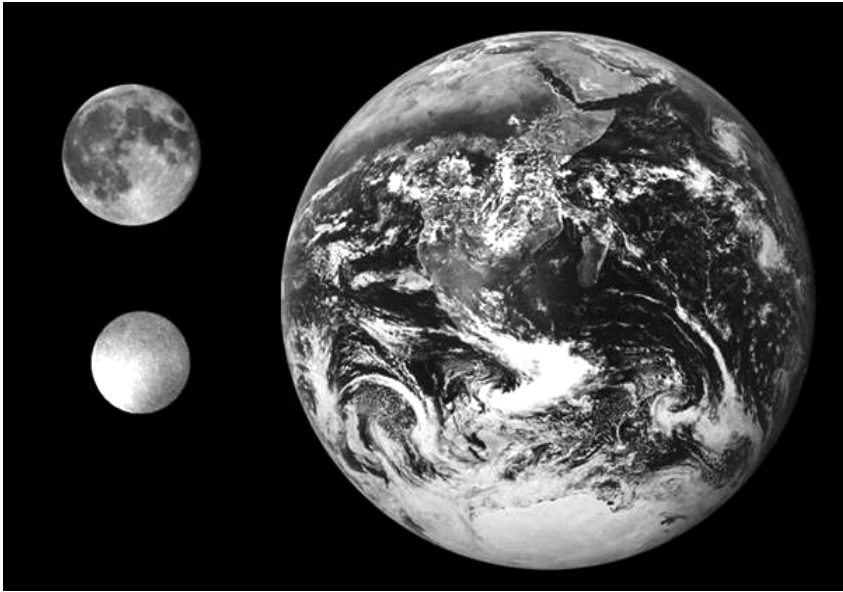


*Рис. 4.* Зображення Плутона (праворуч) і Харона (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/NH-PlutoCharon-Color-NewHorizons-20150711.jpg>).

Ще через чотири роки американський астроном Е. Стендіш використав усі ці дані й перерахував гравітаційний вплив Нептуна на зміни орбіти Урана. В результаті оновлених даних невідповідності руху Урана своєю орбітою зникли, а разом з ними зникла й нагальна потреба шукати планету Х.

Починаючи від самого відкриття у 1930 р. було зрозуміло, що Плутон значно відрізняється від вже відкритих планет у Сонячній системі. Так, він обертається довкола Сонця дуже витягнутою і нахиленою до



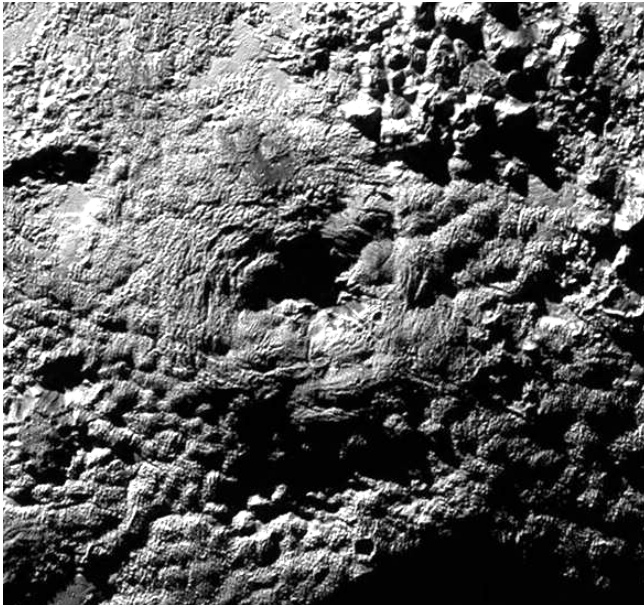


*Рис. 5.* Розміри Ериди порівняно із Землею та Місяцем ([https://en.wikipedia.org/wiki/Eris\\_\(dwarf\\_planet\)#/media/File:Eris,\\_Earth\\_&\\_Moon\\_size\\_comparison.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Eris_(dwarf_planet)#/media/File:Eris,_Earth_&_Moon_size_comparison.png))

площини екліптики майже на  $17^\circ$  орбітою, тоді як орбіти решти планет майже колові та нахилені менш ніж на  $7^\circ$ . Виявлений в 1978 р. навколо Плутона супутник Харон (рис. 4) виявився лише удвічі меншим від Плутона. Спостереження ж затемнень зірок Плутоном дозволили знайти його атмосферу, головним компонентом якої виявився молекулярний азот, що є основним складником і земної атмосфери. А поверхня Плутона складається переважно із замерзлих метану та молекулярного азоту.

Ще в середині ХХ ст. припустили, що за орбітою Нептуна у Сонячній системі має залишитися своєрідне будівельне «сміття». І тільки в 1992 р. вдалося відкрити перший транснептуновий астероїд, який обертався навколо Сонця далі від орбіти Нептуна. Через кілька років таких об'єктів у транснептуновому просторі, який зараз називають поясом Койпера, було знайдено вже кілька сотень. Тому стало зрозумілим, що Плутон перестав бути якимось унікальним об'єктом серед свого оточення. Стало очевидно, що рано чи пізно буде виявлено об'єкт, який можна порівняти з Плутоном.

А в 2005 р. було відкрито порівнянний за розмірами із Плутоном транснептуновий об'єкт — Еріда (рис. 5). Також стало зрозуміло, що й Еріда, можливо, не є останнім тілом значних розмірів, яке ще буде ви-

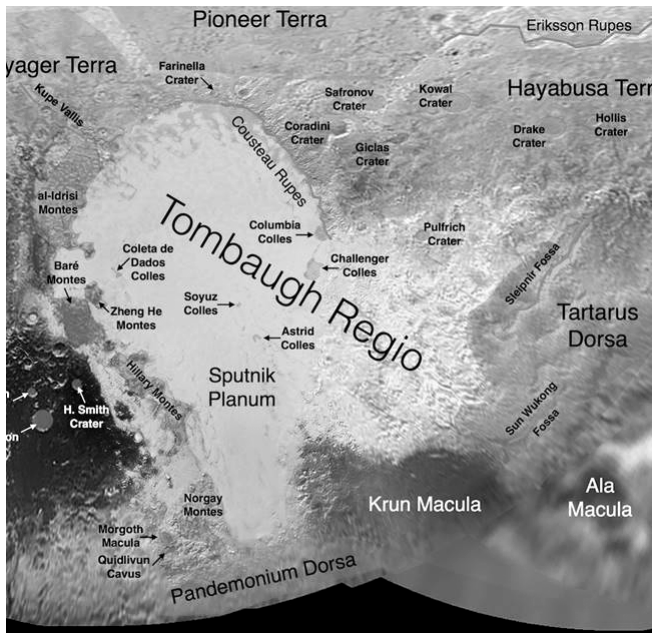


*Рис. 6.* Один з можливих «кріовулканів» Райт Монс на Плутоні має приблизно 160 км у ширину та 4 км у висоту. Западина на вершині має діаметр 56 км

явлено в цій частині простору. Тому після відкриття Ериди усвідомили необхідність надати наукове визначення планети.

У 2006 р. Міжнародний астрономічний союз на своїй Генеральній асамблеї в Празі затвердив список ознак, згідно з якими планету слід відрізнити від непланети. Делегати асамблеї своїм голосуванням ухвалили визначення терміну «планета», відповідно до якого справжня планета має очистити простір на своїй орбіті від всіх інших тіл, окрім своїх супутників.

Новим етапом досліджень Плутона став запуск у січні 2006 року КА «New Horizons». Здійснивши єдиний гравітаційний маневр біля Юпітера, при якому було перевірено роботу всіх семи наукових приладів зонда, КА 14.07.2015 р. максимально зближився з Плутоном. «New Horizons» пролетів від карликової планети на відстані близько 12472 км. За дуже короткий час у декілька годин, протягом якого КА перебував біля Плутона, його наукові пристрої виконали велику кількість спостережень та накопичили величезний обсяг інформації. Тому повністю дані спостережень, отримані при прольоті повз Плутона, було отримано на Землі тільки у жовтні 2016 року.



**Рис. 7.** Область Томбо. Ліворуч внизу розташовані гори Хіллари та Норгея (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Pluto-Map-Annotated.jpg>)

Форма Плутона неочікувано виявилася майже ідеально сферичною. На Плутоні виявлено досить різноманітні форми рельєфу. Там знайдено дуже протяжні ділянки, на яких взагалі відсутні ударні кратери. Ще при підльоті «New Horizons» до Плутона, на його поверхні вдалося розгледіти особливість у вигляді серця, яку пізніше назвали Область Томбо. Ліву її половину назвали Рівнина Супутника; вона має майже гладку крижану поверхню із явними признаками течії льоду, які дуже схожі на земні льодовики. На позбавлених потужної атмосфери тілах кількість ударних кратерів на ділянці поверхні є показником її віку. Відсутність на Рівнині Супутника слідів ударних метеоритних кратерів дозволяє вказати на верхню границю її віку до 100 мільйонів років. А певні крижані комірочки на поверхні Рівнини мають вказувати на можливі конвективні переміщення у крижаній товщі. Це вказує на те, що на Плутоні у зовсім недалекому геологічному минулому відбувалися певні активні процеси на поверхні, які покривали її пластичним шаром льоду із замерзлого молекулярного азоту чи оксиду вуглецю, та навіть вивергалися вулкани (рис. 6).

В Області Томбо також знайдено пару гірських масивів заввишки до 3.5 км, котрі названо на честь підкорювачів земного Евереста — горами Хілларі та Норгея (рис. 7). Найімовірніше, ці гори складаються із водяного льоду.

Незважаючи на значну розрідженість, атмосфера на Плутоні змогла підтримувати видимий серпанок, який тягнеться на висоту майже до 150 км. Основними компонентами шарів атмосфери біля поверхні виявилися молекулярний азот та метан. Продукти фотодисоціації останнього в атмосфері мають можливість перетворюватись на складніші органічні речовини, якими є толіни. Вони можуть випадати на поверхневий шар Плутона, надаючи йому червонуватих відтінків. Джерелом метану можуть бути випаровування замерзлого льоду та викиди газу із-під поверхні.

### Список літератури

1. Видьмаченко А., Манько В. Карликовые планеты Солнечной системы. «Средний класс» Солнечной системы. В мире карликовых планет. *Вселенная, пространство, время*. 2013. № 9 (110). С. 22—32.
2. Видьмаченко А. П., Мороженко О. В. Магнітні поля планет, супутників та астероїдів. *Астрономічний календар 2013*. 2012. С. 221—243.
3. Vidmachenko A. P. The magnetic field of planets, satellites and asteroids. *Astronomical School's Report*. 2012, 8, № 1, P. 136—148.
4. Vidmachenko A. P. Sedna: the history of the discovery and its features. *Astronomical almanac 2006*. 2005, 52. P. 201—212.
5. Vidmachenko A. P., Vidmachenko H. A. Is it dangerous asteroids? *Astronomical almanac 2007*. 2006, 53. P. 195—207.
6. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. *The study of the satellites surfaces and the rings of the giant planets*, Main Astronomical Observatory NAS of Ukraine Press, Kyiv, Ltd. Dia. 2012. 255 p.
7. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. *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». 2014. 388 p. ISBN 978-966-2398-13-7.
8. Vidmachenko A. P. *The floating ices on the surface of Pluto*. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists: the program and abstracts (26—27 May 2016. Kyiv, National Aviation University). Kyiv. 2016. P. 10—12.
9. Vidmachenko A. P. *Features of surface topography and the geological activity of Pluto*. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts (26—27 May 2016. Kyiv, National Aviation University). Kyiv. 2016. P. 12—14.
10. Vidmachenko A. P. Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets). *Astronomical almanac 2016*. 2015, 62. P. 228—249. (Фото для ілюстрацій взяті з різних сайтів в інтернеті).

## ТЕЛЕСКОП SKYMAPPER

*С. А. БОРИСЕНКО,*

кандидат фізико-математичних наук,  
старший дослідник

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

SkyMapper — це сучасний автоматизований телескоп із широким полем зору, який є новітнім засобом для наукових відкриттів. Телескоп розташований під темним небом обсерваторії Сайдінг-Спрінг біля міста Кунабарабран, у центрі Нового Південного Уельсу (Австралія). Телескоп, створений Дослідницькою школою астрономії та астрофізики Австралійського національного університету (АНУ), є одним із найсучасніших ширококутних оглядових телескопів світу.

Телескоп має модифіковану конструкцію Кассегрена: 1.35-м головне дзеркало, 0.71-м вторинне дзеркало, 0.56-м асферичний коректор, два додаткових сферичних коригувальних елементи (їх зроблено



*Рис. 1.* Телескоп SkyMapper на горі Вурат в обсерваторії Сайдінг-Спрінг (Австралія)



**Рис. 2.** Альт-азимутальне монтування телескопа, виготовлене компанією ElectroOpticsSystems (Канберра, Австралія)

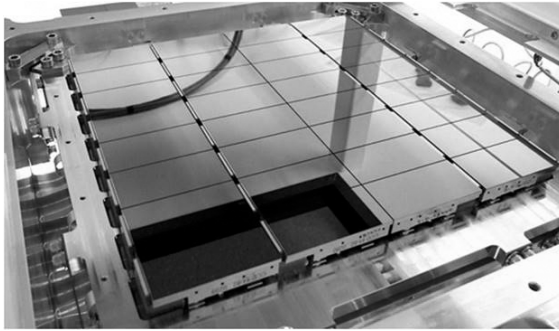
з плавненого кремнезему, щоби максимально збільшити пропускну здатність в ультрафіолеті). Купол телескопа заввишки 11.5 м і діаметром 6.25 м добре видно на вершині гори Сайдінг-Спрінг (гора Вурат, висота 1 165 м), звідки відкривається вид на національний парк Варрамбангл.

