

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР

2024

Випуск сімдесятий
Видається з 1948 р.

КИЇВ
АКАДЕМПЕРІОДИКА
2023

Астрономічний календар. 2024 / ред. кол.: А. П. Відьмаченко (голов. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ: Академперіодика, 2023. — 245 с.

У довідковій частині щорічника наведено таблиць-календар на 2024 рік, відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу, основні величини для Сонця, Землі, Місяця й планет, ефемериди Сонця, Місяця і планет, час сходу та заходу Сонця й Місяця, моменти кульмінацій і фази Місяця, планетні конфігурації, відомості про видимість на небі великих планет і галілеєвих супутників Юпітера, про 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 «Наукові основи функціонування та забезпечення умов розвитку науково-видавничого комплексу НАН України»

*Друкується за рішенням Ученої ради ГАО НАН України
(протокол № 20 від 21.12.2023)*

На першій сторінці обкладинки — черговий «парад» планет у 2024 році (див. статтю А. П. Відьмаченка на с. 190)

ЗМІСТ

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2024 РОКУ	6
ПЕРЕДМОВА	7
ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР НА 2024 рік	9
ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА	13
ХРОНОЛОГІЯ — КАЛЕНДАРІ	26
СОНЦЕ, ЗЕМЛЯ ТА МІСЯЦЬ	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°	50
Поправки часу сходу Сонця для різних широт	51
Азимуті точок сходу та заходу Сонця	52
Тривалість громадянських присмерків	52
Схід, кульмінація та захід Місяця для широти 50° та східної довготи 2^h02^m	53
Поправки моментів сходу та заходу Місяця	65
Фази Місяця	75
Проходження Місяця через апогей і перигей	75
Проходження Місяця через вузли своєї орбіти	76
Входження Сонця в знаки зодіаку	76
Входження Місяця в знаки зодіаку	77
Ефемериди для фізичних спостережень Сонця	79
Ефемериди для фізичних спостережень Місяця	80
ПЛАНЕТИ	84
Меркурій	84
Венера	86
Марс	87
Юпітер	88
Сатурн	89
Уран	90
Нептун	91
Планетні конфігурації	93
Сполучення планет	94

Сполучення планет із Місяцем	94
Ефемериди планет	97
Видимість яскравих планет на широті 50°	106
Геліоцентричні довготи (l) і відстані (r) планет, геоцентричні відстані (ρ) ..	110
Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°	114
Галілеєві супутники Юпітера	117
Середні елементи орбіт планет на епоху $J2000.0$	124
Фізичні характеристики планет Сонячної системи	124
КОМЕТИ	125
Видимість комет упродовж 2024 р.	125
Комети, які проходять перигелій у 2024 р.	130
Елементи кометних орбіт	132
Ефемериди комет.	134
МЕТЕОРНІ ПОТОКИ	137
Основні метеорні потоки	138
Горизонтальні координати радіантів метеорних потоків	139
ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ	149
Розсіяні зоряні скупчення	150
Кульові зоряні скупчення	151
Галактики	152
Туманності	152
ЗАТЕМНЕННЯ	154
Півтіньове місячне затемнення 25 березня 2024 р.	154
Повне сонячне затемнення 8 квітня 2024 р.	155
Часткове місячне затемнення 18 вересня 2024 р.	157
Кільцеподібне сонячне затемнення 2 жовтня 2024 р	158
Покриття зір і планет Місяцем	160
Зорі до 6.1 зоряної величини, покриття яких можна спостерігати в Україні 2024 р.	162
Обставини покриттів зір і планет Місяцем	163
ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ	169
Азимути Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот	169
Середня рефракція	170
Переведення часток доби у години, хвилини та секунди	170
Переведення годин і хвилин у частки доби	171
Кількість юліанських діб від початку юліанського періоду до 12 год нульового дня кожного місяця	171

Поправки для перетворення проміжків сонячного середнього часу на зоряний та зоряного часу на середній	172
Широти та довготи деяких міст України	173
ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ	174
ПОДІЇ, ЯВИЩА, ФАКТИ	180
Гляціологія Марса. Про льоди та озера на Марсі — <i>А. П. Відьмаченко</i>	180
Черговий «парад» планет Сонячної системи у 2024 році — <i>А. П. Відьмаченко</i>	190
Зміни на супутнику Сатурна Титані — <i>А. П. Відьмаченко, О. Ф. Стеклов</i> ...	194
Телескопи нового покоління для астрономії майбутнього — <i>А. П. Відьмаченко</i> .	204
З ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ	210
З історії відкриття руху полюсів Землі. До 125-річчя з часу створення Міжна- родної служби широти — <i>Я. С. Яцків</i>	210
Фрідріх Аргеландер (1799—1875) — <i>М. В. Лашко</i>	214
Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики — <i>Л. М. Свачій</i>	216

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2024 РОКУ

67—68-й роки космічної ери

Початок тропічного року В 2024.0 — 31 грудня 2023 р.

о 20 год 19 хв (за всесвітнім часом).

Земля в перигелії — 3 січня о 0 год 05 хв (за всесвітнім часом).

Весняне рівнодення (початок астрономічної весни) — 20 березня

о 3 год 07 хв (за всесвітнім часом).

Літнє сонцестояння (початок астрономічного літа) — 20 червня

о 20 год 51 хв (за всесвітнім часом).

Земля в афелії — 5 липня о 5 год 55 хв (за всесвітнім часом).

Осіньне рівнодення (початок астрономічної осені) — 22 вересня

о 12 год 44 хв (за всесвітнім часом).

Зимове сонцестояння (початок астрономічної зими) — 21 грудня

о 9 год 20 хв (за всесвітнім часом).

ЗАТЕМНЕННЯ

Північне місячне затемнення 25 березня (в Україні не видно).

Повне сонячне затемнення 8 квітня (в Україні не видно).

Часткове місячне затемнення 18 вересня (в Україні видно).

Кільцеподібне сонячне затемнення 2 жовтня (в Україні видно).

КОМЕТИ

C/103P/Гартлі 2 (січень), **C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)** (січень — лютий), **144P/Кусіда** (січень — березень), **62P/Цзицзіньшань 1** (січень — березень), **12P/Понс — Брукс** (січень — березень), **C/2021 S3 (ПАНСТАРРС)** (січень — серпень), **13P/Ольберс** (лютий — жовтень), **C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)** (березень — липень; жовтень — грудень), **154P/Брюїнгтон** (травень — вересень).

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Квадрантиди (січень, максимум 2—4.I), **Віргініди** (лютий — травень, максимум 3.III—18.IV), **Ліриди** (квітень, максимум 21.IV), **η-Аквариди** (квітень — травень, максимум 4—6.V), **Арієтиди** (травень — липень, максимум 7.VI), **δ-Аквариди** (липень — серпень, максимум 27—30.VII), **α-Каприкорніди** (липень — серпень, максимум 30.VII), **Персейди** (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 70-му випуску «Астрономічного календаря» подано відомості довідкового й інформаційного характеру про небесні світила та явища впродовж 2024 р., статті з актуальних проблем в астрономії, а також з історії астрономічної науки.

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

Довідкові матеріали підготували: **С. А. Борисенко** (видимість комет), **М. І. Буромський** (затемнення Сонця й Місяця), **В. Й. Мазур** (планетні конфігурації; сполучення планет; сполучення планет із Місяцем; покриття зір і планет Місяцем; геліоцентричні довготи й відстані планет, геоцентричні відстані, азимути Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот), **К. М. Ненахова** (основні астрономічні події 2024 р.; табель-календар; довідник спостерігача; хронологія — календарі; основні дані про Землю; ефемериди Сонця й Місяця; схід і захід Сонця; поправки часу сходу Сонця; азимути точок сходу та заходу Сонця; тривалість громадянських присмерків; поправки моментів сходу та заходу Місяця; фази Місяця; проходження Місяця через апогей і перигей; проходження Місяця через вузли своєї орбіти; входження Сонця в знаки Зодіаку; входження Місяця в знаки Зодіаку; ефемериди для фізичних спостережень Сонця; ефемериди для фізичних спостережень Місяця; ефемериди планет; видимість яскравих планет; кількість юліанських днів; допоміжні таблиці; пояснення до табличної частини календаря; схід, кульмінація та захід Місяця — разом із **В. Й. Мазуром**; видимість планет на небосхилі — разом із **І. П. Крячком**), **П. М. Федій** (графічний календар; галілеєві супутники Юпітера).

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

Інформаційна частина Календаря має два розділи. У розділі «Події, явища, факти» подано статті «Гляціологія Марса. Про льоди та озера на Марсі» (А. П. Вільмаченко), «Черговий «парад» планет Сонячної системи у 2024 році» (А. П. Вільмаченко), «Зміни на супутнику Сатурна Титані» (А. П. Вільмаченко, О. Ф. Стеклов), «Телескопи нового покоління для астрономії майбутнього» (А. П. Вільмаченко). У розділі «З історії астрономії» вміщено статті «З історії відкриття руху полюсів Землі. До 125-річчя з часу створення Міжнародної служби широти» (Я. С. Яцків), «Фрідріх Аргеландер (1799—1875)» (М.В. Лашко), «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. Вільмаченкові 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. Вільмаченко*

ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР
на 2024 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	Пн	1	310.5	1	Чт	32	341.5	1	Пт	61	370.5
2	Вт	2	311.5	2	Пт	33	342.5	2	Сб	62	371.5
3	Ср	3	312.5	3	Сб	34	343.5	3	Нд	63	372.5
4	Чт	4	313.5	4	Нд	35	344.5				
5	Пт	5	314.5					4	Пн	64	373.5
6	Сб	6	315.5	5	Пн	36	345.5	5	Вт	65	374.5
7	Нд	7	316.5	6	Вт	37	346.5	6	Ср	66	375.5
				7	Ср	38	347.5	7	Чт	67	376.5
8	Пн	8	317.5	8	Чт	39	348.5	8	Пт	68	377.5
9	Вт	9	318.5	9	Пт	40	349.5	9	Сб	69	378.5
10	Ср	10	319.5	10	Сб	41	350.5	10	Нд	70	379.5
11	Чт	11	320.5	11	Нд	42	351.5				
12	Пт	12	321.5					11	Пн	71	380.5
13	Сб	13	322.5	12	Пн	43	352.5	12	Вт	72	381.5
14	Нд	14	323.5	13	Вт	44	353.5	13	Ср	73	382.5
				14	Ср	45	354.5	14	Чт	74	383.5
15	Пн	15	324.5	15	Чт	46	355.5	15	Пт	75	384.5
16	Вт	16	325.5	16	Пт	47	356.5	16	Сб	76	385.5
17	Ср	17	326.5	17	Сб	48	357.5	17	Нд	77	386.5
18	Чт	18	327.5	18	Нд	49	358.5				
19	Пт	19	328.5					18	Пн	78	387.5
20	Сб	20	329.5	19	Пн	50	359.5	19	Вт	79	388.5
21	Нд	21	330.5	20	Вт	51	360.5	20	Ср	80	389.5
				21	Ср	52	361.5	21	Чт	81	390.5
22	Пн	22	331.5	22	Чт	53	362.5	22	Пт	82	391.5
23	Вт	23	332.5	23	Пт	54	363.5	23	Сб	83	392.5
24	Ср	24	333.5	24	Сб	55	364.5	24	Нд	84	393.5
25	Чт	25	334.5	25	Нд	56	365.5				
26	Пт	26	335.5					25	Пн	85	394.5
27	Сб	27	336.5	26	Пн	57	366.5	26	Вт	86	395.5
28	Нд	28	337.5	27	Вт	58	367.5	27	Ср	87	396.5
				28	Ср	59	368.5	28	Чт	88	397.5
29	Пн	29	338.5	29	Чт	60	369.5	29	Пт	89	398.5
30	Вт	30	339.5					30	Сб	90	399.5
31	Ср	31	340.5					31	Нд	91	400.5

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...
Квітень				Травень				Червень			
1	Пн	92	401.5	1	Ср	122	431.5	1	Сб	153	462.5
2	Вт	93	402.5	2	Чт	123	432.5	2	Нд	154	463.5
3	Ср	94	403.5	3	Пт	124	433.5				
4	Чт	95	404.5	4	Сб	125	434.5	3	Пн	155	464.5
5	Пт	96	405.5	5	Нд	126	435.5	4	Вт	156	465.5
6	Сб	97	406.5					5	Ср	157	466.5
7	Нд	98	407.5	6	Пн	127	436.5	6	Чт	158	467.5
				7	Вт	128	437.5	7	Пт	159	468.5
8	Пн	99	408.5	8	Ср	129	438.5	8	Сб	160	469.5
9	Вт	100	409.5	9	Чт	130	439.5	9	Нд	161	470.5
10	Ср	101	410.5	10	Пт	131	440.5				
11	Чт	102	411.5	11	Сб	132	441.5	10	Пн	162	471.5
12	Пт	103	412.5	12	Нд	133	442.5	11	Вт	163	472.5
13	Сб	104	413.5					12	Ср	164	473.5
14	Нд	105	414.5	13	Пн	134	443.5	13	Чт	165	474.5
				14	Вт	135	444.5	14	Пт	166	475.5
15	Пн	106	415.5	15	Ср	136	445.5	15	Сб	167	476.5
16	Вт	107	416.5	16	Чт	137	446.5	16	Нд	168	477.5
17	Ср	108	417.5	17	Пт	138	447.5				
18	Чт	109	418.5	18	Сб	139	448.5	17	Пн	169	478.5
19	Пт	110	419.5	19	Нд	140	449.5	18	Вт	170	479.5
20	Сб	111	420.5					19	Ср	171	480.5
21	Нд	112	421.5	20	Пн	141	450.5	20	Чт	172	481.5
				21	Вт	142	451.5	21	Пт	173	482.5
22	Пн	113	422.5	22	Ср	143	452.5	22	Сб	174	483.5
23	Вт	114	423.5	23	Чт	144	453.5	23	Нд	175	484.5
24	Ср	115	424.5	24	Пт	145	454.5				
25	Чт	116	425.5	25	Сб	146	455.5	24	Пн	176	485.5
26	Пт	117	426.5	26	Нд	147	456.5	25	Вт	177	486.5
27	Сб	118	427.5					26	Ср	178	487.5
28	Нд	119	428.5	27	Пн	148	457.5	27	Чт	179	488.5
				28	Вт	149	458.5	28	Пт	180	489.5
29	Пн	120	429.5	29	Ср	150	459.5	29	Сб	181	490.5
30	Вт	121	430.5	30	Чт	151	460.5	30	Нд	182	491.5
				31	Пт	152	461.5				

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...
Липень				Серпень				Вересень			
1	Пн	183	492.5	1	Чт	214	523.5	1	Нд	245	554.5
2	Вт	184	493.5	2	Пт	215	524.5				
3	Ср	185	494.5	3	Сб	216	525.5	2	Пн	246	555.5
4	Чт	186	495.5	4	Нд	217	526.5	3	Вт	247	556.5
5	Пт	187	496.5					4	Ср	248	557.5
6	Сб	188	497.5	5	Пн	218	527.5	5	Чт	249	558.5
7	Нд	189	498.5	6	Вт	219	528.5	6	Пт	250	559.5
				7	Ср	220	529.5	7	Сб	251	560.5
8	Пн	190	499.5	8	Чт	221	530.5	8	Нд	252	561.5
9	Вт	191	500.5	9	Пт	222	531.5				
10	Ср	192	501.5	10	Сб	223	532.5	9	Пн	253	562.5
11	Чт	193	502.5	11	Нд	224	533.5	10	Вт	254	563.5
12	Пт	194	503.5					11	Ср	255	564.5
13	Сб	195	504.5	12	Пн	225	534.5	12	Чт	256	565.5
14	Нд	196	505.5	13	Вт	226	535.5	13	Пт	257	566.5
				14	Ср	227	536.5	14	Сб	258	567.5
15	Пн	197	506.5	15	Чт	228	537.5	15	Нд	259	568.5
16	Вт	198	507.5	16	Пт	229	538.5				
17	Ср	199	508.5	17	Сб	230	539.5	16	Пн	260	569.5
18	Чт	200	509.5	18	Нд	231	540.5	17	Вт	261	570.5
19	Пт	201	510.5					18	Ср	262	571.5
20	Сб	202	511.5	19	Пн	232	541.5	19	Чт	263	572.5
21	Нд	203	512.5	20	Вт	233	542.5	20	Пт	264	573.5
				21	Ср	234	543.5	21	Сб	265	574.5
22	Пн	204	513.5	22	Чт	235	544.5	22	Нд	266	575.5
23	Вт	205	514.5	23	Пт	236	545.5				
24	Ср	206	515.5	24	Сб	237	546.5	23	Пн	267	576.5
25	Чт	207	516.5	25	Нд	238	547.5	24	Вт	268	577.5
26	Пт	208	517.5					25	Ср	269	578.5
27	Сб	209	518.5	26	Пн	239	548.5	26	Чт	270	579.5
28	Нд	210	519.5	27	Вт	240	549.5	27	Пт	271	580.5
				28	Ср	241	550.5	28	Сб	272	581.5
29	Пн	211	520.5	29	Чт	242	551.5	29	Нд	273	582.5
30	Вт	212	521.5	30	Пт	243	552.5				
31	Ср	213	522.5	31	Сб	244	553.5	30	Пн	274	583.5

Закінчення таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2460 ...
Жовтень				Листопад				Грудень			
1	Вт	275	584.5	1	Пт	306	615.5	1	Нд	336	645.5
2	Ср	276	585.5	2	Сб	307	616.5				
3	Чт	277	586.5	3	Нд	308	617.5	2	Пн	337	646.5
4	Пт	278	587.5					3	Вт	338	647.5
5	Сб	279	588.5	4	Пн	309	618.5	4	Ср	339	648.5
6	Нд	280	589.5	5	Вт	310	619.5	5	Чт	340	649.5
				6	Ср	311	620.5	6	Пт	341	650.5
7	Пн	281	590.5	7	Чт	312	621.5	7	Сб	342	651.5
8	Вт	282	591.5	8	Пт	313	622.5	8	Нд	343	652.5
9	Ср	283	592.5	9	Сб	314	623.5				
10	Чт	284	593.5	10	Нд	315	624.5	9	Пн	344	653.5
11	Пт	285	594.5					10	Вт	345	654.5
12	Сб	286	595.5	11	Пн	316	625.5	11	Ср	346	655.5
13	Нд	287	596.5	12	Вт	317	626.5	12	Чт	347	656.5
				13	Ср	318	627.5	13	Пт	348	657.5
14	Пн	288	597.5	14	Чт	319	628.5	14	Сб	349	658.5
15	Вт	289	598.5	15	Пт	320	629.5	15	Нд	350	659.5
16	Ср	290	599.5	16	Сб	321	630.5				
17	Чт	291	600.5	17	Нд	322	631.5	16	Пн	351	660.5
18	Пт	292	601.5					17	Вт	352	661.5
19	Сб	293	602.5	18	Пн	323	632.5	18	Ср	353	662.5
20	Нд	294	603.5	19	Вт	324	633.5	19	Чт	354	663.5
				20	Ср	325	634.5	20	Пт	355	664.5
21	Пн	295	604.5	21	Чт	326	635.5	21	Сб	356	665.5
22	Вт	296	605.5	22	Пт	327	636.5	22	Нд	357	666.5
23	Ср	297	606.5	23	Сб	328	637.5				
24	Чт	298	607.5	24	Нд	329	638.5	23	Пн	358	667.5
25	Пт	299	608.5					24	Вт	359	668.5
26	Сб	300	609.5	25	Пн	330	639.5	25	Ср	360	669.5
27	Нд	301	610.5	26	Вт	331	640.5	26	Чт	361	670.5
				27	Ср	332	641.5	27	Пт	362	671.5
28	Пн	302	611.5	28	Чт	333	642.5	28	Сб	363	672.5
29	Вт	303	612.5	29	Пт	334	643.5	29	Нд	364	673.5
30	Ср	304	613.5	30	Сб	335	644.5				
31	Чт	305	614.5					30	Пн	365	674.5
								31	Вт	366	675.5

ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА

(моменти подано за всесвітнім часом)

Розміщення сузір'їв на небі для широти 50° 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° 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° , за пів місяця — на 15° , за добу — на 1° . 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); Венера (уранці); Марс (уранці); Юпітер (перша половина ночі); Сатурн (увечері); Уран (звечора, майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (увечері).

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

Земля в перигелії: — 3.I в 0 год 05 хв.

Фази Місяця: остання чверть — 4.I, новий Місяць — 11.I, перша чверть — 18.I, повний Місяць — 25.I.

Місяць в апогеї — 1.I та 29.I, у перигеї — 13.I.

Комети: *62P/Цзицзиньшань 1*, *103P/Гартлі 2*, *C/2017 K2 (ПАНСТАРПС)*, *144P/Кусіда*, *C/2021 S3 (ПАНСТАРПС)*, *12P/Понс — Брукс*.

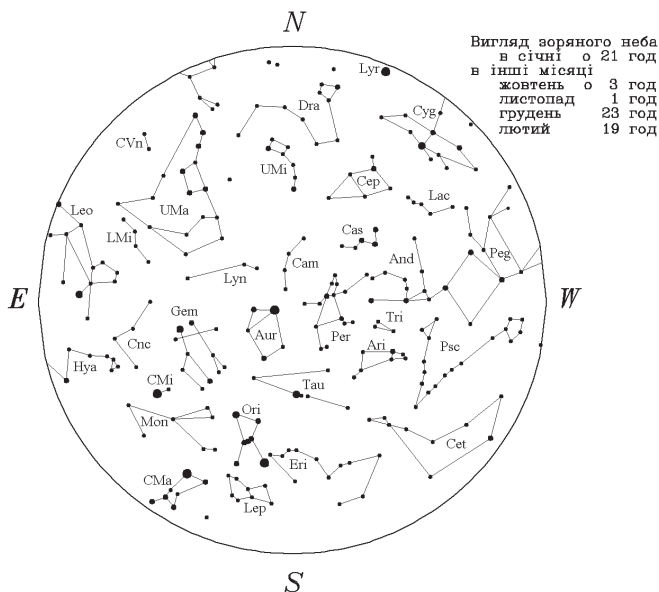
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ Овна, λ , ι , ζ Орiona, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Орiona 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: Венера (уранці); Марс (уранці); Юпітер (перша половина ночі); Сатурн (увечері — цілий місяць, крім останньої десятиденки місяця); Уран (звечора й до середини другої половини ночі; наприкінці місяця — перша половина ночі); Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Віргініди (друга половина місяця).

Фази Місяця: остання чверть — 2.ІІ, новий Місяць — 9.ІІ, перша чверть — 16.ІІ, повний Місяць — 24.ІІ.

Місяць у перигеї — 10.ІІ, в апогеї — 25.ІІ.

Комети: *62Р/Цзицзіншань 1*, *С/2017 К2 (ПАНСТАРРС)*, *144Р/Кусіда*, *С/2021 S3 (ПАНСТАРРС)*, *12Р/Понс — Брукс*, *13Р/Ольберс*.

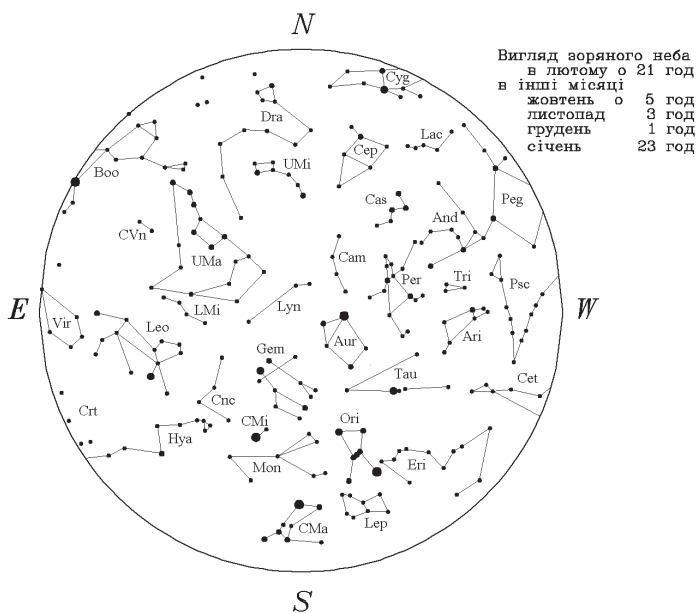
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, χ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

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

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



Березень

Видимість планет: Меркурій (увечері — цілий місяць, крім першого тижня); Венера (уранці, перша половина місяця); Марс (уранці); Юпітер (перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері); Уран (перша половина ночі); Нептун (увечері — упродовж першого тижня місяця).

Метеорні потоки: Віргініди, максимум: 3.ІІІ—18.ІV.

Весняне рівнодення: 20.ІІІ, 3 год 07 хв. Початок весни.

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

Місяць у перигеї — 10.ІІІ, в апогеї — 23.ІІІ.

Півтіньове місячне затемнення — 25 березня (в Україні не видно).

Комети: *62P/Цзицзіньшань 1*, *144P/Кусіда*, *C/2021 S3 (ПАНСТАРРС)*, *12P/Понс — Брукс*, *13P/Ольберс*, *C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)*.

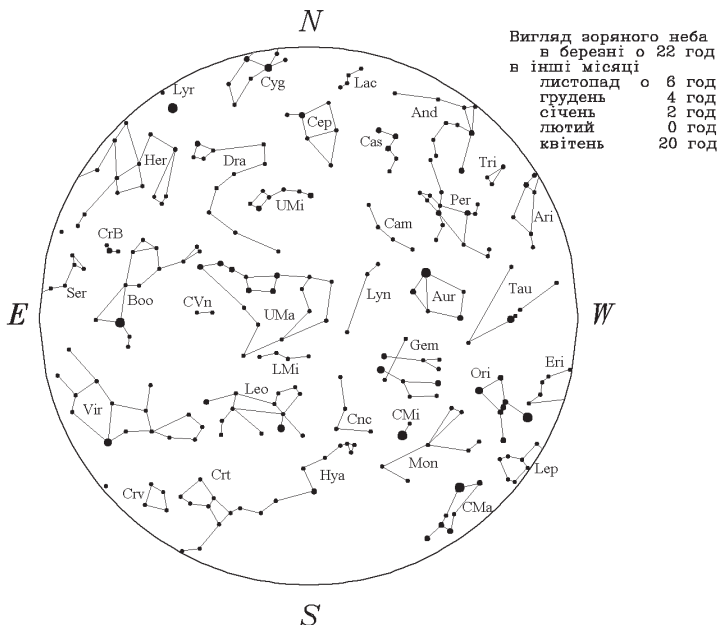
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, ξ , κ^2 , π , ε Волопаса, α Гончих Псів, γ Андромеди, η Кассіопеї, 23, λ , ι , ζ Оріона, ι Рака, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

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

Молочний Шлях проходить із заходу на схід низько над горизонтом.



Квітень

Видимість планет: Меркурій (увечері — упродовж першого тижня); Марс (уранці); Юпітер (перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері); Сатурн (уранці); Уран (на початку місяця — перша половина ночі; наприкінці місяця — увечері); Нептун (уранці — друга половина місяця).

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

Фази Місяця: остання чверть — 2.IV, новий Місяць — 8.IV, перша чверть — 15.IV, повний Місяць — 23.IV.

Місяць у перигеї — 7.IV, в апогеї — 20.IV.

Повне сонячне затемнення 8 квітня (в Україні не видно).

Комети: *C/2021 S3 (ПАНСТАРПС)*, *13P/Ольберс*, *C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)*.

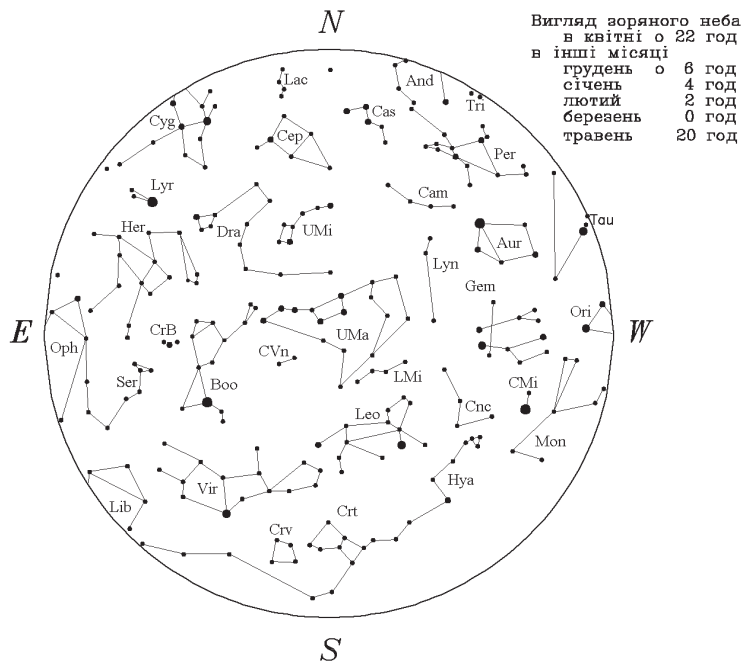
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебедя, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона.

Зоряні скупчення: Ясла.

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

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

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



Травень

Видимість планет: Марс (уранці); Юпітер (увечері — упродовж першого тижня місяця); Сатурн (уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі); Уран (увечері — упродовж кількох перших днів місяця); Нептун (уранці).

Метеорні потоки: Віргініди (до 6.V); η -Аквариди, максимум 4—6.V; Арістиди — остання десятиденка місяця.

Фази Місяця: остання чверть — 1.V, новий Місяць — 8.V, перша чверть — 15.V, повний Місяць — 23.V, остання чверть — 30.V.

Місяць у перигеї — 5.V, в апогеї — 17.V.

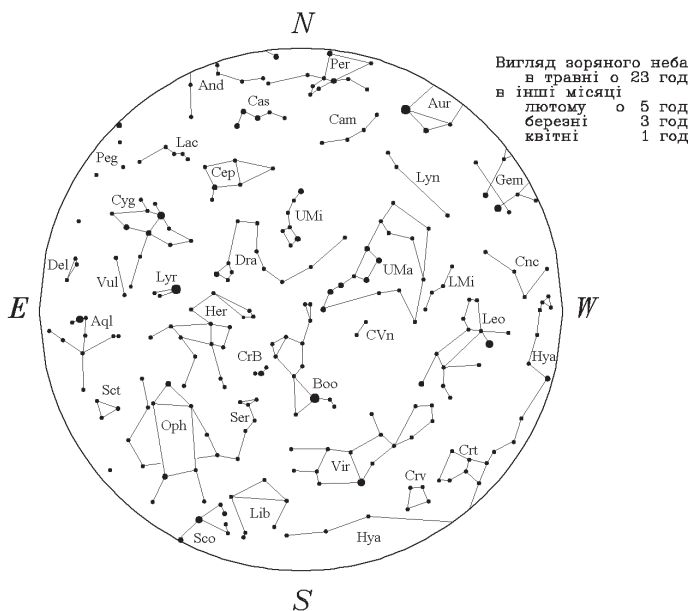
Комети: *C/2021 S3 (ПАНСТАРПС)*, *154P/Брюїнгтон*, *13P/Ольберс*, *C/2023 A3 (Цицзіншань — АТЛАС)*.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебедя, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів, δ Змії, ξ Скорпіона, ξ , α , ρ Геркулеса, ι Рака.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієносія, 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.



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

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

Літнє сонцестояння: 20.VI, 20 год 51 хв. Початок літа.

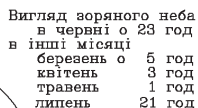
Комети: C/2021 S3 (ПАНСТАРПС), 154P/Брюінгтон, 13P/Ольберс, C/2023 A3 (Цзізіньшань — АТЛАС).

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебедя, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів, δ Змії, ξ Скорпіона, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η 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 — майже цілий місяць, крім останніх днів); Венера (увечері — друга половина місяця); Марс (друга половина ночі); Юпітер (уранці — на початку місяця, наприкінці місяця — друга половина ночі); Сатурн (друга половина 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); α -Каприкорніди, максимум 30.VII; δ -Аквариди північні — з 12.VII, максимум 30.VII; Персеїди — друга половина місяця; δ -Аквариди південні — остання десятиденка місяця, максимум 27.VII.

Земля в афелії: 5.VII, о 5 год 55 хв.

Фази Місяця: новий Місяць — 5.VII, перша чверть — 13.VII, повний Місяць — 21.VII, остання чверть — 28.VII.

Місяць в апогеї — 12.VII, у перигеї — 24.VII.

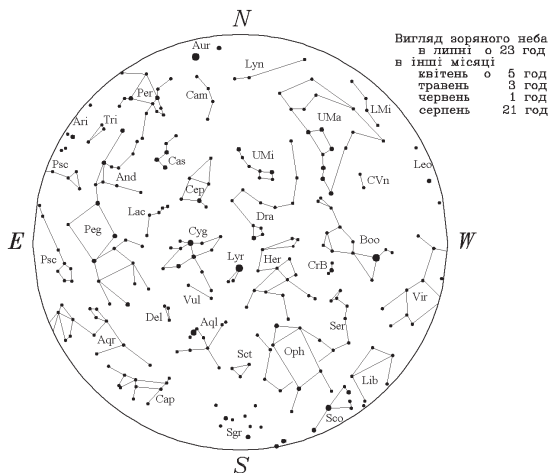
Комети: C/2021 S3 (ПАНСТАРПС), 154P/Брюйнгтон, 13P/Ольберс, C/2023 A3 (Цзицзиньшань — АТЛАС).

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ξ , ε Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, δ Змії, ζ Скорпіона, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Змієноця, Стрільця, Ліри, Водолія 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 — упродовж останнього тижня місяця); Венера (увечері); Марс (друга половина ночі); Юпітер (на початку місяця — друга половина ночі; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (майже цілу ніч, крім вечірніх годин; упродовж останньої десятиденки — цілу ніч); Уран (на початку місяця — друга половина ночі; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (майже цілу ніч, крім вечірніх годин).

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

Фази Місяця: новий Місяць — 4.VIII, перша чверть — 12.VIII, повний Місяць — 19.VIII, остання чверть — 26.VIII.

Місяць в апогеї — 9.VIII, у перигеї — 21.VIII.

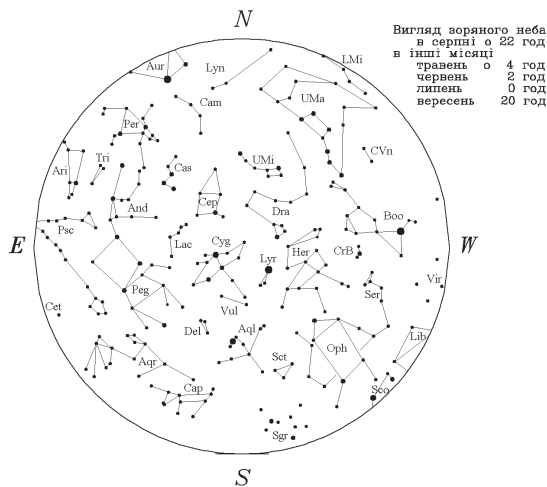
Комети: C/2021 S3 (ПАНСТАРПС), 154P/ Брюїнгтон, 13P/ Ольберс.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ξ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ξ Скорпіона, α , ζ , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї.

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

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

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



Вересень

Видимість планет: Меркурій (уранці — майже цілий місяць, крім останнього тижня); Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (на початку місяця — цілу ніч, упродовж другої половини місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Уран (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (усю ніч; упродовж найостанніших днів місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин).