SkyMapper має фокусне співвідношення  $f/4.8$ , що робить його вискооефективним і достатньо світлосильним інструментом для багатьох завдань астрофізики. «Серцем» телескопа є унікальна

мозаїчна цифрова камера, розроблена та виготовлена власноруч інженерами АНУ. Камера (вартість її становить 2.5 млн австралійських доларів) використовує 268 млн пікселів (у 33 рази більше, ніж у iPhone 6, і набагато чутливіша), щоби кожні 20 с знімати ділянку неба, яка за площею майже в 30 разів перевищує диск повного Місяця. Мозаїчна камера SkyMapper містить 32 ПЗЗ-матриці (4096×2048 пкл) із масштабом знімка приблизно 0.50"/пкл, що дає змогу отримувати зображення 32 ділянок неба розміром 34' × 17' одночасно (загальне поле зору — 2.34° × 2.40°). Зчитування кадрів з такої камери триває приблизно 20 с, шум зчитування становить 5 e-, квантова ефективність QE у діапазоні 400—850 нм дорівнює 60 %. Охолоджує камеру криогенна система замкнутого циклу.

Телескоп має повністю автоматизовану систему управління, зокрема систему керування куполом, телескопом, мозаїчною ПЗЗ-камерою та автоматичне фокусування. Крім реєстрування яскравості, форми та точного положення незліченних південних зір і галактик астрономами можуть здобувати інформацію про вік, масу та температуру кожної зорі завдяки унікальній серії кольорових скляних фільтрів ( $u, v, g, r, i, z$ ), яка охоплює широкий діапазон хвиль (від ультрафіолетового до ближнього інфрачервоного).

Відомості, отримані за допомогою телескопа SkyMapper, дають змогу астрономам проводити комплексний огляд зір Галактики, кар-



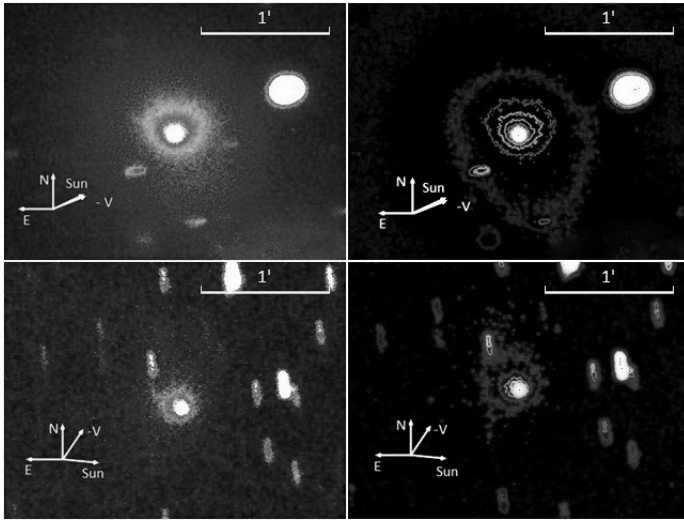
*Рис. 3.* Мозаїчна ПЗЗ-камера телескопа SkyMapper

тографувати розподіл темної матерії в Галактиці та відстежувати зорі в зовнішніх межах галактичного гало, виявляти квазари та новоутворені зорі, виявляти нові карликові галактики на орбіті довкола Чумацького Шляху, а також відкривати нові зорі в інших галактиках.

Від моменту початку дослідження Southern Survey (березень 2014 р.) SkyMapper генерує приблизно 100 мегабайтів даних на секунду впродовж кожної ясної ночі спостережень. Станом на кінець 2021 р. це близько одного петабайта даних (еквівалент 200 тис. DVD-дисків). Останній, четвертий, огляд (DR4), опублікований у лютому 2024 р., містить цілий ряд удосконалень проти попередніх. До нього включено зображення, отримані впродовж періоду березень 2014 — вересень 2021 р. Цей огляд охоплює понад половини неба — до схилення  $\delta = +16^\circ$  (для деяких об'єктів — до схилення  $\delta = +28^\circ$ ) та містить відомості про понад 700 млн унікальних астрофізичних об'єктів 9—22 зоряної величини. Фотометрію здобуто на основі приблизно 13 млрд вимірювань понад 400 тисяч зображень. На сайті <https://skymapper.anu.edu.au/data-release/> можна отримати детальну інформацію, котра включає зображення всіх зір, галактик і туманностей. Також сайт як база даних містить точні дані про колір, положення, яскравість, мінливість і форму кожного зі сотень мільйонів об'єктів на південному небі.

Зоря SMSS J031300.36—670839.3, одна з найстаріших відомих зір у Всесвіті, була відкрита групою астрономів АНУ на початку 2014 р. завдяки спостереженням з телескопом SkyMapper.

Упродовж 300-с експозиції з червоним фільтром г телескоп фіксує об'єкти до 21 зоряної величини (включно), що також дає змогу досліджувати найслабші об'єкти Сонячної системи, зокрема тисячі астероїдів і комет.



**Рис. 4.** Зображення та ізофоти комет 29P/Швасманн — Вахманн 1 ( $m_r \approx 13.5$ ,  $r = 6.2$  а.о.,  $\Delta = 5.2$  а.о.) та C/2014 UN271 (Бернардинеллі — Берштейн) ( $m_r \approx 16.5$ ,  $r = 16.7$  а.о.,  $\Delta = 17.0$  а.о.), отримані 2 лютого 2024 р. за допомогою телескопа SkyMapper з використанням SDSS-фільтра г (спостерігач — С. А. Борисенко)

Науковці Головної астрономічної обсерваторії НАН України за допомогою телескопа SkyMapper проводять дослідження активних астероїдів і комет у Сонячній системі завдяки підтримці Міжнародного українсько-австралійського наукового дослідницького фонду.

Телескоп SkyMapper також допомагає шукати цікаві унікальні космічні об'єкти для подальшого дослідження їх за допомогою наступного покоління надзвичайно великих оптичних телескопів (таких як 25-м гігантський телескоп Магеллана), а також за допомогою передових радіоастрономічних установок — таких як Australian Square Kilometer Array Pathfinder (ASKAP) у Західній Австралії.

(За матеріалами сайту <https://skymapper.anu.edu.au/>)



## **І ВСЕ-ТАКИ ВОНИ РОЗБІГАЮТЬСЯ (До 55-річчя з дня смерті Весто Слайфера)**

*М. В. ЛАШКО*

кандидат педагогічних наук  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

55 років тому, 9 листопада 1969 р. помер видатний американський астроном, піонер у області астроспектроскопії, відкривач явища розбігання галактик Весто Мелвін Слайфер (1875—1969).

Весто Слайфер народився у м. Малберрі (штат Індіана). Він ще з дитинства зацікавився астрономією і вирішив присвятити їй все життя. З цією метою він поступив в університет штату Індіана і закінчив його в 1901 р. з відзнакою зразу з двох спеціальностей: математики і астрономії.

Слайферу пощастило — університетський професор високо оцінив його успіхи і порекомендував його Персівалю Лоуеллу, директору обсерваторії у Флагстаффі. Лоуелл був легендарною і колоритною особистістю. Бізнесмен, дипломат і сходознавець, він, наблизившись до сорокарічного віку, різко змінив своє життя і вирішив зайнятися астрономією, якою цікавився з дитинства. У 1894 році Лоуелл вибудував свою обсерваторію в штаті Арізона, на горі заввишки понад два кілометри, став її директором, а також активним спостерігачем Марса.

Симпатичного фермерського хлопчину Лоуелл взяв на роботу тимчасово, піддавшись на вмовляння знайомого професора. Але немає нічого довшого за тимчасове. Так сталося і зі Слайфером, який протримався в обсерваторії понад півстоліття!

Лоуелл доручив Слайферу вивчати спектри планет, а заодно вирощувати кабачки та інші овочі на городі при обсерваторії. Лоуелл часто бував у від'їзді, тому слав помічниківі телеграми з вказівками, а також з проханнями надіслати свіжих кабачків експрес-поштою.

Слайфер ніяких проблем з вирощуванням кабачків не мав, зате зі спектрами довелося поморочитися. Однак Слайфер виявився наполегливим і зрештою опанував секрети отримання спектрів планет, а



також виміряв швидкості обертання Марса, Юпітера, Сатурна і Урана і довів, що Венера обертається дуже повільно, а у Марса в атмосфері є слабкі сліди водяної пари. Лоуелла порадувала ця новина — значить, вирішив він, вода у марсіанських каналах ще не вся пересохла!

У 1909 році Лоуелл написав Слайферу листа, в якому пропонував отримати спектри світлих спіральних туманностей, видимих серед зірок нашої Галактики. Спіральну структуру в них помітив ще в середині XIX ст. ірландський астроном-любитель лорд Росс (1800—1867), але природа «хмарок» залишалася до кінця неясною.

Деякі вчені думали, що хмарки — це далекі позагалактичні об'єкти, інші вважали їх туманностями, закрученими спіралями навколо окремих зірок.

Лоуелл поставив перед Слайфером дуже складне завдання. Світло таких туманностей дуже слабе, щоб його можна було зловити і розкласти звичайним спектрографом, зафіксувавши на фотопластинці. Для отримання зображення туманності на фотопластинці з низькою світлочутливістю потрібна була тридцятигодинна (!!!) витримка. А спектрограф (рис. 1) з його численними призмиами (без просвітлення, його ще не винайшли) відбирав стільки світла, що отримати спектри таких слабких об'єктів ставало просто нереально.

Директор Лікської обсерваторії доктор Вільям Кемпбелл (1862—1938), фахівець в галузі вимірювання радіальних швидкостей космічних об'єктів, навіть на своєму великому телескопі ще не міг виміряти спектри спіральних туманностей і всюди говорив, що добре б навчитися визначати швидкості руху туманностей. Лікська обсерваторія була давнім суперником Ловеллівської, і Слайферу захотілося утерти носа Кемпбеллу.

Неможливе часто стає можливим, особливо якщо гарно все продумати. Почати полювання Слайфер вирішив з туманності Андромеди — найяскравішої з туманностей. Але її світло було дуже слабким, і накопичити його було непросто.

Для того щоб «зловити» Андромеду, Слайфер модернізував спектрограф: викинув усі призми, крім однієї. Це збільшило кількість світла, що падає на пластинку, але спектральні смужки стали такими

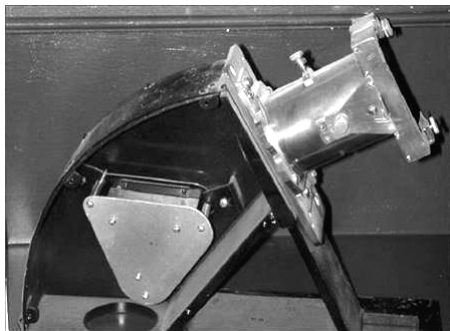
*Рис. 1.* Спектрограф Брешера, на якому Слайфер отримував спектри туманностей

вузькими, що вивчати їх вдалося тільки за допомогою мікроскопа. Зате в результаті вийшов спектрограф, який працював у 200 разів швидше, ніж колишній інструмент.

Перший спектр туманності Андромеди Слайфер зняв 17 вересня 1912 р. Експозиція зайняла майже сім годин! Незабаром з'явилася яскрава комета і забрала у спостерігача весь жовтень, але в середині листопада Слайфер повернувся до Андромеди і отримав ще один її спектр, накопичуючи світло протягом двох ночей: у першу — вісім годин, у другу — шість, потім втрутився Місяць, який засвічував небо.

На початку грудня Слайфер зняв ще одну фотопластинку зі спектром Андромеди з експозицією 13.5 год. У середині грудня в обсерваторію привезли мікроскоп, і Слайфер приступив до вивчення отриманих спектрів. Виявилося, що вони значно зміщені у фіолетовий бік спектру. Значить, Андромеда швидко рухається у бік Землі?! Слайфер був здивований і схвильований: чи не вкралася у виміри якась помилка? Вчений вирішив провести ще один сеанс спостережень і приступив до нього 29 грудня. Через погану погоду в першу ніч вдалося попрацювати лише години чотири. Слайфер щільно закрив пластинку в спектрографі і продовжив спостереження в наступну ніч. Сім годин він збирав світло Андромеди, але залишився незадоволений загальним часом експозиції і повернувся до телескопа в новорічну ніч. До півночі погода зіпсувалася. Слайфер з досадою закрив телескоп і «спустився на землю», до людей — пити шампанське і робити все, що належить на Новий рік.

У січні 1913 Слайфер почав детально досліджувати всі чотири отримані спектри туманності Андромеди. Результат шокував астронома. Вчений очікував отримати звичайні швидкості зірок відносно Землі — 10...15 кілометрів за секунду. Такі ж швидкості повинні мати спіральні туманності. Якщо ж туманність Андромеди — велике позагалактичне скупчення зірок, то такому космічному об'єкту належало ще повільніше «плавати» в просторі — як великим китам. А за спектрами Слайфера виходило, що туманність Андромеди летить до Сонця з божевільною швидкістю 300 км/с, або понад мільйон кілометрів за годину!





*Рис. 2.* 61-см рефрактор Кларка Ловеллівської обсерваторії

Що за космічне диво зловив Слайфер? Якщо така швидкість реальна, то туманність Андромеди не може належати нашій Галактиці, бо гравітаційне поле Чумацького Шляху не здатне утримати у своїх межах такі швидкі об'єкти. Але якщо туманність Андромеди — позагалактичний об'єкт, його величезна швидкість перевертає все традиційні уявлення про космос!

Розуміючи, що помилка тут неприпустима, Слайфер надіслав копію отриманих спектрів в Лікську обсерваторію, астроному Едварду

Фету (1881—1959), який теж займався вивченням космічних спектрів.

Коли Фет отримав дані Слайфера з проханням їхньої незалежної перевірки, то був глибоко шокований, адже ще у 1908 році він зняв на найбільшому 36-дюймовому Лікському телескопі спектр Андромеди і виявив в ньому сильне синє зміщення ліній! Але Фет навіть не міг уявити, що Андромеді притаманні такі швидкості руху, і без зайвих роздумів відніс результат до несправності спектрографа. І ось він дивився на аналогічний, але набагато більш переконливий результат, отриманий Слайфером на меншому телескопі, і розумів, що упустив свій зоряний час!

Прийшов лютий, і разом з ним прийшла впевненість Слайфера у правильності отриманих результатів. Він публікує у бюлетені Ловеллівської обсерваторії коротку замітку всього з дев'яти абзаців. Новина про вимірювання швидкості руху Андромеди зробила в астрономічному суспільстві ефект вибуху бомби. Відгуки були позитивними, але були і скептики в особі директора Лікської обсерваторії Вільяма Кемпбелла, який вважав, що така екстремальна швидкість Андромеди підозріла. Незабаром швидкість руху Андромеди, виміряну Слайфером, підтвердили і дані співробітників Лікської обсерваторії.

Слайфер розкопав «золоту жилу» і не думав зупинятися: він взявся за отримання спектрів інших туманностей. Але завдання виявилось ще важчим, тому що ці спіральні хмарки світилися набагато слабше, ніж туманність Андромеди.

До літа 1914 Слайфер виміряв спектри 15 туманностей. Це був справжній науковий подвиг. Кожна пластинка вимагала експозиції

RADIAL VELOCITIES OF TWENTY-FIVE SPIRAL NEBULAE.

Nebula.	Vel.	Nebula.	Vel.
N.G.C. 221	- 300 km.	N.G.C. 4596	+ 580 km.
224	- 300	4595	+ 1100
598	- 260	4594	+ 1100
1023	+ 300	4649	+ 1090
1068	+ 1100	4735	+ 390
2683	+ 400	4826	+ 150
3031	- 30	5005	+ 900
3115	+ 600	5055	+ 450
3379	+ 780	5194	+ 270
3521	+ 730	5210	+ 500
3623	+ 800	5866	+ 650
3627	+ 660	7331	+ 500
4258	+ 500		

Table 1: Radial velocities in km/s of 25 spiral nebulae published by VM Slipher in 1917. Negative terms indicate velocities of approach while positive velocities are receding

*Рис. 3.* Променеві швидкості туманностей, виміряні Слайфером

12...14 годин, що означало спостереження протягом кількох ночей! Але якщо не змінювати положення телескопа, то обрана зірка або туманність швидко залишають поле його зору. У сучасних телескопів є точні електричні мотори, які повільно повертають інструмент слідом за спостережуваним об'єктом, компенсуючи обертання Землі. Старі телескопи, включаючи і 61-см рефрактор Кларка (рис. 2), що був у Ловеллівській обсерваторії, мали тільки ручне управління. Слайфер не міг відійти від телескопа і спектрографа ні на крок, весь час вручну підкручуючи коліщатка і рукоятки і змінюючи напрямок інструмента.

— Як ви змогли так довго стояти біля телескопа? — вражено запитували Слайфера інші астрономи. Він сухо відповідав:

— Я притулявся до нього.

Сумарний результат спостережень 15 туманностей вийшов ще більш вражаючим, ніж спостереження Андромеди і галактики Сомбєро. Слайфер не любив публічності, але в серпні 1914 року він виступив на зборах Американського астрономічного товариства з доповіддю про свої дослідження швидкостей туманностей. Результат потряс всіх: лише три туманності, включаючи Андромеду, наближаються до Чумацького Шляху; дванадцятьоро інших віддаляються від Сонця, тобто розбігаються в різні боки! (рис. 3).

Після закінчення доповіді весь зал підвівся й улаштував Слайферу овацію. Разом з іншими астрономами аплодував і майбутній знаменитий астроном Едвін Габбл (1889—1953), якого тоді щойно прийняли в Астрономічне суспільство.

Відомий датський астроном Ейнар Герцшпрунг (1873—1967) та інші вчені, включаючи Кемпбелла, вітали Слайфера з важливим

відкриттям, всі вони мали зникати до нового бачення світу. Стало зрозуміло, що туманності — такі ж галактики, як і наш Чумацький Шлях. Але залишалося незрозумілим, що змушує їх розбігатися в різні боки.

У квітні 1917 року Слайфер виступив на конференції у Філадельфії. До того часу він виміряв швидкості 25 галактик, і лише чотири з них рухалися до Сонця, решта розбігалися. Слайфер сказав, що це виглядає так, немов галактики чомусь розсіюються у просторі.

У цей час в Європі відбувалися важливі події: в 1915 році німецький фізик Альберт Ейнштейн (1879—1955) побудував теорію гравітації — загальну теорію відносності. У листопаді 1917 року нідерландський астроном Віллем де Сіттер (1872—1934) показав, що за деяких умов рівняння Ейнштейна мають розв’язок, згідно з яким Всесвіт нестационарний, і галактики в ньому можуть розлітатися в різні боки. Де Сіттер перший вжив термін «Всесвіт, що розширюється».

Англійський астрофізик Артур Еддінгтон (1882—1944) в 1923 році пов’язав теорію де Сіттера зі спостереженнями Слайфера (до того часу той вже виміряв швидкості 41 галактики, і тільки п’ять з них рухалися до Сонця) і прийшов до висновку, що швидкість руху галактик повинна зростати зі збільшенням відстані до них.

Історія схильна до спрощення — у багатьох популярних книгах, і навіть у підручниках астрономії можна прочитати про те, що розбігання галактик відкрив Габбл. Це не так: фундаментальний факт розбігання галактик відкрив і дослідив Весто Мелвін Слайфер — скромний і завзятий трудівник науки. З часом він став директором Ловеллівської обсерваторії, керував пошуком планети Плутон. Помер Весто Мелвін Слайфер у віці 94 років.

### Список літератури

1. Горькавий Н. Сказка об астрономе Слайфере, который открыл разбегание Вселенной. *Наука и жизнь*. 2011. № 4.
2. O’Raifeartaigh C. The contribution of VM Slipher to the discovery of the expanding universe. *ASP Conf. Ser. Origins of the Expanding Universe: 1912—1932*. Eds M. J. Way, D. Hunter. 2013. Vol. 471. arXiv: 1212.5499.
3. Thompson L. A. V. M. Slipher and the Development of the Nebular Spectrograph. *ASP Conf. Ser. Origins of the Expanding Universe: 1912—1932*. Eds M. J. Way, D. Hunter. 2013. Vol. 471. arXiv: 1301.7331.

### ПАМ'ЯТНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ

*Л.М. СВАЧІЙ*

кандидат фізико-математичних наук  
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

*1075 років тому народився знаний єгипетський астроном ібн Юніс (950—1009). Він активно провадив астрономічні спостереження в обсерваторії поблизу Каїра, склав астрономічні й тригонометричні таблиці щодо руху Місяця, Сонця й планет, які були в широкому вжитку два століття, відкрив вікове прискорення середнього руху Місяця, удосконалив гномон тощо.*

*450 років тому народився німецький астроном Х. Шейнер (1575—1650), відомий як основоположник фізіологічної оптики та один із перших спостерігачів сонячних плям і факелів. Він уперше визначив період осевого обертання Сонця та нахил осі цього обертання до площини екліптики, а також уперше висловив припущення, що різні частини сонячної поверхні обертаються навколо осі неоднаково.*

*Минає чотири століття від дня народження видатного італійського й французького астронома Дж. Д. Кассіні (1625—1712) — талановитого спостерігача, автора першої точної теорії рефракції, широкковживаних ефемерид супутників Юпітера, великої карти Місяця та ін. Учений відкрив чотири супутники Сатурна, визначив періоди осевого обертання Юпітера й Марса, узяв участь в успішній колективній роботі щодо вимірювання сонячного паралакса. Дж. Д. Кассіні понад 40 років був директором Паризької обсерваторії — першої в Європі державної астрономічної установи.*

*275 років тому народилася К. Л. Гершель (1750—1848) — англійський астроном, сестра й помічниця знаменитого вченого В. Гершеля.*

Вона обробляла спостереження В. Гершеля, сама спостерігала небесні світила, підготувала до друку каталоги туманностей і зоряних скупчень, що їх відкрив В. Гершель, сама відкрила понад 20 туманностей і комет, виконала велику роботу стосовно вдосконалення зоряного каталогу Дж. Флемстіда та ін.

225 років тому англійський учений В. Гершель відкрив інфрачервоне світло — електромагнітне випромінювання, що за довжиною хвилі охоплює діапазон між червоними променями видимого світла і мікрохвильовим радіовипромінюванням.

Минає 200 років із дня народження відомого німецького астронома Й. Ф. Ю. Шмідта (1825—1884). Він зробив великий внесок у дослідження Місяця, змінних зір, планет, метеорних потоків та ін.; учений понад чверть століття очолював Національну обсерваторію в Афінах.

175 років тому народився знаний український учений, перший вітчизняний астрофізик А. К. Кононович (1850—1910). Його наукові дослідження стосуються проблеми обчислення орбіт подвійних зір, фотометричного вивчення небесних об'єктів, визначення координат сонячних плям та ін.; він зібрав колекцію, що містить понад півтори тисячі знімків сонячної поверхні.

Півтора століття тому народився радянський астроном та організатор науки Г. А. Тихов (1875—1960), знаний внеском у фотометричні та колориметричні дослідження зір і планет, а також у вивчення деяких питань атмосферної оптики; він є автором університетського курсу астрофотометрії («Астрофотометрія», 1922 р.).

100 років тому народився англійський та американський астроном Дж. Бербідж (1925—2010), відомий внеском у ядерну астрофізику, теорію внутрішньої будови та еволюції зір, а також у фізику галактик і квазарів.

Минає століття з дня народження знаного бельгійського астронома й геофізика П. Мелькіора (1925—2004); основні його дослідження стосуються геодинаміки, осьового обертання та припливних деформацій Землі.

Пів століття тому реалізовано космічний радянсько-французький експеримент АРАКС (ARAKS: Artificial Aurora between Kerguelen and Sogra). Він дав змогу перевірити гіпотези про структуру земної магнітосфери й поведінку частинок у ній, а також про механізми генерації полярних сяїв.

50 років тому здійснено запуски двох радянських АМС «Венера-9» та «Венера-10», за допомогою яких проведено комплексне дослідження Венери з орбіти її штучного супутника та на її поверхні, зокрема, знайдено підтвердження тектонічної активності на Венері, визначено густину поверхневих порід і вміст у них природних радіоактивних



елементів, виміряно швидкість вітру на різних висотах, визначено структуру хмарного покриву та оптичні властивості хмар, виявлено грози й блискавки в хмарному шарі, отримано нову інформацію про магнітне поле в околицях Венери та про її іоносферу, вперше отримано фототелевізійні панорамні зображення з іншої планети.

Минає пів століття з часу космічної місії «Союз-Аполлон» — першого міжнародного космічного пілотованого польоту зі стикуванням кораблів. У рамках цієї програми проведено кілька наукових і технічних експериментів: штучне сонячне затемнення, дослідження впливу невагомості й космічного випромінювання на біологічні ритми, вивчення впливу невагомості на деякі процеси в напівпровідниках і металах та ін.

50 років тому у космос запущено дві американські АМС «Вікінг-1» та «Вікінг-2» для вивчення Марса з орбіти його штучного супутника та на його поверхні. Ці АМС передали кольорові якісні зображення марсіанської поверхні, проаналізували ґрунт Марса щодо наявності живих організмів, провели кілька наукових експериментів тощо.

\*\*\*\*\*

Минає **1075 років** від дня народження знаного єгипетського астронома **ібн Юніса** (часто транскрибують, як ібн Юнус, а повне ім'я: Абу-л-Гассан бен-Абдеррахман бен-Ахмед бен-Юніс Абдала бен-Муса бен-Мезара бен-Гафез бен-Гіан ібн Юніс ас-Садафі аль-Місрі).

Ібн Юніс — представник давнього роду, що вийшов із Ємену. Він народився 950 р. в Єгипті, в заможній та культурній родині. Один з його предків був висококваліфікованим правозахисником, а батько ібн Юніса, Абу Саїд Абдеррахман, написав історію Єгипту. Закономірно, що ібн Юніс отримав блискуче виховання, здобув якісну освіту й зміг утілити в життя свої таланти як музикант, поет, учений.

Основна частина життя ібн Юніса припала на часи Фатімідської держави чи Фатімідського халіфату, — середньовічної шиїтсько-ісмаїлітської арабської держави, що існувала в 909—1171 рр. і займала території Єгипту, Палестини, Сирії та багато інших земель; її назва походить від імені дочки ісламського пророка Мухаммеда Фатіми. Центром цієї великої держави з 972 р. було м. Каїр — тепер столиця Арабської Республіки Єгипет. Завоював же Єгипет і зробив його частиною Фатімідської держави (Каїрським халіфатом) халіф аль-Муїзз Лідініллах наприкінці 960-х — на початку 970-х років. Він правив Фатімідсь-

кою державою до 975 р., а його наступником став халіф аль-Азіз Біллах (роки правління: 975—996).

Учителем ібн Юніса щодо наукової роботи був перський учений Абу-л-Вафа Мухаммад ібн Мухаммад ал-Бузджані (940 — 998) — один з найвидатніших математиків та астрономів середньовічного Сходу. З 960 р. Абу-л-Вафа здійснював спостереження в Багдадській обсерваторії; юний ібн Юніс провів там деякий час і теж полюбив астрономію. Йому поталанило: його покровителем став сам халіф аль-Азіз Біллах. Щедрий правитель надав ібн Юнісові кошти для спостережень, які астроном провадив упродовж трьох десятиліть — з 977 до 1007 рр. Спостереження, що їх ібн Юніс розпочав за аль-Азіза, він продовжив у перші 11 років царювання його наступника, халіфа аль-Хакіма. Вони стосувалися сонячних і місячних затемнень, сполучень планет та ін. З 1000 р. ібн Юніс спостерігав в обсерваторії на горі Мокаттам, на схід від Каїра. Цю обсерваторію звелів побудувати правитель аль-Хакім; він і сам часто бував там, захоплюючись астрономічними заняттями.

Ібн Юніс склав астрономічні й тригонометричні таблиці стосовно руху Місяця, Сонця й планет, а саму цю велику працю присвятив халіфові аль-Хакімові, назвавши її «Таблиця Хакіміта». Хакімітські таблиці містили багато практичних правил і прийомів для полегшення астрономічних обчислень і були одними з найкращих таблиць такого роду; вони слугували астрономам різних країн майже два століття, зокрема їх використав азербайджанський учений Насир ад-Дін ат-Тусі (1201—1274) в «Ілханських таблицях».

Крім результатів власних спостережень, ібн Юніс опублікував огляд спостережень своїх попередників — арабських астрономів, починаючи від правителя Арабського халіфату й покровителя вчених аль-Мамуна (786—833), тобто за 200 років. Дехто з істориків науки пише, що велика книга ібн Юніса, яка вмістила його неабиякі наукові здобутки, замінила «Альмагест» Птолемея на всьому тогочасному Сході.