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

Фази Місяця: новий Місяць — 3.IX, перша чверть — 11.IX, повний Місяць — 18.IX, остання чверть — 24.IX.

Місяць в апогеї — 5.IX, у перигеї — 18.IX.

Осіньне рівнодення: 22.IX, 12 год 44 хв. Початок осені.

Часткове місячне затемнення — 18 вересня (в Україні видно).

Комети: *154P/Брюйгтон*, *13P/Ольберс*.

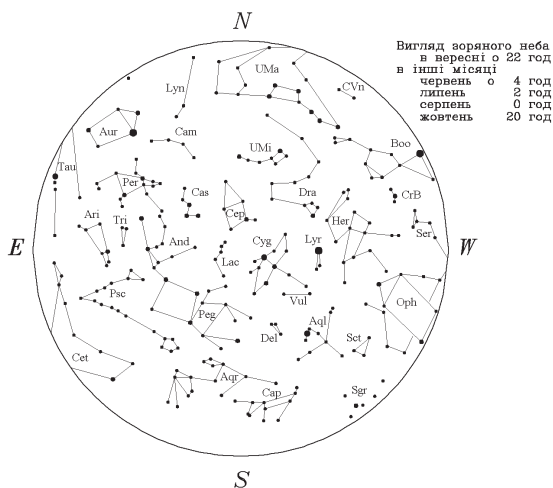
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ε Волопаса, ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї, γ , λ Овна.

Зоряні скупчення: Гіади.

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

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

Молочний Шлях проходить зі сходу на захід через зеніт.



Жовтень

Видимість планет: Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Сатурн (майже цілу ніч, крім уранішніх годин); Уран (майже цілу ніч, крім вечірніх годин); Нептун (майже цілу ніч, крім уранішніх годин).

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

Фази Місяця: новий Місяць — 2.X, перша чверть — 10.X, повний Місяць — 17.X, остання чверть — 24.X.

Місяць в апогеї — 2.X та 29.X, у перигеї — 17.X.

Кільцеподібне сонячне затемнення — 2 жовтня (в Україні не видно).

Комети: *13P/Ольберс*, *C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)*.

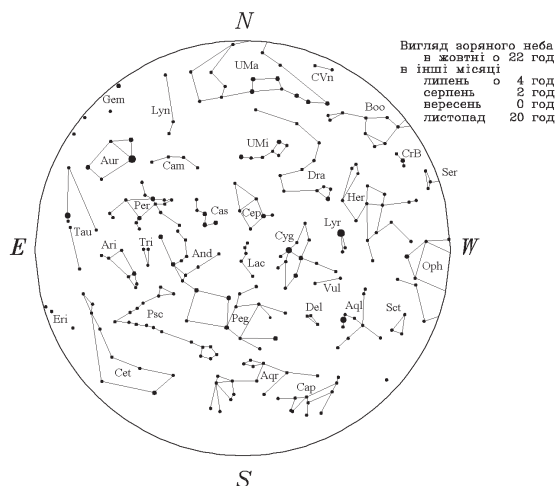
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ε Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї, γ , λ Овна.

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 гори-зонту до західної.



Листопад

Видимість планет: Меркурій (увечері — цілий місяць, крім першої десятиденки); Венера (увечері); Марс (майже цілу ніч, крім вечірніх годин), Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин; упродовж останньої п'ятиденки місяця — цілу ніч); Сатурн (на початку місяця — упродовж першої половини ночі, наприкінці місяця — увечері); Уран (цілу ніч; упродовж останньої шестиденки місяця — цілу ніч, крім уранішніх годин); Нептун (на початку місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі).

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

Фази Місяця: новий Місяць — 1.XI, перша чверть — 9.XI, повний Місяць — 15.XI, остання чверть — 23.XI.

Місяць у перигеї — 14.XI, в апогеї — 26.XI.

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

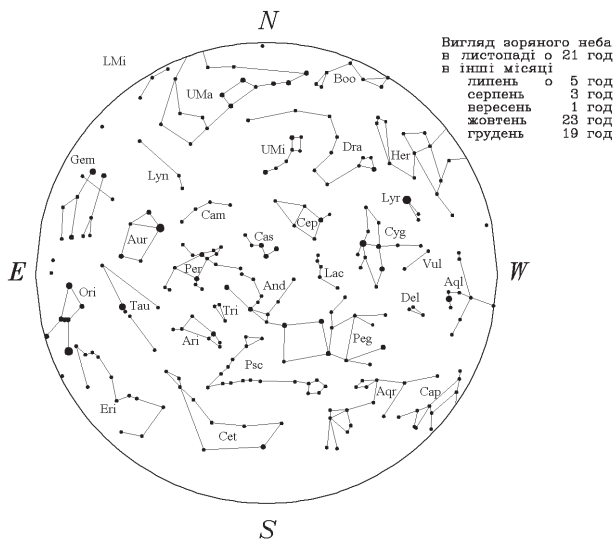
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, λ , μ , τ Лебедя, σ , ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ , γ Овна, ξ , 23, λ , ι , ζ Оріона.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

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



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

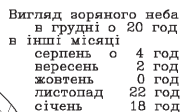
Фази Місяця: новий Місяць — 1.XII, перша чверть — 8.XII, повний Місяць — 15.XII, остання чверть — 22.XII, новий Місяць — 30.XII.

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

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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 пір 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-23 бачимо, що на 22 березня 2023 р. григоріанського календаря припадає початок вставного місяця (1.00), а його останній день (29.00) припадає на 19 квітня. У 2024 р. немає вставного місяця.

СИНХРОНІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРІВ

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
2024 рік	1445 рік	5784 рік	1945 рік	рік Gui-mao (Зайця)	1402 рік	2023 рік
1 січня!	19 Jumada II	20 Teveth	11 Pausa	20.XI	11 Dey	19 грудня
10 січня		29 Teveth		29.XI		
11 січня	29 Jumada II	1 Shevat		1.XII		
12 січня	1 Rajab					
14 січня						2024 рік
20 січня			30 Pausa		30 Dey	1 січня!
21 січня			1 Magha		1 Bahman	
1 лютого	21 Rajab	22 Shevat	12 Magha	22.XII	12 Bahman	19 січня
9 лютого		30 Shevat		30.XII		
				рік Jia-chen (Дракона)		
10 лютого	30 Rajab	1 Adar I		1.I		
11 лютого	1 Sha'ban					
19 лютого			30 Magha		30 Bahman	
20 лютого			1 Phalguna		1 Esfand	
1 березня	20 Sha'ban	21 Adar I	11 Phalguna	21.I	11 Esfand	17 лютого
9 березня				29.I		
10 березня	29 Sha'ban	30 Adar I		1.II		
11 березня	1 Ramadan	1 Adar				
19 березня					29 Esfand	
					1403 рік	
20 березня			30 Phalguna		1 Farvardin!	

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
21 березня			1946 рік			
1 квітня	22 Ramadan	22 Adar	1 Caitra!			
8 квітня		29 Adar	12 Caitra	23.II	13 Farvardin	19 березня
9 квітня	30 Ramadan	1 Nisan		30.II		
10 квітня	1 Shawwal			1.III		
19 квітня					31 Farvardin	
20 квітня					1 Ordibehesht	
21 квітня			31 Caitra			
1 травня	22 Shawwal	23 Nisan	1 Vaisakha	23.III	12 Ordibehesht	18 квітня
7 травня			11 Vaisakha	29.III		
8 травня	29 Shawwal	30 Nisan		1.IV		
9 травня	1 Dhu l-Qa'da	1 Iyar				
20 травня					31 Ordibehesht	
21 травня			31 Vaisakha		1 Khordad	
22 травня			1 Juaistha			
1 червня	24 Dhu l-Qa'da	24 Iyar	11 Juaistha	25.IV	12 Khordad	19 травня
5 червня				29.IV		
6 червня		29 Iyar		1.V		
7 червня	30 Dhu l-Qa'da	1 Sivan				
8 червня	1 Dhu l-Hijja					
20 червня			31 Juaistha		31 Khordad	
21 червня			1 Asadha		1 Tir	
22 червня						

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перський	Юліанський
1 липня	24 Dhu l-Hijja	25 Sivan	10 Asadha	26.V	11 Tir	18 червня
5 липня				30.V		
6 липня		30 Sivan		1.VI		
7 липня	30 Dhu l-Hijja 1446 рік	1 Tammuz				
8 липня	1 Muharram!					
21 липня					31 Tir	
22 липня			31 Asadha		1 Mordad	
23 липня			1 Sravana			
1 серпня	25 Muharram	26 Tammuz	10 Sravana	27.VI	11 Mordad	19 липня
3 серпня				29.VI		
4 серпня				1.VII		
5 серпня		29 Tammuz				
6 серпня	30 Muharram	1 Av				
7 серпня	1 Safar					
21 серпня						
22 серпня			31 Sravana		31 Mordad	
23 серпня			1 Bhadra		1 Shahrivar	
1 вересня	26 Safar	28 Av	10 Bhadra	29.VII	11 Shahrivar	19 серпня
2 вересня				30.VII		
3 вересня		30 Av		1.VIII		
4 вересня	29 Safar	1 Elul				
5 вересня	1 Rabi'al-Awwal					
21 вересня			31 Bhadra		31 Shahrivar	
22 вересня			1 Asvina		1 Mehr	
23 вересня						

Закінчення таблиці

Григоріанський	Арабський	Єврейський	Індійський	Китайський	Перевський	Юліанський
1 жовтня	27 Rabi'al-Awwal	28 Elul	9 Asvina	29.VIII	10 Mehr	18 вересня
2 жовтня		29 Elul		30.VIII		
3 жовтня		5785 рік		1.IX		
4 жовтня	30 Rabi'al-Awwal	1 Tishri'				
5 жовтня	1 Rabi'ath-Thani					
21 жовтня						
22 жовтня			30 Asvina		30 Mehr	
23 жовтня			1 Kartika		1 Aban	
31 жовтня				29.IX		
1 листопада	28 Rabi'ath-Thani	30 Tishri	10 Kartika	1.X	11 Aban	19 жовтня
2 листопада	29 Rabi'ath-Thani	1 Heshvan				
3 листопада	1 Jumada I					
20 листопада						
21 листопада			30 Kartika		30 Aban	
22 листопада			1 Agrahayana		1 Azar	
30 листопада				30.X		
1 грудня	29 Jumada I	30 Heshvan	10 Agrahayana	1.XI	11 Azar	18 листопада
2 грудня	30 Jumada I	1 Kislev				
3 грудня	1 Jumada II					
20 грудня						
21 грудня			30 Agrahayana		30 Azar	
22 грудня			1 Pausa		1 Dey	
30 грудня				30.XI		
31 грудня	29 Jumada II	30 Kislev	10 Pausa	1.XII	11 Dey	
2025 рік	1446 рік	5785 рік	1946 рік	рік Jia-chen (Дракона)	1403 рік	2024 рік
1 січня!	1 Rajab	1 Teveth	11 Pausa	2.XII	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 $S_{\odot} = 6.069 \cdot 10^{22}$ см².
Об'єм $V_{\odot} = 1.4095 \cdot 10^{33}$ см³ = $1\,303\,800 V_3 \approx 1.4 \cdot 10^{33}$ см³.
Середня щільність $\rho_{\odot} = 1.410$ г/см³.
Щільність в центрі Сонця приблизно становить 160 г/см³.
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/с².
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/с².
Момент інерції дорівнює $5 \cdot 10^{53}$ г · см².
Кутовий момент становить $6.11 \cdot 10^{48}$ г · см²/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 $1\text{--}30$ часток/см³;
напруженість магнітного поля $\approx 5 \cdot 10^{-5}$ Гс;
температура $(5\text{--}15) \cdot 10^5$ К;
склад: протони, електрони, ядра гелію (2—20%) та ін. (< 0.1%).

Швидкість втрати маси Сонця:

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

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

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

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

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

Сонце із Землі

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

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

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

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

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

Середній кутовий діаметр Сонця становить $31'59.26'' = 1919.26''$;
 кутовий діаметр змінюється від $32'31.4''$ (у січні) до $31'27.2''$
 (у липні), або від $1951.4''$ до $1887.2''$ ($1''$ на поверхні Сонця в серед-
 ньому відповідає 725.3 км, $1' — 43\,518$ км).
 Тілесний кут сонячного диска на середній відстані становить $6.8000 \cdot 10^{-5}$ ср,
 $A/R_{\odot} = 214.94$, $(A/R_{\odot})^2 = 46\,200$.
 Площа поверхні сфери з радіусом 1 а. о. $4\pi A^2 = 2.812 \cdot 10^{27}$ см².

Випромінювання Сонця

Середнє значення сонячної сталої поза атмосферою Землі на висоті 65 км
 становить 1.97 кал/(см² · хв) = $1.37 \cdot 10^6$ ерг/(с·см²); 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·см²).
 У рентгенівському діапазоні ($\lambda = 1—100$ Å) сонячна стала
 становить $0.1—1$ ерг/(с·см²).
 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·см² · ср).
 Потік випромінювання від фотосфери $F = \pi F = 6.35 \cdot 10^{10}$ ерг/(с·см²).
 Інтенсивність випромінювання від центра диска
 $I(0) = 2.46 \cdot 10^{10}$ ерг/(с·см² · 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 ± 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 ± 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 ± 20 км/с.

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

ОСНОВНІ ДАНІ ПРО ЗЕМЛЮ (за всесвітнім часом)

Початок тропічного року $B2024.0$ — 31 грудня 2023 р. о 20 год 19 хв .

Весняне рівнодення: 20.III, 3 год 07 хв.

Літнє сонцестояння: 20.VI, 20 год 51 хв.

Осіньне рівнодення: 22.IX, 12 год 44 хв.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 9 год 20 хв.

Земля в перигелії — 3 січня в 0 год 05 хв; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{\min} = 0.983305$ а. о. = 147 100 334 248 км; швидкість Землі $v_{\max} = 30.27$ км/с.

Земля в афелії — 5 липня о 5 год 55 хв; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{\max} = 1.016727$ а. о. = 152 100 194 283 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)

$$\tau_A = 499.00478384 \text{ с.}$$

Середній нахил екліптики до екватора $\varepsilon = 23^\circ 26' 09.99''$ для епохи $T = J2024.5$.

Ексцентриситет орбіти $e = 0.016699$ для епохи $T = J2024.5$.

Річна прецесія (для епохи $T = J2024.5$): по прямому піднесенню $m = 3.0754^s = 46.1312''$; по схиленню $n = 20.0409'' = 1.3362^s$; по довготі $p = 50.2965''$.

Радіуси Землі: екваторіальний $a_e = 6378.137$ км; полярний $a_p = 6356.752$ км.

Поверхня Землі $S_3 = 510\,069\,000$ км² = $83.8 \cdot 10^{-6}$ поверхні Сонця = 13.5 поверхні Місяця.

Об'єм Землі $V_3 = 1.083219 \cdot 10^{12}$ км³ = $0.77 \cdot 10^{-6}$ об'єму Сонця = 49.3 об'єму Місяця.

Середня щільність Землі $\rho_3 = 5.574$ г/см³.

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

Довжина l° географічної довготи l_λ та географічної широти l_ϕ залежить від широти і дорівнює: $l_\lambda = (111.321 \cos \phi - 0.094 \cos 3\phi)$ км, $l_\phi = (111.143 - 0.562 \cos 2\phi)$ км; для Києва ($\phi = 50^\circ 25'$) $l_\lambda = 71.0$ км і $l_\phi = 111.25$ км.

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

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

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

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

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

ОСНОВНІ ДАНІ ПРО МІСЯЦЬ

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

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

Об'єм $V = 21.99 \cdot 10^9$ км³ = $0.02 V_3$.

Площа поверхні $S = 37.96 \cdot 10^6$ км² = $0.074 S_3$.

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

Середня щільність $\rho = 3.34$ г/см³ = $0.607 \rho_3$.

Прискорення вільного падіння на поверхні Місяця $g = 1.623$ м/с² = $0.166 g_3$.

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/с².

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 $m_{\text{л}} = -12.91^m$.

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 $p_{\text{л}} = 0.147$.

Сферичне альbedo в істинну повню $A_{\text{л}} = 0.075$.

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 $P = 6\text{—}8$ % при фазових кутах $\alpha = 100\text{—}110^\circ$, 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 $t \approx -(160\text{—}170)^\circ\text{C}$.

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

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

Середнє відношення глибини кратерів Місяця до їхнього діаметра становить 0.2.

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

Середня товщина шару реголіту дорівнює 2—3 м.

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

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

Вік давніх материкових порід дорівнює 4.3—4.6 млрд років.

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

Вік кратера Коперник дорівнює 0.85 млрд років.

Таблиця 1

ЕФЕМЕРИДИ СОНЦЯ ТА МІСЯЦЯ
(на 0 годин земного часу)

Дата	Зоряний час S_0			Рівняння часу η		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Січень															
1	6	40	37	+3	04	18	43	41	-23	03.5	10	36	26	+12	37.9
2	6	44	33	+3	33	18	48	06	-22	58.7	11	19	28	+7	22.0
3	6	48	30	+4	01	18	52	30	-22	53.4	12	01	29	+1	50.8
4	6	52	26	+4	29	18	56	55	-22	47.6	12	43	33	-3	46.6
5	6	56	23	+4	56	19	01	18	-22	41.4	13	26	47	-9	21.1
6	7	00	19	+5	23	19	05	42	-22	34.8	14	12	22	-14	41.7
7	7	04	16	+5	49	19	10	05	-22	27.7	15	01	26	-19	34.6
8	7	08	13	+6	15	19	14	28	-22	20.1	15	54	56	-23	41.3
9	7	12	09	+6	41	19	18	50	-22	12.1	16	53	15	-26	39.5
10	7	16	06	+7	06	19	23	11	-22	03.7	17	55	47	-28	05.6
11	7	20	02	+7	31	19	27	32	-21	54.9	19	00	40	-27	41.8
12	7	23	59	+7	55	19	31	53	-21	45.6	20	05	17	-25	23.0
13	7	27	55	+8	18	19	36	13	-21	35.9	21	07	21	-21	20.0
14	7	31	52	+8	41	19	40	32	-21	25.8	22	05	44	-15	55.7
15	7	35	48	+9	03	19	44	51	-21	15.2	23	00	29	-9	38.2
16	7	39	45	+9	24	19	49	09	-21	04.3	23	52	28	-2	55.1
17	7	43	42	+9	45	19	53	26	-20	52.9	0	42	53	+3	49.6
18	7	47	38.5	+10	05	19	57	43	-20	41.2	1	33	01	+10	15.3
19	7	51	35	+10	24	20	01	58	-20	29.2	2	23	59	+16	03.9
20	7	55	31	+10	43	20	06	14	-20	16.6	3	16	38	+20	59.2
21	7	59	28	+11	00	20	10	28	-20	03.6	4	11	20	+24	46.4
22	8	03	24	+11	17	20	14	41	-19	50.3	5	07	48	+27	13.2
23	8	07	21	+11	34	20	18	54	-19	36.7	6	05	05	+28	12.0
24	8	11	17	+11	49	20	23	06	-19	22.7	7	01	47	+27	41.7
25	8	15	14	+12	04	20	27	17	-19	08.3	7	56	30	+25	48.4
26	8	19	11	+12	18	20	31	28	-18	53.6	8	48	19	+22	43.9
27	8	23	07	+12	31	20	35	37	-18	38.6	9	36	59	+18	42.8
28	8	27	04	+12	43	20	39	46	-18	23.2	10	22	45	+13	59.6
29	8	31	00	+12	54	20	43	54	-18	07.4	11	06	17	+8	47.8
30	8	34	57	+13	05	20	48	02	-17	51.4	11	48	26	+3	18.8
31	8	38	53	+13	15	20	52	08	-17	35.0	12	30	08	-2	17.3

Продовження табл. 1

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

Лютий

1	8	42	50	+13	24	20	56	14	-17	18.3	13	12	26	-7	51.0
2	8	46	46	+13	32	21	00	18	-17	01.3	13	56	24	-13	12.5
3	8	50	43	+13	40	21	04	22	-16	44.0	14	43	09	-18	10.0
4	8	54	40	+13	46	21	08	26	-16	26.4	15	33	42	-22	28.6
5	8	58	36	+13	52	21	12	28	-16	08.5	16	28	45	-25	49.7
6	9	02	33	+13	57	21	16	30	-15	50.4	17	28	21	-27	51.8
7	9	06	29	+14	02	21	20	31	-15	31.9	18	31	27	-28	14.4
8	9	10	26	+14	05	21	24	31	-15	13.2	19	35	59	-26	44.4
9	9	14	22	+14	08	21	28	30	-14	54.3	20	39	34	-23	22.3
10	9	18	19	+14	10	21	32	29	-14	35.1	21	40	28	-18	23.0
11	9	22	15	+14	11	21	36	26	-14	15.6	22	38	02	-12	12.2
12	9	26	12	+14	11	21	40	23	-13	55.9	23	32	41	-5	20.1
13	9	30	09	+14	11	21	44	19	-13	36.0	0	25	22	+1	44.1
14	9	34	05	+14	10	21	48	15	-13	15.9	1	17	17	+8	34.0
15	9	38	02	+14	08	21	52	09	-12	55.5	2	09	32	+14	47.4
16	9	41	58	+14	05	21	56	03	-12	34.9	3	02	59	+20	05.8
17	9	45	55	+14	02	21	59	56	-12	14.2	3	58	04	+24	13.9
18	9	49	51	+13	58	22	03	49	-11	53.2	4	54	37	+27	00.1
19	9	53	48	+13	53	22	07	41	-11	32.0	5	51	50	+28	17.6
20	9	57	44	+13	47	22	11	32	-11	10.7	6	48	29	+28	05.6
21	10	01	41	+13	41	22	15	22	-10	49.2	7	43	18	+26	29.9
22	10	05	38	+13	34	22	19	12	-10	27.5	8	35	24	+23	40.9
23	10	09	34	+13	27	22	23	01	-10	05.7	9	24	28	+19	52.0
24	10	13	31	+13	19	22	26	49	-9	43.7	10	10	42	+15	17.4
25	10	17	27	+13	10	22	30	37	-9	21.6	10	54	38	+10	10.1
26	10	21	24	+13	01	22	34	24	-8	59.3	11	37	02	+4	42.3
27	10	25	20	+12	51	22	38	11	-8	36.9	12	18	46	-0	55.2
28	10	29	17	+12	40	22	41	57	-8	14.4	13	00	45	-6	32.0
29	10	33	13	+12	29	22	45	42	-7	51.8	13	43	58	-11	57.7

Продовження табл. 1

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

Березень

1	10	37	10	+12	18	22	49	27	-7	29.0	14	29	23	-17	01.0
2	10	41	07	+12	06	22	53	12	-7	06.1	15	17	56	-21	28.7
3	10	45	03	+11	53	22	56	56	-6	43.1	16	10	21	-25	04.7
4	10	49	00	+11	40	23	00	40	-6	20.0	17	06	53	-27	31.0
5	10	52	56	+11	27	23	04	23	-5	56.9	18	06	59	-28	29.1
6	10	56	53	+11	13	23	08	06	-5	33.6	19	09	15	-27	44.5
7	11	00	49	+10	59	23	11	48	-5	10.3	20	11	46	-25	11.5
8	11	04	46	+10	45	23	15	30	-4	46.9	21	12	45	-20	56.2
9	11	08	42	+10	30	23	19	12	-4	23.4	22	11	15	-15	15.8
10	11	12	39	+10	15	23	22	53	-3	59.9	23	07	17	-8	35.6
11	11	16	36	+9	59	23	26	34	-3	36.3	0	01	30	-1	24.5
12	11	20	32	+9	43	23	30	15	-3	12.7	0	54	56	+5	47.7
13	11	24	29	+9	27	23	33	55	-2	49.1	1	48	40	+12	33.5
14	11	28	25	+9	11	23	37	36	-2	25.4	2	43	33	+18	28.3
15	11	32	22	+8	54	23	41	15	-2	01.7	3	40	02	+23	12.1
16	11	36	18	+8	37	23	44	55	-1	38.0	4	37	57	+26	30.4
17	11	40	15	+8	20	23	48	34	-1	14.3	5	36	29	+28	15.0
18	11	44	11	+8	03	23	52	14	-0	50.5	6	34	19	+28	25.5
19	11	48	08	+7	45	23	55	53	-0	26.8	7	30	08	+27	08.2
20	11	52	05	+7	27	23	59	31	-0	03.1	8	23	02	+24	34.5
21	11	56	01	+7	09	0	03	10	+0	20.6	9	12	43	+20	58.2
22	11	59	58	+6	51	0	06	49	+0	44.3	9	59	23	+16	33.3
23	12	03	54	+6	33	0	10	27	+1	08.0	10	43	39	+11	32.8
24	12	07	51	+6	15	0	14	06	+1	31.6	11	26	16	+6	08.3
25	12	11	47	+5	57	0	17	44	+1	55.2	12	08	06	+0	30.7
26	12	15	44	+5	39	0	21	22	+2	18.7	12	50	03	-5	09.6
27	12	19	40	+5	21	0	25	01	+2	42.2	13	33	03	-10	41.6
28	12	23	37	+5	03	0	28	39	+3	05.7	14	17	59	-15	53.5
29	12	27	34	+4	44	0	32	18	+3	29.0	15	05	43	-20	32.0
30	12	31	30	+4	26	0	35	56	+3	52.4	15	56	53	-24	21.5
31	12	35	27	+4	08	0	39	35	+4	15.6	16	51	43	-27	05.6

Продовження табл. 1

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

Квітень

1	12	39	23	+3	50	0	43	13	+4	38.8	17	49	49	-28	27.6
2	12	43	20	+3	33	0	46	52	+5	01.9	18	49	59	-28	14.3
3	12	47	16	+3	15	0	50	31	+5	24.9	19	50	37	-26	19.7
4	12	51	13	+2	58	0	54	10	+5	47.8	20	50	10	-22	46.4
5	12	55	09	+2	41	0	57	50	+6	10.6	21	47	42	-17	46.2
6	12	59	06	+2	24	1	01	29	+6	33.3	22	43	06	-11	37.7
7	13	03	02	+2	07	1	05	09	+6	55.9	23	36	55	-4	44.0
8	13	06	59	+1	50	1	08	49	+7	18.4	0	30	07	+2	28.5
9	13	10	56	+1	34	1	12	29	+7	40.8	1	23	47	+9	32.3
10	13	14	52	+1	18	1	16	10	+8	03.0	2	18	53	+15	59.1
11	13	18	49	+1	02	1	19	50	+8	25.1	3	16	02	+21	24.0
12	13	22	45	+0	46	1	23	31	+8	47.1	4	15	11	+25	25.5
13	13	26	42	+0	31	1	27	13	+9	08.8	5	15	29	+27	50.1
14	13	30	38	+0	16	1	30	54	+9	30.5	6	15	26	+28	33.7
15	13	34	35	+0	02	1	34	36	+9	52.0	7	13	24	+27	41.7
16	13	38	32	-0	12	1	38	19	+10	13.3	8	08	12	+25	26.6
17	13	42	28	-0	26	1	42	01	+10	34.5	8	59	20	+22	04.1
18	13	46	25	-0	40	1	45	44	+10	55.5	9	47	02	+17	49.7
19	13	50	21	-0	53	1	49	28	+11	16.2	10	31	55	+12	57.1
20	13	54	18	-1	06	1	53	12	+11	36.8	11	14	51	+7	38.1
21	13	58	14	-1	18	1	56	56	+11	57.3	11	56	47	+2	03.3
22	14	02	11	-1	30	2	00	41	+12	17.5	12	38	40	-3	37.7
23	14	06	07	-1	41	2	04	26	+12	37.5	13	21	28	-9	14.2
24	14	10	04	-1	52	2	08	11	+12	57.3	14	06	08	-14	34.5
25	14	14	00	-2	03	2	11	57	+13	16.9	14	53	31	-19	25.1
26	14	17	57	-2	13	2	15	44	+13	36.3	15	44	17	-23	30.0
27	14	21	54	-2	22	2	19	31	+13	55.4	16	38	39	-26	31.9
28	14	25	50	-2	31	2	23	19	+14	14.3	17	36	13	-28	14.0
29	14	29	47	-2	40	2	27	07	+14	33.0	18	35	47	-28	23.3
30	14	33	43	-2	48	2	30	55	+14	51.5	19	35	43	-26	53.9

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час S_0			Рівняння часу η		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Травень															
1	14	37	40	-2	55	2	34	44	+15	09.7	20	34	25	-23	48.8
2	14	41	36	-3	02	2	38	34	+15	27.7	21	30	57	-19	19.0
3	14	45	33	-3	08	2	42	25	+15	45.4	22	25	11	-13	40.8
4	14	49	29	-3	14	2	46	15	+16	02.8	23	17	39	-7	13.6
5	14	53	26	-3	19	2	50	07	+16	20.0	0	09	19	-0	18.8
6	14	57	23	-3	23	2	53	59	+16	36.9	1	01	22	+6	40.2
7	15	01	19	-3	27	2	57	51	+16	53.5	1	54	55	+13	18.5
8	15	05	16	-3	31	3	01	45	+17	09.4	2	50	51	+19	10.0
9	15	09	12	-3	34	3	05	38	+17	26.0	3	49	29	+23	50.0
10	15	13	09	-3	36	3	09	33	+17	41.7	4	50	16	+26	58.2
11	15	17	05	-3	37	3	13	28	+17	57.2	5	51	46	+28	23.4
12	15	21	02	-3	39	3	17	23	+18	12.4	6	52	00	+28	05.9
13	15	24	58	-3	39	3	21	19	+18	27.3	7	49	17	+26	16.3
14	15	28	55	-3	39	3	25	16	+18	41.8	8	42	40	+23	11.1
15	15	32	52	-3	39	3	29	13	+18	56.0	9	32	08	+19	08.2
16	15	36	48	-3	38	3	33	10	+19	10.0	10	18	14	+14	23.7
17	15	40	45	-3	36	3	37	09	+19	23.5	11	01	52	+9	10.7
18	15	44	41	-3	34	3	41	07	+19	36.8	11	44	03	+3	40.0
19	15	48	38	-3	31	3	45	07	+19	49.7	12	25	49	-1	58.9
20	15	52	34	-3	28	3	49	06	+20	02.3	13	08	15	-7	36.6
21	15	56	31	-3	24	3	53	07	+20	14.5	13	52	22	-13	02.4
22	16	00	27	-3	20	3	57	07	+20	26.4	14	39	08	-18	03.4
23	16	04	24	-3	15	4	01	09	+20	38.0	15	29	22	-22	24.1
24	16	08	21	-3	10	4	05	11	+20	49.2	16	23	27	-25	46.2
25	16	12	17	-3	04	4	09	13	+21	00.0	17	21	06	-27	51.1
26	16	16	14	-2	57	4	13	16	+21	10.5	18	21	09	-28	23.3
27	16	20	10	-2	51	4	17	19	+21	20.6	19	21	48	-27	15.3
28	16	24	07	-2	43	4	21	23	+21	30.3	20	21	12	-24	29.3
29	16	28	03	-2	36	4	25	28	+21	39.7	21	18	08	-20	17.2
30	16	32	00	-2	27	4	29	32	+21	48.7	22	12	17	-14	56.3
31	16	35	56	-2	19	4	33	37	+21	57.3	23	04	09	-8	46.4

Продовження табл. 1

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

Червень

1	16	39	53	-2	10	4	37	43	+22	05.5	23	54	40	-2	07.7
2	16	43	50	-2	00	4	41	49	+22	13.4	0	45	04	+4	39.6
3	16	47	46	-1	50	4	45	56	+22	20.8	1	36	34	+11	14.1
4	16	51	43	-1	40	4	50	02	+22	27.9	2	30	16	+17	13.4
5	16	55	39	-1	29	4	54	10	+22	34.6	3	26	50	+22	14.2
6	16	59	36	-1	18	4	58	17	+22	40.8	4	26	15	+25	54.5
7	17	03	32	-1	07	5	02	25	+22	46.7	5	27	29	+27	58.0
8	17	07	29	-0	56	5	06	33	+22	52.2	6	28	40	+28	17.9
9	17	11	25	-0	44	5	10	41	+22	57.3	7	27	47	+26	59.3
10	17	15	22	-0	32	5	14	50	+23	02.0	8	23	21	+24	16.6
11	17	19	19	-0	20	5	18	59	+23	06.2	9	14	52	+20	28.3
12	17	23	15	-0	07	5	23	08	+23	10.1	10	02	35	+15	52.5
13	17	27	12	+0	05	5	27	17	+23	13.5	10	47	19	+10	44.9
14	17	31	08	+0	18	5	31	26	+23	16.6	11	30	02	+5	17.6
15	17	35	05	+0	31	5	35	35	+23	19.2	12	11	50	-0	19.1
16	17	39	01	+0	44	5	39	45	+23	21.4	12	53	50	-5	56.2
17	17	42	58	+0	57	5	43	54	+23	23.2	13	37	07	-11	24.4
18	17	46	54	+1	10	5	48	04	+23	24.6	14	22	46	-16	32.4
19	17	50	51	+1	23	5	52	13	+23	25.6	15	11	45	-21	06.3
20	17	54	48	+1	36	5	56	23	+23	26.1	16	04	45	-24	48.5
21	17	58	44	+1	49	6	00	33	+23	26.3	17	01	50	-27	19.6
22	18	02	41	+2	02	6	04	42	+23	26.0	18	02	09	-28	20.9
23	18	06	37	+2	14	6	08	52	+23	25.4	19	03	55	-27	40.0
24	18	10	34	+2	27	6	13	01	+23	24.3	20	05	02	-25	15.5
25	18	14	30	+2	40	6	17	10	+23	22.8	21	03	47	-21	17.7
26	18	18	27	+2	53	6	21	19	+23	20.9	21	59	27	-16	05.3
27	18	22	23	+3	05	6	25	28	+23	18.6	22	52	15	-10	00.3
28	18	26	20	+3	17	6	29	37	+23	15.8	23	43	04	-3	25.2
29	18	30	17	+3	29	6	33	46	+23	12.7	0	33	04	+3	19.0
30	18	34	13	+3	41	6	37	54	+23	09.1	1	23	31	+9	51.9

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час S_0			Рівняння часу η		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Липень															
1	18	38	10	+3	53	6	42	03	+23	05.2	2	15	35	+15	53.5
2	18	42	06	+4	05	6	46	11	+23	00.8	3	10	10	+21	03.5
3	18	46	03	+4	16	6	50	18	+22	56.1	4	07	34	+25	01.7
4	18	49	59	+4	27	6	54	26	+22	50.9	5	07	17	+27	31.4
5	18	53	56	+4	37	6	58	33	+22	45.4	6	07	52	+28	22.0
6	18	57	52	+4	47	7	02	40	+22	39.4	7	07	24	+27	33.6
7	19	01	49	+4	57	7	06	46	+22	33.1	8	04	08	+25	15.9
8	19	05	46	+5	07	7	10	52	+22	26.4	8	57	09	+21	45.4
9	19	09	42	+5	16	7	14	58	+22	19.2	9	46	19	+17	20.8
10	19	13	39	+5	25	7	19	03	+22	11.7	10	32	12	+12	19.0
11	19	17	35	+5	33	7	23	08	+22	03.8	11	15	39	+6	54.3
12	19	21	32	+5	41	7	27	12	+21	55.6	11	57	43	+1	18.4
13	19	25	28	+5	48	7	31	16	+21	46.9	12	39	26	-4	19.0
14	19	29	25	+5	54	7	35	19	+21	37.9	13	21	55	-9	49.0
15	19	33	21	+6	01	7	39	22	+21	28.5	14	06	14	-15	01.6
16	19	37	18	+6	06	7	43	24	+21	18.8	14	53	29	-19	44.8
17	19	41	15	+6	12	7	47	26	+21	08.7	15	44	30	-23	43.8
18	19	45	11	+6	16	7	51	27	+20	58.2	16	39	46	-26	40.1
19	19	49	08	+6	20	7	55	28	+20	47.4	17	38	58	-28	14.2
20	19	53	04	+6	24	7	59	28	+20	36.2	18	40	45	-28	09.4
21	19	57	01	+6	27	8	03	27	+20	24.7	19	43	05	-26	17.7
22	20	00	57	+6	29	8	07	26	+20	12.9	20	43	54	-22	43.8
23	20	04	54	+6	31	8	11	25	+20	00.7	21	41	55	-17	43.6
24	20	08	50	+6	32	8	15	22	+19	48.2	22	36	54	-11	40.3
25	20	12	47	+6	33	8	19	20	+19	35.3	23	29	26	-4	59.5
26	20	16	44	+6	33	8	23	16	+19	22.1	0	20	33	+1	54.1
27	20	20	40	+6	32	8	27	12	+19	08.6	1	11	30	+8	37.6
28	20	24	37	+6	31	8	31	08	+18	54.8	2	03	26	+14	50.1
29	20	28	33	+6	29	8	35	06	+18	40.7	2	57	19	+20	11.8
30	20	32	30	+6	27	8	38	57	+18	26.3	3	53	37	+24	24.4
31	20	36	26	+6	24	8	42	51	+18	11.5	4	52	06	+27	12.3

Продовження табл. 1

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

Серпень

1	20	40	23	+6	21	8	46	44	+17	56.5	5	51	43	+28	25.2
2	20	44	19	+6	17	8	50	36	+17	41.1	6	50	48	+28	00.9
3	20	48	16	+6	12	8	54	28	+17	25.5	7	47	42	+26	06.2
4	20	52	13	+6	07	8	58	19	+17	09.6	8	41	20	+22	54.6
5	20	56	09	+6	01	9	02	10	+16	53.4	9	31	20	+18	43.4
6	21	00	06	+5	55	9	06	00	+16	37.0	10	18	01	+13	49.6
7	21	04	02	+5	48	9	09	50	+16	20.3	11	02	06	+8	28.4
8	21	07	59	+5	40	9	13	39	+16	03.3	11	44	30	+2	52.8
9	21	11	55	+5	32	9	17	27	+15	46.0	12	26	10	-2	46.4
10	21	15	52	+5	23	9	21	15	+15	28.5	13	08	08	-8	19.4
11	21	19	48	+5	13	9	25	02	+15	10.8	13	51	25	-13	36.7
12	21	23	45	+5	03	9	28	48	+14	52.8	14	37	02	-18	27.4
13	21	27	42	+4	53	9	32	34	+14	34.6	15	25	55	-22	38.8
14	21	31	38	+4	42	9	36	20	+14	16.2	16	18	42	-25	55.3
15	21	35	35	+4	30	9	40	04	+13	57.5	17	15	30	-27	58.9
16	21	39	31	+4	18	9	43	49	+13	38.6	18	15	34	-28	32.2
17	21	43	28	+4	05	9	47	33	+13	19.5	19	17	20	-27	22.7
18	21	47	24	+3	52	9	51	16	+13	00.2	20	18	51	-24	27.6
19	21	51	21	+3	38	9	54	59	+12	40.6	21	18	28	-19	55.7
20	21	55	17	+3	23	9	58	41	+12	20.9	22	15	30	-14	06.3
21	21	59	14	+3	09	10	02	23	+12	01.0	23	10	07	-7	24.6
22	22	03	11	+2	53	10	06	04	+11	40.9	0	03	07	-0	18.2
23	22	07	07	+2	38	10	09	45	+11	20.6	0	55	35	+6	45.8
24	22	11	04	+2	22	10	13	25	+11	00.1	1	48	39	+13	22.0
25	22	15	00	+2	05	10	17	05	+10	39.5	2	43	17	+19	07.8
26	22	18	57	+1	48	10	20	45	+10	18.7	3	39	59	+23	43.3
27	22	22	53	+1	31	10	24	24	+9	57.7	4	38	35	+26	53.0
28	22	26	50	+1	14	10	28	03	+9	36.6	5	38	10	+28	26.9
29	22	30	46	+0	56	10	31	42	+9	15.3	6	37	15	+28	23.0
30	22	34	43	+0	37	10	35	20	+8	53.6	7	34	17	+26	47.7
31	22	38	40	+0	19	10	38	58	+8	32.2	8	28	11	+23	53.5

Продовження табл. 1

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

Вересень

1	22	42	36	-0	00	10	42	36	+8	10.5	9	18	34	+19	56.4
2	22	46	33	-0	19	10	46	13	+7	48.6	10	05	40	+15	12.7
3	22	50	29	-0	39	10	49	50	+7	26.6	10	50	07	+9	57.3
4	22	54	26	-0	59	10	53	27	+7	04.5	11	32	45	+4	23.5
5	22	58	22	-1	18	10	57	04	+6	42.3	12	14	28	-1	17.0
6	23	02	19	-1	39	11	00	40	+6	20.0	12	56	12	-6	53.9
7	23	06	15	-1	59	11	04	16	+5	57.5	13	38	55	-12	16.9
8	23	10	12	-2	19	11	07	52	+5	35.0	14	23	31	-17	15.3
9	23	14	09	-2	40	11	11	28	+5	12.4	15	10	51	-21	37.3
10	23	18	05	-3	01	11	15	04	+4	49.7	16	01	33	-25	08.9
11	23	22	02	-3	22	11	18	39	+4	26.9	16	55	54	-27	34.8
12	23	25	58	-3	44	11	22	14	+4	04.0	17	53	30	-28	39.2
13	23	29	55	-4	05	11	25	50	+3	41.1	18	53	14	-28	09.2
14	23	33	51	-4	26	11	29	25	+3	18.1	19	53	32	-25	58.2
15	23	37	48	-4	48	11	33	00	+2	55.0	20	52	52	-22	08.8
16	23	41	44	-5	09	11	36	35	+2	31.9	21	50	22	-16	53.0
17	23	45	41	-5	31	11	40	10	+2	08.8	22	45	52	-10	30.3
18	23	49	38	-5	52	11	43	45	+1	45.5	23	39	56	-3	25.6
19	23	53	34	-6	14	11	47	20	+1	22.3	0	33	33	+3	52.9
20	23	57	31	-6	35	11	50	55	+0	59.0	1	27	46	+10	56.4
21	0	01	27	-6	57	11	54	30	+0	35.7	2	23	34	+17	16.8
22	0	05	24	-7	18	11	58	06	+0	12.4	3	21	30	+22	29.1
23	0	09	20	-7	39	12	01	41	-0	10.9	4	21	26	+26	13.3
24	0	13	17	-8	00	12	05	17	-0	34.3	5	22	25	+28	17.2
25	0	17	13	-8	21	12	08	52	-0	57.7	6	22	51	+28	38.0
26	0	21	10	-8	42	12	12	28	-1	21.0	7	21	04	+27	22.5
27	0	25	07	-9	02	12	16	04	-1	44.4	8	15	54	+24	44.4
28	0	29	03	-9	22	12	19	41	-2	07.7	9	06	58	+21	00.5
29	0	33	00	-9	42	12	23	17	-2	31.1	9	54	33	+16	27.2
30	0	36	56	-10	02	12	26	54	-2	54.4	10	39	18	+11	19.4

Продовження табл. 1

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

Жовтень

1	0	40	53	-10	21	12	30	31	-3	17.7	11	22	05	+5	50.0
2	0	44	49	-10	41	12	34	09	-3	40.9	12	03	50	+0	10.3
3	0	48	46	-10	59	12	37	46	-4	04.1	12	45	29	-5	29.0
4	0	52	42	-11	18	12	41	24	-4	27.3	13	27	55	-10	57.4
5	0	56	39	-11	36	12	45	03	-4	50.4	14	12	02	-16	04.0
6	1	00	36	-11	54	12	48	42	-5	13.4	14	58	36	-20	36.4
7	1	04	32	-12	11	12	52	21	-5	36.4	15	48	12	-24	21.3
8	1	08	29	-12	28	12	56	00	-5	59.3	16	41	05	-27	04.2
9	1	12	25	-12	45	12	59	40	-6	22.1	17	36	54	-28	30.8
10	1	16	22	-13	01	13	03	21	-6	44.9	18	34	44	-28	29.6
11	1	20	18	-13	16	13	07	02	-7	07.5	19	33	15	-26	54.0
12	1	24	15	-13	32	13	10	43	-7	30.0	20	31	06	-23	44.7
13	1	28	11	-13	46	13	14	25	-7	52.5	21	27	26	-19	09.5
14	1	32	08	-14	01	13	18	07	-8	14.8	22	22	05	-13	22.3
15	1	36	05	-14	14	13	21	50	-8	37.0	23	15	29	-6	42.0
16	1	40	01	-14	27	13	25	34	-8	59.1	0	08	32	+0	28.5
17	1	43	58	-14	40	13	29	18	-9	21.1	1	02	21	+7	42.4
18	1	47	54	-14	52	13	33	02	-9	42.9	1	58	02	+14	30.7
19	1	51	51	-15	03	13	36	48	-10	04.6	2	56	19	+20	23.5
20	1	55	47	-15	14	13	40	33	-10	26.1	3	57	19	+24	53.8
21	1	59	44	-15	24	13	44	20	-10	47.5	5	00	09	+27	42.0
22	2	03	40	-15	33	13	48	07	-11	08.7	6	02	59	+28	39.8
23	2	07	37	-15	42	13	51	55	-11	29.8	7	03	46	+27	52.0
24	2	11	34	-15	50	13	55	44	-11	50.7	8	00	54	+25	33.2
25	2	15	30	-15	57	13	59	33	-12	11.4	8	53	46	+22	02.4
26	2	19	27	-16	03	14	03	23	-12	31.9	9	42	36	+17	38.4
27	2	23	23	-16	09	14	07	14	-12	52.3	10	28	07	+12	37.7
28	2	27	20	-16	14	14	11	06	-13	12.4	11	11	17	+7	13.3
29	2	31	16	-16	18	14	14	58	-13	32.4	11	53	08	+1	36.6
30	2	35	13	-16	22	14	18	51	-13	52.1	12	34	41	-4	02.7
31	2	39	09	-16	24	14	22	45	-14	11.6	13	16	54	-9	34.3

Продовження табл. 1

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

Листопад

1	2	43	06	-16	26	14	26	40	-14	30.8	14	00	41	-14	47.7
2	2	47	03	-16	27	14	30	35	-14	49.9	14	46	51	-19	30.5
3	2	50	59	-16	27	14	34	32	-15	08.7	15	36	00	-23	28.7
4	2	54	56	-16	27	14	38	29	-15	27.3	16	28	23	-26	27.5
5	2	58	52	-16	25	14	42	27	-15	45.6	17	23	39	-28	12.4
6	3	02	49	-16	23	14	46	25	-16	03.6	18	20	51	-28	31.6
7	3	06	45	-16	20	14	50	25	-16	21.4	19	18	36	-27	19.5
8	3	10	42	-16	16	14	54	26	-16	38.8	20	15	31	-24	37.1
9	3	14	38	-16	12	14	58	27	-16	56.0	21	10	43	-20	32.1
10	3	18	35	-16	06	15	02	29	-17	13.9	22	04	00	-15	17.0
11	3	22	32	-16	00	15	06	32	-17	29.6	22	55	48	-9	07.5
12	3	26	28	-15	52	15	10	36	-17	45.9	23	47	02	-2	21.6
13	3	30	25	-15	44	15	14	40	-18	01.9	0	38	50	+4	39.8
14	3	34	21	-15	36	15	18	46	-18	17.6	1	32	26	+11	32.3
15	3	38	18	-15	26	15	22	52	-18	33.0	2	28	56	+17	48.1
16	3	42	14	-15	15	15	26	59	-18	48.0	3	28	52	+22	57.8
17	3	46	11	-15	04	15	31	07	-19	02.8	4	31	52	+26	34.9
18	3	50	07	-14	52	15	35	16	-19	17.1	5	36	20	+28	21.6
19	3	54	04	-14	39	15	39	25	-19	31.2	6	39	52	+28	14.4
20	3	58	01	-14	25	15	43	36	-19	44.8	7	40	12	+26	24.1
21	4	01	57	-14	10	15	47	47	-19	58.2	8	36	03	+23	10.8
22	4	05	54	-13	55	15	51	59	-20	11.1	9	27	15	+18	56.6
23	4	09	50	-13	38	15	56	12	-20	23.7	10	14	27	+14	01.0
24	4	13	47	-13	21	16	00	26	-20	35.9	10	58	40	+8	39.7
25	4	17	43	-13	03	16	04	40	-20	47.8	11	41	01	+3	04.8
26	4	21	40	-12	44	16	08	55	-20	59.2	12	22	37	-2	33.8
27	4	25	36	-12	25	16	13	11	-21	10.3	13	04	34	-8	06.9
28	4	29	33	-12	05	16	17	28	-21	20.9	13	47	51	-13	24.8
29	4	33	30	-11	44	16	21	45	-21	31.2	14	33	26	-18	16.3
30	4	37	26	-11	22	16	26	04	-21	41.0	15	22	03	-22	27.7

Закінчення табл. 1

Дата	Зоряний час S_0			Рівняння часу η		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Грудень															
1	4	41	23	-11	00	16	30	22	-21	50.5	16	14	05	-25	43.6
2	4	45	19	-10	37	16	34	42	-21	59.5	17	09	19	-27	48.0
3	4	49	16	-10	14	16	39	02	-22	08.1	18	06	52	-28	27.6
4	4	53	12	-9	50	16	43	23	-22	16.2	19	05	11	-27	34.5
5	4	57	09	-9	25	16	47	44	-22	24.0	20	02	40	-25	09.7
6	5	01	05	-9	00	16	52	06	-22	31.3	20	58	09	-21	21.4
7	5	05	02	-8	34	16	56	28	-22	38.1	21	51	16	-16	23.7
8	5	08	59	-8	08	17	00	50	-22	44.5	22	42	21	-10	32.7
9	5	12	55	-7	41	17	05	14	-22	50.9	23	32	14	-4	06.1
10	5	16	52	-7	14	17	09	37	-22	56.0	0	22	04	+2	38.2
11	5	20	48	-6	47	17	14	01	-23	01.0	1	13	09	+9	20.1
12	5	24	45	-6	19	17	18	26	-23	05.7	2	06	44	+15	37.4
13	5	28	41	-5	51	17	22	50	-23	09.8	3	03	45	+21	04.5
14	5	32	38	-5	23	17	27	15	-23	13.5	4	04	28	+25	15.1
15	5	36	34	-4	54	17	31	40	-23	16.7	5	08	01	+27	46.2
16	5	40	31	-4	25	17	36	06	-23	19.5	6	12	20	+28	25.0
17	5	44	28	-3	56	17	40	32	-23	21.8	7	14	54	+27	13.4
18	5	48	24	-3	27	17	44	58	-23	23.6	8	13	38	+24	26.8
19	5	52	21	-2	57	17	49	24	-23	25.0	9	07	42	+20	27.5
20	5	56	17	-2	27	17	53	50	-23	25.8	9	57	17	+15	38.3
21	6	00	14	-1	57	17	58	16	-23	26.3	10	43	14	+10	18.2
22	6	04	10	-1	28	18	02	42	-23	26.2	11	26	40	+4	42.1
23	6	08	07	-0	58	18	07	09	-23	25.7	12	08	45	-0	58.6
24	6	12	03	-0	28	18	11	35	-23	24.7	12	50	37	-6	34.6
25	6	16	00	+0	02	18	16	02	-23	23.2	13	33	22	-11	56.8
26	6	19	57	+0	31	18	20	28	-23	21.3	14	18	02	-16	55.5
27	6	23	53	+1	01	18	24	54	-23	18.9	15	05	32	-21	18.7
28	6	27	50	+1	30	18	29	20	-23	16.0	15	56	31	-24	52.0
29	6	31	46	+2	00	18	33	46	-23	12.7	16	51	05	-27	19.1
30	6	35	43	+2	29	18	38	12	-23	08.9	17	48	38	-28	24.2
31	6	39	39	+2	58	18	42	37	-23	04.6	18	47	46	-27	56.1

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	59	16	08	Липень	3	3	57	20	12
	5	7	58	16	13		7	4	00	20	10
	9	7	57	16	17		11	4	04	20	07
	13	7	54	16	23		15	4	08	20	03
	17	7	52	16	29		19	4	13	19	59
	21	7	48	16	35		23	4	18	19	55
	25	7	43	16	41		27	4	23	19	49
	29	7	39	16	48		31	4	28	19	43
Лютий	2	7	33	16	55	Серпень	4	4	34	19	37
	6	7	27	17	02		8	4	40	19	30
	10	7	20	17	09		12	4	46	19	23
	14	7	14	17	16		16	4	52	19	16
	18	7	06	17	22		20	4	58	19	08
	22	6	59	17	29		24	5	04	19	00
	26	6	51	17	36		28	5	10	18	52
	Березень	1	6	43	17		43	Вересень	1	5	15
5		6	34	17	49	5	5		21	18	35
9		6	26	17	56	9	5		27	18	26
13		6	17	18	02	13	5		33	18	17
17		6	09	18	09	17	5		39	18	08
21		6	00	18	15	21	5		45	18	00
25		5	51	18	21	25	5		51	17	51
29		5	43	18	28	29	5		57	17	42
Квітень	2	5	34	18	34	Жовтень	3	6	04	17	33
	6	5	25	18	40		7	6	10	17	25
	10	5	17	18	47		11	6	16	17	16
	14	5	09	18	53		15	6	22	17	08
	18	5	00	18	59		19	6	29	17	00
	22	4	53	19	05		23	6	35	16	52
	26	4	45	19	12		27	6	42	16	45
	30	4	38	19	18		31	6	49	16	38
Травень	4	4	31	19	24	Листопад	4	6	55	16	31
	8	4	24	19	30		8	7	02	16	25
	12	4	18	19	36		12	7	08	16	19
	16	4	12	19	41		16	7	15	16	14
	20	4	07	19	47		20	7	21	16	10
	24	4	03	19	52		24	7	27	16	06
	28	3	59	19	56		28	7	33	16	03
	Червень	1	3	56	20		01	Грудень	2	7	38
5		3	53	20	04	6	7		43	15	59
9		3	51	20	08	10	7		48	15	58
13		3	50	20	10	14	7		51	15	58
17		3	50	20	12	18	7		54	15	59
21		3	51	20	13	22	7		57	16	01
25		3	52	20	13	26	7		58	16	04
29		3	54	20	13	30	7		59	16	07
						Січень 2025	3		7	58	16

Таблиця 3

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

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
	25	-18	-16	-12	-10	-6	-4	0	+4	+8
Лютий	2	-16	-14	-11	-8	-6	-3	0	+3	+6
	10	-13	-11	-9	-7	-4	-2	0	+3	+5
	18	-10	-9	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4
	26	-8	-6	-6	-4	-3	-2	0	+2	+3
Березень	5	-4	-4	-3	-2	-1	-1	0	+1	+2
	13	-2	+2	-1	-1	0	0	0	0	+1
	21	+1	+1	+1	0	0	0	0	0	0
	29	+4	+3	+2	+2	+1	0	0	-1	-1
Квітень	6	+7	+6	+5	+4	+2	+2	0	-1	-2
	14	+10	+8	+6	+5	+4	+2	0	-2	-4
	22	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-3	-5
	30	+15	+12	+10	+8	+6	+3	0	-3	-6
Травень	8	+18	+16	+12	+10	+7	+4	0	-3	-6
	16	+22	+18	+14	+11	+8	+4	0	-4	-8
	24	+22	+20	+16	+12	+8	+4	0	-5	-9
Червень	1	+24	+20	+17	+13	+9	+4	0	-5	-10
	9	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-10
	17	+27	+23	+19	+14	+10	+5	0	-5	-11
	25	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-6	-11
Липень	3	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-10
	11	+24	+20	+17	+13	+9	+4	0	-5	-10
	19	+22	+19	+15	+12	+8	+4	0	-4	-9
	27	+20	+17	+14	+11	+7	+4	0	-4	-8
Серпень	4	+18	+15	+12	+10	+7	+3	0	-3	-7
	12	+15	+12	+10	+8	+5	+3	0	-3	-6
	20	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-2	-5
	28	+10	+8	+7	+5	+4	+2	0	-2	-4
Вересень	5	+7	+6	+5	+4	+3	+1	0	-1	-3
	13	+4	+3	+2	+2	+2	0	0	0	-2
	21	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0
	29	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	+1
Жовтень	7	-5	-4	-3	-2	-2	-1	0	+1	+2
	15	-7	-6	-5	-4	-2	-1	0	+2	+3
	23	-10	-8	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4
	31	-14	-12	-10	-7	-5	-3	0	+2	+5
Листопад	8	-16	-14	-11	-8	-6	-3	0	+2	+5
	16	-18	-16	-13	-10	-7	-4	0	+3	+6
	24	-20	-17	-14	-11	-7	-4	0	+4	+7
	2	-22	-19	-16	-12	-8	-5	0	+4	+9
Грудень	10	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+5	+9
	18	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
	26	-24	-20	-17	-13	-9	-4	0	+5	+10
	3	-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	9	121°	123°	127°	133°
	11	62	59	56	51		19	118	121	125	130
	21	64	62	59	55		29	115	118	121	125
	31	68	66	63	60		8	112	114	117	120
Лютий	10	72	70	68	65	Серпень	18	108	109	111	114
	20	76	75	74	72		28	103	104	106	108
	1	81	80	79	78		7	98	99	100	102
Березень	11	86	86	85	84	Вересень	17	93	94	94	95
	21	91	91	92	92		27	88	88	88	88
	31	96	97	98	99		7	83	83	82	81
	10	101	102	104	105		17	78	77	76	75
Квітень	20	106	107	109	112	Жовтень	27	74	72	71	68
	30	110	112	115	118		6	70	68	65	62
	10	114	116	119	123		16	66	64	61	57
Травень	20	117	120	123	128	Листопад	26	63	60	57	53
	30	120	123	127	132		6	61	58	55	50
	9	121	124	129	134		16	60	57	53	48
Червень	19	122	125	129	136	Грудень	26	60	57	53	48
	29	122	125	129	135		5	61	58	55	50

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

Таблиця 5

ТРИВАЛІСТЬ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПРИСМЕРКІВ (у хвиликах)

Дата		Географічна широта, град.				Дата		Географічна широта, град.			
		40	45	50	55			40	45	50	55
Січень	1	30	34	38	45	Липень	9	32	37	43	55
	11	30	33	38	44		19	31	36	42	52
	21	30	32	36	42		29	31	34	40	47
	31	29	32	35	40		8	30	32	37	44
Лютий	10	28	30	34	38	Серпень	18	29	32	36	41
	20	27	30	33	37		28	28	30	34	38
	1	27	29	32	36		7	28	30	33	37
Березень	11	27	29	32	36	Вересень	17	27	30	32	36
	21	27	30	32	36		27	27	30	32	36
	31	27	30	33	36		7	28	30	32	36
	10	28	31	34	38		17	28	30	33	37
Квітень	20	28	31	34	40	Жовтень	27	28	30	34	38
	30	29	32	36	42		6	28	31	35	40
	10	30	34	38	46		16	30	32	36	42
Травень	20	31	35	40	50	Листопад	26	30	32	37	43
	30	32	36	42	53		6	30	34	38	44
	9	33	37	44	56		16	30	34	38	46
Червень	19	33	37	44	58	Грудень	26	30	34	38	46
	29	33	37	44	58		5	30	33	38	44

Таблиця 6

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

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна ν , с	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Січень												
1	21	49	-2.9	77	3	59	07	-101.9	11	02	-0.6	287
2	22	57	-2.8	86	4	39	09	-98.3	11	14	-0.5	278
3	—	—	—	—	5	18	12	-97.5	11	25	-0.5	269
4	0	05	-2.9	95	5	57	28	-99.8	11	37	-0.5	260
5	1	14	-3.0	105	6	38	13	-105.3	11	50	-0.6	252
6	2	27	-3.1	114	7	21	46	-114.2	12	05	-0.7	243
7	3	44	-3.2	122	8	09	24	-126.0	12	25	-1.0	235
8	5	04	-3.3	130	9	02	09	-139.5	12	53	-1.5	228
9	6	23	-3.1	135	10	00	13	-151.8	13	34	-2.1	224
10	7	34	-2.6	138	11	02	29	-159.1	14	32	-2.8	223
11	8	30	-2.0	136	12	06	21	-158.6	15	48	-3.4	226
12	9	11	-1.5	130	13	08	42	-151.2	17	16	-3.7	232
13	9	40	-1.1	122	14	07	24	-140.7	18	47	-3.7	242
14	10	01	-0.8	112	15	01	51	-130.7	20	17	-3.7	252
15	10	18	-0.7	102	15	52	42	-123.4	21	43	-3.5	263
16	10	33	-0.6	91	16	41	15	-119.7	23	07	-3.5	274
17	10	47	-0.6	81	17	28	56	-119.5	—	—	—	—
18	11	03	-0.7	71	18	17	07	-122.4	0	29	-3.4	285
19	11	21	-0.8	61	19	06	55	-127.5	1	51	-3.4	295
20	11	43	-1.1	53	19	58	56	-133.2	3	13	-3.3	304
21	12	13	-1.5	47	20	53	05	-137.5	4	32	-3.1	311
22	12	54	-1.9	44	21	48	25	-138.4	5	45	-2.8	316
23	13	46	-2.4	43	22	43	22	-135.1	6	46	-2.3	317
24	14	50	-2.8	46	23	36	18	-128.2	7	34	-1.7	315
25	16	01	-3.0	51	—	—	—	—	8	09	-1.3	311
26	17	14	-3.0	58	0	26	07	-119.6	8	34	-0.9	305
27	18	26	-3.0	66	1	12	26	-111.1	8	53	-0.7	298
28	19	36	-2.9	74	1	55	34	-104.1	9	08	-0.6	289
29	20	44	-2.8	83	2	36	15	-99.2	9	21	-0.5	281
30	21	52	-2.8	92	3	15	27	-97.0	9	32	-0.5	272
31	23	00	-2.9	101	3	54	14	-97.6	9	43	-0.5	263

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна ν , с	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Лютий												
1	—	—	—	—	4	33	46	-101.1	9	55	-0.5	255
2	0	10	-3.0	110	5	15	14	-107.7	10	09	-0.7	246
3	1	24	-3.1	119	5	59	53	-117.4	10	26	-0.9	238
4	2	40	-3.2	127	6	48	54	-129.5	10	49	-1.2	231
5	3	58	-3.1	133	7	42	60	-142.5	11	22	-1.7	225
6	5	12	-2.8	137	8	42	01	-153.2	12	10	-2.4	222
7	6	15	-2.3	137	9	44	27	-158.2	13	17	-3.1	223
8	7	03	-1.7	134	10	47	37	-156.0	14	39	-3.6	228
9	7	37	-1.2	127	11	48	52	-148.5	16	11	-3.8	237
10	8	02	-0.9	117	12	46	37	-139.1	17	45	-3.8	247
11	8	21	-0.7	107	13	40	45	-131.0	19	16	-3.7	258
12	8	37	-0.7	96	14	32	06	-125.8	20	44	-3.6	270
13	8	52	-0.6	84	15	21	57	-123.9	22	10	-3.6	281
14	9	08	-0.7	74	16	11	39	-125.3	23	36	-3.5	292
15	9	25	-0.8	64	17	02	20	-128.9	—	—	—	—
16	9	46	-1.0	55	17	54	43	-133.6	1	00	-3.4	302
17	10	14	-1.4	48	18	48	53	-137.3	2	22	-3.3	310
18	10	51	-1.8	44	19	44	07	-138.3	3	38	-2.9	315
19	11	40	-2.3	42	20	39	06	-135.5	4	43	-2.4	317
20	12	41	-2.7	44	21	32	20	-129.3	5	34	-1.9	317
21	13	50	-2.9	49	22	22	41	-121.2	6	12	-1.4	313
22	15	02	-3.0	55	23	09	43	-112.9	6	39	-1.0	307
23	16	14	-3.0	63	23	53	34	-105.7	7	00	-0.8	300
24	17	25	-2.9	71	—	—	—	—	7	15	-0.6	292
25	18	34	-2.8	80	0	34	51	-100.4	7	29	-0.5	284
26	19	41	-2.8	89	1	14	25	-97.5	7	40	-0.5	275
27	20	49	-2.9	98	1	53	14	-97.0	7	51	-0.5	266
28	21	59	-3.0	108	2	32	19	-99.2	8	02	-0.5	257
29	23	11	-3.0	116	3	12	46	-104.1	8	15	-0.6	249

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	—	—	—	—	3	55	39	-111.8	8	30	-0.8	241
2	0	25	-3.1	124	4	42	04	-121.8	8	50	-1.0	233
3	1	41	-3.1	131	5	32	48	-133.3	9	18	-1.4	227
4	2	55	-2.9	136	6	28	04	-144.0	9	58	-2.0	223
5	4	02	-2.5	138	7	27	09	-151.3	10	54	-2.8	222
6	4	54	-1.9	136	8	28	12	-153.0	12	07	-3.3	225
7	5	34	-1.4	131	9	28	56	-149.2	13	33	-3.7	232
8	6	02	-1.0	123	10	27	30	-142.4	15	06	-3.8	241
9	6	23	-0.8	113	11	23	11	-135.3	16	38	-3.8	252
10	6	41	-0.7	102	12	16	18	-130.2	18	09	-3.8	264
11	6	56	-0.6	90	13	07	53	-128.0	19	39	-3.7	276
12	7	11	-0.7	79	13	59	09	-129.0	21	07	-3.7	287
13	7	28	-0.8	68	14	51	16	-132.4	22	36	-3.6	298
14	7	48	-1.0	59	15	45	00	-137.0	—	—	—	—
15	8	13	-1.2	51	16	40	32	-140.8	0	03	-3.5	307
16	8	47	-1.7	45	17	37	10	-141.8	1	24	-3.2	314
17	9	33	-2.2	42	18	33	34	-138.9	2	36	-2.7	317
18	10	31	-2.6	43	19	28	08	-132.4	3	33	-2.1	317
19	11	39	-2.9	47	20	19	40	-123.9	4	15	-1.5	315
20	12	51	-3.0	53	21	07	39	-115.0	4	45	-1.1	309
21	14	03	-3.0	60	21	52	16	-107.3	5	07	-0.8	303
22	15	14	-2.9	68	22	34	06	-101.5	5	24	-0.6	295
23	16	23	-2.9	77	23	14	01	-98.1	5	37	-0.5	287
24	17	32	-2.8	86	23	52	58	-97.1	5	49	-0.5	278
25	18	40	-2.9	95	—	—	—	—	6	00	-0.5	269
26	19	49	-2.9	105	0	31	58	-98.6	6	11	-0.5	260
27	21	00	-3.0	114	1	12	02	-102.7	6	23	-0.6	251
28	22	14	-3.1	122	1	54	11	-109.3	6	37	-0.7	243
29	23	30	-3.1	129	2	39	23	-118.1	6	56	-0.9	235
30	—	—	—	—	3	28	23	-128.2	7	20	-1.2	229
31	0	44	-2.9	135	4	21	27	-138.0	7	55	-1.8	224

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна ν , с	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Квітень												
1	1	52	-2.6	138	5	18	03	-145.1	8	43	-2.4	222
2	2	49	-2.1	138	6	16	46	-147.8	9	48	-3.0	223
3	3	31	-1.6	134	7	15	40	-145.6	11	07	-3.4	228
4	4	03	-1.2	127	8	13	02	-140.2	12	34	-3.6	236
5	4	26	-0.9	118	9	08	02	-134.1	14	04	-3.7	246
6	4	44	-0.7	107	10	00	47	-129.4	15	33	-3.7	258
7	5	00	-0.6	96	10	52	05	-127.4	17	02	-3.7	269
8	5	15	-0.6	85	11	43	08	-128.6	18	31	-3.7	281
9	5	30	-0.7	74	12	35	11	-132.6	20	01	-3.8	293
10	5	49	-0.9	63	13	29	11	-138.4	21	32	-3.7	303
11	6	12	-1.1	54	14	25	34	-144.0	22	59	-3.4	311
12	6	42	-1.5	47	15	23	49	-146.9	—	—	—	—
13	7	24	-2.0	43	16	22	29	-145.2	0	19	-3.0	316
14	8	19	-2.5	42	17	19	37	-138.8	1	24	-2.4	318
15	9	25	-2.8	45	18	13	35	-129.4	2	13	-1.8	316
16	10	37	-3.0	50	19	03	35	-119.3	2	48	-1.3	312
17	11	51	-3.0	57	19	49	39	-110.2	3	12	-0.9	305
18	13	02	-2.9	65	20	32	27	-103.3	3	31	-0.7	298
19	14	12	-2.9	74	21	12	53	-98.9	3	45	-0.6	290
20	15	21	-2.9	83	21	52	01	-97.1	3	57	-0.5	281
21	16	29	-2.9	92	22	30	56	-98.1	4	09	-0.5	272
22	17	38	-2.9	102	23	10	41	-101.7	4	20	-0.5	263
23	18	48	-3.0	111	23	52	20	-107.9	4	31	-0.5	254
24	20	02	-3.1	119	—	—	—	—	4	45	-0.6	246
25	21	18	-3.1	127	0	36	54	-116.3	5	02	-0.8	238
26	22	34	-3.0	134	1	25	08	-126.3	5	24	-1.1	231
27	23	45	-2.7	137	2	17	22	-135.9	5	56	-1.6	225
28	—	—	—	—	3	13	09	-143.1	6	40	-2.2	222
29	0	45	-2.2	138	4	11	06	-145.9	7	39	-2.8	222
30	1	31	-1.7	135	5	09	16	-143.7	8	53	-3.2	226

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	2	05	-1.2	129	6	05	53	-138.1	10	16	-3.5	233
2	2	30	-0.9	121	6	59	59	-131.6	11	42	-3.6	242
3	2	49	-0.7	112	7	51	36	-126.2	13	09	-3.6	253
4	3	05	-0.6	101	8	41	29	-123.5	14	35	-3.6	264
5	3	19	-0.6	90	9	30	50	-124.0	16	01	-3.6	276
6	3	34	-0.7	79	10	21	00	-127.9	17	28	-3.7	287
7	3	51	-0.8	69	11	13	14	-134.5	18	57	-3.7	298
8	4	11	-1.0	59	12	08	21	-142.1	20	27	-3.6	307
9	4	38	-1.4	51	13	06	22	-148.2	21	52	-3.3	314
10	5	15	-1.8	45	14	06	01	-149.9	23	06	-2.7	317
11	6	05	-2.3	42	15	05	39	-145.9	—	—	—	—
12	7	08	-2.8	44	16	02	36	-137.0	0	04	-2.1	317
13	8	20	-3.0	48	16	55	31	-126.0	0	45	-1.5	314
14	9	34	-3.1	55	17	44	00	-115.4	1	15	-1.1	308
15	10	48	-3.0	62	18	28	31	-106.6	1	36	-0.8	301
16	11	59	-2.9	71	19	10	00	-100.6	1	52	-0.6	293
17	13	08	-2.9	80	19	49	36	-97.5	2	05	-0.5	284
18	14	16	-2.8	89	20	28	27	-97.3	2	16	-0.5	275
19	15	24	-2.9	98	21	07	45	-100.1	2	27	-0.5	267
20	16	34	-3.0	107	21	48	39	-105.7	2	39	-0.5	258
21	17	47	-3.1	116	22	32	17	-113.9	2	52	-0.6	249
22	19	03	-3.2	124	23	19	36	-124.2	3	07	-0.8	241
23	20	20	-3.1	131	—	—	—	—	3	28	-1.0	233
24	21	34	-2.8	136	0	11	01	-134.8	3	56	-1.5	227
25	22	39	-2.4	138	1	06	45	-143.5	4	37	-2.0	223
26	23	30	-1.8	136	2	05	06	-147.7	5	32	-2.6	222
27	—	—	—	—	3	04	07	-146.1	6	43	-3.1	225
28	0	07	-1.4	131	4	01	39	-140.1	8	04	-3.4	231
29	0	34	-1.0	123	4	56	22	-132.3	9	29	-3.5	240
30	0	55	-0.8	114	5	47	60	-125.3	10	55	-3.5	250
31	1	11	-0.7	104	6	37	14	-120.8	12	19	-3.5	260