Ібн Юніс проаналізував результати спостережень сонячних і місячних затемнень упродовж 977—1007 рр. і на основі цього відкрив вікове прискорення середнього руху Місяця — випередження Місяцем свого заздалегідь обчисленого положення на небі для земного спостерігача (це явище зумовлене, головним чином, припливною взаємодією Місяця й Землі).

Ще одне досягнення ібн Юніса: він удосконалив гномон і показав, що тінь гномона показує висоту над горизонтом

верхнього краю (а не центра) сонячного диска. Нагадаємо, що давній астрономічний інструмент для вимірювання часу — гномон — являє собою вертикальну жердину, яка відкидає тінь на горизонтальний майданчик. Вимірюючи нахил і довжину тіні від гномона на горизонтальній площині, можна визначити висоту Сонця над горизонтом, а також час. Оскільки кутовий діаметр Сонця перевищує пів градуса, то уточнення ібн Юніса було важливим (тепер гномон в астрономічній практиці, звичайно, не використовують).

Помер Абу-л-Гассан ібн Юніс 1008 року в Каїрі.

\*\*\*\*\*

**450 років** тому, 25 липня 1575 р., народився **Христоф** (Кристоф) **Шейнер**. В «Астрономічному календарі» вже опубліковано замітку про цього знаного німецького астронома (див. «Астрономічний календар» [на] 2000 р., К. 1999. С. 224), її продубльовано на Українському астрономічному порталі за посиланням: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-khrystofa-sheinera>. Тому тут подано тільки деякі відомості про життя та наукові здобутки Х. Шейнера.

Х. Шейнер здобув вищу освіту в університеті міста Інгольштадт (Баварія), де вивчав метафізику і математику. Згодом у тому ж закладі він працював на посаді професора (професор астрономії, математики та єврейської мови), там же розпочав свої астрономічні дослідження; пізніше працював в освітніх закладах інших міст.

Основний внесок Х. Шейнера в науку стосується вивчення Сонця. Незалежно від Г. Галілея (1564—1642), Й. Фабриція (1587—1615) і Т. Херріота (1560—1621) він відкрив сонячні плями (1611 р.). Ретельно простеживши за рухом плям, Х. Шейнер визначив період обертання Сонця навколо власної осі і нахил цієї осі до екліптики. Вчений першим висунув гіпотезу про те, що періоди обертання різних зон сонячної поверхні навколо осі неоднакові. Х. Шейнер уперше спостерігав яскраві плями біля краю сонячного диска — факели.



У 1613 р. Х. Шейнер виготовив один із перших телескопів-рефракторів за схемою Кеплера і послуговувався цим інструментом при спостереженнях Сонця та Сатурна. Телескоп системи Кеплера складається з двох основних лінзових елементів — об'єктива та окуляра, — які мають спільну оптичну вісь і разом створюють зображення світила для спостерігача; зображення, сформоване об'єктивом, передається безпосередньо в окуляр, де воно збільшується для спостереження.

У 1618 р. Х. Шейнер сконструював перше паралактичне монтування для телескопа. Такий тип монтування зручний для астрономічних спостережень; він забезпечує обертання телескопа навколо двох взаємно перпендикулярних осей: одна вісь (полярна) паралельна до осі добового обертання Землі, а друга (вісь схилень) паралельна до площини небесного екватора.

Х. Шейнера вважають основоположником фізіологічної оптики; зокрема він виявив, що кривизна кришталика змінюється при акомодациї ока. Ще один здобуток цього вченого: він винайшов пантограф — прилад для виготовлення копій карт, планів і креслень зі зміною або збереженням масштабу.

\*\*\*\*\*

**400 років** тому, 8 червня 1625 р., в італійському поселенні Перинальдо, що в графстві Ніцца, народився **Джан Домінік (Джованні Доменіко) Кассіні**. Два роки він навчався у поселенні Валлебона, а потім — у єзуїтському колеґіумі (навчальний заклад, який організували та яким опікувалися члени ордену єзуїтів) у м. Генуя та в абатстві (вид католицького монастиря) Сан-Фруктуозо.



У 1644 р. талановитий юнак отримав запрошення від маркіза Корнеліо Мальвазії (1603—1664), болонського сенатора, працювати в його приватній обсерваторії в Панцано, що поблизу м. Болоньї. Маркіз Мальвазії дуже захоплювався астрологією. Дехто з істориків науки пише, що молодий Кассіні, переконавшись сам у безглузді астрології, зумів переконати в цьому і свого покровителя-маркіза.

Звичайно, працюючи в Панцано, 19-річний Джованні Доменіко продовжив свою астрономічну освіту, а керував-

ли цим процесом знані італійські вчені Джованні Річчолі (1598—1671) та Ф. М. Грімальді (1618—1663). Так промайнуло п'ять років — і ще зовсім молодий Дж. Д. Кассіні, після смерти знаного математика Бонавентури Франческо Кавальєрі (1598—1647), за протекцією маркіза Мальвазії, у 1650 р. став на посаду професора астрономії Болонського університету і плідно трудився там майже два десятиліття.

У той час Дж. Д. Кассіні зробив чимало для астрономії, так що став відомим серед учених. Зокрема, у церкві св. Петронія (базиліка Сан-Петроніо) він поновив полуденну лінію, що її раніше провів італійський священнослужитель і вчений Ігнатій (Іньяціо) Данті (1536—1586), та, послуговуючись нею, виконав чимало астрономічних спостережень. Крім того, Джованні Кассіні опублікував замітки про комети, видимі в 1652 і 1664 роках, склав таблиці руху супутників Юпітера й нові сонячні таблиці, а також на основі власних телескопічних спостережень довів факт осьового обертання деяких планет, про що докладніше скажемо нижче.

Далі величезну роль у житті Дж. Д. Кассіні відіграла ухвала Паризької Академії наук, за згодою короля Людовика XIV (1638—1715), щодо організації астрономічної обсерваторії у Франції. Створена 1666 року, Академія наук на своєму першому засіданні 22 грудня 1666 р. постановила спорудити королівську обсерваторію — першу державну обсерваторію в Європі. Організацією обсерваторії, як і Паризької АН, опікувався французький високопосадовець, міністр короля Людовика XIV, Жан-Батист Кольбер (1619—1683).

Будівлю Паризької обсерваторії спроектував французький архітектор Клод Перро (1613—1688), брат Шарля Перро — автора всесвітньо відомих казок «Кіт у чоботях», «Попелюшка», «Спляча красуня», «Червона шапочка» тощо. З очевидних причин місце для обсерваторії обрали далеко (на той час) від Парижа; вісь симетрії її будівлі визначала положення місцевого меридіана, який відтоді називають паризьким меридіаном. У червні 1667 р., в день літнього сонцестояння, учені Паризької АН на місці майбутнього будинку обсерваторії зробили відмітки на землі щодо лінії меридіана та інших напрямків, потрібних для точного орієнтування будівлі відносно сторін світу.

У 1669 р. Ж.-Б. Кольбер, прислухавшись до поради одного з перших астрономів Паризької АН, майстерного спостерігача, абата Жана Пікара (1620—1682) запросив Дж. Д. Кассіні очолити обсерваторію — почався паризький період життя вже досвідченого, висококваліфікованого італійського астронома. Він вирушив до Парижа в лютому 1669 р. і провів у дорозі майже 40 днів — такими довгими були тоді подорожі навіть до сусідньої країни.

Дж. Д. Кассіні керував спорудженням обсерваторії, дещо модифікував її будівлю. У 1671 р. зведення Паризької обсерваторії завершили. Її першим інструментом став квадрант радіусом 5 футів (1 фут = 30.48 см), оснащений невеликим телескопом. Нагадаємо, що квадрант — це астрометричний інструмент, який являє собою чверть розділеного круга, розміщену у вертикальній площині прямокутно; квадрант дає змогу вимірювати висоти світил і реєструвати моменти проходження світил через вертикал або меридіан. Згодом обладнання Паризької обсерваторії стало істотно потужнішим.

Дж. Д. Кассіні був директором Паризької обсерваторії до кінця своїх днів — понад 40 років. Потім її очолювали його син Жак (1677—1756), внук Цезар—Франсуа (1714—1784) та правнук Домінік (1748—1845). Загалом, представники астрономічної династії Кассіні керували Паризькою обсерваторією понад 120 років.

З вересня 1673 р. Дж. Д. Кассіні мешкав на території обсерваторії. У середині 1670-х рр. він одружився з французькою Женев'євою Делестр (de Laistre), дочкою генерал-лейтенанта Клермон-ан-Бовезі. У 1673 р. він став громадянином Франції, змінивши ім'я з Джованні Доменіко на Джан Домінік.

У 1711 р. Джан Домінік Кассіні втратив зір, а наступного року, 14 вересня, помер у Парижі у віці 87 років.

Основні наукові роботи Джана Домініка Кассіні стосуються спостережної астрономії. Він був навдивовижу вмілим спостерігачем Сонця, Місяця, планет і їхніх супутників. В Італії Дж. Кассіні провів величезну кількість позиційних спостережень Сонця за допомогою меридіанного інструмента (спостереження в меридіані; горизонтальну вісь інструмента встановлено в напрямку схід — захід) і на цій основі склав нові сонячні таблиці (ефемериди Сонця), які опубліковано 1662 р.

У 1664 р. Дж. Д. Кассіні став спостерігати поверхні планет, послуговуючись великими та якісними телескопами. Того ж року він досить точно визначив період осьового обертання Юпітера (приблизно 10 год), описав систему смуг на юпітеранській поверхні, а також виміряв сплюснутість цієї планети. Через два роки вчений пропостерігав поверхню Марса і за її деталями з високою точністю визначив період осьового обертання Червоної планети: 24 год 40 хв. Ще одна велика праця Дж. Д. Кассіні — таблиці руху супутників Юпітера (1668 р.; виправлені в 1693 р.), які набули широкого вжитку серед астрономів і мореплавців.

Джан Кассіні відкрив чотири супутники Сатурна: Япет (1671 р.), Рею (1672 р.), Тетію чи Тетіс (1684 р.) та Діону (1684 р.). Япет (його середній діаметр становить приблизно 1500 км) має кілька цікавих

особливостей, зокрема одна його півкуля дуже темна, а друга, навпаки, дуже світла, яскрава; темну частину названо областю Кассіні (лат. Cassini Regio). Учений також виявив (1675 р.), що кільце Сатурна складається з двох частин, розділених темною смугою (її названо щілиною Кассіні), і висловив правильний здогад, що воно є системою величезної кількості окремих малих тіл.

Чималий внесок зробив Джан Кассіні у вивчення Місяця. На основі своїх спостережень за його рухом вчений у 1693 р. сформулював три висновки, названі згодом законами Кассіні:

1) Місяць обертається навколо власної осі з рівномірною швидкістю в тому ж напрямку, в якому він рухається навколо Землі; кутова швидкість обертання дорівнює середньому сидеричному рухові Місяця вздовж орбіти;

2) нахил екватора Місяця до екліптики є сталою величиною;

3) довгота висхідного вузла місячного екватора на екліптиці дорівнює збільшеній на  $180^\circ$  довготі висхідного вузла місячної орбіти, тобто висхідний вузол місячного екватора збігається з низхідним вузлом орбіти на екліптиці.

Законо Кассіні досить добре описують реальне обертання Місяця, їх ще деколи називають законами хитання Місяця.

Протягом 1671—1679 рр. Дж. Д. Кассіні спостерігав деталі на поверхні Місяця, а за підсумками цієї великої роботи склав карту нашого природного супутника (1679 р.).

У 1672 р. Дж. Д. Кассіні взяв участь у спостереженнях Марса під час його протистояння зі Сонцем з метою визначити відстань від Землі до Сонця (величину сонячного паралакса). Джан Кассіні та Жан Пікар спостерігали в Паризькій обсерваторії, а їхній колега Жан Ріше (1630—1696) помандрував для цього у Кайєнну (адміністративний центр французького заморського департаменту Гвіана), що в Південній Америці, поблизу екватора, потративши на експедицію приблизно два роки. Спостереження виявилися успішними: відстань від Землі до Сонця оцінено в 140 млн км (для величини сонячного паралакса отримано  $9.5''$ ) — ця величина близька до істинного значення ( $8.8''$ ).

Дж. Д. Кассіні дав перший науковий опис зодіакального світла (1685 р.) і запропонував саму назву для цього явища, яку вживають дотепер. Він спостерігав зодіакальне світло в Паризькій обсерваторії протягом десятка років, починаючи з 1683 р. Явище полягає у світінні певної частини нічного неба, причому це світіння найінтенсивніше в ділянці зодіакальних сузір'їв. Зазвичай видно дифузний світний конус, що простягається вздовж екліптики та розширюється в напрямку до горизонту. Це явище помітили ще народи Давнього Єгипту,

Давньої Греції та ін. Зодіакальне світло зумовлене розсіюванням сонячних променів на часточках міжпланетного пилу. Дж. Д. Кассіні висунув правильне припущення про космічне, а не метеорологічне, походження описуваного явища.

Дж. Д. Кассіні запропонував першу досить точну теорію атмосферної рефракції, засновану на законі Снелліуса (законі синуса). Цей закон описує заломлення світла на межі двох прозорих середовищ і формулюється так: кут падіння світла на поверхню зв'язаний із кутом заломлення співвідношеннями:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ , де  $n_1$  — показник заломлення середовища, з якого світло падає на межу;  $\theta_1$  — кут падіння світла;  $n_2$  — показник заломлення середовища, в яке світло потрапляє;  $\theta_2$  — кут заломлення світла.

Світло заломлюється, проходячи крізь атмосферу, отже, напрям променя від небесного тіла змінюється. Таким чином, рефракція є постійним фактором, який впливає на якість астрономічних спостережень, тому дуже важливо точно кількісно враховувати рефракцію. Її описують деякою теорією, що базується на тому чи тому уявленні про будову атмосфери, і таблицями, обчисленими за цією теорією для деяких середніх умов (температура, тиск, вологість повітря). Таблиця рефракції, яку Дж. Д. Кассіні склав 1667 р., неабияк допомагала при опрацюванні результатів астрономічних спостережень.