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	1	26	-0.6	94	7	25	14	-119.7	13	42	-3.5	272
2	1	40	-0.6	83	8	13	24	-122.2	15	06	-3.5	283
3	1	55	-0.7	73	9	03	07	-127.8	16	32	-3.6	293
4	2	13	-0.9	63	9	55	35	-135.7	17	59	-3.6	303
5	2	37	-1.2	54	10	51	20	-143.8	19	25	-3.4	311
6	3	08	-1.6	47	11	49	59	-149.2	20	45	-3.0	316
7	3	52	-2.1	43	12	49	53	-149.1	21	50	-2.4	317
8	4	50	-2.6	43	13	48	42	-143.0	22	39	-1.8	315
9	5	59	-3.0	46	14	44	15	-132.9	23	14	-1.2	310
10	7	15	-3.1	52	15	35	25	-121.5	23	38	-0.9	303
11	8	30	-3.1	59	16	22	11	-111.3	23	56	-0.7	296
12	9	43	-3.0	68	17	05	15	-103.6	—	—	—	—
13	10	53	-2.9	76	17	45	44	-98.8	0	11	-0.6	287
14	12	01	-2.8	86	18	24	49	-97.0	0	23	-0.5	279
15	13	09	-2.9	95	19	03	43	-98.3	0	34	-0.5	270
16	14	18	-2.9	104	19	43	40	-102.6	0	45	-0.5	261
17	15	29	-3.0	113	20	25	54	-110.0	0	57	-0.6	252
18	16	43	-3.1	121	21	11	33	-120.0	1	12	-0.7	244
19	18	00	-3.2	129	22	01	31	-131.5	1	30	-0.9	236
20	19	17	-3.0	135	22	56	05	-142.3	1	55	-1.3	229
21	20	27	-2.6	138	23	54	27	-149.4	2	31	-1.8	224
22	21	24	-2.1	137	—	—	—	—	3	21	-2.4	222
23	22	07	-1.6	133	0	54	40	-150.5	4	29	-3.0	224
24	22	38	-1.1	126	1	54	14	-145.7	5	49	-3.4	229
25	23	00	-0.8	117	2	51	09	-137.5	7	15	-3.6	237
26	23	18	-0.7	107	3	44	37	-129.0	8	42	-3.6	247
27	23	33	-0.6	97	4	34	58	-122.5	10	07	-3.5	258
28	23	47	-0.6	86	5	23	14	-119.2	11	30	-3.5	269
29	—	—	—	—	6	10	48	-119.4	12	53	-3.5	280
30	0	01	-0.7	76	6	59	06	-123.2	14	17	-3.5	290

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.
Липень												
1	0	18	-0.8	66	7	49	26	-129.8	15	42	-3.5	300
2	0	39	-1.0	57	8	42	42	-137.7	17	06	-3.4	308
3	1	06	-1.4	49	9	39	05	-144.6	18	27	-3.1	315
4	1	45	-1.9	44	10	37	38	-147.5	19	37	-2.6	317
5	2	36	-2.4	43	11	36	24	-144.8	20	32	-2.0	316
6	3	41	-2.8	44	12	33	09	-137.0	21	12	-1.4	312
7	4	55	-3.1	49	13	26	11	-126.5	21	40	-1.0	306
8	6	11	-3.1	56	14	14	55	-116.0	22	00	-0.8	299
9	7	26	-3.0	64	14	59	40	-107.1	22	16	-0.6	291
10	8	38	-2.9	73	15	41	19	-100.8	22	29	-0.5	282
11	9	47	-2.9	82	16	20	56	-97.5	22	40	-0.5	273
12	10	55	-2.8	91	16	59	44	-97.1	22	51	-0.5	264
13	12	03	-2.9	101	17	38	55	-99.7	23	03	-0.5	256
14	13	12	-2.9	110	18	19	41	-105.4	23	16	-0.6	247
15	14	24	-3.0	118	19	03	16	-114.1	23	32	-0.8	239
16	15	39	-3.1	126	19	50	46	-125.1	23	54	-1.1	232
17	16	56	-3.1	133	20	42	54	-137.0	—	—	—	—
18	18	09	-2.8	137	21	39	35	-147.0	0	24	-1.6	226
19	19	13	-2.3	138	22	39	32	-152.2	1	08	-2.2	222
20	20	02	-1.8	135	23	40	26	-150.9	2	08	-2.8	223
21	20	38	-1.3	129	—	—	—	—	3	25	-3.4	226
22	21	03	-1.0	120	0	39	50	-144.5	4	52	-3.6	234
23	21	23	-0.8	111	1	36	08	-135.9	6	21	-3.7	243
24	21	39	-0.6	100	2	29	03	-128.1	7	50	-3.6	254
25	21	54	-0.6	89	3	19	15	-122.9	9	16	-3.6	265
26	22	08	-0.6	78	4	07	58	-121.2	10	40	-3.5	277
27	22	24	-0.7	68	4	56	37	-122.9	12	05	-3.5	288
28	22	43	-0.9	59	5	46	30	-127.6	13	30	-3.5	298
29	23	08	-1.2	51	6	38	41	-134.2	14	55	-3.4	306
30	23	42	-1.7	45	7	33	34	-140.7	16	16	-3.2	313
31	—	—	—	—	8	30	42	-144.6	17	29	-2.7	317

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	0	28	-2.2	43	9	28	38	-143.9	18	28	-2.1	317
2	1	29	-2.7	43	10	25	22	-138.2	19	11	-1.6	314
3	2	39	-3.0	47	11	19	08	-129.1	19	42	-1.1	309
4	3	55	-3.1	53	12	09	01	-119.0	20	05	-0.8	302
5	5	10	-3.1	61	12	54	59	-109.9	20	22	-0.6	294
6	6	23	-3.0	70	13	37	38	-102.9	20	35	-0.5	285
7	7	33	-2.9	79	14	17	54	-98.4	20	47	-0.5	276
8	8	42	-2.8	88	14	56	53	-96.7	20	58	-0.5	267
9	9	49	-2.8	97	15	35	40	-97.9	21	09	-0.5	259
10	10	58	-2.9	106	16	15	24	-101.8	21	21	-0.6	250
11	12	08	-3.0	115	16	57	13	-108.7	21	36	-0.7	242
12	13	21	-3.1	123	17	42	15	-118.1	21	55	-0.9	234
13	14	36	-3.1	130	18	31	23	-129.2	22	20	-1.3	228
14	15	50	-2.9	136	19	25	02	-140.1	22	56	-1.8	223
15	16	57	-2.5	138	20	22	40	-148.2	23	48	-2.5	222
16	17	53	-2.0	137	21	22	41	-151.1	—	—	—	—
17	18	34	-1.5	132	22	22	50	-148.3	0	57	-3.1	224
18	19	04	-1.1	125	23	21	05	-141.7	2	20	-3.6	230
19	19	26	-0.8	115	—	—	—	—	3	50	-3.7	238
20	19	44	-0.7	105	0	16	28	-134.4	5	21	-3.8	249
21	19	59	-0.6	94	1	09	07	-128.6	6	51	-3.7	260
22	20	14	-0.6	82	1	59	55	-125.7	8	19	-3.6	272
23	20	29	-0.7	72	2	50	08	-126.1	9	46	-3.6	284
24	20	48	-0.9	62	3	41	04	-129.5	11	14	-3.6	295
25	21	11	-1.1	53	4	33	47	-135.0	12	41	-3.5	304
26	21	42	-1.5	46	5	28	50	-140.8	14	06	-3.3	312
27	22	24	-2.0	43	6	25	55	-144.5	15	22	-2.9	317
28	23	20	-2.6	42	7	23	49	-144.1	16	26	-2.3	318
29	—	—	—	—	8	20	45	-139.0	17	13	-1.7	316
30	0	28	-2.9	45	9	15	00	-130.6	17	47	-1.2	311
31	1	42	-3.1	51	10	05	33	-120.9	18	11	-0.9	304

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	2	57	-3.1	58	10	52	15	-111.7	18	29	-0.7	296
2	4	10	-3.0	67	11	35	34	-104.4	18	43	-0.6	288
3	5	21	-2.9	76	12	16	21	-99.4	18	55	-0.5	279
4	6	30	-2.9	85	12	55	33	-96.9	19	06	-0.5	270
5	7	38	-2.8	94	13	34	14	-97.0	19	17	-0.5	262
6	8	46	-2.9	103	14	13	27	-99.8	19	29	-0.5	253
7	9	56	-2.9	112	14	54	12	-105.2	19	42	-0.6	244
8	11	07	-3.0	121	15	37	32	-112.9	19	58	-0.8	237
9	12	21	-3.0	128	16	24	19	-122.4	20	20	-1.1	230
10	13	34	-2.9	134	17	15	04	-132.5	20	51	-1.6	225
11	14	43	-2.6	138	18	09	40	-141.1	21	35	-2.2	222
12	15	42	-2.2	138	19	07	10	-146.1	22	34	-2.8	222
13	16	28	-1.7	135	20	05	50	-146.3	23	49	-3.3	226
14	17	02	-1.2	129	21	03	48	-142.4	—	—	—	—
15	17	27	-0.9	121	21	59	49	-136.8	1	15	-3.6	234
16	17	47	-0.8	110	22	53	35	-131.7	2	45	-3.8	243
17	18	03	-0.7	99	23	45	39	-128.8	4	16	-3.8	254
18	18	18	-0.6	88	—	—	—	—	5	46	-3.7	266
19	18	33	-0.7	77	0	37	05	-129.0	7	16	-3.7	278
20	18	51	-0.8	66	1	29	08	-132.2	8	46	-3.8	290
21	19	12	-1.1	56	2	22	55	-137.7	10	17	-3.7	301
22	19	41	-1.4	48	3	19	06	-143.8	11	47	-3.6	309
23	20	20	-1.9	43	4	17	30	-148.0	13	10	-3.2	315
24	21	13	-2.4	42	5	16	55	-148.0	14	20	-2.6	318
25	22	18	-2.8	44	6	15	27	-143.0	15	13	-1.9	317
26	23	31	-3.0	49	7	11	12	-134.1	15	51	-1.4	313
27	—	—	—	—	8	03	01	-123.6	16	17	-1.0	307
28	0	46	-3.1	56	8	50	41	-113.7	16	37	-0.7	299
29	2	00	-3.0	64	9	34	42	-105.7	16	52	-0.6	291
30	3	11	-2.9	73	10	15	54	-100.1	17	04	-0.5	282

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.
Жовтень												
1	4	20	-2.9	82	10	55	19	-97.1	17	15	-0.5	273
2	5	28	-2.8	91	11	33	60	-96.7	17	26	-0.5	264
3	6	36	-2.9	100	12	12	56	-98.8	17	37	-0.5	256
4	7	45	-2.9	109	12	53	01	-103.3	17	50	-0.6	247
5	8	56	-3.0	118	13	35	36	-110.1	18	05	-0.7	239
6	10	09	-3.0	126	14	21	05	-118.6	18	25	-1.0	232
7	11	22	-2.9	132	15	10	06	-127.6	18	52	-1.4	226
8	12	32	-2.7	137	16	02	37	-135.6	19	30	-1.9	222
9	13	34	-2.3	139	16	57	55	-140.7	20	22	-2.5	222
10	14	24	-1.8	137	17	54	33	-141.7	21	30	-3.0	224
11	15	01	-1.4	132	18	50	54	-139.1	22	49	-3.4	230
12	15	29	-1.0	125	19	45	47	-134.5	—	—	—	—
13	15	50	-0.8	116	20	38	45	-130.0	0	14	-3.6	238
14	16	07	-0.7	105	21	30	10	-127.3	1	42	-3.7	249
15	16	22	-0.6	94	22	21	00	-127.5	3	10	-3.7	260
16	16	37	-0.7	83	23	12	29	-131.0	4	39	-3.7	272
17	16	53	-0.8	71	—	—	—	—	6	09	-3.8	284
18	17	13	-0.9	61	0	05	55	-137.4	7	41	-3.8	295
19	17	38	-1.3	52	1	02	13	-145.2	9	15	-3.8	305
20	18	13	-1.8	45	2	01	35	-151.9	10	44	-3.5	313
21	19	02	-2.3	42	3	02	59	-154.3	12	04	-2.9	317
22	20	04	-2.8	43	4	04	19	-150.6	13	06	-2.2	318
23	21	17	-3.1	47	5	03	07	-141.5	13	50	-1.6	314
24	22	33	-3.1	53	5	57	42	-129.7	14	21	-1.1	309
25	23	48	-3.1	61	6	47	32	-118.2	14	43	-0.8	302
26	—	—	—	—	7	33	01	-108.5	14	59	-0.6	294
27	1	01	-3.0	70	8	15	07	-101.6	15	13	-0.5	285
28	2	10	-2.9	79	8	54	57	-97.6	15	24	-0.5	276
29	3	18	-2.8	88	9	33	41	-96.4	15	35	-0.5	267
30	4	26	-2.8	97	10	12	25	-97.9	15	46	-0.5	259
31	5	35	-2.9	106	10	52	13	-102.0	15	58	-0.6	250

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.
Листопад												
1	6	45	-3.0	115	11	34	04	-108.4	16	12	-0.7	242
2	7	58	-3.0	123	12	18	49	-116.6	16	31	-0.9	234
3	9	12	-3.0	130	13	07	02	-125.6	16	56	-1.2	228
4	10	23	-2.8	136	13	58	44	-133.5	17	30	-1.8	223
5	11	28	-2.4	138	14	53	12	-138.7	18	18	-2.3	222
6	12	21	-1.9	138	15	49	02	-139.7	19	20	-2.8	223
7	13	01	-1.5	134	16	44	32	-136.8	20	34	-3.2	228
8	13	31	-1.1	127	17	38	26	-131.7	21	55	-3.4	235
9	13	53	-0.8	119	18	30	11	-126.5	23	19	-3.5	245
10	14	11	-0.7	110	19	20	04	-123.0	—	—	—	—
11	14	26	-0.6	99	20	09	01	-122.3	0	44	-3.5	255
12	14	41	-0.6	88	20	58	16	-125.0	2	09	-3.6	266
13	14	56	-0.7	77	21	49	14	-131.3	3	35	-3.6	278
14	15	13	-0.8	66	22	43	14	-140.3	5	04	-3.8	289
15	15	35	-1.1	57	23	41	03	-149.9	6	36	-3.8	300
16	16	05	-1.5	49	—	—	—	—	8	09	-3.7	309
17	16	48	-2.1	44	0	42	25	-156.9	9	36	-3.3	315
18	17	46	-2.6	42	1	45	35	-157.5	10	48	-2.6	318
19	18	57	-3.0	45	2	47	43	-150.9	11	42	-1.9	316
20	20	14	-3.2	51	3	46	10	-139.2	12	20	-1.4	311
21	21	32	-3.2	58	4	39	33	-126.1	12	46	-1.0	304
22	22	47	-3.0	67	5	27	49	-114.3	13	05	-0.7	296
23	23	58	-2.9	76	6	11	50	-105.3	13	19	-0.6	288
24	—	—	—	—	6	52	48	-99.4	13	31	-0.5	279
25	1	07	-2.9	85	7	31	59	-96.8	13	43	-0.5	270
26	2	15	-2.8	94	8	10	39	-97.1	13	53	-0.5	262
27	3	23	-2.9	103	8	49	57	-100.4	14	05	-0.5	253
28	4	32	-2.9	112	9	31	02	-106.3	14	19	-0.7	244
29	5	44	-3.0	121	10	14	54	-114.4	14	36	-0.8	237
30	6	58	-3.0	128	11	02	17	-123.8	14	59	-1.1	230

Примітка. Азимути 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	8	12	-2.9	134	11	53	28	-132.9	15	30	-1.6	225
2	9	20	-2.6	137	12	47	54	-139.3	16	14	-2.1	222
3	10	17	-2.1	138	13	44	10	-141.3	17	13	-2.7	223
4	11	02	-1.6	135	14	40	25	-138.7	18	25	-3.1	227
5	11	34	-1.2	129	15	34	58	-132.8	19	45	-3.3	233
6	11	58	-0.9	121	16	26	56	-126.2	21	07	-3.4	242
7	12	17	-0.7	112	17	16	25	-120.9	22	30	-3.4	252
8	12	32	-0.6	102	18	04	11	-118.2	23	52	-3.4	262
9	12	46	-0.6	92	18	51	28	-119.0	—	—	—	—
10	13	00	-0.6	81	19	39	41	-123.5	1	14	-3.5	274
11	13	16	-0.7	71	20	30	19	-131.3	2	39	-3.6	285
12	13	35	-1.0	61	21	24	35	-141.6	4	06	-3.7	295
13	14	01	-1.3	52	22	23	02	-151.5	5	36	-3.7	305
14	14	36	-1.8	46	23	24	55	-157.4	7	05	-3.5	313
15	15	26	-2.4	43	—	—	—	—	8	25	-3.0	317
16	16	32	-2.9	44	0	27	58	-156.1	9	28	-2.3	317
17	17	49	-3.2	48	1	29	12	-147.7	10	14	-1.6	314
18	19	09	-3.3	55	2	26	11	-135.1	10	45	-1.1	307
19	20	27	-3.2	63	3	17	55	-122.1	11	07	-0.8	300
20	21	41	-3.0	72	4	04	45	-111.1	11	24	-0.6	291
21	22	52	-2.9	82	4	47	42	-103.2	11	37	-0.5	282
22	—	—	—	—	5	28	03	-98.6	11	49	-0.5	274
23	0	01	-2.9	91	6	07	07	-97.1	12	00	-0.5	265
24	1	09	-2.8	100	6	46	09	-98.8	12	11	-0.5	256
25	2	17	-2.9	109	7	26	22	-103.4	12	24	-0.6	247
26	3	28	-3.0	118	8	08	56	-110.7	12	40	-0.8	239
27	4	41	-3.0	125	8	54	48	-120.1	13	00	-1.0	232
28	5	55	-3.0	132	9	44	37	-130.2	13	28	-1.4	226
29	7	06	-2.8	136	10	38	18	-138.8	14	08	-2.0	223
30	8	09	-2.3	138	11	34	50	-143.5	15	02	-2.5	222
31	8	59	-1.8	136	12	32	21	-142.9	16	11	-3.0	225

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Таблиця 7

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

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

Січень

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

Лютий

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

Березень

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

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

Квітень

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

Продовження табл. 7

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

Травень

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

Червень

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

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

Липень

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

Серпень

1	+36	-36	+25	-25	+14	-13	0	0	-15	+15
2	+35	-31	+24	-22	+13	-11	0	0	-15	+14
3	+31	-26	+22	-18	+12	-9	0	0	-13	+11
4	+25	-21	+17	-14	+9	-8	0	0	-11	+8
5	+19	-15	+13	-10	+7	-5	0	0	-8	+6
6	+12	-9	+9	-6	+4	-3	0	0	-5	+4

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

Вересень

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

Дата	Географічна широта									
	44°		46°		48°		50°		52°	
	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід	схід	захід
15	-19	+25	-13	+18	-7	+9	0	0	+8	-10
16	-13	+18	-9	+12	-5	+6	0	0	+5	-7
17	-6	+10	-4	+7	-2	+3	0	0	+2	-4
18	+1	+2	+1	+1	0	+1	0	0	0	-1
19	+8	-5	+6	-4	+3	-2	0	0	-3	+2
20	+15	-12	+10	-9	+5	-4	0	0	-6	+5
21	+23	-20	+16	-14	+8	-7	0	0	-9	+8
22	+29	-28	+20	-20	+10	-10	0	0	-12	+11
23	+34	-34	+24	-24	+13	-13	0	0	-15	+14
24	+36	-37	+25	-26	+13	-14	0	0	-16	+15
25	+34	-35	+24	-25	+13	-13	0	0	-15	+15
26	+29	-31	+20	-22	+11	-11	0	0	-12	+12
27	—	-24	—	-17	—	-9	—	0	—	+10
28	+23	-19	+16	-13	+8	-7	0	0	-9	+7
29	+16	-13	+11	-9	+6	-6	0	0	-7	+5
30	+11	-7	+7	-5	+4	-2	0	0	-4	+3
Жовтень										
1	+5	-2	+4	-1	+2	0	0	0	-2	+1
2	-1	+3	0	+2	0	+1	0	0	0	-1
3	-6	+9	-4	+6	-2	+3	0	0	+3	-3
4	-12	+14	-8	+9	-4	+5	0	0	+5	-6
5	-18	+20	-13	+14	-6	+7	0	0	+7	-8
6	-24	+26	-17	+18	-9	+9	0	0	+10	-11
7	-30	+31	-21	+22	-11	+12	0	0	+13	-13
8	-35	+35	-24	+25	-13	+13	0	0	+15	-15
9	-37	+37	-26	+26	-13	+14	0	0	+16	-16
10	-35	+35	-24	+24	-13	+13	0	0	+15	-14
11	-29	+28	-21	+19	-11	+10	0	0	+12	-12
12	-23	—	-16	—	-9	—	0	—	+9	—
13	-16	+21	-11	+15	-5	+8	0	0	+7	-9
14	-10	+13	-7	+9	-4	+5	0	0	+3	-6
15	-3	+6	-2	+4	-1	+2	0	0	+1	-3
16	+4	-1	+3	-1	+1	-1	0	0	-2	0
17	+11	-9	+8	-6	+4	-3	0	0	-4	+3
18	+18	-16	+12	-11	+6	-6	0	0	-8	+7
19	+26	-24	+18	-16	+9	-8	0	0	-10	+10
20	+32	-31	+23	-22	+12	-11	0	0	-13	+13
21	+36	-36	+25	-25	+13	-14	0	0	-16	+15
22	+36	-36	+25	-25	+14	-13	0	0	-15	+15
23	+31	-32	+22	-22	+12	-12	0	0	-13	+14

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

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

Таблиця 8

ФАЗИ МІСЯЦЯ
(за всесвітнім часом)

Остання чверть			Новий Місяць			Перша чверть			Повний Місяць		
дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв
I.04	3	33	I.11	11	58	I.18	3	54	I.25	17	55
II.02	23	20	II.09	23	01	II.16	15	02	II.24	12	31
III.03	15	25	III.10	9	03	III.17	4	12	III.25	7	02
IV.02	3	16	IV.08	18	23	IV.15	19	14	IV.23	23	51
V.01	11	28	V.08	3	24	V.15	11	50	V.23	13	56
V.30	17	14	VI.06	12	40	VI.14	5	20	VI.22	1	11
VI.28	21	55	VII.05	22	59	VII.13	22	50	VII.21	10	20
VII.28	2	54	VIII.04	11	14	VIII.12	15	20	VIII.19	18	29
VIII.26	9	29	IX.03	1	57	IX.11	6	07	IX.18	2	37
IX.24	18	53	X.02	18	51	X.10	18	56	X.17	11	28
X.24	8	05	XI.01	12	48	XI.09	5	57	XI.15	21	30
XI.23	1	30	XII.01	6	22	XII.08	15	28	XII.15	9	03
XII.22	22	20	XII.30	22	28						

Таблиця 9

ПРОХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ ЧЕРЕЗ АПОГЕЙ І ПЕРИГЕЙ
(за всесвітнім часом)

Апогей					Перигей				
дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км	дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км
		'	"				'	"	
I.01	15.5	29	31	404910	I.13	10.6	32	59	362263
I.29	8.2	29	27	405780	II.10	18.8	33	22	358087
II.25	15.0	29	25	406314	III.10	7.1	33	29	356893
III.23	15.8	29	25	406291	IV.07	17.9	33	18	358848
IV.20	2.2	29	28	405624	V.05	22.2	32	54	363165
V.17	19.0	29	32	404639	VI.02	7.4	32	28	368107
VI.14	13.6	29	34	404077	VI.27	11.8	32	21	369291
VII.12	8.2	29	33	404362	VII.24	5.8	32	45	364913
VIII.09	1.6	29	29	405297	VIII.21	5.1	33	10	360198
IX.05	14.9	29	25	406214	IX.18	13.5	33	27	357283
X.02	19.7	29	24	406516	X.17	0.8	33	27	357172
X.29	22.8	29	25	406163	XI.14	11.3	33	11	360109
XI.26	12.0	29	29	405314	XII.12	13.3	32	42	365358
XII.24	7.4	29	33	404484					

Таблиця 10

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

Низхідний вузол			Висхідний вузол		
дата	год	хв	дата	год	хв
I.04	18	52	I.17	14	05
I.31	20	17	II.13	17	01
II.27	22	53	III.12	1	18
III.26	4	07	IV.08	12	20
IV.22	10	45	V.05	21	54
V.19	16	35	VI.02	3	08
VI.15	20	17	VI.29	4	26
VII.12	22	27	VII.26	5	33
VIII.09	1	06	VIII.22	10	27
IX.05	5	43	IX.18	19	51
X.02	11	52	X.16	7	05
X.29	17	44	XI.12	15	59
XI.25	21	31	XII.09	19	36
XII.22	23	21			

Таблиця 11

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

Дата		Час		Зодіакальний знак
		год	хв	
Січень	20	14	08	Водолія
Лютий	19	4	12	Риб
Березень	20	3	04	Овна
Квітень	19	13	57	Тельця
Травень	20	12	58	Близнят
Червень	20	20	52	Рака
Липень	22	7	47	Лева
Серпень	22	14	57	Діви
Вересень	22	12	44	Терезів
Жовтень	22	22	13	Скорпіона
Листопад	21	19	55	Стрільця
Грудень	21	9	21	Козорога
Січень 2025	19	20	01	Водолія

Таблиця 12

ВХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ В ЗНАКИ ЗОДІАКУ
(за всесвітнім часом)

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв			год	хв	
Січень				Лютий				Березень			
3	0	48	Терезів	1	20	38	Скорпіона	2	13	57	Стрільця
5	12	40	Скорпіона	4	6	29	Стрільця	4	21	16	Козорога
7	21	09	Стрільця	6	12	10	Козорога	7	0	39	Водолія
10	1	34	Козорога	8	14	00	Водолія	9	1	04	Риб
12	3	02	Водолія	10	13	43	Риб	11	0	20	Овна
14	3	30	Риб	12	13	27	Овна	13	0	29	Тельця
16	4	50	Овна	14	15	03	Тельця	15	3	17	Близнят
18	8	13	Тельця	16	19	40	Близнят	17	9	41	Рака
20	13	59	Близнят	19	3	26	Рака	19	19	34	Лева
22	21	52	Рака	21	13	41	Лева	22	7	43	Діви
25	7	38	Лева	24	1	39	Діви	24	20	38	Терезів
27	19	12	Діви	26	14	30	Терезів	27	9	04	Скорпіона
30	8	05	Терезів	29	3	10	Скорпіона	29	19	53	Стрільця
Квітень				Травень				Червень			
1	4	06	Козорога	2	18	53	Риб	1	3	29	Овна
3	9	09	Водолія	4	20	42	Овна	3	5	56	Тельця
5	11	14	Риб	6	21	43	Тельця	5	8	37	Близнят
7	11	26	Овна	8	23	22	Близнят	7	12	42	Рака
9	11	24	Тельця	11	3	14	Рака	9	19	30	Лева
11	13	00	Близнят	13	10	37	Лева	12	5	40	Діви
13	17	46	Рака	15	21	34	Діви	14	18	13	Терезів
16	2	25	Лева	18	10	24	Терезів	17	6	39	Скорпіона
18	14	11	Діви	20	22	35	Скорпіона	19	16	33	Стрільця
21	3	09	Терезів	23	8	25	Стрільця	21	23	10	Козорога
23	15	21	Скорпіона	25	15	37	Козорога	24	3	15	Водолія
26	1	38	Стрільця	27	20	46	Водолія	26	6	09	Риб
28	9	38	Козорога	30	0	34	Риб	28	8	53	Овна
30	15	21	Водолія	30	12	01	Тельця				
Липень				Серпень				Вересень			
2	15	51	Близнят	1	3	20	Рака	2	3	50	Діви
4	20	52	Рака	3	11	11	Лева	4	16	13	Терезів
7	3	57	Лева	5	21	18	Діви	7	5	20	Скорпіона
9	13	49	Діви	8	9	33	Терезів	9	17	27	Стрільця

Закінчення табл. 12

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв			год	хв	
Липень				Серпень				Вересень			
12	2	08	Терезів	10	22	35	Скорпіона	12	2	39	Козорога
14	14	54	Скорпіона	13	10	02	Стрільця	14	7	55	Водолія
17	1	26	Стрільця	15	17	52	Козорога	16	9	40	Риб
19	8	15	Козорога	17	21	46	Водолія	18	9	25	Овна
21	11	44	Водолія	19	22	53	Риб	20	9	04	Тельця
23	13	24	Риб	21	23	03	Овна	22	10	25	Близнят
25	14	53	Овна	24	0	02	Тельця	24	14	51	Рака
27	17	24	Тельця	26	3	05	Близнят	26	22	49	Лева
29	21	29	Близнят	28	8	49	Рака	29	9	43	Діви
				30	17	10	Лева				
Жовтень				Листопад				Грудень			
1	22	21	Терезів	3	5	21	Стрільця	2	21	10	Козорога
4	11	24	Скорпіона	5	15	19	Козорога	5	4	22	Водолія
6	23	35	Стрільця	7	22	59	Водолія	7	9	50	Риб
9	9	39	Козорога	10	4	01	Риб	9	13	39	Овна
11	16	32	Водолія	12	6	27	Овна	11	15	56	Тельця
13	19	56	Риб	14	7	00	Тельця	13	17	23	Близнят
15	20	35	Овна	16	7	10	Близнят	15	19	22	Рака
17	20	01	Тельця	18	8	51	Рака	17	23	40	Лева
19	20	08	Близнят	20	13	52	Лева	20	7	38	Діви
21	22	51	Рака	22	23	02	Діви	22	19	9	Терезів
24	5	25	Лева	25	11	21	Терезів	25	8	8	Скорпіона
26	15	49	Діви	28	0	22	Скорпіона	27	19	48	Стрільця
29	4	31	Терезів	30	11	54	Стрільця	30	4	38	Козорога
31	17	31	Скорпіона								
								Січень 2025			
								1	10	51	Водолія

Таблиця 13

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

Дата	L_0	B_0	P	Дата	L_0	B_0	P
Січень 1	2.3	-2.9	227.5	Липень 3	-1.6	3.1	319.0
5	0.4	-3.4	174.8	7	0.2	3.5	266.1
9	-1.6	-3.8	122.1	11	2.0	4.0	213.2
13	-3.5	-4.3	69.4	15	3.8	4.3	160.2
17	-5.3	-4.7	16.8	19	5.6	4.7	107.3
21	-7.2	-5.1	324.1	23	7.3	5.1	54.4
25	-9.0	-5.4	271.4	27	9.0	5.4	1.5
29	-10.7	-5.7	218.8	31	10.6	5.7	308.6
Лютий 2	-12.3	-6.0	166.1	Серпень 4	12.1	6.0	255.7
6	-13.9	-6.3	113.4	8	13.6	6.3	202.8
10	-15.4	-6.5	60.8	12	15.1	6.5	149.9
14	-16.9	-6.8	8.1	16	16.5	6.7	97.0
18	-18.2	-6.9	315.4	20	17.8	6.9	44.1
22	-19.4	-7.1	262.7	24	19.0	7.0	351.3
26	-20.6	-7.2	210.1	28	20.1	7.1	298.4
Березень 1	-21.6	-7.2	157.4	Вересень 1	21.1	7.2	245.6
5	-22.6	-7.2	104.7	5	22.1	7.2	192.8
9	-23.4	-7.2	52.0	9	23.0	7.2	139.9
13	-24.1	-7.2	359.3	13	23.7	7.2	87.1
17	-24.8	-7.1	306.5	17	24.4	7.2	34.3
21	-25.3	-7.0	253.8	21	25.0	7.1	341.5
25	-25.7	-6.9	201.1	25	25.5	7.0	288.7
29	-26.0	-6.7	148.3	29	25.8	6.8	235.9
Квітень 2	-26.2	-6.5	95.5	Жовтень 3	26.1	6.6	183.1
6	-26.3	-6.2	42.8	7	26.2	6.4	130.4
10	-26.2	-6.0	350.0	11	26.2	6.1	77.6
14	-26.0	-5.7	297.2	15	26.2	5.9	24.8
18	-25.8	-5.4	244.4	19	25.9	5.5	332.1
22	-25.4	-5.0	191.5	23	25.6	5.2	279.3
26	-24.8	-4.6	138.7	27	25.2	4.8	226.5
30	-24.2	-4.2	85.8	31	24.6	4.5	173.8
Травень 4	-23.5	-3.8	33.0	Листопад 4	23.9	4.1	121.1
8	-22.6	-3.4	340.1	8	23.0	3.6	68.3
12	-21.6	-3.0	287.2	12	22.1	3.2	15.6
16	-20.5	-2.5	234.3	16	21.0	2.7	322.9
20	-19.4	-2.1	181.4	20	19.8	2.2	270.1
24	-18.1	-1.6	128.5	24	18.5	1.7	217.4
28	-16.7	-1.1	75.5	28	17.1	1.2	164.7
Червень 1	-15.3	-0.6	22.6	Грудень 2	15.5	0.7	112.0
5	-13.7	-0.2	329.7	6	13.9	0.2	59.3
9	-12.1	0.3	276.7	10	12.2	-0.3	6.5
13	-10.4	0.8	223.8	14	10.5	-0.8	313.8
17	-8.7	1.3	170.8	18	8.6	-1.3	261.1
21	-7.0	1.8	117.9	22	6.8	-1.8	208.4
25	-5.2	2.2	64.9	26	4.8	-2.3	155.8
29	-3.4	2.7	12.0	30	2.9	-2.8	103.1

Таблиця 14

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

Дата		l	b	$90^\circ - l_\odot$	$b_\odot$	P	T	Φ	k
Січень	1	0.0	-4.6	145.9	-1.5	21	19	55.9	0.78
	3	-2.7	-2.4	170.2	-1.5	22	23	77.4	0.61
	5	-5.2	0.3	194.5	-1.5	20	22	99.3	0.42
	7	-6.6	3.0	218.8	-1.5	15	15	122.2	0.23
	9	-6.4	5.3	243.2	-1.5	7	0	146.6	0.08
	11	-4.4	6.5	267.6	-1.5	354	318	171.6	0.01
	13	-1.1	6.0	291.9	-1.5	344	356	158.8	0.03
	15	2.2	4.0	316.3	-1.5	339	340	131.6	0.17
	17	4.5	1.0	340.6	-1.5	339	337	104.8	0.37
	19	5.7	-2.2	5.0	-1.5	343	342	79.3	0.59
	21	6.8	-4.7	29.3	-1.5	351	352	54.9	0.79
	23	5.2	-6.2	53.5	-1.5	1	8	31.6	0.93
	25	3.8	-6.5	77.8	-1.5	11	42	9.7	0.99
	27	1.9	-5.6	102.1	-1.5	18	2	14.5	0.98
	29	-0.7	-3.7	126.3	-1.5	22	19	35.7	0.91
	31	-3.5	-1.2	150.6	-1.5	22	23	57.1	0.77
Лютий	2	-6.0	1.6	174.9	-1.4	19	21	78.9	0.60
	4	-7.6	4.1	199.2	-1.4	12	13	101.7	0.40
	6	-7.5	6.0	223.6	-1.4	2	360	126.1	0.21
	8	-5.4	6.6	248.0	-1.3	351	341	152.2	0.06
	10	-1.7	5.5	272.4	-1.3	342	63	175.7	0.00
	12	2.2	2.9	296.8	-1.3	338	341	151.0	0.06
	14	5.3	-0.4	321.1	-1.2	339	338	123.6	0.22
	16	6.8	-3.5	345.5	-1.2	345	343	97.6	0.43
	18	6.9	-5.7	9.8	-1.2	354	355	73.3	0.64
	20	5.8	-6.6	34.1	-1.1	5	9	50.2	0.82
	22	4.0	-6.3	58.4	-1.1	14	24	28.0	0.94
	24	1.7	-4.9	82.7	-1.1	20	54	6.8	1.00
	26	-1.0	-2.7	107.0	-1.0	22	16	16.1	0.98
	28	-3.8	0.0	131.3	-1.0	21	23	37.5	0.90
Березень	1	-6.2	2.8	155.6	-0.9	17	20	59.5	0.75
	3	-7.8	5.1	179.9	-0.8	10	11	82.3	0.57
	5	-7.8	6.5	204.3	-0.8	359	358	106.4	0.36
	7	-6.0	6.6	228.7	-0.8	348	343	132.4	0.16
	9	-2.6	4.9	263.0	-0.7	340	329	160.0	0.03
	11	1.4	1.9	277.5	-0.7	338	346	171.0	0.01
	13	4.9	-1.6	301.3	-0.6	341	338	143.1	0.10
	15	6.9	-4.6	326.3	-0.6	348	345	116.6	0.28
	17	7.3	-6.3	350.7	-0.6	358	357	91.9	0.48
	19	6.2	-6.8	15.1	-0.5	9	11	68.8	0.68
	21	4.2	-6.0	39.4	-0.4	16	22	46.6	0.84
	23	1.6	-4.2	63.7	-0.4	21	29	25.0	0.95
	25	-1.2	-1.7	86.0	-0.3	22	45	3.4	1.00
	27	-3.8	1.2	112.4	-0.2	20	24	18.6	0.97
	29	-5.9	3.8	136.7	-0.2	15	19	40.9	0.88
	31	-7.2	5.9	161.0	-0.1	6	9	64.0	0.72

Продовження табл. 14

Дата		l	b	$90^{\circ}-l_{\odot}$	$b_{\odot}$	P	T	Φ	k
Квітень	2	-7.3	6.8	185.4	-0.1	355	355	88.2	0.52
	4	-5.8	6.4	209.8	0.0	345	342	113.8	0.30
	6	-3.0	4.2	234.2	0.0	339	334	141.0	0.11
	8	0.6	0.9	258.7	0.1	338	333	169.2	0.01
	10	4.0	-2.6	283.1	0.1	342	334	162.7	0.02
	12	6.3	-5.3	307.6	0.2	351	346	135.9	0.14
	14	7.0	-6.7	332.0	0.2	2	360	110.9	0.32
	16	6.0	-6.6	356.4	0.3	12	12	87.6	0.52
	18	4.0	-5.4	20.8	0.4	19	21	65.4	0.71
	20	1.3	-3.3	45.2	0.4	22	26	43.7	0.86
	22	-1.5	-0.6	69.5	0.5	22	24	22.0	0.96
	24	-3.8	2.2	93.9	0.5	18	287	1.7	1.00
	26	-5.4	4.7	118.2	0.6	12	21	23.1	0.96
	28	-6.2	6.4	142.6	0.6	2	7	46.6	0.84
	30	-5.9	6.8	167.0	0.7	351	352	71.1	0.66
Травень	2	-4.6	5.6	191.4	0.7	342	341	96.6	0.44
	4	-2.4	3.2	215.8	0.7	338	335	123.3	0.23
	6	0.4	-0.2	240.3	0.8	339	338	150.7	0.06
	8	3.3	-3.5	264.7	0.8	344	37	176.7	0.00
	10	5.4	-5.8	289.2	0.9	354	344	154.9	0.05
	12	6.2	-6.7	813.7	0.9	5	1	130.0	0.18
	14	6.3	-6.2	338.1	1.0	14	14	106.5	0.36
	16	3.3	-4.6	2.6	1.0	20	21	84.3	0.55
	18	0.6	-2.3	27.0	1.1	22	24	62.6	0.73
	20	-2.1	0.5	51.4	1.1	21	22	40.8	0.88
	22	-4.2	3.2	76.8	1.2	16	11	18.5	0.97
	24	-5.2	5.4	100.1	1.2	8	49	6.5	1.00
	26	-5.2	6.6	124.5	1.2	358	7	29.7	0.93
	28	-4.2	6.3	148.9	1.3	347	350	54.7	0.79
	30	-2.8	4.6	173.3	1.3	340	340	80.5	0.58
Червень	1	-0.9	1.8	197.7	1.3	338	336	106.8	0.36
	3	1.2	-1.4	222.2	1.3	340	340	133.4	0.16
	5	3.3	-4.4	246.7	1.3	347	355	159.8	0.03
	7	4.7	-6.2	271.2	1.4	357	319	172.3	0.01
	9	5.3	-6.5	295.7	1.4	8	0	148.7	0.07
	11	4.4	-5.6	320.2	1.4	17	14	125.4	0.21
	13	2.3	-3.6	344.6	1.5	21	22	103.2	0.39
	15	-0.4	-1.1	9.1	1.5	22	24	81.4	0.58
	17	-3.0	1.6	33.5	1.5	20	21	59.5	0.75
	19	-4.8	4.1	57.9	1.5	14	11	37.0	0.90
	21	-5.4	6.0	82.3	1.5	5	347	13.8	0.99
	23	-4.5	6.6	106.7	1.5	354	16	13.1	0.99
	25	-2.8	5.7	131.1	1.5	344	349	38.4	0.89
	27	-0.8	3.4	155.5	1.5	339	339	64.6	0.71
	29	1.1	0.3	179.9	1.5	338	337	91.0	0.49

Продовження табл. 14

Дата		l	b	$90^{\circ}-l_{\odot}$	$b_{\odot}$	P	T	Φ	k
Липень	1	2.8	-2.8	204.3	1.5	342	342	117.2	0.27
	3	4.1	-5.3	228.8	1.5	350	354	142.8	0.10
	5	4.9	-6.4	253.3	1.5	1	23	167.2	0.01
	7	4.8	-6.2	277.8	1.5	11	351	166.6	0.01
	9	3.5	-4.8	302.3	1.5	18	14	144.1	0.10
	11	1.3	-2.6	326.8	1.5	22	22	121.9	0.24
	13	-1.5	0.1	351.3	1.5	21	23	100.2	0.41
	15	-4.1	2.8	15.7	1.5	18	19	78.3	0.60
	17	-5.8	5.0	40.1	1.5	12	10	55.6	0.78
	19	-6.0	6.4	64.5	1.5	2	354	31.7	0.92
	21	-4.6	6.4	88.9	1.5	350	310	7.5	1.00
	23	-2.1	4.9	113.3	1.5	342	350	21.5	0.96
	25	0.7	2.1	137.7	1.4	338	338	48.4	0.83
	27	3.0	-1.2	162.1	1.4	339	338	75.2	0.63
	29	4.6	-4.1	186.5	1.3	345	344	101.2	0.40
	31	5.4	-6.0	211.0	1.3	354	357	126.4	0.20
Серпень	2	5.5	-6.6	235.5	1.3	5	14	150.6	0.06
	4	4.7	-5.8	270.0	1.3	14	54	173.0	0.00
	6	3.0	-4.0	284.5	1.2	20	11	162.4	0.02
	8	0.5	-1.5	309.0	1.2	22	22	140.5	0.11
	10	-2.3	1.3	333.4	1.2	21	23	118.8	0.26
	12	-4.9	3.8	357.9	1.2	17	18	97.0	0.44
	14	-6.6	5.8	22.3	1.2	9	9	74.3	0.64
	16	-6.8	6.7	46.7	1.1	358	354	50.3	0.82
	18	-5.2	6.2	71.1	1.1	347	336	24.6	0.96
	20	-2.2	4.0	95.4	1.0	340	23	4.4	1.00
	22	1.3	0.8	119.8	1.0	338	338	31.1	0.93
	24	4.3	-2.6	144.2	0.9	341	338	58.6	0.76
	26	6.2	-5.2	168.6	0.8	348	346	84.8	0.54
	28	6.8	-6.6	193.0	0.8	358	0	109.8	0.33
	30	6.4	-6.5	217.4	0.8	9	14	133.6	0.16
	Вересень	1	4.9	-5.2	241.9	0.7	17	27	156.4
3		2.8	-3.0	266.4	0.7	21	272	177.5	0.00
5		0.1	-0.3	290.9	0.6	21	23	159.0	0.03
7		-2.8	2.4	315.3	0.6	20	23	137.4	0.13
9		-5.4	4.8	339.8	0.6	14	17	115.4	0.28
11		-7.1	6.4	4.2	0.5	6	7	92.8	0.48
13		-7.4	6.8	28.6	0.5	355	353	68.9	0.68
15		-6.9	5.8	53.0	0.4	345	340	43.2	0.86
17		-2.9	3.2	77.3	0.4	339	329	15.8	0.98
19		1.0	-0.3	101.6	0.3	338	336	12.6	0.99
21		4.6	-3.7	126.0	0.2	342	338	40.7	0.88
23		7.0	-6.0	150.3	0.1	351	348	67.4	0.69
25		7.8	-6.8	174.7	0.1	2	2	92.5	0.48
27		7.1	-6.2	199.1	0.0	12	15	116.0	0.28
29		5.2	-4.5	223.5	-0.0	19	24	138.6	0.12

Закінчення табл. 14

Дата		l	b	$90^{\circ}-l_{\odot}$	$b_{\odot}$	P	T	Φ	k
Жовтень	1	2.7	-2.0	248.0	-0.1	22	28	160.6	0.03
	3	-0.1	0.7	272.4	-0.1	21	37	177.6	0.00
	5	-2.9	3.4	296.9	-0.2	18	25	155.8	0.04
	7	-5.3	5.5	321.3	-0.2	12	17	133.8	0.15
	9	-6.9	6.7	345.7	-0.2	2	4	111.0	0.32
	11	-7.3	6.6	10.1	-0.3	351	351	87.3	0.52
	13	-6.2	5.1	34.4	-0.3	343	340	62.0	0.74
	15	-3.6	2.3	58.8	-0.4	338	334	34.9	0.91
	17	0.1	-1.3	83.1	-0.5	339	346	6.8	1.00
	19	4.0	-4.5	107.4	-0.5	344	335	21.7	0.96
	21	6.8	-6.4	131.7	-0.6	355	350	48.7	0.83
	23	7.9	-6.7	156.0	-0.7	6	5	74.0	0.64
	25	7.3	-5.6	180.4	-0.7	15	16	97.5	0.44
	27	5.2	-3.6	204.7	-0.8	20	23	119.9	0.25
	29	2.5	-1.0	229.1	-0.8	22	24	141.6	0.11
	31	-0.3	1.8	253.5	-0.9	21	18	163.2	0.02
Листопад	2	-2.9	4.3	278.0	-0.9	16	50	173.9	0.00
	4	-4.9	6.1	302.4	-0.9	8	18	152.1	0.06
	6	-6.1	5.7	326.8	-1.0	358	2	129.2	0.18
	8	-6.4	6.1	351.1	-1.0	348	348	105.3	0.37
	10	-5.6	4.1	15.5	-1.0	341	339	80.3	0.58
	12	-3.6	1.1	39.8	-1.1	338	336	53.9	0.80
	14	-0.5	-2.3	64.1	-1.1	340	342	26.5	0.95
	16	3.0	-5.1	88.3	-1.2	347	276	4.2	1.00
	18	6.0	-6.5	112.6	-1.2	358	348	29.0	0.94
	20	7.3	-6.3	136.9	-1.3	9	6	54.2	0.79
	22	6.7	-4.8	161.2	-1.3	17	17	77.9	0.60
	24	4.7	-2.5	185.5	-1.3	21	23	100.2	0.41
	26	2.0	0.2	209.9	-1.4	22	23	121.9	0.24
	28	-0.8	2.9	234.3	-1.4	19	18	143.4	0.10
	30	-3.1	5.1	258.6	-1.4	14	0	165.1	0.02
	Грудень	2	-4.5	6.4	283.0	-1.4	5	35	170.2
4		-5.2	6.5	307.4	-1.4	354	1	147.4	0.08
6		-5.0	5.3	331.8	-1.4	345	346	123.2	0.23
8		-4.2	2.8	356.1	-1.4	339	338	98.1	0.43
10		-2.6	-0.2	20.4	-1.5	338	337	72.2	0.65
12		-0.2	-3.4	44.7	-1.5	341	343	45.5	0.85
14		2.6	-5.7	69.0	-1.5	350	2	18.9	0.97
16		5.0	-6.5	93.2	-1.5	1	330	9.6	0.99
18		6.1	-5.8	117.5	-1.5	12	6	33.8	0.92
20		5.6	-3.8	141.8	-1.5	19	18	57.4	0.77
22		3.7	-1.3	166.0	-1.6	22	23	79.7	0.59
24		1.0	1.4	190.4	-1.6	21	23	101.4	0.40
26		-1.7	3.9	214.7	-1.6	18	17	123.0	0.23
28		-3.8	5.7	239.1	-1.6	11	6	145.1	0.09
30		-4.8	6.6	263.4	-1.6	1	338	167.6	0.01
Січень		1	-4.6	6.1	287.8	-1.5	350	9	166.1

МЕРКУРІЙ

У 2024 р. буде три періоди ранкової видимості планети і три — вечірньої.

У січні її можна спостерігати перед світанком на південному сході: 1 січня Меркурій зійде о 6 год 25 хв за київським часом, 31 січня — о 6 год 52 хв. Цей, *перший* у 2024 р., *період ранкової видимості* розпочався торік в останню п'ятиденку грудня. Тривалість видимості Меркурія зменшується з 55 хв до 9 хв, блиск збільшується з +0.6 зоряної величини до -0.3, видимий діаметр зменшується з 8.6 до 5.2". На 12 січня припадає найбільша ($W = 23^\circ 30'$) західна елонгація планети. До стояння 2 січня Меркурій переміщується назаднім рухом, а далі — прямим, по сузір'ях Змієносія та Стрільця.

На початку лютого закінчується період ранкової видимості планети, бо далі вона сходитиме вже на тлі ранкової зорі. Двадцять восьмого лютого відбудеться верхнє сполучення Меркурія зі Сонцем.

Після першого тижня березня розпочнеться *перший період вечірньої видимості* планети, який закінчиться наприкінці першого тижня квітня. Меркурій можна спостерігати на заході (наприкінці періоду видимості — на північному заході, ближче до заходу) після настання темряви. Тривалість видимості планети збільшується з 5 хв до 1 год 18 хв (24—26 березня), а потім меншає, і нарешті Меркурій губиться у променях вечірньої заграви. Блиск планети зменшується з -1.5 зоряної величини до +4.0, видимий діаметр збільшується з 5.2 до 10.9". На 24 березня припадає найбільша ($E = 18^\circ 42'$) східна елонгація Меркурія, на 11 квітня — нижнє сполучення зі Сонцем. До стояння 1 квітня планета переміщується прямим рухом, потім назаднім до стояння 24 квітня, а далі, до закінчення періоду видимості, знову прямим рухом по сузір'ю Риб.

У травні Меркурій недоступний для спостережень. Дев'ятого травня відбудеться найбільша ($W = 26^\circ 22'$) західна елонгація планети.

У червні (на початку третьої декади місяця) розпочнеться *другий період вечірньої видимості* Меркурія, який закінчиться наприкінці липня. Оскільки 14 червня відбулося верхнє сполучення планети зі Сонцем, то вона стає видимою на небі через тиждень потому. Меркурій можна спостерігати на північному заході (наприкінці періоду видимості — на північному заході, ближче до заходу) після настання темряви. Тривалість видимості планети збільшується з 5 хв до 31 хв (5—10 липня), а потім меншає, і наприкінці липня Меркурій губиться у променях вечірньої заграви. Блиск планети зменшується з -1.4 зоряної величини до $+0.8$, її видимий діаметр збільшується з 5.2 до $8.8''$. На 22 липня припадає найбільша ($E = 26^\circ 56'$) східна елонгація Меркурія. Упродовж цього періоду видимості планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Близнят, Рака та Лева.

На серпень (останній тиждень місяця) і вересень (увесь місяць, крім останнього тижня) припадає *другий період ранкової видимості* Меркурія. Планета сходить на північному сході, випереджаючи настання присмерків. Поступово тривалість її видимості збільшується з кількох хвилин до 1 год 08 хв (6 вересня), а потім меншає та сходить нанівець. Блиск планети збільшується з $+2.9$ зоряної величини до -1.5 , видимий діаметр зменшується з 9.9 до $5.0''$. Дев'ятнадцятого серпня відбудеться нижнє сполучення Меркурія зі Сонцем, 30 вересня — верхнє сполучення. На 5 вересня припадає найбільша ($W = 18^\circ 03'$) західна елонгація планети. До стояння 4 серпня Меркурій переміщується прямим рухом, потім назаднім до стояння 28 серпня, а далі, до закінчення періоду видимості, знову прямим рухом по сузір'ю Лева.

У жовтні Меркурій недоступний для спостережень.

Третій період вечірньої видимості Меркурія настає в листопаді: планету можна спостерігати (крім першого тижня місяця) на південному заході після настання темряви. Спочатку її буде видно впродовж кількох хвилин, потім тривалість видимості зросте до 18 хв (20—23 листопада), а далі меншає і сходить нанівець. Блиск планети спадає від -0.3 зоряної величини до $+1.2$. Видимий діаметр Меркурія збільшується з 5.7 до $9.2''$. Найбільша ($E = 22^\circ 33'$) східна елонгація планети відбудеться 16 листопада. До стояння 26 листопада Меркурій переміщається прямим рухом по сузір'ях Скорпіона та Змієносія, а далі — назаднім у сузір'я Змієносія.

Після нижнього сполучення Меркурія із Сонцем (6 грудня) розпочнеться наприкінці першої десятиденки місяця *третій період його ранкової видимості*: планета сходитиме на південному сході перед

настанням присмерків. Тривалість її видимості збільшується з кількох хвилин до 1 год 16 хв (21—22 грудня), потім меншає, і 31 грудня становить 1 год. Близьк планети збільшується з +3.2 зоряної величини до -0.4. Видимий діаметр Меркурія зменшується з 9.6 до 5.8". До стояння 15 грудня Меркурій переміщується назаднім рухом по сузір'ях Змієносця та Скорпіона, а далі прямим рухом у межах цих же сузір'їв. На 25 грудня припала найбільша ($W = 22^{\circ} 03'$) західна елонгація планети.

ВЕНЕРА

У 2024 р. буде два періоди видимості Венери — ранковий і вечірній. 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 січні Венера сходить на південному сході як зоря -4.0 зоряної величини, ближче до сходу (наприкінці місяця — на південному сході), приблизно о 4 год 55 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 5 год 55 хв. Триває *період ранкової видимості планети*, який розпочався торік у грудні. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Скорпіона, Змієносця та Стрільця. Її видимий діаметр на початку місяця становитиме 14.1", наприкінці місяця — 12.3".

У лютому Венера сходитиме на південному сході як зоря -3.9 зоряної величини (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до сходу) приблизно о 6 год за київським часом. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Стрільця та Козорога. Її видимий діаметр наприкінці місяця становитиме 11.1".

У березні Венеру можна спостерігати як зорю -3.9 зоряної величини на сході впродовж першої десятиденки. Планета сходитиме на темному небі приблизно о 6 год за київським часом. Дванадцятого березня закінчиться період ранкової видимості Венери, бо далі вона сходитиме вже під час ранкових присмерків. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ях Козорога та Водолія. Видимий діаметр планети становитиме 11.0".

У квітні — червні Венера недоступна для спостережень. Четвертого червня відбудеться верхнє сполучення планети зі Сонцем.

Наприкінці липня розпочнеться *період вечірньої видимості Венери*, закінчиться він у наступному році. Планету після настання темряви можна спостерігати як зорю -3.9 зоряної величини на північному заході, ближче до заходу. Тривалість видимості становить кілька хвилин. Місце перебування планети зразу ж після настання темряви у наступні місяці змінюється: 31 серпня вона перебуватиме на півден-

ному заході, ближче до заходу; 31 жовтня — на південному заході, 1 січня — на південному сході, ближче до півдня. Поступово моменти заходу Венери зміщуються на більш пізні години, тому тривалість видимості збільшується: так, 31 серпня вона становила 14 хв, 30 вересня — 26 хв, 31 жовтня — 1 год 01 хв, 30 листопада — 2 год 16 хв, 1 січня — 3 год 30 хв. Упродовж цього періоду видимий діаметр планети збільшується з 10.0'' до 22.0'', блиск зростає на 0.5 зоряної величини. Венера переміщуватиметься прямим рухом по сузір'ях Лева, Діви, Терезів, Скорпіона, Змієноця, Стрілця, Козорога.

МАРС

Планета перебуватиме на нічному небі цілий рік.

У січні — березні Марс сходить на південному сході перед світанком. Моменти сходу будуть такі: 1 січня — 7 год 11 хв за київським часом, 1 лютого — 6 год 42 хв, 1 березня — 5 год 52 хв, 31 березня — 5 год 45 хв за літнім часом. Тривалість видимості планети становить приблизно 20 хв. Поступово моменти сходу Марса переміщуються на більш ранні години, час перебування планети над горизонтом збільшується, місце сходу планети переміщується у напрямку на схід. Тому наступні моменти сходу будуть такі: 1 квітня — 5 год 42 хв за літнім часом, 1 травня — 4 год 27 хв, 1 червня — 3 год 07 хв; тривалість перебування планети над горизонтом становить 21 хв, 32 хв, 1 год 06 хв відповідно; точка на обрії, де з'являється планета, — майже схід, схід, північний схід (ближче до сходу) відповідно.

Першого липня Марс зійде о 1 год 55 хв за літнім часом (тривалість видимості — 2 год 16 хв), 1 серпня — в 0 год 50 хв (тривалість видимості — 4 год 01 хв), а наприкінці серпня та впродовж кількох перших днів вересня планета сходитиме приблизно опівночі. Тобто, Марс можна спостерігати впродовж другої половини ночі.

У вересні — грудні моменти сходу планети далі переміщуються на більш ранні вечірні години, тривалість її видимості зростає, і наприкінці року становитиме 13 год 45 хв. У жовтні трапиться стрибок у тривалості видимості: 26 жовтня вона дорівнює 8 год 30 хв, 27-го — 7 год 33 хв, 28-го — 8 год 37 хв. Пояснення просте. Під час обчислення тривалості видимості для 26 жовтня використано моменти сходу планети і настання присмерків за літнім часом (22 год 37 хв 25 жовтня і 7 год 07 хв 26 жовтня відповідно), для 28 жовтня використано відповідно 21 год 33 хв 27 жовтня і 6 год 10 хв 28 жовтня за київським часом. Для 27 жовтня маємо: момент сходу 22 год 35 хв за літнім часом, бо він належить 26 жовтня, і 6 год 08 хв 27 жовтня за київським часом, бо літній час уже скасовано.

Планета переміщується прямим рухом майже цілий рік по сузір'ях Стрільця, Козорога, Водолія, Риб, Овна, Тельця, Близнят, Рака, а після стояння 7 грудня, до кінця року, — назаднім у межах сузір'я Рака.

Упродовж року блиск Марса збільшується з +1.4 зоряної величини до -1.2, видимий діаметр — з 3.9'' до 14.2''.

ЮПІТЕР

У 2024 р. Юпітер доступний для спостережень майже цілий рік, крім травня та першої десятиденки червня. Блиск планети буде не менший за -2.0 зоряної величини, а тому її можна спостерігати не лише вночі, але й на тлі ранкової зорі та вечірньої заграви. Це варто мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості Юпітера тільки в темну пору доби.

Упродовж січня — квітня та першого тижня травня планету можна спостерігати після настання темряви й до її заходу: 1 січня — відповідно після 16 год 46 хв і до 2 год 34 хв за київським часом; 1 лютого — відповідно після 17 год 28 хв і до 0 год 43 хв; 1 березня — після 18 год 15 хв і до 23 год 12 хв, 30 березня — після 19 год 02 хв і до 21 год 49 хв все ще за київським часом. Із 31 березня починається дія літнього часу, тому моменти будуть такими: 31 березня — інтервал 20 год 04 хв — 22 год 47 хв за літнім часом, 1 квітня — інтервал 20 год 05 хв — 22 год 44 хв, 1 травня — інтервал 20 год 56 хв — 21 год 24 хв, 6 травня — інтервал 21 год 05 хв — 21 год 10 хв. Далі спостерігати не можна, оскільки 18 травня відбудеться сполучення Юпітера зі Сонцем.

Після першої десятиденки червня розпочнеться новий період видимості планети. Вона сходитиме на північному сході перед світанком, на початку періоду — приблизно о 4 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 3 год за літнім часом. Тривалість її видимості до світанку збільшується з кількох хвилин до 1 год 10 хв. Моменти сходу Юпітера поступово зміщуються на більш ранні передсвітанкові години, тому перед початком останньої десятиденки серпня планета сходитиме вже опівночі і перебуватиме на темному небі впродовж другої половини ночі (приблизно 4 год 30 хв). Тривалість видимості Юпітера до світанку далі збільшується (7 грудня відбудеться його протистояння зі Сонцем), досягне максимуму наприкінці першої половини грудня (14 год 37 хв), а з 17 грудня меншає, бо планета заходитиме ще до настання ранкових присмерків. Наприкінці року Юпітер сяє на темному небі впродовж приблизно 13 год 20 хв.

Блиск планети впродовж першого періоду видимості зменшується з -2.6 зоряної величини до -2.0, упродовж другого періоду — збільшується

з -2.0 зоряної величини до -2.8. Видимі діаметри впродовж першого періоду видимості зменшуються: екваторіальний зі 43.9 до 32.8'', полярний зі 41.0 до 30.6''. Від початку другого періоду видимості діаметри збільшуються впродовж місяця: екваторіальний із 32.8 до 48.2'', полярний із 30.6'' до 44.9'' після першого тижня грудня й до кінця року діаметри меншають: екваторіальний зі 48.1'' до 47.1'', полярний зі 44.9'' до 43.9''.

Майже цілий рік планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Овна й Тельця, а після стояння 9 жовтня — назаднім у межах сузір'я Тельця.

САТУРН

У 2024 р. планету можна спостерігати впродовж січня — лютого (крім останньої десятиденки), а потім з 1 квітня і до кінця року.

На початку січня Сатурн після настання темряви видно на півдні, на початку лютого — на південному заході. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку періоду — приблизно о 20 год 40 хв за київським часом, наприкінці періоду — о 18 год. Тривалість видимості Сатурна скорочується з чотирьох годин до нуля, бо 21 лютого він зайде ще перед настанням темряви. На 28 лютого припадає сполучення Сатурна зі Сонцем.

Упродовж цього періоду блиск планети становитиме +1.0 зоряної величини; екваторіальний і полярний діаметри зменшуються відповідно з 16.1 до 14.4'' і з 15.5 до 13.8''.

Сатурн знову стане доступним для спостережень з 1 квітня. Його можна спостерігати на вранішньому небі — планета сходить на сході о 5 год 57 хв за літнім часом. Моменти сходу поступово зміщуються на більш ранні години: 1 травня схід відбудеться о 4 год 05 хв, 1 червня — о 2 год 08 хв, 3 липня — опівночі. Моменти сходу зміщуються й далі на більш ранні години, але вже вечірні: 1 серпня — схід о 22 год 05 хв, 23 серпня — о 20 год 37 хв, з 24 серпня Сатурн сходитиме вже на тлі вечірньої заграви, тому після настання темряви його буде видно на сході як такий, що вже піднявся на деяку висоту над горизонтом. Спостерігати планету можна до світанку, тривалість видимості її збільшилася від кількох хвилин на початку періоду до 10 год 12 хв (8 вересня відбулося протистояння Сатурна та Сонця). Після 14 вересня тривалість видимості Сатурна меншає, бо він заходитиме ще засвітла: 15 вересня — о 5 год 58 хв за літнім часом (тривалість видимості 10 год 10 хв), 1 жовтня — о 4 год 49 хв (9 год 37 хв), 27 жовтня — о 2 год 59 хв ще за літнім часом (8 год 39 хв), 28 жовтня — о 1 год 55 хв уже за київським часом (8 год 36 хв), 1 листопада — о 1 год 39 хв (8 год 27 хв), 1 грудня — о 23 год 37 хв (6 год 59 хв), 31 грудня — о 21 год 49 хв (5 год 03 хв).

Блиск планети становить приблизно +1.0 зоряної величини.

Екваторіальний і полярний діаметри спочатку збільшуються відповідно з 15.6'' до 19.1'' і з 14.0'' до 17.1'' (квітень — перша половина вересня), потім меншають і наприкінці року становлять відповідно 16.5'' і 14.8''.

До стояння 30 червня планета переміщуватиметься прямим рухом, потім — назадім до стояння 16 листопада, а потім знову прямим рухом по сузір'ю Водоля.

УРАН

У 2024 р. буде два періоди видимості Урана. Перший період є продовженням торішнього періоду видимості планети, закінчиться він на початку травня. Уран буде видно на небі після настання темряви. Другий період припадає на червень — грудень. Спершу планета з'являтиметься на темному небі зранку, зі серпня — після півночі. Поступово її моменти сходу зміщуються на вечірні години. У листопаді (крім останньої шестиденки) Уран можна спостерігати цілу ніч, далі тривалість видимості планети зменшується, бо вона заходить ще до настання ранкових присмерків.

Уран у січні можна спостерігати з вечора у південно-східній ділянці неба. На початку місяця планета заходить о 3 год 58 хв за київським часом, а наприкінці місяця — о 1 год 59 хв. Тривалість видимості її зменшується впродовж січня з 11 год 08 хв до 8 год 34 хв. На 27 січня припадає стояння Урана.

У лютому Уран доступний для спостережень після настання темряви й до його заходу: 1 лютого — о 1 год 55 хв, 29 лютого — в 0 год 07 хв. Наприкінці місяця тривалість видимості планети становитиме 5 год 55 хв.

У березні й квітні Уран можна спостерігати після смеркання у південно-західній і західній ділянках неба. Він заходить на початку березня о 23 год 58 хв за київським часом, а наприкінці квітня — о 21 год 19 хв за літнім часом. Тривалість видимості планети зменшуватиметься, і 30 квітня становитиме 23 хв.

З початку травня Уран буде доступним для спостережень упродовж кількох днів низько над обрієм у західній, ближче до північно-західної, ділянці неба. Далі планета зникне на тлі вечірньої заграви. На 13 травня припадає її сполучення із Сонцем.

Уран можна спостерігати знову вже на ранковому небі, — з початку червня настане *другий період видимості* планети, який закінчиться наступного року. Першого червня Уран зійде о 4 год 09 хв за літнім часом, 30 червня — о 2 год 19 хв, 31 липня — в 0 год 20 хв, 31 серпня — о 22 год 16 хв. Його можна спостерігати до світанку: на початку періоду видимості — кілька хвилин, наприкінці серпня — 7 год 20 хв.

У вересні — листопаді планета доступна для спостережень з вечора до світанку: на початку місяця вона сходитиме о 22 год 12 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 20 год 17 хв, 31 жовтня — о 17 год 12 хв київського часу. З початку листопада планета сходитиме ще під час вечірніх присмерків. На 17 листопада припадає протистояння Урана зі Сонцем. Тривалість видимості планети стане максимальною (14 год 08 хв) у ночі проти 24 листопада та проти 25 листопада. Далі вона меншає, бо Уран заходитиме ще до світанку: 25 листопада — о 6 год 51 хв, 30 листопада — о 6 год 31 хв, 31 грудня — о 4 год 23 хв. Тривалість видимості планети наприкінці року становитиме 11 год 38 хв.

Блиск Урана впродовж року становить приблизно +5.7 зоряної величини, видимий діаметр змінюватиметься від 3.6'' до 3.4'', а потім знову до 3.6''. Планета до початку третьої декади квітня перебуватиме в сузір'ї Овна, потім — у сузір'ї Тельця, а наприкінці грудня повернеться знову у межі сузір'я Овна. До стояння 27 січня Уран переміщується назаднім рухом, далі до стояння 1 вересня — прямим, після чого знову назаднім.

НЕПТУН

Цю планету візуально не видно. Її можна спостерігати лише через бінокль чи телескоп. У 2024 р. буде два періоди видимості Нептуна. *Перший період*, який є продовженням періоду видимості, що розпочався торік наприкінці першої декади квітня, триватиме до другої декади березня. *Другий період* розпочнеться після першої декади квітня і триватиме до кінця року.

Нептун доступний для спостережень упродовж січня, лютого та першої десятиденки березня. Планету можна спостерігати у південній і південно-західній частині неба після настання темряви до її заходу. На початку січня Нептун заходить за горизонт о 22 год 49 хв за київським часом, на початку лютого — о 20 год 51 хв, а наприкінці першої декади березня зникає у променях вечірньої заграви. Упродовж цього періоду тривалість видимості планети скоротиться з 6 год 03 хв до нуля. На 17 березня припадає сполучення Нептуна із Сонцем.

Нептун знову буде доступним для спостережень на початку другої декади квітня вже перед світанком — настане *другий період видимості*, котрий закінчиться наступного року. На початку другого періоду видимості (12 квітня) планета зійде о 5 год 38 хв за літнім часом. Момент сходу Нептуна 1 травня — 4 год 24 хв за літнім часом. На початку літніх місяців моменти сходу будуть такі: червень — 2 год 24 хв, липень — 0 год 22 хв, серпень — 22 год 20 хв. Тривалість видимості Нептуна збільшиться від початку періоду видимості до кінця літа з 1 хв до 9 год 21 хв.

Після 1 вересня планета сходитиме до настання темряви, тому на шойно потемнілому небі її видно над горизонтом уже на певній висоті. Упродовж усього місяця (крім останніх днів) Уран сяятиме на небі цілу ніч. На 21 вересня припадає протистояння Урана із Сонцем. Максимальна тривалість видимості планети становитиме 11 год 02 хв (ніч проти 28 вересня). Наприкінці вересня Нептун заходитиме ще до настання ранкових присмерків (28 вересня — о 6 год 21 хв за літнім часом), тому тривалість його видимості меншає.

У наступні місяці моменти заходу Нептуна будуть такими: 1 жовтня — 6 год 09 хв літнього часу, 1 листопада — 3 год 03 хв за київським часом, 1 грудня — 1 год 03 хв, 31 грудня — 23 год 02 хв. Планету можна спостерігати після закінчення вечірніх присмерків. Тривалість її видимості скорочуватиметься, і наприкінці року становитиме 6 год 16 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 3 липня Нептун переміщуватиметься прямим рухом, далі до стояння 8 грудня — назаднім, а потім знову прямим.