Ще один із напрямків досліджень Дж. Д. Кассіні — вимірювання дуги меридіана на території Франції. Він керував відповідними експедиційними роботами на північ і південь Франції та намагався інтерпретувати результати вимірювань. На жаль, дійшов неправильного висновку, що довжина одного градуса меридіана зменшується в напрямку на північ — звідси випливало, що Земля має форму сфероїда, витягнутого біля полюсів. Експедиції в різні пункти планети для вимірювання довжини дуги меридіана науковці здійснили не раз. Урешті-решт, у першій половині XVIII ст. французькі вчені остаточно довели факт сплюснутості земної кулі біля полюсів: довжина дуги, яка відповідає  $1^\circ$  меридіана, в напрямку до півночі зростає. Про це ж писали Х. Гюйгенс у 1687 р. та І. Ньютон дещо раніше, також непрямі свідчення цього отримав Жан Ріше зі спостережень за маятником під час згаданої вище експедиції до Кайєнни на початку 1670-х рр.

Дж. Д. Кассіні мав і деякі інші помилкові погляди щодо того чи того наукового питання, зокрема, він не погоджувався з геліоцентричною системою світу Міколая Коперника, вважав, що комети утворені із випарів Землі та інших планет, заперечував пояснення свого колеги, датського й французького вченого Оле Ремера (1644—1710) щодо розбіжності обчислених і спостережених моментів затемнень супутників Юпітера (О. Ремер правильно пояснив їх скінченною ве-



личною швидкості світла). Однак деякі хибні твердження Джана Кассіні не затьмарюють його величезного внеску в науку.

Дж. Д. Кассіні мав поетичний талант, замолоду написав багато віршів. Сучасники відмічали його спокійний, добрий, мирний характер і глибоку релігійність, навіть свою майже повну сліпоту він переживав без нарікань.

На честь Дж. Д. Кассіні названо кратер на Місяці (водночас його названо на честь Жака Кассіні), кратер на Марсі та астероїд Головного поясу (24101) Кассіні (24101 Cassini). Цікаво, що один з астероїдів Головного поясу названо на честь невеликого поселення Перинальдо (7556 Perinaldo) — батьківщини знаменитого астронома. На честь цього знаменитого європейського вченого назвали міжнародну автоматичну міжпланетну станцію «Кассіні — Гюйгенс», яка стартувала зі Землі 1997 року і впродовж 2004—2017 рр. досліджувала Сатурн, його супутники та кільця, а її посадковий модуль здійснив успішну посадку на супутник Сатурна Титан.

\*\*\*\*\*

**275 років** тому, 16 березня 1750 р., у німецькому місті Ганновері народилася **Кароліна Лукреція Гершель** — англійський астроном, сестра й помічниця майстерного музиканта й знаменитого астронома Вільяма Гершеля (1738—1822). «Астрономічний календар» уже опублікував замітку про її життя та діяльність (див. «Астрономічний календар» [на] 1998 р., К. 1997. С. 212, 213), цю замітку продубльовано на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-karolinu-hershel>. В «Астрономічному календарі» та на Українському астрономічному порталі вміщено замітки і про Вільяма Гершеля (див. «Короткий астрономічний календар» [на] 1988 р., К. 1987. С. 172—175; «Астрономічний календар» [на] 2013 р., К. 2012, С. 280—284; <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-viliama-hershelia>). Отже, тут ми розповімо про Кароліну Гершель дуже коротко.

У 1772 р. на прохання Вільяма Гершеля Кароліна Лукреція переїхала до нього в Англію, де він працював органістом у м. Баті. Протягом цілого десятиліття вона допомагала братові в його професії музиканта: про-



води́ла репетиції хору, виступала на концертах як солістка тощо. Згодом, коли В. Гершель захопився практичною астрономією, він і сестра у вільний час шліфували й обточували телескопічні лінзи та дзеркала, а також спостерігали небесні світила. За допомогою брата Кароліна оволоділа основами математики, так що змогла самостійно обробляти спостереження.

На початку 1780-х рр. Вільяма Гершеля призначили королівським астрономом і надали йому засоби для конструювання чималого телескопа. У серпні 1782 р. брат і сестра переселилися в Датчет поблизу Віндзора. Там Вільям Гершель установив 20-футовий телескоп, а Кароліна одержала в своє розпорядження невеликий телескоп для пошуку комет на зоряному небі. Проте більшу частину свого часу вона допомагала братові в його астрономічних дослідженнях: ночі проводила з ним за спостереженнями, стежила за годинником, робила всі обчислення, вела журнал спостережень. Завдяки її допомозі В. Гершель міг часто публікувати свої праці.

У квітні 1786 р. брат і сестра переселилися в Сло, де встановили ще більший телескоп. Через рік король Англії призначив Кароліну Гершель офіційним асистентом Вільяма Гершеля з невеликою платнею, проте вона мала трохи часу і для проведення своїх спостережень. Невтомно вдивляючись у нічне небо, вона відкрила 8 комет і 14 туманностей.

У 1822 р., після смерті В. Гершеля, Кароліна Лукреція повернулася до Ганновера, де до кінця своїх днів (померла 9 січня 1848 р.) мешкала з братом Йоганном Дітріхом Гершелем, вправним музикантом.

У 1828 р. К. Гершель завершила підготовку каталогів туманностей і скупчень, що їх відкрив В. Гершель, привівши ці 2500 об'єктів до зручної системи. Крім того, ця непересічна жінка здійснила велику і трудомістку роботу щодо вивчення похибок зоряного каталогу Флемстіда (так званого Британського каталогу), в процесі якої склала додатковий каталог понад 560 зір, пропущених у роботі Дж. Флемстіда.

За наукові заслуги Кароліну Гершель нагороджено Золотою медаллю Лондонського королівського астрономічного товариства, обрано почесним членом цього Товариства, а також почесним членом Ірландської королівської академії наук.

\*\*\*\*\*

**225 років** тому, у 1800 р., видатний англійський астроном **Вільям Гершель** (1738—1822) виявив **інфрачервоне світло** — один із видів електромагнітного випромінювання. Це відкриття він зробив під час

дослідження Сонця, намагаючись знайти спосіб зменшити нагрівання інструмента, яким послуговувався при спостереженнях. Учений пропускав видиме сонячне світло через призму, розкладаючи його на спектр, і розміщував термометри, щоб виміряти температуру світла того чи того кольору. Таким способом В. Гершель з'ясував, що нагрівання інструмента тим більше, чим ближче промені до червоного кінця спектра. У мить осяяння чудовою згоадкою він помістив термометр поза червоним світлом, тобто в ту ділянку, де не було видно ніяких променів спектра, — виявилося, що нагрівальний ефект не тільки не зник, а навіть збільшився!

Так відбулося відкриття невидимого для людського ока інфрачервоного (ІЧ) випромінювання. Воно охоплює діапазон між червоними променями видимого світла (довжина хвилі 0.74 мкм, або 7400 Å) і мікрохвильовим радіовипромінюванням (довжина хвилі приблизно 1—2 мм). Часто інфрачервоними променями називають частину електромагнітного випромінювання від одного мікрона до одного міліметра — таке наближене узагальнення буває досить зручним. Разом з тим в астрономії закріпилися поняття ближній інфрачервоний (1—5 мкм), середній інфрачервоний (5—30 мкм), далекий інфрачервоний (30—300 мкм) і субміліметровий (300 мкм — 1 мм) діапазон, межі яких визначено дещо довільно. Є й інші схеми поділу інфрачервоного випромінювання на дрібніші діапазони. Інфрачервоне випромінювання ще називають тепловим випромінюванням.

Електромагнітний спектр охоплює широкий діапазон довжин хвиль: від гамма-променів з дуже короткою довжиною хвилі до радіохвиль з дуже довгою довжиною хвилі. Всі матеріальні об'єкти випромінюють електромагнітні хвилі в тій чи тій спектральній частині — це залежить від температури фізичного тіла. Сонце, температура поверхні якого 6000 К, випускає промені в багатьох ділянках спектру, а пік випромінювання припадає на зелене й жовте світло; разом з тим приблизно 50 % сонячного випромінювання становить інфрачервоне світло. Хмари міжзоряного газу й пилю, з яких формуються зорі, мають звичай температуру приблизно 50 К (–220 °С) і випромінюють в далекому інфрачервоному діапазоні, при цьому максимум випромінювання припадає на 100 мкм. Всесвіт загалом рівномірно наповнений так званим реліктовим випромінюванням, що відповідає температурі приблизно 3 К, а його пік припадає на міліметровий діапазон (1.1 мм); воно збереглося із часів Великого вибуху.

Інфрачервоне випромінювання є частиною нашого повсякденного життя. Наприклад, лампи розжарювання дають нам видиме світло, але більшу частину їхнього випромінювання становить саме інфрачервоне. Людське тіло випромінює в середньому інфрачерво-

ному діапазоні, а пік нашого випромінювання припадає на 10 мкм. Людина останнім часом може не тільки випромінювати, але і сприймати інфрачервоне світло — для цього служать спеціальні електронні детектори. Цікаво, що деякі види тварин бачать в інфрачервоному діапазоні, приміром, удави, піраньї, золоті рибки, комарі тощо.

Земна атмосфера добре пропускає радіовипромінювання, видиме світло та 70—80 % інфрачервоних променів, але не пропускає ультрафіолетове, рентгенівське, гамма-випромінювання та частину інфрачервоного. Для спостережень в інфрачервоному діапазоні астрономи послуговуються як наземними, так і космічними телескопами. Із наземних назвімо 3.8-м англійський рефлектор в обсерваторії Мауна-Кеа, призначений для спостережень в ближній ІЧ-ділянці спектру, та англо-голландський 15-м телескоп у тій же обсерваторії для спостережень у субміліметровому діапазоні. З-поміж інфрачервоних космічних телескопів широко відомі міжнародний «Інфрачервоний астрономічний супутник» (англ.: *InfraRed Astronomical Satellite, IRAS*; 1983 р.), європейський «Гершель» («*Herschel Space Observatory*»; 2009—2013 рр.) та найпотужніший серед космічних телескопів узагалі «Джеймс Вебб» («*James Webb Space Telescope, JWST*»), запущений у грудні 2021 р. Створений зусиллями американського, європейського та канадського космічних агентств, «Джеймс Вебб» перебуває в точці Лагранжа L2 системи Сонце — Земля (на віддалі 1.5 млн км від нашої планети), збирає випромінювання в ближньому й середньому інфрачервоному діапазоні та радує-дивує дослідників інформацією про різноманітні об'єкти Всесвіту — від найдальших галактик до планет Сонячної системи та їхніх супутників.

Як бачимо, людству неабияк допомогло відкриття інфрачервоного випромінювання, а спосіб, яким Вільям Гершель здійснив його, використовують досі в сучасних інструментах, зокрема в приладах на борту космічних обсерваторій, але такі інструменти, звичайно, набагато (в мільярд разів) чутливіші, ніж термометр Гершеля.

\*\*\*\*\*

**200 років** тому, 26 жовтня 1825 р., народився **Йоганн Фрідріх Юліус Шмідт**. «Астрономічний календар» уже опублікував замітку про цього добре знаного німецького астронома (див. «Астрономічний календар» [на] 2000 р., с. 224, 225), її продубльовано на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-yohanna-shmidta>.

Тут тільки нагадаємо, що Й. Ф. Ю. Шмідт захопився астрономією ще в підлітковому віці, розпочав свої дослідження зі спостережень Місяця, у 1856 р. опублікував трактат «Місяць» — перший опис місячної поверхні з геологічного погляду. Найвідоміша його праця — «Великий атлас Місяця» (1878 р.) — за повнотою і точністю перевершила всі наявні тоді карти нашого природного супутника.

Протягом 1845—1879 рр. Юліус Шмідт проводив систематичні спостереження змінних зір, визначав їхній блиск; він відкрив багато змінних зір, розробив шкалу кольорів зір і одним з перших визначив кольори яскравих зір. Учений спостерігав і планети, зокрема виконав майже 800 замальовок Юпітера, з високою точністю визначив періоди обертання Юпітера і Марса. Він спостерігав плями на Сонці, місячні затемнення, зодіакальне світло, комети, туманності, метеори та метеорні потоки.



\*\*\*\*\*

Минає **175 років** від дня народження **Олександра Костянтиновича Кононовича** — знаного українського астронома, першого вітчизняного астрофізика. «Астрономічний календар» уже опублікував замітку про його життя й діяльність (див. «Астрономічний календар» [на] 2000 р., Київ, 1999. С. 225, 226), також вказану замітку продубльовано на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-ua/dokladnishe-pro-ok-kononovycha>. Отже, тут подаємо тільки стислу інформацію про цього вченого.

О. К. Кононович народився 12 лютого 1850 р. в м. Таганрозі, середню освіту завершив у м. Одесі, після чого вступив на математичне відділення Новоросійського університету (тепер: Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова). У 1871 р. його залишили при університеті для підготовки до наукової діяльності.

Через кілька років О. К. Кононович поїхав у відрядження до Німеччини, щоб підготувати магістерську дисертацію. Він працював у Берлінській обсерваторії, а згодом вивчав астрофотометрію під керівництвом Йоганна Целльнера. У 1876 р. О. К. Кононович повернувся на Батьківщину і влаштувався вчителем математики й фізики в одній із гімназій Одеси. У 1880 р. він захистив дисертацію «Визначен-



ня орбіт подвійних зір із застосуванням до обчислення орбіти  $\gamma$  Virginis», здобувши ступінь магістра астрономії. Наступного року він став на посаду завідувача кафедри астрономії та астрономічної обсерваторії Новоросійського університету. За три десятиліття його керівництва обсерваторія перетворилася із навчально-допоміжної установи в передовий для того часу астрофізичний дослідний заклад і стала важливим науковим центром. У 1883 р. О. К. Кононович захистив докторську дисертацію «Фотометричні дослідження планет Марса, Юпітера та Сатурна» і невдовзі був обраний професором кафедри астрономії.

О. К. Кононович — один з піонерів астрофізичних досліджень у тодішній Росії. Його ранні роботи присвячено проблемі обчислення орбіт подвійних зір. Другий цикл його досліджень стосується фотометричного вивчення небесних об'єктів: О.К. Кононович одержав великі ряди фотометричних спостережень Марса, Юпітера й Сатурна. Згодом за допомогою протуберанц-спектроскопа він проводив регулярні спостереження сонячних протуберанців. Крім того, на основі фотографічних методів О. К. Кононович виконував систематичні визначення координат сонячних плям; колекція, яку він зібрав, містить понад півтори тисячі знімків поверхні Сонця.

О. К. Кононович помер 18 травня 1910 р.; на його честь названо астероїд Головного поясу (8322) Kononovich. Серед учнів О. К. Кононовича — талановитий російський астрофізик О. П. Ганський (1870—1908), відомий пулковський астрометрист О. С. Васильєв (1868—1947) та ін.

\*\*\*\*\*

**150 років** тому, 1 травня 1875 р., у м. Смолевичі Мінської губернії народився **Гавриїл Адріанович Тихов**. В «Астрономічному календарі» вже опубліковано докладну замітку про життя та наукову, педагогічну й науково-організаційну діяльність цього радянського (білоруського, російського, казаського) вченого (див. «Астрономічний календар» [на] 2000 р., с. 226—229), її продубльовано на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/doklad-nishe-pro-havryila-adrianovycha-tikhova>. Отже, тут наведемо тільки основні віхи стосовно його життя та наукової діяльності.

Г. А. Тихов зацікавився астрономією ще підлітком — цьому сприяли книжки талановитого французького популяризатора астрономії

Каміля Фламмаріона. У 1893 р. допитливий юнак вступив на фізико-математичний факультет Московського університету і вже з першого курсу спостерігав небесні тіла, спочатку послуговуючись 15-см астрономічною трубою оптичного магазину Швабе, а згодом відвідуючи Московську обсерваторію. Невдовзі він придбав астрономічну трубу (діаметр об'єктива 54 мм), перевіз її до рідного містечка і встановив у вежі, яку майже повністю побудував самостійно. У цій невеличкій обсерваторії Г. А. Тихов спостерігав небесні світила сам та показував їх відвідувачам. А невдовзі він усерйоз захопився ще однією наукою — ботанікою.



Закінчивши Московський університет, Г. А. Тихов продовжив навчання в Паризькому університеті — Сорбонні, водночас він працював у Медонській обсерваторії, набував досвіду у шліфуванні скла для астрономічних інструментів та ін. Закінчивши Сорбонну, у 1901 р. він повернувся на Батьківщину, кілька років викладав у московській гімназії та в Катеринославському вищому гірничому училищі (тепер: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна).

У 1906 р. Г. А. Тихова зарахували ад'юнктом-астрономом Пулковської обсерваторії, у 1913 р. він захистив дисертацію, здобувши ступінь магістра астрономії, у 1917 р. був мобілізований до армії і служив поблизу Києва в Центральній аеронавігаційній станції військової школи пілотів-спостерігачів. Після закінчення війни молодий учений повернувся до Пулковської обсерваторії, де працював до початку Великої Вітчизняної війни. У 1919 р. Г. А. Тихов організував і впродовж трьох десятиліть очолював астрофізичний відділ Природничо-наукового інституту ім. П. Ф. Лесгафта в Ленінграді (тепер м. Санкт-Петербург, РФ).

У 1941 р. Пулковську обсерваторію евакуйовано до Алма-Ати (тепер м. Алмати, Казахстан) — Г. А. Тихов залишився в тому місті до кінця своїх днів. З 1947 р. вчений очолював організований з його ініціативи Сектор астроботаніки АН КазРСР.

Основні наукові праці Г. А. Тихова стосуються фотометрії і колориметрії зір та планет, атмосферної оптики, а також проблеми заселеності планет; одним із перших він широко застосовував світлофільтри для астрономічних досліджень. Найтриваліша й найфундаментальніша робота вченого — масове визначення кольору зір у вибраних

ділянках Каптейна, результатом якої є каталоги кольорів майже 18 тисяч зір (1937, 1951 рр.).

Протягом чотирьох десятиліть Г. А. Тихов досліджував фізичну природу Марса. Він показав, що полярна шапка цієї планети має схожість з деякими зразками льоду, а також висунув припущення, що зеленуватий і коричнюватий колір марсіанської поверхні можна пояснити наявністю рослинності, яка влітку набуває бурого відтінку. Для обґрунтування такої гіпотези Г. А. Тихов вивчав спектральну відбивну здатність земних рослин в різних кліматичних умовах.

Г. А. Тихов провів колориметричні дослідження Сатурна, досліджував Уран і Нептун, спостерігав світло Місяця, розробивши для цього оригінальний метод призмового супутника зображення, а також вивчав оптичні властивості земної атмосфери, спостерігав часткові та повні сонячні затемнення, вперше виявив, що сонячна корона складається з двох частин: безструктурної «матової» та «променистої» корони; одним з перших він досліджував вибіркове поглинання світла в міжзоряному середовищі.

\*\*\*\*\*

**Століття** тому, 24 вересня 1925 р., в англійському містечку Чіппінг-Нортоні (графство Оксфордшир) народився **Джефрі Бербідж**.

Вищу освіту майбутній знаний астрофізик здобув у Брістольському й Лондонському університетах, у Лондонському університеті ж розпочав трудову біографію, далі недовго працював у Гарвардському університеті (США), протягом 1953—1955 рр. — у Кавендішівській лабораторії університету міста Кембридж. Згодом, до 1957 р., Дж. Бербідж був співробітником обсерваторій Маунт-Вілсон і Маунт-Паломар (шт. Каліфорнія, США), після чого кілька років працював у Чиказькому університеті (США), а з 1962 до 1978 рр. — в Каліфорнійському університеті в м. Сан-Дієго (з 1963 р. — професор). Після цього Дж. Бербідж працював у Національній обсерваторії Кітт-Пік, причому впродовж 1978—1984 рр. був її директором.



Переважну частину наукових досліджень Дж. Бербідж провадив разом з дружиною, Елінор Маргеріт Бербідж (1919—2020). Вони



стосуються ядерної астрофізики, теорії внутрішньої будови та еволюції зір, а також фізики галактик і квазарів.

У 1955—1957 рр., разом з американським ученим Вільямом Фаулером (1911—1995) та англійським астрономом Фредом Гойлом (1915—2001), Джефрі та Еліно́р Бербіджі виконали фундаментальне дослідження щодо утворення важких елементів під час ядерних реакцій у надрах зір. Їхня праця «Синтез елементів у зорях» («Synthesis of the Elements in Stars», 1957 р.) [14], де на основі астрономічних та лабораторних даних розглянуто процеси утворення елементів, важчих від заліза, і пояснено їхню відносну кількість, стала дуже впливовою в астрономії і ядерній фізиці, вона вивела теорію зоряного нуклеосинтезу в центр уваги наукової спільноти. Цю статтю ще називають «В<sup>2</sup>FN» за першими літерами прізвищ її авторів. У липні 2007 р. в Каліфорнійському технологічному інституті (Пасадена, США) відбулася конференція «Nuclear Astrophysics. 1957—2007. Beyond the First Fifty Years» [15] з нагоди 50-ї річниці оприлюднення цієї статті, де, звичайно, виступив Джефрі Бербідж.

Подружжя Бербіджі виконало великий цикл робіт стосовно вивчення галактик; ці вчені дослідили їхній хімічний і зоряний склад, обертання, вперше визначили маси багатьох галактик, вивчили незвичайні галактики, у яких відбуваються вибухові явища. Джефрі та Еліно́р Бербіджі — серед піонерів вивчення квазарів (1960-ті рр.); вони отримали спектри багатьох квазарів, а також виміряли червоне зміщення їхніх спектральних ліній. Чималу увагу ці вчені приділили теорії випромінювання радіогалактик, квазарів і пульсарів.

Дж. Бербідж працював також над проблемами космології, зокрема розробив (разом із Гелтоном Арпом (1927—2013), Фредом Гойлом та ін.) космологічну модель, згідно з якою відбувається «неперервне творення» об'єктів Всесвіту у вигляді серії малих розширень із сингулярного стану, при цьому мікрохвильове фонове випромінювання генерується в галактиках. Така модель, альтернативна до стандартної космологічної моделі (моделі Великого вибуху чи теорії Всесвіту, що розширюється), добре узгоджувалася з наявними тоді даними спостережень. Про це Дж. Бербідж опублікував статтю «Why Only One Big Bang?» у часописі «Scientific American» (Vol. 266, No 2 (February), 1992, р. 120), яку невдовзі переклали російською мовою [4].

З 1974 р. Дж. Бербідж був редактором щорічних оглядів «Annual Review of Astronomy and Astrophysics».

Наукові заслуги вченого відзначено Премією ім. Гелени Ворнер (Helen V. Warner Prize for Astronomy) Американського астрономічного товариства (разом з Еліно́рою Бербіджі; 1959 р.), Золотою медаллю Королівського астрономічного товариства (2005 р.) та іншими нагородами.

Помер Джефрі Бербідж 26 січня 2010 р. у Сан-Дієго (шт. Каліфорнія, США). На честь ученого названо астероїд Головного поясу (11753) Geoffburbridge.

\*\*\*\*\*

**100 років** тому, 30 вересня 1925 р., у бельгійському місті Мон-сюр-Маршан народився **Поль Мелькіор (Мельхіор)**. Вищу освіту він здобув у Брюссельському університеті. У 1949 р. П. Мелькіор став працювати в Бельгійській королівській обсерваторії, розміщеній в Уккелі — одній із комун, що утворюють Брюссельський столичний регіон; упродовж 1981—1990 рр. він очолював цю обсерваторію. Разом з тим із 1963 р. вчений працював на посаді професора в Лувенському університеті (бельгійське місто Лувен чи Лёвен розкинулося на берегах річки Дейле неподалік від Брюсселя) та був директором Міжнародного центру з вивчення земних припливів в Уккелі (з 1959 р.).

Основні наукові дослідження Поля Мелькіора стосуються проблем геодинаміки, а також фізичних властивостей Землі, зокрема її обертання та припливних деформацій.

За відхиленнями осевого обертання реальної Землі від передбачуваного теорією на основі припущення про абсолютну твердість Землі можна зробити висновки геофізичного характеру. Такий спосіб застосовував П. Мелькіор.

З-поміж наукових здобутків цього вченого назвімо такі. Він виявив зв'язок між коефіцієнтами розкладу припливноутворювальної сили та нутаційними коливаннями земної осі обертання. П. Мелькіор запропонував одну із формул для обчислення середньої широти (середня широта — це таке значення широти, яке було б за відсутності періодичного руху полюса); ця формула дає змогу виключити більшість коливань з періодами 0.5—1.3 року, але потребує для свого застосування щонайменше чотирирічного ряду спостережень. Учений сформулював три емпіричні закони стосовно чандлерівської нутації (чандлерівське коливання полюса, або вільна нутація, — це найбільше коливання в спектрі руху полюса; воно безпосередньо зв'язане з механічними властивостями Землі):

1) період вільної чандлерівської нутації зазнає флуктуацій із максимальним відхиленням від середнього приблизно 4%;



2) період та амплітуда вільної чандлерівської нутації пропорційні;

3) більший період вільної чандлерівської нутації корелює з малою амплітудою річного руху.

П. Мелькіор узяв участь у міжнародній програмі зі створення Зведеного каталогу зір. У її рамках він, разом з Р. Дежаффі, послуговуючись меридіанним колом обсерваторії в Уккелі, визначив схилення зір Міжнародної служби широти. Результатом такої роботи став каталог схилень і власних рухів цих зір, складений на основі всіх проведених до того спостережень (опублікований 1969 року).

Поль Мелькіор — автор двох великих за обсягом монографій. У книжці «Земні припливи» («The Earth Tides», 1966) викладено повний огляд сучасних йому теоретичних та експериментальних даних про земні припливи — періодичні підняття та опускання земної поверхні внаслідок гравітаційного впливу Землі й Сонця; земні припливи впливають на фундаментальні астрономічні спостереження, геодезичні вимірювання тощо. Названа праця містить додаток, де розглянуто припливні деформації Місяця. У 1968 р. у московському видавництві «Мир» вийшов її переклад російською мовою: П. Мельхиор, «Земные приливы» (под ред. Н. Н. Парийского). Друга монографія: «Фізика й динаміка планет», чотиритомна, опублікована в 1971—1973 рр.; переклад її російською мовою вийшов у 1975—1976 рр.

Поль Мелькіор очолював Комісію № 19 «Вивчення осьового обертання Землі» Міжнародного астрономічного союзу (з 1967 до 1970 рр.), а також був генеральним секретарем Міжнародного геодезичного й геофізичного союзу (з 1975 до 1978 рр.).

Цікавий факт: Поль Мелькіор відвідав ГАО НАН України (ГАО АН УРСР) у травні 1977 р. — у Голосіївській обсерваторії тоді відбувся перший в Україні офіційний Симпозіум МАС № 78 «Нутація і обертання Землі» (голова наукового оргкомітету: Є.П. Федоров); у Симпозіумі взяли участь 147 представників з різних країн, а результати його роботи відіграли важливу роль у підготовці нової «Теорії нутації МАС 1980». Невдовзі Поль Мелькіор надіслав відгук на адресу Є. П. Федорова: *«Я знову дякую Вам за Ваш прекрасний прийом, чудову організацію Симпозіуму в Києві і цікаву поїздку по Дніпру. Професор П. Мелькіор, генеральний секретар Міжнародного геофізичного й геодезичного союзу (Брюссель, Бельгія, 14.06.1977)»*. Крім того, восени 1980 року цей учений приїхав у Голосіївську обсерваторію на Всесоюзну конференцію (Першу Орловську конференцію) «Вивчення Землі як планети методами астрономії, геофізики і геодезії».

Помер Поль Мелькіор 15 вересня 2004 р. у Брюсселі.

\*\*\*\*\*

**50 років** тому, у січні — лютому 1975 р., успішно реалізовано радянсько-французький **космічний експеримент АРАКС** (ARAKS: ARtificial Aurora between Kerguelen and Sogra), що в перекладі з англійської означає «Штучне полярне сяйво Кергелен — Согра». В літературі натрапляємо на ще одну назву: «ARtificial Radiation and Aurora, Kerguelen — Soviet Union», українською: «Штучна радіація та полярне сяйво, Кергелен — Радянський Союз». Крім СРСР і Франції, у проєкті були задіяні США (Г'юстонський університет). Керував проєктом з радянської сторони знаний учений Роальд Сагдеев (народ. 1932 р.), який тоді був директором Інституту космічних досліджень АН СРСР.

Космічний експеримент АРАКС, до якого готувалися шість років, полягав у штучній інжекції (внесенні) електронів у земну іоносферу з борту ракет і в дослідженні відповідних ефектів у магнітосфері й іоносфері Землі. Такого роду проєкти називали активними космічними експериментами.