Таблиця 15

ПЛАНЕТНІ КОНФІГУРАЦІЇ
(за всесвітнім часом)

Дата		Час		Конфігурація
		год	хв	
Меркурій				
Січень	2	3	52	стояння
	12	14	36	найбільша західна елонгація $W\ 23^{\circ}\ 30^{\circ}$
Лютий	28	8	44	верхнє сполучення
Березень	24	22	35	найбільша східна елонгація $W\ 18^{\circ}\ 42^{\circ}$
Квітень	1	20	08	стояння
	11	23	04	нижнє сполучення
	24	8	26	стояння
	9	21	29	найбільша західна елонгація $W\ 26^{\circ}\ 22^{\circ}$
Червень	14	16	34	верхнє сполучення
Липень	22	6	40	найбільша східна елонгація $E\ 26^{\circ}\ 56^{\circ}$
Серпень	4	8	23	стояння
	19	1	59	нижнє сполучення
	28	2	42	стояння
	5	2	32	найбільша західна елонгація $W\ 18^{\circ}\ 03^{\circ}$
Вересень	30	21	10	верхнє сполучення
	16	8	12	найбільша східна елонгація $E\ 22^{\circ}\ 33^{\circ}$
Листопад	26	4	27	стояння
	6	2	19	нижнє сполучення
Грудень	15	21	15	стояння
	25	2	32	найбільша західна елонгація $W\ 22^{\circ}\ 03^{\circ}$
Венера				
Червень	4	15	35	верхнє сполучення
Марс				
Грудень	7	21	01	стояння
				Юпітер
Травень	18	18	47	сполучення
Жовтень	9	7	14	стояння
Грудень	7	20	59	протистояння
Сатурн				
Лютий	28	21	27	сполучення
Червень	30	21	16	стояння
Вересень	8	4	37	протистояння
Листопад	16	5	58	стояння
Уран				
Січень	27	10	50	стояння
Травень	13	9	14	сполучення
Вересень	1	15	45	стояння
Листопад	17	2	45	протистояння
Нептун				
Березень	17	11	24	сполучення
Липень	3	3	10	стояння
Вересень	21	0	19	протистояння
Грудень	8	11	06	стояння

Таблиця 16

СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ
(за всесвітнім часом)

Дата		Час		Сполучення	Видима відстань		
		год	хв				
Січень	27	16	09	Меркурій з Марсом	0°	15	N
Лютий	22	15	36	Венера з Марсом	0	38	N
	28	14	04	Меркурій з Сатурном	0	12	S
Березень	8	17	37	Меркурій з Нептуном	0	30	N
	22	2	01	Венера з Сатурном	0	21	N
Квітень	3	10	55	Венера з Нептуном	0	17	S
	11	3	14	Марс із Сатурном	0	29	N
	18	22	42	Меркурій з Венерою	1	58	N
	20	7	37	Юпітер із Ураном	0	32	S
	29	4	04	Марс із Нептуном	0	02	S
Травень	18	9	18	Венера з Ураном	0	28	S
	23	9	32	Венера з Юпітером	0	12	N
	31	1	28	Меркурій з Ураном	1	21	S
Червень	4	10	06	Меркурій з Юпітером	0	07	S
	17	12	40	Меркурій з Венерою	0	53	N
Липень	15	9	26	Марс із Ураном	0	33	S
Серпень	6	15	16	Меркурій з Венерою	5	56	S
	14	16	51	Марс із Юпітером	0	19	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 17

СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ ІЗ МІСЯЦЕМ
(за всесвітнім часом)

Дата		Час		Планета	Видима відстань		
		год	хв				
Січень	8	20	12	Венера	5°	42	N
	9	18	48	Меркурій	6	35	N
	10	8	32	Марс	4	10	N
	14	9	34	Сатурн	2	08	N
	15	20	27	Нептун	0	57	N
	18	20	43	Юпітер	2	46	S
	19	19	40	Уран	2	58	S
Лютий	7	18	52	Венера	5	26	N
	8	6	32	Марс	4	12	N
	8	22	00	Меркурій	3	13	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.

Дата	Час		Планета	Видима відстань		
	год	хв				
Лютий	11	0	41	Сатурн	1	48 N
	12	6	46	Нептун	0	41 N
	15	8	18	Юпітер	3	09 S
	16	2	01	Уран	3	14 S
Березень	8	5	01	Марс	3	31 N
	8	17	01	Венера	3	16 N
	9	17	29	Сатурн	1	31 N
	10	19	27	Нептун	0	31 N
	11	2	32	Меркурій	1	02 N
	14	1	04	Юпітер	3	36 S
	14	11	36	Уран	3	27 S
Квітень	6	3	52	Марс	1	59 N
	6	9	26	Сатурн	1	13 N
	7	8	12	Нептун	0	25 N
	7	16	39	Венера	0	24 S
	9	1	25	Меркурій	2	11 N
	10	21	10	Юпітер	3	59 S
	10	23	52	Уран	3	33 S
Травень	3	22	33	Сатурн	0	50 N
	4	18	57	Нептун	0	17 N
	5	2	27	Марс	0	12 S
	6	8	26	Меркурій	3	49 S
	7	16	04	Венера	3	30 S
	8	12	52	Уран	3	37 S
	8	18	15	Юпітер	4	20 S
	31	8	10	Сатурн	0	23 N
Червень	1	2	55	Нептун	0	01 N
	2	23	38	Марс	2	24 S
	5	0	39	Уран	3	44 S
	5	14	26	Юпітер	4	40 S
	5	18	29	Меркурій	4	39 S
	6	14	28	Венера	4	33 S
	27	15	01	Сатурн	0	05 S
	28	8	58	Нептун	0	18 S
Липень	1	18	28	Марс	4	05 S
	2	10	08	Уран	3	57 S
	3	8	29	Юпітер	5	01 S
	6	15	05	Венера	3	52 S
	7	18	34	Меркурій	3	13 S
	24	20	48	Сатурн	0	24 S
	25	14	55	Нептун	0	34 S
	29	17	31	Уран	4	13 S
	30	10	38	Марс	5	02 S
	30	23	54	Юпітер	5	23 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.

Дата		Час		Планета	Видима відстань		
		год	хв				
Серпень	5	22	04	Венера	1	44	S
	6	0	03	Меркурій	7	28	S
	21	3	03	Сатурн	0	28	S
	21	22	22	Нептун	0	42	S
	26	0	02	Уран	4	27	S
	27	12	45	Юпітер	5	40	S
	28	0	23	Марс	5	16	S
Вересень	1	9	17	Меркурій	5	02	S
	5	10	17	Венера	1	11	N
	17	10	23	Сатурн	0	18	S
	18	7	37	Нептун	0	40	S
	22	7	15	Уран	4	32	S
	23	23	22	Юпітер	5	50	S
	25	11	50	Марс	4	54	S
Жовтень	3	0	03	Меркурій	1	48	N
	5	20	27	Венера	3	00	N
	14	18	14	Сатурн	0	07	S
	15	17	33	Нептун	0	35	S
	19	15	54	Уран	4	28	S
	21	8	06	Юпітер	5	48	S
	23	19	57	Марс	3	55	S
Листопад	3	7	37	Меркурій	2	07	N
	5	0	16	Венера	3	06	N
	11	1	44	Сатурн	0	05	S
	12	2	26	Нептун	0	37	S
	16	1	14	Уран	4	22	S
	17	14	55	Юпітер	5	39	S
	20	21	10	Марс	2	26	S
Грудень	2	2	11	Меркурій	4	57	N
	4	22	42	Венера	2	15	N
	8	8	57	Сатурн	0	18	S
	9	9	20	Нептун	0	50	S
	13	9	35	Уран	4	21	S
	14	19	43	Юпітер	5	28	S
	18	8	50	Марс	0	54	S
	29	4	23	Меркурій	6	23	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.

Таблиця 18

ЕФЕМЕРИДИ ПЛАНЕТ

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "		"		°	год хв	год хв	год хв	

МЕРКУРІЙ

I	1 17 27.2	-20 09	0.6	8.65	0.27	117.4	6 25	10 45	15 04	58
	5 17 29.1	-20 33	0.1	7.83	0.42	98.9	6 14	10 32	14 49	58
	9 17 39.3	-21 12	-0.1	7.14	0.55	84.5	6 13	10 27	14 40	57
	13 17 54.9	-21 54	-0.2	6.59	0.64	73.1	6 17	10 27	14 37	55
	17 18 14.2	-22 29	-0.2	6.16	0.72	64.1	6 25	10 31	14 37	54
	21 18 35.9	-22 51	-0.2	5.82	0.78	56.6	6 33	10 37	14 41	54
	25 18 59.3	-22 58	-0.2	5.55	0.82	50.2	6 41	10 45	14 48	53
	29 19 23.8	-22 46	-0.3	5.34	0.86	44.6	6 49	10 54	14 59	54
II	2 19 49.2	-22 14	-0.3	5.17	0.89	39.5	6 55	11 03	15 12	55
	6 20 15.2	-21 22	-0.4	5.05	0.91	34.6	7 00	11 14	15 28	56
	10 20 41.5	-20 08	-0.5	4.95	0.93	29.7	7 03	11 24	15 47	59
	14 21 08.2	-18 32	-0.7	4.88	0.95	24.7	7 04	11 35	16 07	61
	18 21 35.2	-16 35	-0.9	4.85	0.97	19.3	7 05	11 46	16 30	65
	22 22 02.4	-14 15	-1.1	4.84	0.99	13.4	7 03	11 58	16 54	68
	26 22 29.8	-11 33	-1.5	4.87	1.00	7.0	7 01	12 10	17 20	73
III	1 22 57.4	-8 31	-1.7	4.94	1.00	5.9	6 58	12 22	17 47	78
	5 23 25.2	-5 09	-1.6	5.07	0.98	15.0	6 53	12 34	18 16	83
	9 23 52.9	-1 33	-1.4	5.28	0.94	27.7	6 48	12 45	18 45	89
	13 0 19.7	+2 08	-1.2	5.60	0.86	43.1	6 41	12 56	19 14	94
	17 0 44.8	+5 42	-1.0	6.07	0.74	60.7	6 33	13 05	19 40	100
	21 1 06.4	+8 51	-0.6	6.70	0.59	79.6	6 23	13 11	20 00	105
	25 1 22.9	+11 20	-0.1	7.51	0.42	98.7	6 12	13 11	20 11	109
	29 1 33.0	+12 57	0.7	8.48	0.27	117.4	5 58	13 04	20 12	111
IV	2 1 36.2	+13 32	1.7	9.53	0.14	135.5	5 42	12 51	20 00	112
	6 1 32.9	+13 06	3.1	10.52	0.05	153.1	5 25	12 31	19 37	111
	10 1 24.8	+11 44	4.9	11.29	0.01	169.5	5 08	12 07	19 05	109
	14 1 15.0	+9 48	5.0	11.65	0.01	170.8	4 53	11 42	18 29	106
	18 1 06.5	+7 46	3.6	11.58	0.04	156.5	4 39	11 18	17 56	103
	22 1 01.5	+6 04	2.5	11.16	0.10	143.0	4 26	10 58	17 28	100
	26 1 01.1	+4 59	1.7	10.53	0.17	131.1	4 16	10 42	17 08	98
	30 1 05.2	+4 35	1.3	9.82	0.24	120.8	4 06	10 31	16 56	98
V	4 1 13.5	+4 50	0.9	9.10	0.32	111.7	3 57	10 23	16 50	98
	8 1 25.2	+5 39	0.6	8.42	0.38	103.4	3 49	10 20	16 51	100
	12 1 40.0	+6 57	0.4	7.80	0.45	95.7	3 42	10 19	16 57	102
	16 1 57.5	+8 39	0.2	7.25	0.52	88.0	3 35	10 21	17 08	104

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимут точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "		"		°	год хв	год хв	год хв	°
V 20	2 17.6	+10 40	0.0	6.75	0.59	80.1	3 29	10 26	17 23	107
24	2 40.3	+12 55	-0.2	6.31	0.66	71.6	3 25	10 33	17 43	111
28	3 05.8	+15 19	-0.5	5.93	0.74	62.0	3 22	10 43	18 06	115
VI 1	3 34.2	+17 46	-0.8	5.61	0.82	50.8	3 21	10 56	18 33	119
5	4 05.9	+20 07	-1.2	5.36	0.90	37.9	3 23	11 12	19 04	123
9	4 40.7	+22 11	-1.6	5.19	0.96	23.1	3 29	11 31	19 36	127
13	5 17.9	+23 47	-2.1	5.10	1.00	7.3	3 40	11 53	20 08	130
17	5 56.3	+24 42	-2.0	5.09	0.99	10.3	3 56	12 16	20 36	131
21	6 34.3	+24 53	-1.5	5.18	0.95	25.3	4 17	12 38	20 58	132
25	7 10.3	+24 22	-1.1	5.33	0.89	38.7	4 41	12 58	21 14	131
29	7 43.6	+23 15	-0.7	5.55	0.82	50.2	5 06	13 15	21 22	129
VII 3	8 13.7	+21 41	-0.4	5.83	0.75	60.0	5 31	13 29	21 25	126
7	8 40.6	+19 49	-0.2	6.15	0.68	68.4	5 54	13 40	21 24	122
11	9 04.5	+17 44	0.0	6.52	0.62	76.0	6 14	13 48	21 19	119
15	9 25.2	+15 34	0.2	6.94	0.56	83.1	6 31	13 52	21 12	115
19	9 42.9	+13 24	0.3	7.41	0.50	90.1	6 45	13 54	21 01	112
23	9 57.5	+11 19	0.5	7.94	0.44	97.3	6 54	13 52	20 49	108
27	10 08.5	+9 25	0.7	8.52	0.37	105.0	6 59	13 47	20 34	105
31	10 15.7	+7 51	1.0	9.15	0.30	113.6	6 58	13 38	20 17	103
VIII 4	10 18.5	+6 42	1.4	9.80	0.22	123.4	6 50	13 24	19 58	101
8	10 16.4	+6 09	2.0	10.41	0.15	134.8	6 34	13 06	19 38	100
12	10 09.5	+6 20	2.9	10.88	0.08	148.0	6 11	12 43	19 16	101
16	9 58.6	+7 16	4.1	11.06	0.02	161.9	5 39	12 16	18 54	102
20	9 46.3	+8 48	4.7	10.82	0.01	168.0	5 04	11 48	18 34	105
24	9 36.4	+10 35	3.3	10.17	0.05	154.6	4 29	11 23	18 18	107
28	9 32.3	+12 09	1.8	9.23	0.14	136.0	4 02	11 04	18 07	110
IX 1	9 36.3	+13 07	0.6	8.21	0.28	116.3	3 45	10 53	18 01	111
5	9 48.7	+13 14	-0.2	7.27	0.45	96.0	3 41	10 50	17 59	112
9	10 08.1	+12 26	-0.7	6.49	0.62	75.9	3 50	10 55	17 59	110
13	10 32.4	+10 46	-1.0	5.89	0.77	57.0	4 07	11 03	17 58	108
17	10 59.1	+8 24	-1.2	5.46	0.88	40.1	4 30	11 15	17 57	104
21	11 26.6	+5 36	-1.3	5.17	0.95	25.9	4 56	11 26	17 55	99
25	11 53.7	+2 33	-1.5	4.97	0.98	14.3	5 22	11 38	17 51	94
29	12 20.0	-0 35	-1.6	4.85	1.00	5.4	5 47	11 48	17 47	90
X 3	12 45.6	-3 42	-1.4	4.77	1.00	4.8	6 12	11 58	17 42	85
7	13 10.4	-6 43	-1.1	4.74	0.99	10.8	6 36	12 07	17 36	80
11	13 34.7	-9 36	-0.9	4.75	0.98	16.5	6 58	12 15	17 31	75
15	13 58.6	-12 19	-0.7	4.78	0.96	21.8	7 20	12 23	17 25	71

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "		"		°	год хв	год хв	год хв	
X	19 14 22.4	-14 52	-0.5	4.85	0.95	26.8	7 42	12 31	17 20	67
	23 14 46.0	-17 11	-0.4	4.94	0.92	31.7	8 02	12 39	17 15	63
	27 15 09.5	-19 17	-0.3	5.07	0.90	36.8	8 22	12 47	17 11	60
	31 15 33.0	-21 07	-0.3	5.24	0.87	42.2	8 40	12 55	17 08	57
XI	4 15 56.2	-22 41	-0.3	5.46	0.83	48.2	8 58	13 02	17 06	54
	8 16 19.0	-23 56	-0.3	5.73	0.79	55.1	9 12	13 09	17 05	52
	12 16 40.6	-24 51	-0.3	6.09	0.72	63.4	9 24	13 15	17 05	50
	16 17 00.2	-25 23	-0.3	6.56	0.64	73.5	9 31	13 18	17 05	49
	20 17 16.2	-25 31	-0.2	7.15	0.53	86.2	9 32	13 18	17 04	49
	24 17 26.1	-25 12	+0.1	7.91	0.39	102.5	9 23	13 11	16 59	49
	28 17 26.5	-24 23	+0.9	8.78	0.22	123.4	9 01	12 54	16 48	51
XII	2 17 14.9	-23 01	2.6	9.57	0.07	149.4	8 24	12 26	16 29	54
	6 16 53.8	-21 12	5.3	9.91	0.00	175.6	7 36	11 49	16 03	57
	10 16 32.8	-19 31	2.5	9.55	0.07	149.5	6 50	11 13	15 37	60
	14 16 21.4	-18 38	0.8	8.74	0.23	123.0	6 19	10 47	15 16	61
	18 16 21.6	-18 41	0.1	7.85	0.40	101.5	6 04	10 32	15 00	61
	22 16 30.9	-19 24	-0.2	7.10	0.55	84.7	6 02	10 27	14 51	60
	26 16 46.3	-20 24	-0.3	6.50	0.66	71.6	6 08	10 27	14 45	58
	30 17 05.6	-21 27	-0.4	6.05	0.74	61.3	6 18	10 30	14 42	56
I	3 17 27.5	-22 24	-0.4	5.70	0.80	52.9	6 30	10 37	14 43	54
ВЕНЕРА										
I	1 16 03.8	-18 46	-4.1	14.12	0.78	56.1	4 55	9 24	13 51	61
	9 16 44.5	-20 37	-4.0	13.55	0.80	53.0	5 15	9 33	13 50	58
	17 17 26.3	-21 52	-4.0	13.05	0.82	49.9	5 33	9 43	13 53	55
	25 18 08.7	-22 27	-4.0	12.60	0.84	47.0	5 47	9 54	14 00	54
II	2 18 51.4	-22 19	-4.0	12.20	0.86	44.0	5 58	10 05	14 13	55
	10 19 33.9	-21 29	-4.0	11.84	0.88	41.2	6 03	10 16	14 29	56
	18 20 15.7	-19 59	-3.9	11.52	0.89	38.4	6 04	10 26	14 49	59
	26 20 56.6	-17 50	-3.9	11.23	0.91	35.6	6 01	10 36	15 11	62
III	5 21 36.4	-15 10	-3.9	10.97	0.92	32.9	5 55	10 44	15 34	67
	13 22 15.1	-12 02	-3.9	10.74	0.93	30.1	5 46	10 51	15 57	72
	21 22 52.8	-8 33	-3.9	10.53	0.94	27.4	5 34	10 57	16 21	77
	29 23 29.7	-4 50	-3.9	10.35	0.95	24.6	5 22	11 02	16 44	83
IV	6 0 06.2	-0 58	-3.9	10.18	0.96	21.9	5 08	11 07	17 08	89
	14 0 42.4	+2 57	-3.9	10.04	0.97	19.1	4 54	11 12	17 31	95
	22 1 18.9	+6 49	-3.9	9.92	0.98	16.2	4 40	11 17	17 55	101
	30 1 55.9	+10 31	-3.9	9.82	0.99	13.4	4 27	11 22	18 19	107

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

Продовження табл. 18

Дата	α		δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу							для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	°	'		"		°	год хв	год хв	год хв	°
V 8	2 33.7	+13	59	-3.9	9.74	0.99	10.4	4 15	11 29	18 43	113
16	3 12.5	+17	04	-3.9	9.68	1.00	7.5	4 06	11 36	19 08	118
24	3 52.5	+19	41	-3.9	9.64	1.00	4.5	3 59	11 45	19 31	122
VI 1	4 33.6	+21	45	-3.9	9.62	1.00	1.4	3 56	11 54	19 54	126
9	5 15.8	+23	10	-3.9	9.62	1.00	1.7	3 57	12 05	20 13	129
17	5 58.6	+23	52	-3.9	9.64	1.00	4.8	4 04	12 16	20 29	130
25	6 41.6	+23	49	-3.9	9.68	1.00	7.9	4 16	12 28	20 39	130
VII 3	7 24.3	+23	01	-3.9	9.74	0.99	11.1	4 32	12 39	20 45	128
11	8 06.3	+21	30	-3.9	9.83	0.98	14.3	4 53	12 49	20 45	126
19	8 47.2	+19	19	-3.9	9.94	0.98	17.5	5 16	12 59	20 40	122
27	9 26.9	+16	34	-3.9	10.07	0.97	20.6	5 40	13 07	20 32	117
VIII 4	10 05.3	+13	20	-3.9	10.23	0.96	23.8	6 04	13 13	20 21	112
12	10 42.6	+9	44	-3.9	10.41	0.95	26.9	6 29	13 19	20 08	106
20	11 19.0	+5	51	-3.9	10.62	0.93	30.0	6 53	13 24	19 54	100
28	11 54.8	+1	49	-3.9	10.86	0.92	33.0	7 16	13 28	19 39	93
IX 5	12 30.4	-2	19	-3.9	11.13	0.90	36.0	7 40	13 32	19 23	87
13	13 06.1	-6	24	-3.9	11.43	0.89	39.0	8 04	13 36	19 08	81
21	13 42.2	-10	21	-3.9	11.77	0.87	42.0	8 28	13 41	18 53	74
29	14 19.1	-14	04	-3.9	12.14	0.85	45.0	8 53	13 46	18 39	68
X 7	14 57.0	-17	26	-4.0	12.56	0.84	47.9	9 17	13 53	18 28	63
15	15 36.2	-20	21	-4.0	13.02	0.82	50.9	9 42	14 01	18 19	58
23	16 16.6	-22	42	-4.0	13.54	0.80	53.8	10 05	14 10	18 13	54
31	16 58.0	-24	25	-4.0	14.12	0.77	56.8	10 26	14 19	18 13	51
XI 8	17 40.1	-25	24	-4.1	14.77	0.75	59.9	10 43	14 30	18 17	49
16	18 22.3	-25	36	-4.1	15.49	0.73	63.0	10 55	14 41	18 27	49
24	19 04.1	-25	03	-4.1	16.32	0.70	66.2	11 01	14 51	18 41	50
XII 2	19 44.9	-23	44	-4.2	17.25	0.68	69.5	11 01	15 00	18 59	52
10	20 24.2	-21	45	-4.2	18.32	0.65	73.0	10 56	15 08	19 20	56
18	21 01.5	-19	10	-4.3	19.56	0.62	76.7	10 46	15 13	19 41	60
26	21 36.7	-16	07	-4.3	20.99	0.58	80.6	10 33	15 17	20 02	65
I 3	22 09.6	-12	42	-4.4	22.67	0.54	84.8	10 16	15 18	20 21	71

МАРС

I 1	17 48.2	-23	58	1.4	3.86	0.99	8.4	7 11	11 07	15 04	52
9	18 14.3	-24	02	1.4	3.90	0.99	9.9	7 06	11 02	14 58	52
17	18 40.5	-23	49	1.4	3.94	0.99	11.4	6 59	10 57	14 54	52
25	19 06.8	-23	20	1.3	3.99	0.99	12.9	6 51	10 51	14 52	53

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

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимут точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	° ' "		"		°	год хв	год хв	год хв	
II 2	19 33.0	-22 35	1.3	4.04	0.98	14.3	6 40	10 46	14 52	54
10	19 59.1	-21 33	1.3	4.09	0.98	15.8	6 29	10 40	14 53	56
18	20 24.8	-20 17	1.3	4.15	0.98	17.2	6 15	10 35	14 55	58
26	20 50.2	-18 47	1.3	4.21	0.97	18.5	6 00	10 29	14 57	61
III 5	21 15.3	-17 04	1.3	4.26	0.97	19.9	5 44	10 22	15 01	64
13	21 39.9	-15 11	1.2	4.32	0.97	21.2	5 27	10 15	15 04	67
21	22 04.1	-13 07	1.2	4.39	0.96	22.5	5 09	10 08	15 08	70
29	22 27.9	-10 55	1.2	4.45	0.96	23.7	4 50	10 00	15 11	74
IV 6	22 51.4	-8 37	1.2	4.52	0.95	24.9	4 30	9 52	15 15	77
14	23 14.6	-6 15	1.2	4.58	0.95	26.1	4 10	9 44	15 18	81
22	23 37.5	-3 49	1.1	4.65	0.94	27.2	3 50	9 35	15 21	85
30	0 00.2	-1 22	1.1	4.72	0.94	28.3	3 29	9 26	15 24	89
V 8	0 22.8	+1 06	1.1	4.80	0.94	29.4	3 09	9 17	15 26	92
16	0 45.2	+3 31	1.1	4.87	0.93	30.5	2 48	9 08	15 29	96
24	1 07.7	+5 53	1.1	4.95	0.93	31.5	2 28	8 59	15 31	100
VI 1	1 30.2	+8 11	1.1	5.03	0.92	32.4	2 07	8 50	15 33	103
9	1 52.7	+10 22	1.0	5.12	0.92	33.4	1 47	8 41	15 35	107
17	2 15.3	+12 26	1.0	5.21	0.91	34.3	1 28	8 32	15 37	110
25	2 38.0	+14 22	1.0	5.31	0.91	35.1	1 09	8 23	15 39	113
VII 3	3 00.8	+16 08	1.0	5.41	0.90	36.0	0 50	8 15	15 39	116
11	3 23.7	+17 44	1.0	5.52	0.90	36.8	0 33	8 06	15 40	119
19	3 46.6	+19 08	0.9	5.64	0.90	37.5	0 16	7 57	15 39	121
27	4 09.5	+20 21	0.9	5.77	0.89	38.3	23 58	7 49	15 38	124
VIII 4	4 32.3	+21 21	0.9	5.91	0.89	38.9	23 43	7 40	15 35	126
12	4 54.9	+22 10	0.8	6.07	0.89	39.5	23 29	7 31	15 31	127
20	5 17.2	+22 46	0.8	6.24	0.88	40.1	23 16	7 22	15 26	128
28	5 39.1	+23 11	0.8	6.43	0.88	40.6	23 04	7 12	15 19	129
IX 5	6 00.5	+23 25	0.7	6.65	0.88	41.0	22 52	7 02	15 10	129
13	6 21.2	+23 29	0.7	6.89	0.88	41.3	22 41	6 51	15 00	129
21	6 41.1	+23 24	0.6	7.16	0.88	41.4	22 30	6 39	14 48	129
29	7 00.1	+23 12	0.5	7.46	0.88	41.5	22 19	6 27	14 34	129
X 7	7 18.1	+22 54	0.4	7.80	0.88	41.3	22 07	6 13	14 18	128
15	7 34.8	+22 33	0.3	8.19	0.88	41.0	21 54	5 58	14 01	127
23	7 50.0	+22 10	0.2	8.62	0.88	40.3	21 40	5 42	13 42	127
31	8 03.7	+21 47	0.1	9.12	0.89	39.4	21 25	5 24	13 21	126
XI 8	8 15.5	+21 28	0.0	9.67	0.89	38.1	21 07	5 04	13 00	125
16	8 25.0	+21 15	-0.2	10.29	0.90	36.3	20 46	4 42	12 36	125
24	8 32.1	+21 10	-0.3	10.97	0.91	34.0	20 22	4 18	12 11	125

Зауваження. 26 липня — дата подвійного сходу Марса: в 0 год 02 хв та о 24 год 00 хв.

Продовження табл. 18

Дата	α		δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу							для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	°	'		"		°	год хв	год хв	год хв	
XII 2	8 36.3	+21 17	-0.5	11.70	0.93	31.0	19 53	3 51	11 44	125	
10	8 37.1	+21 37	-0.7	12.46	0.94	27.3	19 20	3 20	11 16	126	
18	8 34.3	+22 10	-0.9	13.21	0.96	22.7	18 42	2 46	10 45	127	
26	8 27.7	+22 54	-1.1	13.87	0.98	17.4	17 59	2 08	10 12	128	
I 3	8 17.7	+23 46	-1.2	14.35	0.99	11.3	17 11	1 26	9 36	130	

Дата	α	δ	Зоряна величи- на m	Видимий діаметр (екватор.) D_e	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимути точок сходу та заходу
	на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
	год хв	°	'		"	°	год хв	год хв	год хв

ЮПІТЕР

I	1	2 14.7	+12 16	-2.6	43.94	10.3	12 29	19 31	2 38	110
	17	2 16.5	+12 30	-2.5	41.66	11.2	11 26	18 30	1 38	110
II	2	2 21.5	+13 00	-2.4	39.51	11.3	10 26	17 32	0 43	111
	18	2 29.3	+13 43	-2.3	37.61	10.8	9 27	16 37	23 48	112
III	5	2 39.4	+14 35	-2.2	36.02	9.6	8 29	15 45	23 00	114
	21	2 51.4	+15 32	-2.1	34.74	8.0	7 33	14 54	22 14	115
IV	6	3 04.8	+16 32	-2.0	33.78	6.0	6 38	14 04	21 30	117
	22	3 19.3	+17 32	-2.0	33.12	3.9	5 44	13 16	20 48	119
V	8	3 34.5	+18 28	-2.0	32.76	1.6	4 51	12 28	20 05	120
	24	3 50.0	+19 21	-2.0	32.67	0.8	3 58	11 40	19 23	122
VI	9	4 05.6	+20 07	-2.0	32.85	3.1	3 06	10 53	18 40	123
	25	4 20.8	+20 46	-2.0	33.32	5.3	2 14	10 05	17 56	124
VII	11	4 35.3	+21 19	-2.0	34.06	7.3	1 23	9 17	17 11	125
	27	4 48.7	+21 44	-2.1	35.08	9.0	0 30	8 27	16 24	126
VIII	12	5 00.6	+22 02	-2.2	36.40	10.4	23 34	7 36	15 35	127
	28	5 10.4	+22 15	-2.3	38.01	11.2	22 39	6 43	14 43	127
IX	13	5 17.6	+22 22	-2.4	39.87	11.5	21 43	5 47	13 48	127
	29	5 21.7	+22 26	-2.5	41.91	11.0	20 43	4 48	12 49	127

Зауваження. 15 лютого — дата подвійного заходу Юпітера: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв.
5 серпня — дата подвійного сходу Юпітера: в 0 год 01 хв та о 23 год 57 хв.

Продовження табл. 18

Дата		α	δ	Зоряна величи- на m	Видимий діаметр (екватор.) D_e	Фазовий кут	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	Азимут точок сходу та заходу
		на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 2^h$, $\varphi = 50^\circ$ (час місцевий)			
		год хв	°	'		"	°	год хв	год хв	
X	15	5 22.3	+22 26	-2.6	44.01	9.7	19 41	3 46	11 47	127
	31	5 19.1	+22 23	-2.7	45.93	7.6	18 35	2 40	10 40	127
XI	16	5 12.7	+22 17	-2.8	47.40	4.7	17 26	1 31	9 30	127
XII	2	5 04.0	+22 08	-2.8	48.11	1.3	16 16	0 19	8 18	127
	18	4 54.7	+21 5	-2.8	47.90	2.2	15 05	23 02	7 05	126
I	3	4 46.6	+21 46	-2.7	46.80	5.5	13 55	21 52	5 52	126

Зауваження. 6 грудня — дата подвійної кульмінації Юпітера: в 00 год 01 хв та о 23 год 56 хв.

САТУРН

I	1	22 23.1	-11 50	0.9	16.07	4.6	10 35	15 40	20 46	72
	17	22 29.0	-11 16	1.0	15.78	3.6	9 35	14 43	19 52	73
II	2	22 35.6	-10 36	1.0	15.58	2.4	8 36	13 47	18 59	74
	18	22 42.8	-9 54	1.0	15.47	1.0	7 36	12 51	18 06	75
III	5	22 50.1	-9 10	1.0	15.45	0.5	6 37	11 56	17 14	76
	21	22 57.4	-8 27	1.1	15.53	1.9	5 38	11 00	16 22	77
IV	6	23 04.2	-7 47	1.1	15.70	3.2	4 39	10 04	15 29	79
	22	23 10.4	-7 11	1.2	15.96	4.3	3 39	9 07	14 36	79
V	8	23 15.8	-6 41	1.2	16.29	5.2	2 39	8 10	13 40	80
	24	23 19.9	-6 18	1.2	16.70	5.8	1 38	7 11	12 43	81
VI	9	23 22.8	-6 04	1.1	17.15	6.0	0 37	6 11	11 44	81
	25	23 24.1	-6 00	1.1	17.63	5.8	23 31	5 09	10 43	81
VII	11	23 23.9	-6 05	1.0	18.11	5.2	22 29	4 06	9 39	81
	27	23 22.2	-6 20	0.9	18.54	4.2	21 25	3 01	8 34	81
VIII	12	23 19.1	-6 43	0.8	18.87	2.8	20 21	1 55	7 26	80
	28	23 15.1	-7 11	0.6	19.07	1.2	19 16	0 48	6 17	79
IX	13	23 10.6	-7 41	0.6	19.10	0.6	18 11	23 37	5 07	79
	29	23 06.3	-8 08	0.6	18.97	2.2	17 06	22 30	3 57	78
X	15	23 02.7	-8 29	0.7	18.69	3.7	16 02	21 23	2 49	77
	31	23 00.3	-8 42	0.8	18.29	4.8	14 57	20 18	1 43	77
XI	16	22 59.4	-8 44	0.9	17.82	5.6	13 54	19 14	0 39	77
XII	2	23 00.2	-8 36	1.0	17.34	5.9	12 51	18 12	23 34	77
	18	23 02.7	-8 18	1.0	16.87	5.7	11 49	17 12	22 35	78
I	3	23 06.6	-7 51	1.1	16.46	5.2	10 48	16 13	21 38	78

Зауваження. 18 червня — дата подвійного сходу Сатурна: в 00 год 02 хв та о 23 год 58 хв;
8 вересня — дата подвійної кульмінації Сатурна: в 00 год 02 хв та о 23 год 58 хв;
26 листопада — дата подвійного заходу Сатурна: в 0 год 00 хв та о 23 год 56 хв.