Щоб реалізувати цей експеримент, з о. Кергелен в Індійському океані запустили дві французькі геофізичні ракети «Ерідан», на борту яких були радянський прискорювач електронів, а також прилади для детектування заряджених частинок і хвиль.

Першу ракету запустили 26 січня в напрямку на північ, уздовж геомагнітного меридіана, а другу — 15 лютого на геомагнітний схід. На висоті 150—200 км прискорювач випускав у навколосезний простір потоки електронів, які невдовзі викликали низку ефектів над Архангельською областю в Росії. Далі прилади на борту ракет і на земній поверхні (в Архангельській обл. та на о. Кергелен) реєстрували заряджені частинки та хвилі, збираючи інформацію для вивчення ефектів, зумовлених інжекцією. Це такі явища: штучне полярне сяйво, взаємодія хвиль і частинок, азимутальний дрейф електронів, електричне поле Землі тощо.

Космічний експеримент АРАКС був успішним: вдалося здобути цінні наукові дані про рух електронів в електромагнітному полі та в плазмі навколосезного простору, він дав змогу перевірити гіпотези про структуру земної магнітосфери й поведінку частинок у ній, а також про механізми генерації полярних сьйав.

У 1975 р. в СРСР знято науково-популярний фільм «Експеримент АРАКС» — семихвилинна версія доступна за посиланням <https://www.youtube.com/watch?v=E117qX7GJnI> (дата звернення: 14.08.2024 р.).

\*\*\*\*\*

**50 років** тому, 8 та 14 червня 1975 р., з космодрому Байконур (тепер на території Республіки Казахстан) за допомогою ракети-носія «Протон-К» здійснено запуски двох радянських міжпланетних автоматичних станцій (АМС) «Венера-9» та «Венера-10». Названі АМС, кожна масою приблизно 5 т, були призначені для дослідження планети Венера з орбіти її штучного супутника та за допомогою спускних апаратів на її поверхні.

У жовтні того ж року названі АМС досягли околиць Венери. За дві земні доби до підльоту до планети від кожної автоматичної міжпланетної станції відділився спускний апарат (спускний модуль) із комплексом наукової апаратури на борту й невдовзі здійснив м'яку посадку на поверхню Венери (спуск відбувався спочатку на парашути, а потім за допомогою гальмівного аеродинамічного щитка), а два орбітальні модулі цих АМС стали першими штучними супутниками нашої сусідки-планети.

Ось як образно описав процес спускання модулів на венеріанську поверхню відомий російський учений Л. В. Ксанфомаліті (1932—2019): *«Грім, що супроводжував рух космічного апарата після його входження в атмосферу Венери, став поступово стихати. Полум'я навколо оболонки, розжареної тертям об атмосферу, потемніло. Через кілька секунд легкий вибух зірвав покришку пристрою. За апаратом потягнувся невеликий гальмівний парашут. Розкрилися куполи красивого потрійного парашута. На стропях злегка похитувався апарат незвичайної форми. Навкруги розстелявся неоглядний океан хмар...»* (переклад укр.: Л. Свачій).

Під час спускання прилади збирали інформацію про атмосферу, зокрема про потужний хмарний покрив планети, та зразу ж передавали її на орбітальні модулі.

Спускний модуль АМС «Венера-9» сів на освітленому Сонцем, але невидимому із Землі боці планети 22 жовтня 1975 р. Другий спускний апарат «привенеріанився» 25 жовтня 1975 р., теж на освітленому боці, на віддалі 2200 км від свого «колеги». Ці дати історики науки вважають великими днями радянської космонавтики.

Як відомо, на поверхні Венери екстремальні кліматичні умови: тиск до 100 атмосфер (1 атм = 101325 Па),



температура до 500 °С. У місцях посадки спускних модулів АМС «Венера-9, 10») тиск і температура біля поверхні становили, відповідно, 90 атм і 460 °С. Кожен зі спускних модулів (маса: 1560 кг) мав міцний корпус сферичної форми діаметром 2.4 м, був розрахований на зовнішній тиск, сумірний з 10 МПа, і покритий теплоізоляційним матеріалом; у верхній частині спускного модуля був прикріплений аеродинамічний гальмівний пристрій, а в нижній — посадковий пристрій. На борту кожного спускного модуля установили цілу низку наукових приладів: панорамний телефотометр для вивчення оптичних властивостей та отримання зображень поверхні в місці посадки; фотометр для вимірювання світлових потоків у зелених, жовтих і червоних променях, а також у двох ділянках інфрачервоних променів; фотометр для вимірювання яскравості атмосфери в інфрачервоному спектрі та для визначення хімічного складу атмосфери методом спектрального аналізу; датчики тиску й температури; мас-спектрометр для визначення хімічного складу атмосфери на висоті 34—63 км; анемометр для вимірювання швидкості вітру на поверхні планети; гамма-спектрометр для визначення вмісту природних радіоактивних елементів у породах Венери; радіаційний густиномір для визначення щільності ґрунту в поверхневому шарі планети та ін.

Спускні модулі «Венери-9» і «Венери-10», як пише Л. В. Ксанфомаліті, «*всіма закладеними в них можливостями боролися з вогняним диханням планети*» і передавали інформацію з поверхні, з-під товщі хмар і сильно стиснутого вуглекислого газу, відповідно, 53 хв і 65 хв. Зразу з після посадки з борту спускних апаратів виконано телевізійне знімання поверхні Венери — за допомогою телевізійних оптико-механічних камер панорамного типу. Сигнали від телекамер ретрансльовано на Землю за допомогою орбітальних модулів. Це були перші у світі знімки, передані з поверхні іншої планети! Фототелевізійні панорами місць посадок спускних модулів АМС «Венера-9, 10» дали змогу дістати уявлення про особливості поверхні нашої загадкової гарячої сусідки. Як виявилось, модулі сіли в дуже несхожих районах. Спускний апарат АМС «Венера-9» здійснив посадку на ділянці поверхні, нахилений до гравітаційної вертикалі на 30°, тобто це досить крутий схил гори; уся відзнята поверхня вкрита гострокутними каменями різної форми і розміром від кількох сантиметрів до 1—2 м, а проміжки між каменями засипані дрібнозернистим пористим ґрунтом, за структурою схожим на місячний реголіт.

Спускний модуль другої АМС («Венера-10») «привенеріанився» на рівнинній місцевості, нахилений до гравітаційної вертикалі всього на 8°. На цій ділянці видно виходи корінних скелястих порід зі слідами температурної та вітрової ерозії; нерівності на ній не перевищують

кількох сантиметрів. На основі аналізу телепанорам з місць посадки спускних модулів АМС «Венера-9, 10» учені дійшли висновку про високу кам'янистість поверхні Венери загалом та про геологічну активність цієї планети в теперішню епоху.

Ще один результат: уперше безпосередньо визначено густину ґрунту поверхні. До польоту АМС «Венера-10» джерелом інформації про щільність венеріанської породи були тільки радіолокаційні та радіоастрономічні спостереження, але ці методи давали результати (не достатньо узгоджені між собою) не для поверхневого, а для глибших шарів породи Венери. А з борту спускного модуля «Венера-10» за допомогою приладу, названого радіаційним густиноміром, вдалося безпосередньо визначити щільність породи, що прямо контактує з атмосферою. Метод базується на аналізі розсіяння гамма-променів досліджуваним середовищем. Радіаційний густиномір нормально працював при спусканні та в екстремальних умовах на поверхні Венери. Проаналізувавши його дані, вчені дійшли висновку, що щільність поверхневої монолітної породи (шар завтовшки 5—7 см) становить  $(2.8 \pm 0.1) \text{ г/см}^3$ , ця порода хімічно стійка в атмосфері Венери, не зазнала сильного впливу і в сенсі механічного вивітрювання, а кора Венери в районі посадки АМС «Венера-10» має базальтовий склад. Такі висновки підтвердив і аналіз морфологічних особливостей поверхні, відображених на телевізійних панорамах.

Знати щільність поверхневої породи Венери важливо для розуміння спрямованості геохімічних процесів на цій планеті, а також для оцінки інженерно-фізичних параметрів венеріанського ґрунту.

Розповімо і про інші результати космічної місії «Венера-9, 10». На основі даних з поверхні Венери визначено вміст природних радіоактивних елементів на місцях посадки спускних модулів обох АМС. Для цього за допомогою сцинтиляційних гамма-спектрометрів на борту спускних модулів виміряно спектри гамма-випромінювання в інтервалі енергій 1—3 МеВ під час зниження модулів в атмосфері Венери та після посадки на поверхню. Виявилось, що венеріанській породи в місцях посадки спускних модулів мають приблизно такий же вміст радіоактивних елементів, як земні базальти, але помітно відрізняються в цьому аспекті від порід у місці посадки АМС «Венера-8».

За допомогою спускних апаратів виміряно метеорологічні характеристики, оптичні властивості хмар, досліджено фізичні та геолого-морфологічні характеристики поверхні. Виявлено, що хмарний покрив має багатшарову структуру; основний хмарний шар простягається до висоти 49 км над поверхнею Венери; хмари досить прозорі; оцінено розміри частинок на різних висотах над поверхнею; середній розмір частинок: 1—3 мкм. Уперше виміряно швидкість вітру на по-

верхні Венери: на висоті 1 м вона становила 0.5—1 м/с (це середнє значення швидкості вітру за час функціонування спускних модулів АМС «Венера-9» і «Венера-10»).

Під час зниження спускних модулів отримано дані щодо швидкості вітру на різних висотах над поверхнею Венери, зокрема на висоті 50 м вона сягала 60 м/с.

Хмарний покрив та атмосферу досліджено також за допомогою орбітальних модулів оптичними й радіофізичними засобами. З борту орбітальних апаратів уперше проведено бістатичну радіолокацію Венери, що дало змогу отримати дані про рельєф її поверхні. Зокрема, з орбітального модуля АМС «Венера-10» здійснено бістатичну радіолокацію двох районів Венери протяжністю 800 та 600 км і завширшки 20 км; відстань між цими районами становила 400 км. Порівняння цих районів з поверхнею Місяця показало, що перший район дещо схожий на горбисту місцевість, проміжну між місячним морем і гірським районом, а другий дуже подібний до рівнин морів на Місяці.

З борту орбітальних модулів проведено фотометричні й поляриметричні вимірювання, ціль яких полягала у вивченні законів розсіяння світла у верхньому шарі хмар Венери та, частково, в надхмарному шарі атмосфери. Для такого дослідження на борту кожного орбітального модуля було три фотометри. На основі ультрафіолетових фотометричних вимірювань дослідники дійшли висновку, що над поверхнею основного хмарного покриву, який неабияк поглинає в ультрафіолетових променях, є дрібнодисперсне неоднорідне середовище завтовшки 8 км з розсіювальними властивостями, близькими до релеєвських. Верхня межа розсіювального шару лежить на висоті приблизно 75 км над поверхнею Венери.

На орбітальних модулях були встановлені спектрометри для вимірювань у діапазоні 1.6—2.8 мкм, спектральне розділення: 0.1 мкм. Поблизу перицентра орбіти проведено приблизно 20 серій вимірювань, кожна містить до 150 спектрів. На основі цього отримано низку результатів, з-поміж них такі: смуги поглинання  $\text{CO}_2$  приблизно 2 мкм формуються всередині розсіювального хмарного покриву; верхня межа хмарного покриву розміщена на висоті 65—68 км.

За допомогою орбітальних модулів також отримано магнітограми, на основі опрацювання яких зроблено низку висновків про магнітні поля в околицях Венери. Також отримано багато нової інформації про взаємодію сонячного вітру з цією планетою, про її нічну й денну іоносферу, про світіння верхньої атмосфери планети.

Орбітальні модулі дали змогу докладно вивчити теплове випромінювання Венери, його аномалії, добові й широтні зміни. Для цього послужили інфрачервоні радіометри, що реєстрували теплове



випромінювання планети в діапазонах 8—13 і 18—28 мкм, а також фотометри для лінії 3500 Å. Ці прилади реєстрували теплове випромінювання від верхньої частини хмарного покриву планети.

На борту орбітальних модулів були ідентичні спектрометри для спостереження світіння атмосфери з такими характеристиками: ділянка спектру: 3000—8000 Å, спектральне розділення: 20 Å, поле зору: 12°; отримано спектри нічного світіння, що містять понад 10 емісій. На орбітальних модулях були також прилади (двочастотні передатчики дециметрового й сантиметрового діапазонів) для дослідження атмосфери Венери методом радіопросвічування. Здійснено багаторазове двочастотне радіопросвічування нічної та денної іоносфери Венери. Це потрібно для вивчення механізму утворення плазми у верхній атмосфері Венери.

\*\*\*\*\*

**50 років** тому, 15 липня 1975 р., у рамках програми «Союз—Аполлон» (ще одна назва: експериментальний політ «Аполлон» — «Союз»; англ.: Apollo-Soyuz Test Project) відбулися запуски американського космічного корабля (КК) серії «Аполлон» (Apollo) та радянського КК «Союз-19», які невдовзі зістикувалися в космосі. Названу програму ініціювало Національне агентство з авіації та дослідження космічного простору (NASA; США); її затверджено 1972 року Угодою між СРСР і США про співробітництво в дослідженні та використанні космічного простору в мирних цілях. Ціль програми полягала у випробуванні елементів системи зближення на орбіті, у перевірці обладнання, що забезпечувало перехід космонавтів з одного космічного корабля в другий, у тестуванні міжкорабельного зв'язку та координації дій радянського й американського центрів керування космічними польотами.

Тримісний КК «Аполлон» стартував за допомогою ракети-носія «Сатурн» з Космічного центру ім. Джона Кеннеді (шт. Флориди, США). На його борту перебували командир екіпажу Томас Стаффорд (1930—2024), пілот командного модуля Венс Бранд (народ. 1931 р.) та пілот стикувального модуля Дональд Слейтон (1924—1993). Двомісний корабель «Союз-19» запущено в космос за допомогою ракети-носія «Союз-У» з космодрому Байконур (Казах-



стан); командиром корабля був О. А. Леонов (1934—2019), а борт-інженером — В. М. Кубасов (1935—2014).