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

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

УРАН

I	1	3 08.1	+17 17	5.7	3.69	2.2	12 55	20 24	3 58	118
	17	3 07.1	+17 13	5.7	3.65	2.6	11 51	19 21	2 54	118
II	2	3 06.9	+17 13	5.7	3.60	2.9	10 48	18 17	1 51	118
	18	3 07.7	+17 16	5.8	3.55	2.9	9 46	17 15	0 49	118
III	5	3 09.3	+17 23	5.8	3.50	2.6	8 44	16 14	23 45	118
	21	3 11.7	+17 33	5.8	3.46	2.2	7 42	15 14	22 45	119
IV	6	3 14.7	+17 45	5.8	3.43	1.7	6 41	14 14	21 46	119
	22	3 18.1	+17 59	5.8	3.41	1.0	5 40	13 14	20 48	119
V	8	3 21.8	+18 13	5.8	3.40	0.3	4 40	12 15	19 50	120
	24	3 25.6	+18 27	5.8	3.40	0.5	3 39	11 16	18 53	120
VI	9	3 29.3	+18 40	5.8	3.41	1.2	2 39	10 17	17 55	121
	25	3 32.7	+18 52	5.8	3.44	1.8	1 38	9 17	16 56	121
VII	11	3 35.6	+19 02	5.8	3.47	2.4	0 37	8 17	15 57	121
	27	3 37.9	+19 10	5.8	3.51	2.7	23 32	7 16	14 57	122
VIII	12	3 39.4	+19 15	5.7	3.56	2.9	22 30	6 15	13 56	122
	28	3 40.1	+19 17	5.7	3.61	2.9	21 27	5 13	12 54	122
IX	13	3 39.9	+19 16	5.7	3.66	2.7	20 24	4 10	11 51	122
	29	3 38.9	+19 13	5.7	3.70	2.3	19 21	3 06	10 47	122
X	15	3 37.1	+19 07	5.6	3.74	1.7	18 17	2 01	9 41	121
	31	3 34.7	+18 59	5.6	3.76	0.9	17 12	0 56	8 35	121
XI	16	3 32.0	+18 50	5.6	3.77	0.1	16 07	23 46	7 29	121
XII	2	3 29.3	+18 40	5.6	3.76	0.8	15 03	22 40	6 22	121
	18	3 26.9	+18 32	5.6	3.74	1.5	13 58	21 35	5 16	120
I	3	3 25.1	+18 26	5.7	3.71	2.2	12 54	20 30	4 11	120

Зауваження. 1 березня — дата подвійного заходу Урана: в 0 год 03 хв та о 24 год 00 хв; 20 липня — дата подвійного сходу Урана: в 0 год 03 хв та о 23 год 59 хв; 13 листопада — дата подвійної кульмінації Урана: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв.

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

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

НЕПТУН

I	1	23 43.9	-3 06	7.9	2.22	1.8	11 13	17 01	22 49	86
	17	23 45.0	-2 58	7.9	2.20	1.6	10 11	15 59	21 48	86
II	2	23 46.5	-2 48	7.9	2.19	1.3	9 08	14 58	20 47	86
	18	23 48.4	-2 35	7.9	2.18	0.9	8 06	13 57	19 47	87
III	5	23 50.5	-2 21	8.0	2.17	0.4	7 04	12 56	18 47	87
	21	23 52.7	-2 07	8.0	2.17	0.1	6 03	11 55	17 48	87
IV	6	23 54.9	-1 53	8.0	2.17	0.6	5 01	10 54	16 48	88
	22	23 57.0	-1 40	7.9	2.18	1.1	3 59	9 54	15 48	88
V	8	23 58.8	-1 29	7.9	2.19	1.5	2 57	8 52	14 48	88
	24	0 00.2	-1 20	7.9	2.21	1.7	1 55	7 51	13 47	89
VI	9	0 01.2	-1 15	7.9	2.23	1.9	0 52	6 49	12 46	89
	25	0 01.7	-1 12	7.9	2.25	1.9	23 46	5 47	11 43	89
VII	11	0 01.7	-1 13	7.9	2.27	1.8	22 43	4 44	10 40	89
	27	0 01.2	-1 17	7.8	2.29	1.6	21 40	3 40	9 37	89
VIII	12	0 00.3	-1 24	7.8	2.30	1.2	20 37	2 36	8 32	88
	28	23 59.0	-1 33	7.8	2.31	0.8	19 33	1 32	7 27	88
IX	13	23 57.5	-1 43	7.8	2.32	0.3	18 29	0 28	6 22	88
	29	23 55.8	-1 54	7.8	2.32	0.3	17 26	23 19	5 17	88
X	15	23 54.3	-2 04	7.8	2.31	0.8	16 22	22 15	4 12	87
	31	23 53.0	-2 12	7.8	2.30	1.2	15 19	21 11	3 07	87
XI	16	23 52.0	-2 17	7.8	2.28	1.6	14 15	20 07	2 02	87
XII	2	23 51.6	-2 20	7.9	2.26	1.8	13 12	19 03	0 59	87
	18	23 51.6	-2 19	7.9	2.24	1.9	12 09	18 01	23 52	87
I	3	23 52.2	-2 14	7.9	2.22	1.8	11 06	16 58	22 50	87

Зауваження. 22 червня — дата подвійного сходу Нептуна: в 0 год 02 хв та о 23 год 58 хв; 19 вересня — дата подвійної кульмінації Нептуна: в 0 год 04 хв та о 24 год 00 хв; 16 грудня — дата подвійного заходу Нептуна: в 0 год 04 хв та о 24 год 00 хв.

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

Таблиця 19

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

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

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

Продовження табл.19

Дата	Початок і кінець видимості				Тривалість видимості	Дата	Початок і кінець видимості				Тривалість видимості
	год	хв	год	хв			год	хв	год	хв	
IX.10	3	53	4	56	1 03						
IX.14	4	12	5	02	0 50						
IX.18	4	36	5	08	0 32						
IX.22	5	02	5	14	0 12						
IX.26	5	28	5	21	[-0 07]						
Вечірня видимість											
XI.05	17	04	17	06	0 02						
XI.09	16	58	17	05	0 07						
XI.13	16	53	17	05	0 12						
XI.17	16	49	17	05	0 16						
XI.21	16	45	17	03	0 18						
XI.25	16	42	16	57	0 15						
XI.29	16	39	16	44	0 05						
Ранкова видимість											
XII.09	7	00	7	09	0 09						
XII.13	6	25	7	12	0 47						
XII.17	6	06	7	15	1 09						
XII.21	6	02	7	18	1 16						
XII.25	6	06	7	19	1 13						
XII.29	6	15	7	20	1 05						
I.02	6	27	7	20	0 53						

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.19

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		Початок і кінець видимості		Тривалість видимості	
	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв	год	хв
МАРС					ЮПІТЕР					САТУРН		
I.01	7	11	7	20	0	09	<u>16 46</u>	2 38	9 52	16 46	20 46	4 00
							16 46	<u>2 34</u>	9 48			
I.09	7	06	7	19	0	13	<u>16 54</u>	2 07	9 13	16 55	20 18	3 23
							16 55	<u>2 04</u>	9 09			
I.17	6	59	7	15	0	16	<u>17 04</u>	<u>1 38</u>	8 34	17 05	19 52	2 47
							17 05	<u>1 34</u>	8 29			
I.25	6	51	7	08	0	17	<u>17 16</u>	<u>1 10</u>	7 54	17 17	19 25	2 08
							17 17	<u>1 06</u>	7 49			
II.02	6	40	6	58	0	18	<u>17 28</u>	<u>0 43</u>	7 15	17 30	18 59	1 29
							17 30	<u>0 39</u>	7 09			
II.10	6	29	6	47	0	18	<u>17 41</u>	0 16	6 35	17 43	18 32	0 49
							17 43	<u>0 13</u>	6 30			
II.18	6	15	6	33	0	18	17 56	23 48	5 52	17 56	18 06	0 10
II.26	6	00	6	18	0	18	18 09	23 24	5 15	18 09	17 40	[-0 29]
III.05	5	44	6	02	0	18	18 22	23 00	4 38	—	—	—
III.13	5	27	5	45	0	18	18 34	22 37	4 03	—	—	—
III.21	5	09	5	28	0	19	18 47	22 14	3 27	—	—	—
III.29	4	50	5	10	0	20	19 00	21 52	2 52	5 08	5 10	0 02
IV.06	4	30	4	52	0	22	19 14	21 30	2 16	4 39	4 52	0 13
IV.14	4	10	4	35	0	25	19 27	21 09	1 42	4 09	4 35	0 26
IV.22	3	50	4	17	0	27	19 41	20 48	1 07	3 39	4 17	0 38
IV.30	3	29	4	01	0	32	19 54	20 26	0 32	3 09	4 01	0 52
V.08	3	09	3	46	0	37	20 08	2005 [-0 03]		2 39	3 46	1 07
V.16	2	48	3	33	0	45	—	—	—	2 09	3 33	1 24
V.24	2	28	3	21	0	53	—	—	—	1 38	3 21	1 43
VI.01	2	07	3	13	1	06	—	—	—	1 08	3 13	2 05
VI.09	1	47	3	07	1	20	3 06	3 07	0 01	0 37	3 07	2 30
VI.17	1	28	3	06	1	38	2 40	3 06	0 26	0 06	3 06	3 00
VI.25	1	09	3	07	1	58	2 14	3 07	0 53	<u>23 35</u>	3 07	3 32
										<u>23 31</u>	<u>3 08</u>	3 37
VII.03	0	50	3	13	2	23	1 49	3 13	1 24	<u>23 04</u>	<u>3 13</u>	4 09
										23 00	<u>3 14</u>	4 14
VII.11	0	33	3	21	2	48	1 23	3 21	1 58	<u>22 33</u>	3 21	4 48
										22 29	<u>3 22</u>	4 53
VII.19	0	16	3	31	3	15	0 57	3 31	2 34	<u>22 01</u>	<u>3 31</u>	5 30
										21 57	<u>3 33</u>	5 36
VII.27	0	00	3	43	3	43	0 30	3 43	3 13	<u>21 29</u>	3 43	6 14
	23 58	<u>3 45</u>	3	47						21 25	<u>3 45</u>	6 20
VIII.04	<u>23 45</u>	3 56	4	11			0 04	3 56	3 52	<u>20 57</u>	3 56	6 59
	23 43	<u>3 58</u>	4	15						20 53	<u>3 58</u>	7 05
VIII.12	<u>23 31</u>	4 09	4	38			<u>23 37</u>	4 09	4 32	<u>20 25</u>	4 09	7 44
	23 29	<u>4 11</u>	4	42			23 34	<u>4 11</u>	4 37	20 21	<u>4 11</u>	7 50

Закінчення табл.19

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

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 примірок (під час ранкової видимості). Моменти, які підкреслено однією рисою, належать попередній даті. Моменти, які підкреслено подвійною рисою, належать наступній даті.

Таблиця 20

**ГЕЛІОЦЕНТРИЧНІ ДОВГОТИ (l) І ВІДСТАНІ (r) ПЛАНЕТ,
ГЕОЦЕНТРИЧНІ ВІДСТАНІ (ρ)**

Дата		Меркурій			Венера		
		l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Січень	1	144.2	0.342	0.778	186.4	0.720	1.182
	5	163.6	0.365	0.859	192.9	0.721	1.207
	9	180.6	0.388	0.942	199.4	0.721	1.231
	13	195.6	0.410	1.021	205.8	0.722	1.255
	17	209.2	0.429	1.093	212.2	0.722	1.279
	21	221.7	0.444	1.156	218.6	0.723	1.302
	25	233.4	0.456	1.212	225.1	0.724	1.324
	29	244.7	0.464	1.260	231.5	0.724	1.346
Лютий	2	255.7	0.467	1.300	237.8	0.725	1.368
	6	266.7	0.465	1.333	244.2	0.725	1.389
	10	277.9	0.459	1.359	250.6	0.726	1.409
	14	289.6	0.449	1.377	256.9	0.726	1.429
	18	301.9	0.435	1.388	263.3	0.726	1.449
	22	315.2	0.417	1.390	269.6	0.727	1.468
	26	329.9	0.396	1.382	275.9	0.727	1.486
Березень	1	346.2	0.373	1.361	282.3	0.728	1.504
	5	4.6	0.350	1.326	288.6	0.728	1.521
	9	25.4	0.330	1.273	294.9	0.728	1.538
	13	48.5	0.314	1.200	301.2	0.728	1.554
	17	73.3	0.308	1.108	307.6	0.728	1.570
	21	98.5	0.311	1.004	313.9	0.728	1.585
	25	122.5	0.324	0.895	320.2	0.728	1.599
	29	144.4	0.343	0.793	326.6	0.728	1.613
Квітень	2	163.7	0.365	0.706	332.9	0.728	1.626
	6	180.7	0.388	0.639	339.2	0.728	1.639
	10	195.7	0.410	0.596	345.6	0.728	1.650
	14	209.3	0.429	0.577	351.9	0.727	1.662
	18	221.8	0.445	0.581	358.3	0.727	1.672
	22	233.5	0.456	0.603	4.6	0.726	1.682
	26	244.8	0.464	0.639	11.0	0.726	1.691
	30	255.8	0.467	0.685	17.4	0.725	1.699
Травень	4	266.8	0.465	0.739	23.8	0.725	1.706
	8	278.0	0.459	0.798	30.2	0.724	1.713
	12	289.7	0.449	0.862	36.6	0.724	1.719
	16	302.0	0.435	0.928	42.9	0.723	1.724
	20	315.3	0.417	0.996	49.4	0.723	1.728
	24	330.0	0.396	1.066	55.8	0.722	1.731
	28	346.3	0.373	1.134	62.2	0.722	1.733
Червень	1	4.8	0.350	1.198	68.6	0.721	1.735
	5	25.6	0.329	1.254	75.1	0.721	1.735
	9	48.7	0.314	1.297	81.5	0.720	1.735
	13	73.5	0.308	1.320	88.0	0.720	1.733
	17	98.6	0.311	1.320	94.5	0.719	1.731
	21	122.7	0.324	1.299	100.9	0.719	1.728
	25	144.5	0.343	1.261	107.4	0.719	1.724

Дата		Меркурій			Венера		
		l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Червень	29	163.8	0.365	1.211	113.9	0.719	1.718
Липень	3	180.8	0.388	1.154	120.4	0.719	1.712
	7	195.9	0.410	1.093	126.9	0.718	1.705
	11	209.4	0.429	1.031	133.4	0.718	1.697
	15	221.9	0.445	0.969	139.9	0.718	1.688
	19	233.6	0.456	0.907	146.4	0.719	1.678
	23	244.9	0.464	0.847	152.9	0.719	1.668
	27	255.9	0.467	0.789	159.4	0.719	1.656
	31	266.9	0.465	0.735	165.9	0.719	1.644
Серпень	4	278.1	0.459	0.686	172.4	0.720	1.631
	8	289.8	0.449	0.646	178.8	0.720	1.617
	12	302.1	0.435	0.618	185.3	0.720	1.602
	16	315.4	0.417	0.608	191.8	0.721	1.587
	20	330.1	0.396	0.622	198.2	0.721	1.570
	24	346.5	0.373	0.662	204.7	0.722	1.554
	28	4.9	0.350	0.729	211.1	0.722	1.536
Вересень	1	25.7	0.329	0.819	217.5	0.723	1.518
	5	48.9	0.314	0.926	223.9	0.723	1.499
	9	73.7	0.308	1.037	230.3	0.724	1.479
	13	98.8	0.311	1.142	236.7	0.724	1.459
	17	122.9	0.324	1.231	243.1	0.725	1.439
	21	144.7	0.343	1.301	249.5	0.726	1.418
	25	164.0	0.365	1.353	255.8	0.726	1.396
	29	180.9	0.388	1.388	262.2	0.726	1.374
Жовтень	3	196.0	0.410	1.409	268.5	0.727	1.351
	7	209.5	0.429	1.418	274.8	0.727	1.328
	11	222.0	0.445	1.417	281.2	0.727	1.305
	15	233.7	0.456	1.406	287.5	0.728	1.281
	19	244.9	0.464	1.388	293.8	0.728	1.257
	23	256.0	0.467	1.361	300.6	0.728	1.232
	27	267.0	0.465	1.327	306.5	0.728	1.207
	31	278.2	0.459	1.284	312.8	0.728	1.182
Листопад	4	289.8	0.449	1.233	319.1	0.728	1.156
	8	302.2	0.434	1.173	325.5	0.728	1.130
	12	315.6	0.416	1.104	331.8	0.728	1.104
	16	330.2	0.395	1.026	338.1	0.728	1.077
	20	346.6	0.373	0.940	344.5	0.727	1.050
	24	5.1	0.350	0.851	350.8	0.727	1.022
	28	25.9	0.329	0.766	357.2	0.727	0.995
Грудень	2	49.1	0.314	0.702	3.5	0.726	0.967
	6	73.9	0.308	0.678	9.9	0.726	0.939
	10	99.0	0.311	0.704	16.3	0.725	0.911
	14	123.1	0.324	0.770	22.7	0.725	0.882
	18	144.9	0.343	0.857	29.1	0.724	0.853
	22	164.2	0.366	0.948	35.4	0.724	0.824
	26	181.1	0.389	1.034	41.8	0.723	0.795
	30	196.1	0.410	1.113	48.4	0.723	0.766
Січень	3	209.6	0.429	1.181	54.7	0.722	0.736

Дата		Земля		Марс		
		l , град.	r , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Січень	1	100.0	0.983	258.9	1.481	2.424
	9	108.2	0.983	263.4	1.471	2.399
	17	116.4	0.984	267.9	1.461	2.372
	25	124.5	0.984	272.4	1.451	2.344
Лютий	2	132.6	0.985	277.1	1.442	2.315
	10	140.7	0.987	281.8	1.433	2.286
	18	148.8	0.988	286.5	1.425	2.256
	26	156.9	0.990	291.3	1.417	2.225
Березень	5	164.9	0.992	296.2	1.410	2.194
	13	172.9	0.994	301.1	1.404	2.164
	21	180.9	0.996	306.0	1.398	2.133
	29	188.8	0.998	311.0	1.393	2.102
Квітень	6	196.7	1.001	316.0	1.389	2.071
	14	204.5	1.003	321.0	1.386	2.041
	22	212.4	1.005	326.1	1.383	2.011
	30	220.2	1.008	331.2	1.382	1.980
Травень	8	227.9	1.009	336.2	1.382	1.950
	16	235.6	1.011	341.3	1.382	1.920
	24	243.3	1.013	346.4	1.383	1.890
Червень	1	251.0	1.014	351.4	1.385	1.859
	9	258.7	1.015	356.5	1.389	1.828
	17	266.3	1.016	1.5	1.393	1.796
	25	273.9	1.016	6.5	1.397	1.764
Липень	3	281.6	1.017	11.4	1.403	1.730
	11	289.2	1.017	16.3	1.409	1.696
	19	296.8	1.016	21.2	1.416	1.660
	27	304.5	1.016	26.0	1.424	1.622
Серпень	4	312.1	1.015	30.7	1.432	1.583
	12	319.8	1.013	35.4	1.441	1.542
	20	327.5	1.012	40.1	1.450	1.499
	28	335.2	1.010	44.6	1.460	1.454
Вересень	5	342.9	1.008	49.1	1.469	1.407
	13	350.7	1.006	53.6	1.480	1.358
	21	358.5	1.004	58.0	1.490	1.307
	29	6.3	1.002	62.3	1.500	1.254
Жовтень	7	14.2	0.999	66.6	1.511	1.199
	15	22.1	0.997	70.8	1.521	1.143
	23	30.1	0.995	75.0	1.531	1.085
	31	38.1	0.993	79.1	1.542	1.026
Листопад	8	46.1	0.991	83.1	1.552	0.968
	16	54.1	0.989	87.1	1.562	0.910
	24	62.2	0.987	91.1	1.571	0.853
	2	70.3	0.986	95.0	1.581	0.800
Грудень	10	78.4	0.985	98.8	1.590	0.751
	18	86.6	0.984	102.7	1.598	0.708
	26	94.7	0.984	106.4	1.607	0.675
Січень	3	102.9	0.983	110.2	1.614	0.652

Дата		Юпітер			Сатурн		
		<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.
Січень	1	45.8	4.985	4.481	337.9	9.738	10.295
	21	47.6	4.989	4.791	338.5	9.732	10.524
Лютий	10	49.5	4.993	5.111	339.2	9.726	10.667
Березень	1	51.3	4.997	5.411	339.8	9.721	10.711
	21	53.1	5.002	5.667	340.5	9.715	10.654
Квітень	10	54.8	5.006	5.862	341.1	9.709	10.501
	30	56.6	5.011	5.984	341.8	9.703	10.267
Травень	20	58.4	5.016	6.028	342.4	9.698	9.973
Червень	9	60.2	5.021	5.993	343.1	9.692	9.646
	29	62.0	5.027	5.881	343.7	9.686	9.318
Липень	19	63.8	5.032	5.701	344.4	9.680	9.025
Серпень	8	65.5	5.038	5.462	345.0	9.674	8.802
	28	67.3	5.043	5.180	345.7	9.668	8.677
Вересень	17	69.1	5.049	4.877	346.3	9.662	8.670
Жовтень	7	70.8	5.055	4.582	347.0	9.656	8.780
	27	72.6	5.061	4.328	347.6	9.650	8.995
Листопад	16	74.3	5.068	4.154	348.3	9.644	9.284
Грудень	6	76.1	5.074	4.089	348.9	9.638	9.610
	26	77.8	5.081	4.149	349.6	9.632	9.934
Січень	15	79.6	5.087	4.324	350.2	9.626	10.220

Дата		Уран			Нептун		
		<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.
Січень	1	51.6	19.613	18.975	356.9	29.904	30.142
	21	51.8	19.610	19.273	357.0	29.903	30.456
Лютий	10	52.1	19.607	19.609	357.1	29.903	30.702
Березень	1	52.3	19.604	19.942	357.3	29.902	30.854
	21	52.5	19.601	20.234	357.4	29.902	30.896
Квітень	10	52.7	19.597	20.453	357.5	29.901	30.825
	30	53.0	19.594	20.578	357.6	29.901	30.650
Травень	20	53.2	19.591	20.597	357.8	29.900	30.392
Червень	9	53.4	19.588	20.510	357.9	29.900	30.079
	29	53.6	19.584	20.326	358.0	29.899	29.744
Липень	19	53.9	19.581	20.063	358.1	29.899	29.424
Серпень	8	54.1	19.578	19.747	358.2	29.898	29.156
	28	54.3	19.574	19.409	358.4	29.898	28.972
Вересень	17	54.5	19.571	19.087	358.5	29.897	28.895
Жовтень	7	54.8	19.568	18.819	358.6	29.896	28.935
	27	55.0	19.564	18.640	358.7	29.896	29.091
Листопад	16	55.2	19.561	18.572	358.9	29.895	29.343
Грудень	6	55.5	19.558	18.628	359.0	29.895	29.662
	26	55.7	19.554	18.800	359.1	29.894	30.006
Січень	15	55.9	19.551	19.066	359.2	29.894	30.336

ГРАФІЧНИЙ КАЛЕНДАР ФАЗ МІСЯЦЯ ТА ВИДИМОСТІ ПЛАНЕТ ДЛЯ ШИРОТИ 50°

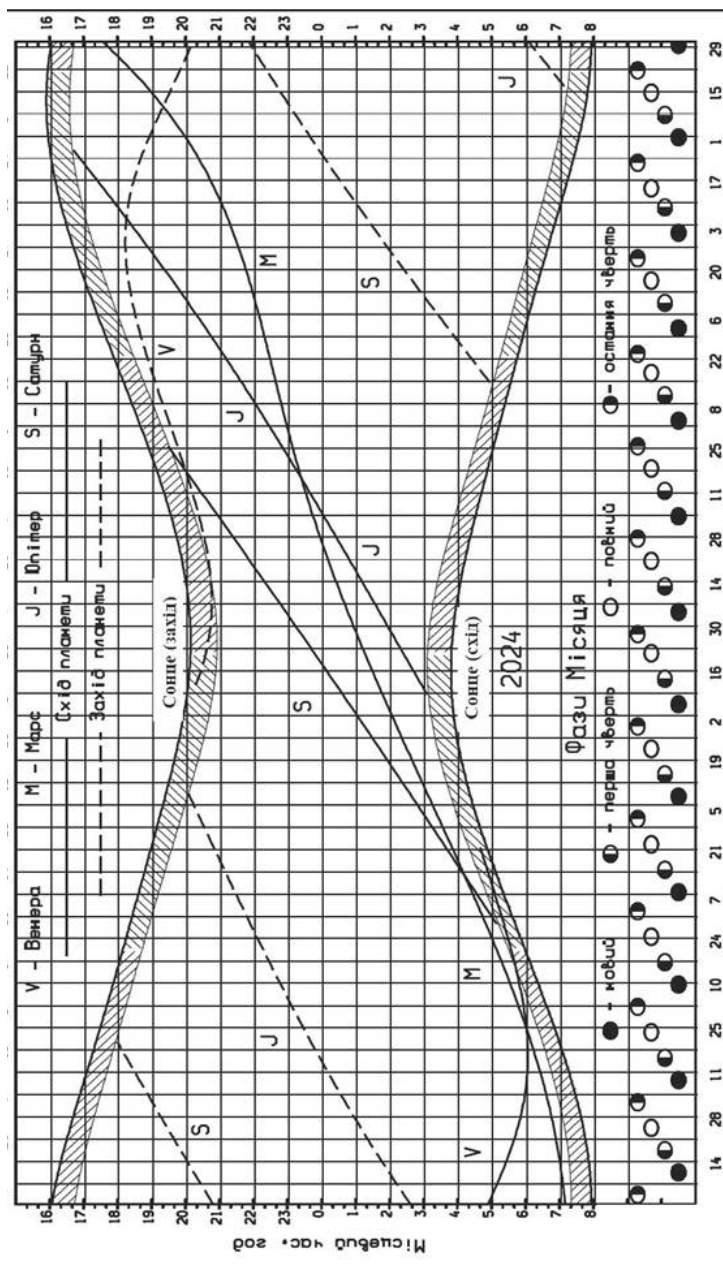
Графічний календар дає змогу встановити дати фаз Місяця, визначити умови видимості яскравих планет для будь-якої календарної дати, а також наочно простежити зміну цих умов упродовж року.

У календарі по горизонталі розміщено дати 2024 року. Сітка вертикальних ліній (ліній дати), виконана з інтервалом сім днів, фіксує дати неділей, що дає змогу легко ідентифікувати інші дні тижня. На вертикальній осі календаря відкладено місцевий середній час меридіану спостерігача. Щоб перейти до шкали київського часу, яким користуємось у побуті, слід додати до визначеного моменту величину (2 год — λ), де λ — географічна довгота пункту спостереження (у часовій мірі), яку беруть з табл. 40 або з географічної мапи. У разі запровадження в країні літнього часу слід у період його дії додавати величину (3 год — λ).

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 штрихування означає зміну астрономічних пір року і, таким чином, указує на дати сонцестоянь і рівнодень.

Видимість планети умовно обмежують її сходом (або заходом) і присмерками. Реальні моменти початку і кінця видимості планети залежать від багатьох чинників. У календарі враховано певною мірою тільки середні блиски планет. Якщо лінія дати після перетину кривої заходу Сонця перетинає лінію заходу планети, то цю планету буде видно приблизно з моменту закінчення вечірніх присмерків до її заходу; якщо ж лінія дати спочатку перетинає криву сходу планети, а потім криву сходу Сонця, то видимість планети триває з моменту її сходу до ранкових присмерків. Наприклад, 2 вересня 2024 р. Венера заходить приблизно о 19 год 30 хв за місцевим часом, отже, спостерігати її можна тільки звечора і дуже нетривалий час. Юпітер і Марс зійдуть приблизно о 22 год 25 хв та о 22 год 55 хв відповідно. Їх можна буде спостерігати до початку ранкових присмерків (4 год 35 хв). Сатурн перебуватиме над горизонтом усю ніч, у чому неважко пере-



Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°

конатися, екстраполювавши лінії сходу та заходу цієї планети на вказану дату. Спостерігати його можна після закінчення вечірніх присмерків (приблизно з 19 год 20 хв) до початку ранкових.

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

Щоб визначити фазу Місяця в ту чи ту дату, слід провести вертикальну лінію через центр найближчого до цієї дати значка, який зображує деяку фазу. Так, на рисунку найближчим до 2 вересня зображенням місячної фази є значок «новий місяць» (новомісяччя припадає на 3 вересня). Отже, у ніч проти 3 вересня Місяць буде «старим».

Графічний календар складено для широти 50° . 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.

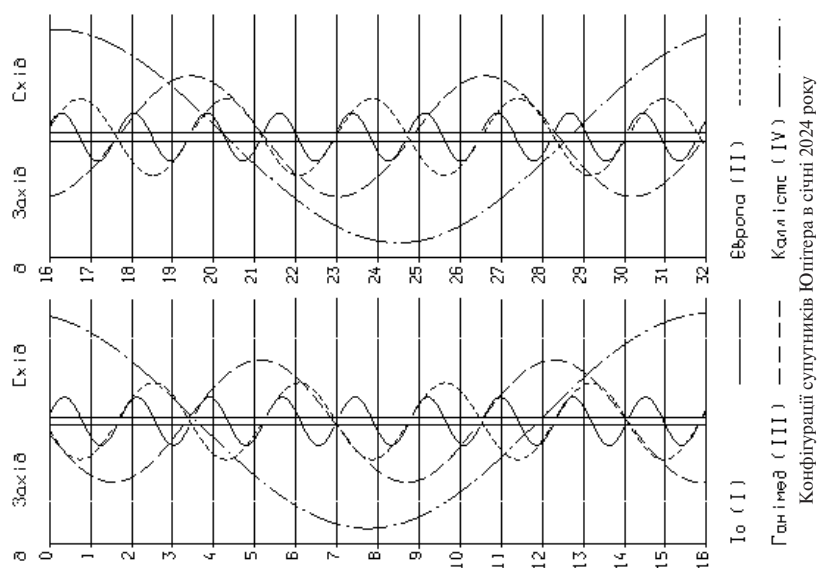
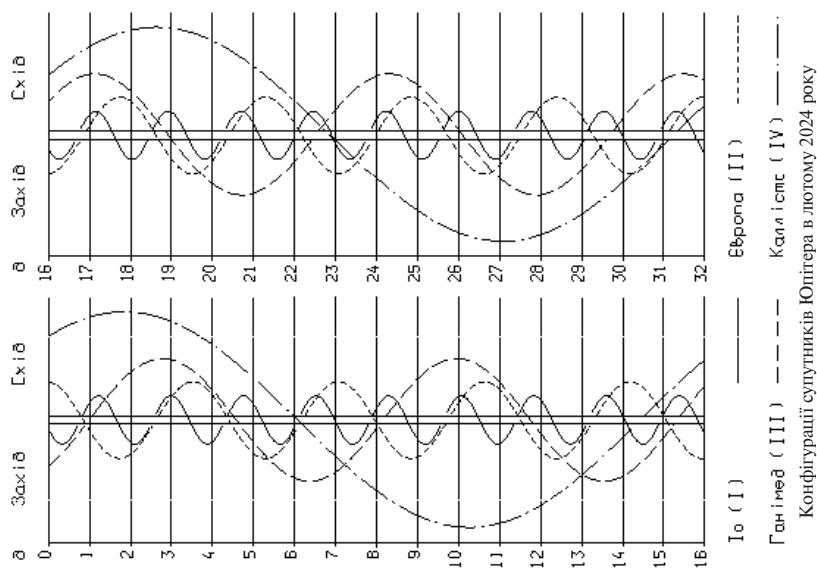
ГАЛЛЕЄВІ СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА

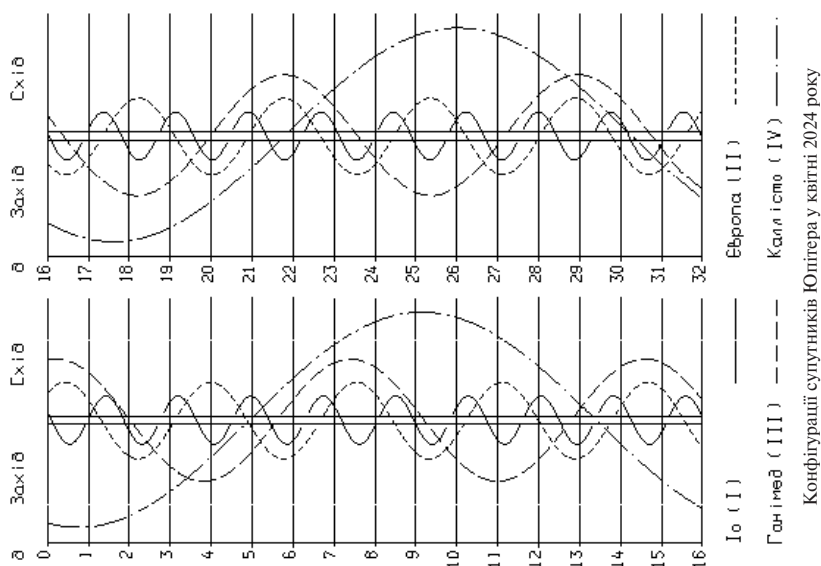
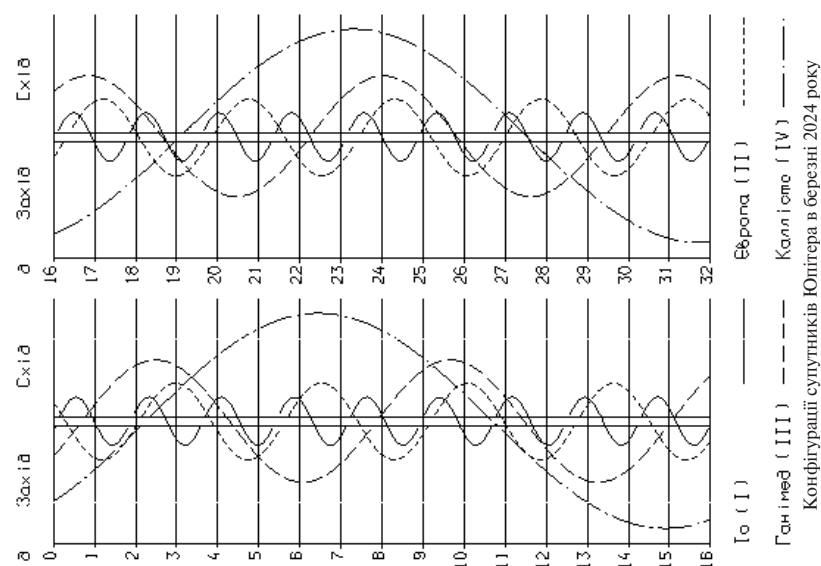
Нижче подано графіки конфігурацій найяскравіших супутників Юпітера: Іо (I), Європи (II), Ганімеда (III), Каллісто (IV), які можна спостерігати в невеликий телескоп або бінокль на території України в темний час доби. Для земного спостерігача орбіти цих супутників видно з ребра, тому вони перебувають поблизу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