Через дві доби після стартів космічні кораблі зістикувалися між собою, при цьому активне маневрування здійснив «Аполлон». Космічні кораблі перебували на висоті приблизно 220 км над земною поверхнею. Процес зістикування контролювали за допомогою станції дальнього радіолокаційного спостереження «Дунай-3» Міністерства оборони СРСР. У стані зістикування кораблі перебували приблизно 44 години; за цей час американські астронавти й радянські космонавти чотири рази перейшли з одного корабля в другий.

19 липня 1975 р. проведено роз'єднання кораблів, а невдовзі (після двох витків КК «Союз-19») їх ненадовго (на три години) зістикували вдруге, після чого знов роз'єднали. Невдовзі ця успішна космічна місія завершилася: радянський корабель приземлився 21 липня, а американський — 24 липня 1975 р.

У ході програми «Союз — Аполлон» виконано деякі наукові й технічні дослідження: спостереження з борту КК «Союз» сонячної корони при затемненні Сонця «Аполлоном»; вимірювання концентрації атомарного азоту й кисню в космічному просторі; вивчення впливу невагомості, перевантаження та космічного випромінювання на основні біологічні ритми; вивчення впливу невагомості на деякі процеси в напівпровідниках і металах та ін.

На честь цього радянсько-американського польоту названо астероїд Головного поясу (2228) Союз—Аполлон (2228 Soyuz—Apollo); астероїд відкрив Микола Черних 1977 року в Кримській астрофізичній обсерваторії.

\*\*\*\*\*

**50 років** тому, 20 серпня і 9 вересня 1975 р., в рамках програми Національного агентства з аеронавтики та дослідження космічного простору (NASA; США) щодо вивчення Марса здійснено запуски в космос двох однакових АМС «Вікінг-1» і «Вікінг-2». Автоматичні міжпланетні станції стартували з мису Канаверал (шт. Флорида, США); кожна складалася з орбітального модуля та спускного апарата.

На орбітальних станціях були встановлені вузькокутні й ширококутні телевізійні камери для отримання зображень, інфрачервоні спектрометри для реєстрації водяної пари в марсіанській атмосфері, інфрачервоні радіометри для одержання теплової карти планети, а також пристрої для ретранслявання (передавання) інформації зі спускних апаратів на Землю.

На спускних апаратах були наукові прилади для збирання інформації при зниженні в атмосфері та при роботі на поверхні Марса: мас-спектрометри, телекамери з коловим оглядом, пристрої для метеорологічних досліджень, пристрої для пошуку живих організмів у пробах ґрунту та ін.



Політ до Марса тривав 10 місяців: АМС «Вікінг-1, 2» вийшли на орбіту навколо Марса 19 червня та 7 серпня 1976 р. відповідно. Після цього кілька тижнів тривав вибір місць посадки спускних апаратів, після чого вони успішно примарсіанилися. Орбітальні модулі станцій «Вікінг-1, 2» пропрацювали, відповідно, до 7 серпня 1980 р. та 25 липня 1978 р., а посадкові модулі трудилися на поверхні Червоної планети до 11 листопада 1982 р. та 11 квітня 1980 р.

Серед наукових результатів програми «Вікінг» назвімо перші кольорові якісні зображення з поверхні Марса, визначення складу марсіанського ґрунту (найбільше кремнію, заліза, кальцію та алюмінію), проведення аналізу проб ґрунту на наявність життя — живих організмів не виявлено; експеримент щодо виявлення органічних речовин (необов'язково живих організмів) на Марсі — їх теж не знайдено; уточнення складу марсіанської атмосфери.

АМС «Вікінг-1, 2» допомогли скласти повніше уявлення про поверхню Марса: на ній виявлено багато слідів вулканізму і водяної та вітрової ерозії, а кількість кратерів на різних рівнинах у десять разів менша, ніж на Місяці. Крім того, вдалося прояснити питання щодо походження марсіанських «каналів» (їх сформувала вода), стосовно природи полярних шапок і щодо складу атмосфери в геологічному минулому.

### Список літератури

1. *Араго Д. Ф.* Біографії знаменитих астрономов, фізиков, геометров. СПб, 1859—1861. Т. 1—3.
2. *Астрономы России (1917—2017)* (науч. ред. *А. М. Черпаушук*). Казань, Казан. фед. ун-т, 2017. 568 с.
3. *Бербидж Дж.* Почему только модель расширяющейся Вселенной (эссе). В мире науки, № 4, 1992. С. 95–96 (Scientific American).
4. Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України: від ідеї створення до міжнародного визнання (за ред. *Я. С. Яцива*). 3-тє вид., доповн., Київ: Наук. думка, 2024. С. 81, 90.

5. *Гребеников Е. А., Огородников К. Ф., Климишин И. А. и др.* Очерки истории отечественной астрономии: С древнейших времен до начала XX в. К.: Наук. думка, 1992. 512 с.
6. *Дума Д. П.* Загальна астрометрія. К.: Наук. думка, 2007. 600 с.
7. Климишин И. А. Історія астрономії. 2-ге, випр. вид., Івано-Франківськ: Гостинець, 2006. 652 с.
8. *Колчинский И. Г., Корсунь А. А., Родригес М. Г.* Астрономы (биографический справочник). 2-е изд., К.: Наук. думка, 1986. 512 с.
9. *Ксанфомалити Л. В.* Планеты, открытые заново. М.: Наука, 1978. 152 с.
10. *Мельхиор П.* Земные приливы. М.: «Мир». 1968. 482 с.
11. *Петрунин С. В.* Советско-французское сотрудничество в космосе. М.: Знание, 1980. 64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Космонавтика, астрономия», 1).
12. *Подобед В. В., Нестеров В. В.* Общая астрометрия. М.: Наука, 1975. 552 с.
13. Предварительные научные результаты, полученные при полете автоматических межпланетных станций «Венера-9» и «Венера-10» (отв. ред.: *Мороз В. И.*). Препр. ИКИ АН СССР № 278. М. 1976. 60 с.
14. *Burbidge E. M., Burbidge G. R., Fowler W. A., Hoyle F.* Synthesis of the Elements in Stars. *Reviews of Modern Physics*. Published 1 October 1957. 29, № 4, с. 547—650. doi:10.1103/RevModPhys.29.547 URL: <https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.29.547> (дата звернення: 16.09.2024 р.).
15. *Nuclear Astrophysics. 1957—2007. Beyond the First Fifty Years* (матеріали конференції 23—27 липня 2007 р.). URL: <https://web.archive.org/web/20110716115023/http://www.na2007.caltech.edu/index.html> (дата звернення: 16.09.2024 р.).
16. What is infrared light? URL: <https://herscheltelescope.org.uk/science/infrared/> (дата звернення: 10.06.2024 р.).

### ТАРАДІЙ ВОЛОДИМИР КИРИЛОВИЧ (8.II.1940—9.XI.2023)



Дев'ятого листопада 2023 р. на 84 році життя відійшов у засвіти Володимир Кирилович Тарадій — відомий учений у галузі космічної геодинаміки та досліджень навколоземного простору, директор Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України.

Володимир Кирилович Тарадій народився 8 лютого 1940 року в с. Турівка Згурівського району Полтавської області (нині Броварський р-н Київської обл.). У 1962 р. після закінчення фізичного факультету Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка вступив до аспірантури Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР (ГАО), де проводив дослідження проблеми обертання Землі. Протягом кількох десятиліть Володимир Кирилович пройшов шлях від молодшого наукового співробітника до заступника директора з наукової роботи ГАО, захистивши у 1968 р. кандидатську, а в 2006 докторську дисертацію.

На початку 1980-х років він разом з колегами розробив і впровадив математичний метод аналізу даних лазерної далекометрії штучних супутників Землі, що стало основою для створення в 1988 р. у ГАО під егідою Міжнародної служби обертання Землі Центру аналізу результатів супутникової лазерної далекометрії, який він очолював упродовж кількох років.

Згодом Володимир Тарадій розпочав роботу над розв'язанням задач астероїдно-кометної небезпеки та навігації штучних небесних об'єктів у навколосемному просторі, використовуючи при цьому спостереження на телескопах обсерваторії на піку Терскол.

Починаючи з 1980-х років і до останніх днів Володимир Кирилович докладав багато зусиль для забезпечення та подальшого розвитку наукового комплексу НАН України у Приельбруссі, до якого входять астрономічна обсерваторія на піку Терскол та медико-біологічна база у селищі Терскол. Він був одним з ініціаторів створення у 1992 році Міжнародного центру астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України, який очолював протягом багатьох років.

Завдяки його наполегливості та професійності вдалося відстояти власність України на наукові об'єкти у Приельбруссі, що дало змогу українським ученим після розпаду СРСР продовжити проведення досліджень у Приельбруссі та в межах низки програм міжнародного наукового співробітництва отримати результати світового рівня з вивчення міжзоряного середовища, оптичних проявів гамма-спалахів, малих тіл Сонячної системи, навколосемного простору та інші. Його інтелігентність, цілеспрямованість, велика працездатність, доброзичливість сприяли успішному розв'язанню проблем, які поставали перед ним у сфері міжнародної наукової співпраці.

Володимир Кирилович виховав науковців, які працюють нині у дослідницьких організаціях України, Німеччини, Великої Британії та інших країн. Він став автором понад 200 публікацій та співавтором трьох монографій. Був членом Ради Української астрономічної асоціації, Міжнародного астрономічного союзу, оргкомітету комісії 19 МАС Міжнародної служби обертання Землі, а також членом-засновником Європейського астрономічного товариства.

Свідченням визнання наукових і науково-організаційних здобутків Володимира Тарадія стало присудження йому звання лауреата Державної премії України у галузі науки і техніки, присвоєння почесного звання «Заслужений діяч науки і техніки України», нагородження орденами «За заслуги» III та II ступеня.

*Зі сайту НАН України*

\* \* \*

Досі не можу повірити, що Володимир Кирилович Тарадій відійшов у Засвіти та його вже немає з нами. З Володею... Володимиром... Володимиром Кириловичем я пройшов довгий шлях, починаючи з аспірантури (з 1962 р.), роботою у «науковій команді» Є.П. Федорова, співпрацею з втілення нових підходів до вивчення обертання Землі за даними лазерних спостережень ШСЗ, його багатогранною роботою на посаді заступника директора з наукової роботи ГАО НАН України, зокрема і керівництвом роботи зі створення Високогірної спостережної бази (ВСБ) на піку Терскол (Кабардино-Балкарія). Заради справедливості вимушений визнати, що призначення В. К. Тарадія заступником директора ГАО не було одностайно прийнято колективом Обсерваторії. Але я був упевнений, що тільки Володимир Кирилович, завдяки його неординарним здібностям, працездатності та доброму здоров'ю зможе впоратися з такою відповідальною справою, як створення ВСБ. Так це і відбулося. ГАО НАН України стала володарем першокласної астрофізичної бази Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень при Президії НАН України. З цього часу наша співпраця не припинялася, перейшовши на інший рівень стосунків. Ім'я Володимира Кириловича Тарадія назавжди вписане в історію ГАО НАН України. Він був лідером у повному розумінні цього слова, пов'язаного з підняттям людини на вищий рівень її діяльності. Світла пам'ять про Володимира Кириловича Тарадія збережеться у тих, кому пощастило знати його та співпрацювати з ним.

*ЯРОСЛАВ ЯЦКІВ*

\* \* \*

Володимир Кирилович умів долати перешкоди, що заважали вирішенню тієї чи тієї проблеми. Він завжди знаходив спосіб досягти потрібного результату. І не лише завдяки навичкам науково-критичного мислення. Якщо треба було домовитись з якимось посадовцем чи просто посередником, то Володимир Кирилович спокійно, розважливо і в той же час наполегливо переконував цю людину в необхідності позитивного рішення. Було таке враження, як начебто він закінчив дипломатичну академію. Він дуже майстерно зацікавлював співбесідника своєю справою — так, що той дійсно починав всіляко сприяти. Щоб оминати гострі кути у спілкуванні, Володимир Кирилович міг сказати, що не пам'ятає якогось факту чи події. Іноземці — чи то колеги-вчені, чи то знайомі — дуже його поважали за толерантність

і відповідальність. Завдяки цьому у нього впродовж багатьох років залишались теплі стосунки з багатьма з них. Тут можна згадати такі імена, як Сюзан Дебарба та Монік Орін із Франції, Яцек Креловські та Барбара Колачек із Польщі, а також німецьких спеціалістів, які забезпечили монтаж 2-м телескопа на піку Терскол, серед них Лютц Мюллер, Андреас Рітгер, Клаус Мейніг тощо.

Володимир Кирилович вільно розмовляв французькою мовою, володів англійською, розумів німецьку. Та й взагалі він досить швидко «входив» у ту чи ту мову. Пригадую, як у вересні 1995 р. ми поверталися поїздом до Риму після участі у щорічній конференції JENAM (Спільна європейська та національна астрономічна зустріч) Європейського астрономічного товариства, яку того року організувала Італійська астрономічна спілка в місті Катанія на Сицилії. (До речі, саме там відбулося перше знайомство з німецьким професором Клаусом Йоккерсом — видатним спеціалістом у галузі кометної астрономії, і саме завдяки йому почався стрімкий прогрес у наукових дослідженнях на Терсколі.) Так от, у поїзді Катанія — Рим нашим супутником по купе був італієць. Володимир Кирилович, котрий чи не вперше був в Італії і не знав мови, швидко з ним порозумівся — настільки, що спілкувався з ним (майже) італійською декілька годин, поки поїзд прибув до Риму. Як це йому вдалося? На диво просто. Той італієць виявився освіченою людиною і зміг стисло викласти основи італійського словотворення. А Володимир Кирилович провів аналогію з французькою мовою, якою дуже добре володів, і завзято продовжив бесіду, практикуючи тепер вже італійську.

*В. Г. ГОДУНОВА,*

*с. н. с. МЦАМЕД НАН України*



The first part of the almanac gives the 2025 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  
2025**

Випуск сімдесят перший

Видається з 1948 р.

Редактори *К. М. Ненахова, В. М. Клименко*

Коректор *О. В. Клименко*

Комп'ютерна верстка *С. В. Кубарєва*

Підписано до друку 19.11.2024. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 14,06. Обл.-вид. арк. 15,56.

Тираж 150 прим. Зам. № 7470.

---

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.