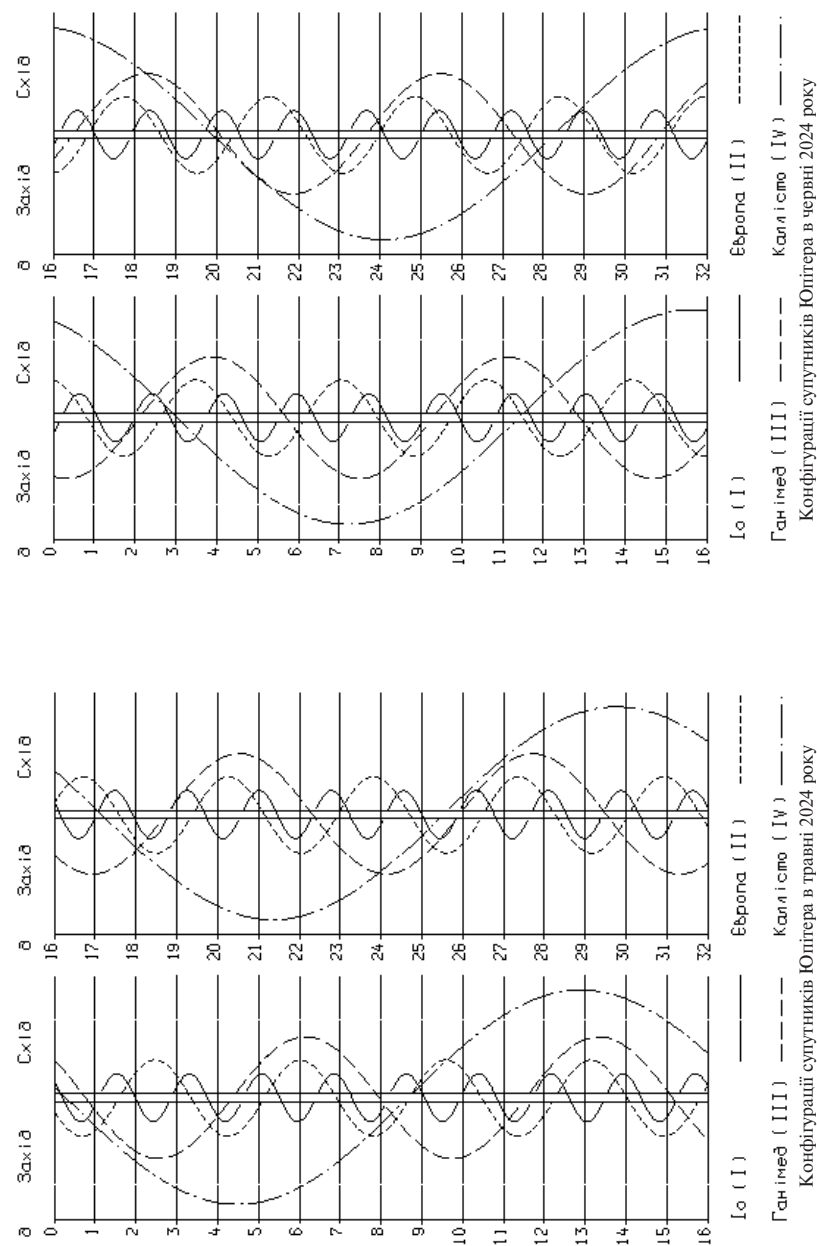
Положення супутників щодо Юпітера зображено кривими різних типів. Конфігурації наведено для спостережень у телескоп-рефрактор, тобто схід — праворуч від диска, а захід — ліворуч від нього. Щоб дізнатися про конфігурації супутників у певний момент усесвітнього часу, слід провести горизонтальну лінію,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

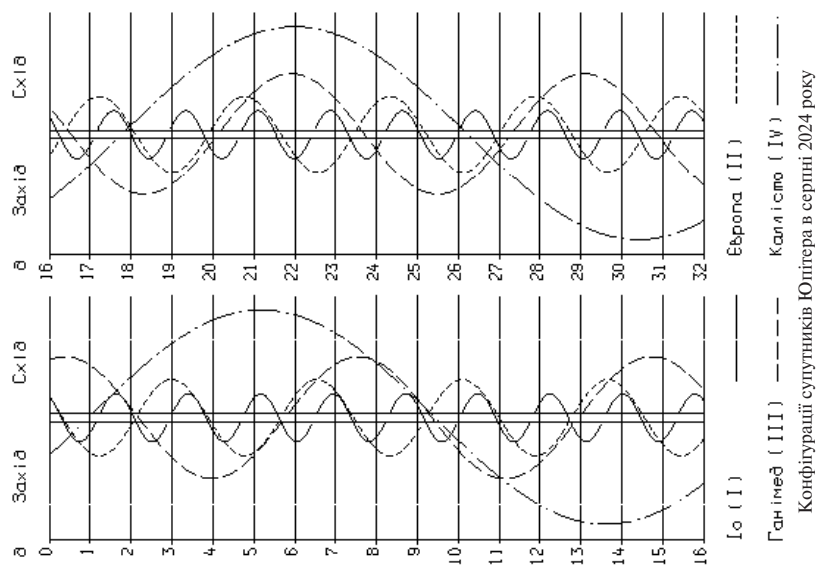
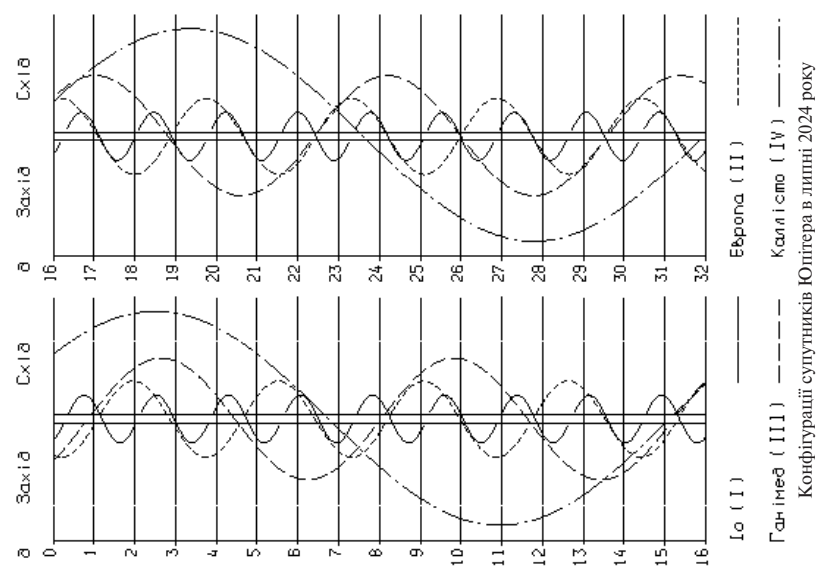
Нижче наведено приклад розташування супутників відносно диска Юпітера в його екваторіальній площині в 0 год усесвітнього часу 1 вересня 2024 року.

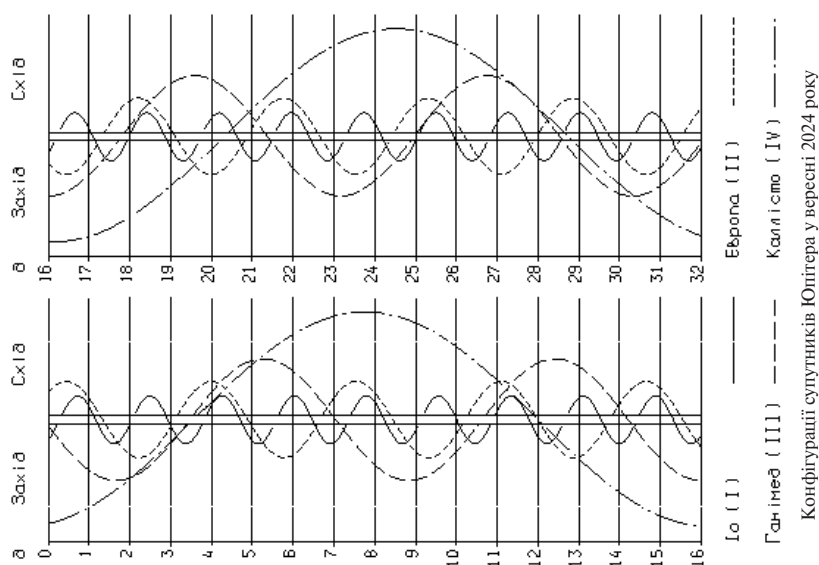
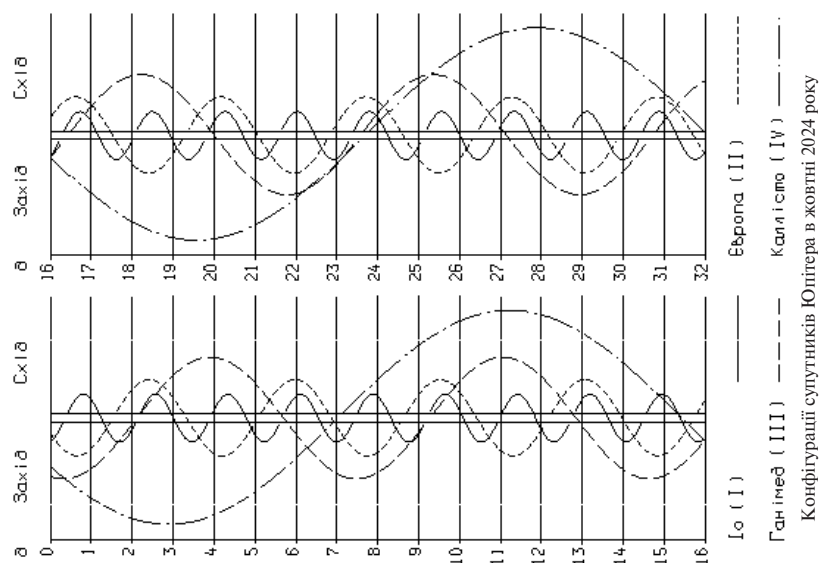


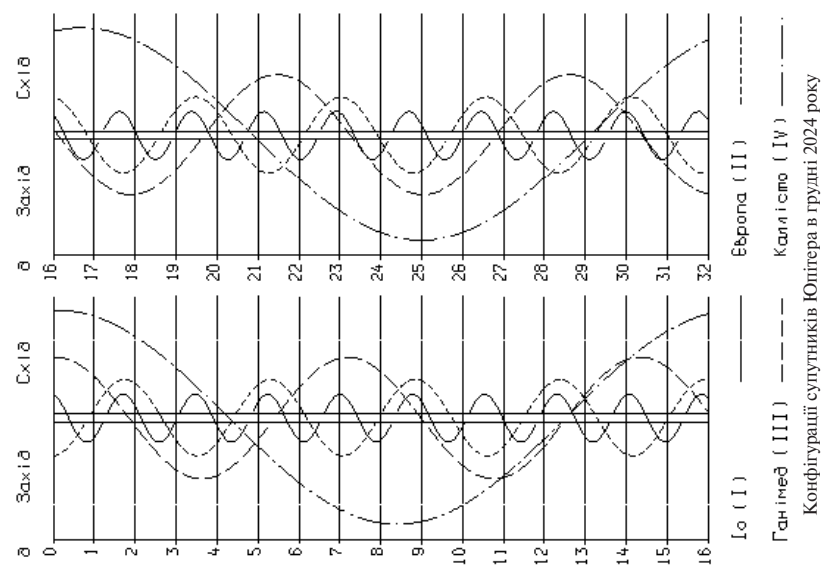
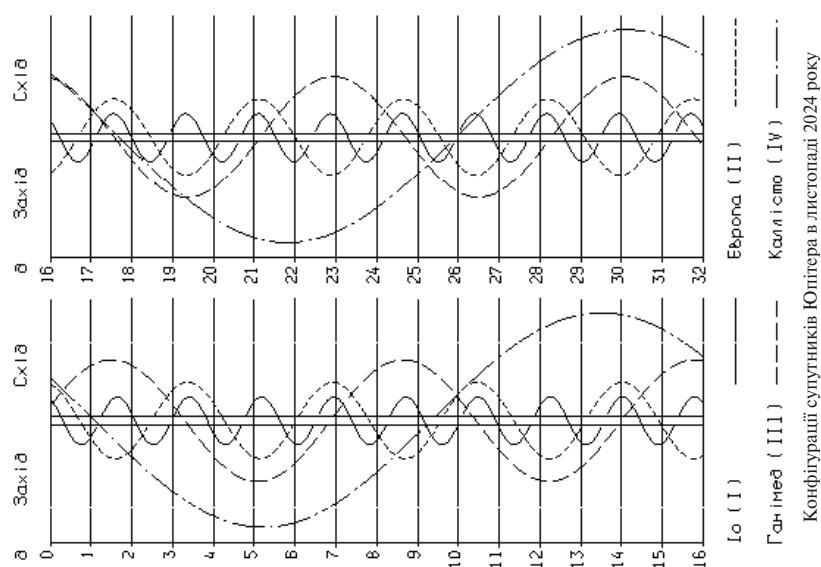












Таблиця 21

СЕРЕДНІ ЕЛЕМЕНТИ ОРБІТ ПЛАНЕТ НА ЕПОХУ J2000.0

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

Таблиця 22

ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Планети	Середній екваторіаль- ний радіус, км	Маса в оди- ницях маси Землі	Об'єм в оди- ницях об'єму Землі	Густина, г/см ³	Стиснення геометричне	Сидеричний період обер- тання в оди- ницях тропі- чного 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 геоцентрич- на відстань	Максималь- ний кутовий екваторіаль- ний діаметр	Візуальний блиск	
					V	V_0
	а. о.	млн км	а. о.	"	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 2024 РОКУ

У 2024 р. очікується проходження через перигелій 79 раніше відкритих комет (з них 67 — короткоперіодичні)¹. У табл. 23 та 24 наведено характеристики цих комет, у табл. 25 — ефемериди найяскравіших з них ($m_1 < 12^m$). У табл. 23 зірочкою (*) відмічено комети, які будуть доступними для візуальних спостережень з аматорськими телескопами в Україні.

У таблицях і в тексті прийнято такі позначення:

r — відстань комети від Сонця, а. о.;

Δ — 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 законові зміни 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;

ω — кутова відстань перигелію від вузла (аргумент перигелію), град.;

Ω — 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.;

¹ Інформацію подано за станом на 1 березня 2023 р.

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

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

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

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

БАЙЗ (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°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°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 навколоземних астероїдів.

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

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

ПАНСТАППС (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.

TOTAS (англ. TOTAS — Teide Observatory Tenerife Asteroid Survey) — проєкт із пошуку астероїдів обсерваторії Тейде (Тенеріфе, Канарські о-ви, Іспанія).

Комети, які будуть доступними для візуальних аматорських спостережень в Україні

На початку року ще будуть доступними для візуальних аматорських спостережень комети **62P/Цзицзіньшань 1**, **103P/Гартлі 2** та **C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)**, які пройшли перигелій у минулі роки (див. «Астрономічний календар 2022», «Астрономічний календар 2023»).

Комету **62P/Цзицзіньшань 1** можна буде спостерігати впродовж січня — березня. Вона повільно переміщуватиметься сузір'ями Лева та Діви. Комету буде видно майже цілу ніч. Але яскравість її поступово зменшується і наприкінці березня досягне 12^m . Комета перестає бути легкодоступним об'єктом, хоча все ще перебуватиме високо над горизонтом.

Комету **103P/Гартлі 2** як об'єкт $11-12^m$ можна буде спостерігати над горизонтом у сузір'ях Гідри та Корми впродовж кількох тижнів січня. Наприкінці місяця її яскравість суттєво зменшиться.

Комету **C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)** аматори зможуть спостерігати у січні — лютому як об'єкт $11-12^m$. Комета повільно переміщуватиметься сузір'ям Оріона. Видно її буде впродовж майже цілої ночі. У першій декаді січня комета пройде на півтора-два градуси далі на південь від Поясу Оріона, паралельно йому. Вона буде поволі підійматися над горизонтом, а втім уже на початку березня її блиск стане менший за 12^m , і комета перестане бути легкодоступним об'єктом для візуальних телескопічних спостережень.

Наприкінці січня 2024 р. перигелій пройде комета **144P/Кусіда**. Її відкрив 8 січня 1994 р. японський аматор Йосіо Кусіда під час фотографування неба за допомогою 0.10-м телескопа. У теперішній появі комети її яскравість не перевищить 10^m . Упродовж січня — березня комета пройде сузір'ями Овна, Тельця, Оріона, Близнят. Кращі умови для спостережень будуть у першій половині ночі. Наприкінці січня яскравість комети стане спадати. Хоча комета буде поволі підійматися на небосхилі, але вже в другій половині березня вона перестане бути легкодоступним об'єктом для візуальних телескопічних спостережень: її яскравість стане меншою за 12^m .

Чотирнадцятого лютого перигелій пройде нова довгоперіодична комета **C/2021 S3 (ПАНСТАРРС)**. Її відкрили 24 вересня 2021 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час пошуку комет за програмою ПАНСТАРРС. Уже наприкінці січня вона стане з'являтися на вранішньому

небі досить низько над горизонтом. Поступово висота комети над горизонтом збільшуватиметься. Наприкінці лютого — на початку березня комета досягне максимальної яскравості, яка не перевищить 7^m . Комета пройде сузір'ями Скорпіона, Змієносія, Змії, Орла, Стріли, Лисички, Лебеда, Цефея, Дракона. Наприкінці серпня яскравість комети зменшиться до 12^m , хоча вона ще перебуватиме досить високо над горизонтом.

У квітні підійде до Сонця відома короткоперіодична комета **12P/Понс — Брукс**. Її відкрив Жан-Луї Понс (Марсель, Франція) 12 липня 1812 р. У наступній появі у вересні 1883 р. комету випадково перевідкрив Вільям Брукс (м. Фелпс, шт. Нью-Йорк, США) під час пошуку комет. У теперішній появі аматори зможуть спостерігати комету вже з початку року на вечірньому та вранішньому небі. Комету можна буде бачити до кінця березня, її яскравість сягне 5^m . Кращі умови для спостережень будуть у вечірні години. Комета пройде сузір'ями Лебеда, Ящірки, Андромеди, Риб. У квітні вона сховається в сонячних променях.

У червні перигелій пройде короткоперіодична комета **154P/Брюїнгтон**. Комету відкрив 28 серпня 1992 р. відомий американський шукач комет Говард Брюїнгтон (Клаудкрофт, шт. Нью-Мексико, США) за допомогою 40-см рефлектора. Це була його четверта відкрита комета, на візуальні пошуки якої він витратив 99 годин від грудня 1991 р. Загалом на пошук своїх п'яти відкритих комет Брюїнгтон витратив понад дві тисячі годин упродовж 1989—1996 рр. Аматори зможуть спостерігати комету наприкінці травня, коли вона стане з'являтися на вранішньому небі на північному сході. У червні висота комети над горизонтом буде швидко збільшуватись. Комету можна буде спостерігати у другій половині ночі. У теперішній появі блиск комети не перевищить 10^m , а після проходження перигелію блиск меншає і впродовж першого тижня вересня сягне 12^m . Комета пройде сузір'ями Овна, Тельця, Персея, Візничого.

Наприкінці червня до перигелію наблизиться комета **13P/Ольберс**. Її відкрив 6 березня 1815 р. Генріх Ольберс (Бремен, Німеччина). У теперішній появі аматори зможуть спостерігати комету вже після першої декади лютого, коли її яскравість стане збільшуватись. Комета перебуватиме в сузір'ї Кита. У травні — червні комета перебуватиме поблизу Сонця, і її спостереження будуть ускладнені. Наприкінці червня комета стане підійматися вище і досягне максимальної яскравості (приблизно 7.5^m). Її можна буде бачити ввечора до півночі невисоко над горизонтом. Видимість комети триватиме до кінця жовтня, коли її яскравість і висота над горизонтом суттєво зменшаться. Комета пройде сузір'ями Риси, Малого Лева, Великої Ведмедиці, Волосся Вероніки, Волопаса, Діви.

Наприкінці вересня пройде перигелій нова довгоперіодична комета **C/2023 A3 (Цзицзіншань — АТЛАС)**. Комету було відкрито

9 січня 2023 р. в обсерваторії Цзицзіньшань (КНР). Підтвердити відкриття вдалося лише 22 лютого за допомогою 0.5-м телескопа пошукової системи АТЛАС у Південно-Африканській астрономічній обсерваторії (Сатерленд, ПАР).

Комета стане доступною для спостережень аматорами наприкінці березня — розпочнеться період її ранкової видимості. Комета переміщуватиметься сузір'ями Терезів і Діви, її яскравість сягне 9^m . Уже в червні вона стане опускатися до горизонту, і в липні перестане бути доступною для спостережень. Період вечірньої видимості комети розпочнеться у другій половині жовтня, коли вона матиме яскравість приблизно 1^m . До кінця року яскравість комети буде швидко спадати. Комета пройде сузір'ями Діви, Змії, Змієносця, Орла; 14 січня 2025 р. комета пройде далі на південь від зорі Альтаїр (α Орла) на кутовій відстані приблизно 1.5° . У цей час її яскравість становитиме приблизно 10.7^m .

КОМЕТИ, ЯКІ ПРОХОДЯТЬ ПЕРИГЕЛІЙ У 2024 р.

Комета	P , роки	N	T, TT		H_y
C/2021 S4 (Цзицзіньшань)	2.1 тис.	1	Січень	1.5107	6.5
311P/ПАНСТАРРС	3.24	4	Січень	2.6011	17.0
216P/ЛІНЕАР	7.63	4	Січень	6.7710	13.0
P/2011 NO1 (Єленін)	13.0	2	Січень	15.9833	15.0
C/2022 H1 (ПАНСТАРРС)	30.4 тис.	1	Січень	18.8743	6.0
*144P/Кусіда	7.60	5	Січень	25.6390	8.5
207P/НЕАТ	7.67	4	Січень	31.8014	16.0
194P/ЛІНЕАР	8.00	4	Лютий	3.9527	16.0
251P/ЛІНЕАР	6.52	4	Лютий	13.2709	16.5
219P/ЛІНЕАР	6.98	4	Лютий	13.7024	11.0
*C/2021 S3 (ПАНСТАРРС)	—	1	Лютий	14.7381	5.5
C/2022 T1 (Леммон)	378.8 тис.	1	Лютий	17.6050	9.0
P/2001 Q6 (НЕАТ)	22.6	2	Лютий	28.3469	13.5
P/2019 A3 (ПАНСТАРРС)	5.58	2	Березень	2.5181	16.0
125P/Спейсвотч	5.53	7	Березень	7.3394	13.0
227P/Каталіна — ЛІНЕАР	6.78	4	Березень	7.8498	16.5
C/2022 L2 (АТЛАС)	—	1	Березень	12.3315	6.5
150P/ЛОНЕОС	7.62	4	Березень	12.3431	13.5
P/2010 T2 (ПАНСТАРРС)	13.0	2	Березень	13.5223	11.5
P/2013 R3 (Каталіна — ПАНСТАРРС)	5.28	3	Березень	20.3994	14.0
C/2021 Q6 (ПАНСТАРРС)	4.8 млн	1	Березень	23.5166	6.0
C/2022 U1 (Леонард)	741.5 тис.	1	Березень	25.5759	8.5
89P/Рассел 2	7.26	7	Березень	26.5661	11.5
309P/ЛІНЕАР	9.36	3	Березень	29.0873	15.0
355P/ЛІНЕАР — НЕАТ	6.46	4	Квітень	1.4073	15.5
130P/Мак-Нот — Гюз	6.22	6	Квітень	14.8025	10.0
32P/Комас Сола	9.61	12	Квітень	20.3889	6.5
*12P/Понс — Брукс	71.3	4	Квітень	21.1425	5.0
267P/ЛОНЕОС	5.76	4	Квітень	24.7590	19.5
212P/НЕАТ	7.65	4	Квітень	25.1326	17.0
299P/Каталіна — ПАНСТАРРС	9.19	2	Квітень	30.7545	11.5
133P/(7968) Елст — Піцарро	5.62	6	Травень	10.2010	15.4
222P/ЛІНЕАР	4.94	5	Травень	12.8461	20.0
50P/Аренд	8.25	10	Травень	12.8544	9.5
202P/Скотті	8.36	4	Травень	17.6934	13.5
46P/Віртанен	5.44	14	Травень	19.5215	14.0
192P/Шумейкер — Леві 1	16.4	3	Травень	24.3402	15.0
349P/Леммон	6.76	3	Травень	27.4254	14.0
P/2004 DO29 (Спейсвотч — ЛІНЕАР)	20.3	2	Червень	3.4949	13.5
*154P/Брюїнгтон	10.5	4	Червень	11.4453	2.5

Комета	P , роки	N	T , TT	H_y
*13P/Ольберс	69.3	4	Червень 30.8439	5.0
P/2003 T12 (СОГО)	4.16	6	Липень 3.7384	17.0
209P/ЛІНЕАР	5.09	5	Липень 14.6868	17.0
C/2022 S4 (Леммон)	—	1	Липень 17.9608	8.0
P/2002 T6 (HEAT — ЛІНЕАР)	21.9	2	Липень 19.2545	10.5
362P/(457175) 2008 GO98	7.88	3	Липень 20.5408	12.9
P/2010 WK (ЛІНЕАР)	13.7	2	Липень 21.3479	14.5
P/2014 C1 (ТОТАС)	5.31	3	Липень 26.9233	15.5
C/2022 U3 (Бок)	—	1	Липень 27.6606	7.5
328P/ЛОНЕОС — Такер	8.62	4	Липень 27.8994	14.5
338P/Мак—Нот	7.69	3	Серпень 2.8345	12.0
146P/Шумейкер — ЛІНЕАР	8.12	6	Серпень 5.4479	15.0
30P/Рейнмут 1	7.21	14	Серпень 16.9771	9.5
P/2020 O1 (Леммон — ПАНСТАРПС)	4.30	2	Серпень 20.6369	15.5
208P/Мак-Міллан	8.13	3	Серпень 23.6448	12.5
345P/ЛІНЕАР	8.11	3	Серпень 30.2960	12.0
54P/де Віко — Свіфт — HEAT	7.37	29	Вересень 3.7340	9.0
P/2014 MG4 (Спейсвотч — ПАНСТАРПС)	11.2	2	Вересень 7.4499	9.5
C/2021 G2 (АТЛАС)	471.7 тис.	1	Вересень 9.6916	5.5
C/2022 E2 (АТЛАС)	—	1	Вересень 13.9309	5.0
384P/Ковальські	4.94	3	Вересень 19.1197	19.5
P/2019 M2 (АТЛАС)	5.27	2	Вересень 28.1272	21.2
*C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)	61.7 тис.	1	Вересень 28.5611	5.0
360P/ВАЙЗ	7.13	3	Жовтень 3.6127	19.5
37P/Форбс	6.44	16	Жовтень 11.2283	13.8
P/2015 HG16 (ПАНСТАРПС)	10.4	2	Жовтень 18.5514	12.5
253P/ПАНСТАРПС	6.46	3	Жовтень 20.8273	14.5
P/2012 US27 (Сайдінг—Спрінг)	11.8	2	Жовтень 21.2292	13.5
234P/ЛІНЕАР	7.40	4	Жовтень 23.3866	12.0
316P/ЛОНЕОС — Крістенсен	8.94	3	Листопад 7.1886	13.5
33P/Даніел	8.07	17	Листопад 11.6249	10.0
363P/Леммон	6.28	3	Листопад 13.2117	17.5
305P/Скіфф	9.91	3	Листопад 17.0902	18.0
333P/ЛІНЕАР	8.68	3	Листопад 29.2316	15.0
276P/Воробйов	12.4	2	Грудень 12.6572	11.5
P/2015 R2 (ПАНСТАРПС)	9.54	2	Грудень 15.5142	14.5
268P/Бернарді	9.76	3	Грудень 18.7913	14.0
190P/Мюллер	8.74	4	Грудень 24.0106	13.0
242P/Спар	12.8	3	Грудень 26.6736	8.0

ЕЛЕМЕНТИ КОМЕТНИХ ОРБІТ

Комета	e	q	ω	Ω	i
C/2021 S4 (Цицизіншань)	0.959446	6.690529	72.7958	5.4968	17.4800
311P/ПАНСТАРРС	0.115912	1.934581	144.4924	279.2118	4.9700
216P/ЛІНЕАР	0.448559	2.127648	151.6816	359.8031	9.0636
P/2011 NO1 (Єленін)	0.774701	1.246767	263.7040	295.8266	15.2446
C/2022 H1 (ПАНСТАРРС)	0.992108	7.693033	246.2634	6.3677	49.8709
144P/Кусіда	0.635068	1.397688	216.3508	242.9619	3.9302
207P/НЕАТ	0.758422	0.937297	273.0294	198.1623	10.2011
194P/ЛІНЕАР	0.564313	1.798635	128.4729	349.5867	11.8222
251P/ЛІНЕАР	0.504484	1.740844	31.2508	219.3443	23.3863
219P/ЛІНЕАР	0.354097	2.355193	107.5853	230.9522	11.5395
C/2021 S3 (ПАНСТАРРС)	1.000039	1.319933	6.8734	215.6224	58.5334
C/2022 T1 (Леммон)	0.999342	3.444466	324.3326	236.9220	22.5429
P/2001 Q6 (НЕАТ)	0.823440	1.405588	42.9418	22.1851	56.9115
P/2019 A3 (ПАНСТАРРС)	0.266090	2.307605	325.6605	31.2940	15.3751
125P/Спейсвотч	0.512080	1.526286	87.1733	153.1511	9.9860
227P/Каталіна — ЛІНЕАР	0.528342	1.624509	105.4223	36.8139	7.5074
C/2022 L2 (АТЛАС)	1.001317	2.692063	199.9478	39.2420	129.3136
150P/ЛОНЕОС	0.549002	1.746960	245.9986	272.0869	18.5352
P/2010 T2 (ПАНСТАРРС)	0.324882	3.771928	352.3982	58.4667	7.8915
P/2013 R3 (Каталіна — ПАНСТАРРС)	0.275622	2.196161	11.3056	341.9726	0.8650
C/2021 Q6 (ПАНСТАРРС)	0.999695	8.709213	140.9341	133.5349	161.8473
C/2022 U1 (Леонард)	0.999487	4.202914	78.5181	72.5027	128.1274
89P/Рассел 2	0.408098	2.221646	250.3991	41.3468	12.0718
309P/ЛІНЕАР	0.618218	1.669603	49.9442	10.1445	17.0239
355P/ЛІНЕАР — НЕАТ	0.507887	1.707218	336.3158	51.4334	11.0470
130P/Мак-Нот — Гьюз	0.461121	1.822958	246.1048	70.1819	6.0630
32P/Комас Сола	0.556741	2.019805	54.7754	54.5867	9.9089
12P/Понс — Брукс	0.954533	0.781141	198.9822	255.8445	74.1864
267P/ЛОНЕОС	0.614366	1.238072	114.2447	228.5663	6.1439
212P/НЕАТ	0.587019	1.610555	14.0385	98.0535	22.1470
299P/Каталіна — ПАНСТАРРС	0.280918	3.155645	323.7549	271.6004	10.4674
133P/(7968) Елст — Піцарро	0.156370	2.670503	131.9011	160.1003	1.3898
222P/ЛІНЕАР	0.714783	0.826723	346.2803	6.7753	5.0980
50P/Аренд	0.529629	1.922604	49.3516	355.1742	19.1010
202P/Скотті	0.256436	3.062872	274.7323	177.3234	2.1398
46P/Вірганен	0.658731	1.055087	356.3277	82.1621	11.7495
192P/Шумейкер — Леві 1	0.773445	1.465089	313.0587	51.6108	24.5870
349P/Леммон	0.298402	2.509334	255.8745	331.7557	5.4899
P/2004 DO29 (Спейсвотч — ЛІНЕАР)	0.441444	4.076899	40.4711	147.3788	14.5300

Комета	e	q	ω	Ω	i
154P/Брюїнгтон	0.676146	1.553644	47.9210	343.0267	17.6325
13P/Ольберс	0.930240	1.175019	64.3859	85.9273	44.6214
P/2003 T12 (СОГО)	0.770213	0.594051	219.7581	174.5838	11.0222
209P/ЛІНЕАР	0.673498	0.966367	152.4435	62.7654	21.2698
C/2022 S4 (Леммон)	1.000994	2.767041	268.3302	220.1540	101.0511
P/2002 T6 (HEAT — ЛІНЕАР)	0.563223	3.383454	219.4689	206.0503	10.8553
362P/(457175) 2008 GO98	0.278717	2.865073	53.5833	192.5448	15.5570
P/2010 WK (ЛІНЕАР)	0.690589	1.782850	40.9951	11.3310	11.4017
P/2014 C1 (ТОТАС)	0.451435	1.662951	23.9610	167.8198	2.6933
C/2022 U3 (Бок)	1.003094	4.829437	188.9606	272.8079	33.6212
328P/ЛОНЕОС — Такер	0.552735	1.874258	30.5912	341.6234	17.6722
338P/Мак-Нот ^с	0.412133	2.288782	4.5105	9.7991	25.3864
146P/Шумейкер — ЛІНЕАР	0.647499	1.420210	317.0312	53.3757	23.1201
30P/Рейнмут 1	0.516073	1.806015	9.4600	117.5128	8.0610
P/2020 O1 (Леммон — ПАНСТАРРС)	0.118903	2.331029	104.5002	175.9748	5.2255
208P/Мак-Міллан	0.374136	2.529444	310.6021	36.3399	4.4126
345P/ЛІНЕАР	0.221491	3.140697	196.6182	154.5141	2.7275
54P/де Віко — Свіфт — HEAT	0.426463	2.172763	1.8927	358.8122	6.0642
P/2014 MG4 (Спейсвотч — ПАНСТАРРС)	0.258870	3.715703	299.0244	311.7236	9.3662
C/2021 G2 (АТЛАС)	0.999178	4.981038	343.3332	221.0977	48.4735
C/2022 E2 (АТЛАС)	1.001112	3.667018	41.6806	125.3640	137.1362
384P/Ковальські	0.616222	1.112860	37.6487	354.2223	7.2837
P/2019 M2 (АТЛАС)	0.647465	1.067715	332.5565	307.6157	12.2719
C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)	0.999750	0.390411	308.5907	21.5822	139.0854
360P/ВАЙЗ	0.499305	1.852363	354.2101	2.1907	24.1112
37P/Форбс	0.533053	1.616495	330.0999	314.5665	8.9512
P/2015 HG16 (ПАНСТАРРС)	0.351972	3.102528	47.3975	57.3186	18.8859
253P/ПАНСТАРРС	0.414587	2.027966	230.7251	146.8772	4.9434
P/2012 US27 (Сайдінг—Спрінг)	0.648301	1.816268	0.8337	49.2083	39.3698
234P/ЛІНЕАР	0.256465	2.822763	357.3226	179.5719	11.5356
316P/ЛОНЕОС — Крістенсен	0.156072	3.702896	191.6077	246.2237	9.8278
33P/Даніел	0.451819	2.241116	20.4605	66.2985	22.2941
363P/Леммон	0.519726	1.714098	340.9029	146.8733	5.4030
305P/Скіфф	0.693990	1.419810	147.3733	240.1026	11.6682
333P/ЛІНЕАР	0.736402	1.112780	25.9858	115.6687	132.0113
276P/Воробйов	0.268115	3.898217	199.4763	211.3459	14.8113
P/2015 R2 (ПАНСТАРРС)	0.452707	2.454670	149.8611	168.5954	15.4844
268P/Бернарді	0.476891	2.399746	359.8207	126.2854	15.6945
190P/Мюллер	0.522220	2.021096	50.4115	335.5327	2.1741
242P/Спар	0.279459	3.968357	245.2688	180.3766	32.5079

ЕФЕМЕРИДИ КОМЕТ

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
144Р/Кусіда							
2024 I 1	3 05 16.5	+14 23 42	0.592	1.428	128.2	10.5	18:50, 12, 54
11	3 21 18.7	+14 29 41	0.617	1.409	121.7	10.4	18:30, 13, 54
21	3 42 00.7	+14 56 45	0.649	1.400	116.5	10.5	18:00, 9, 55
31	4 06 34.5	+15 36 22	0.689	1.400	112.3	10.6	18:00, 15, 55
II 10	4 34 05.9	+16 19 34	0.738	1.410	108.8	10.8	17:40, 12, 56
20	5 03 43.2	+16 58 09	0.796	1.429	105.9	11.1	17:20, 7, 57
III 1	5 34 30.5	+17 25 13	0.865	1.457	103.3	11.5	17:30, 15, 57
11	6 05 39.3	+17 36 34	0.945	1.493	100.7	11.9	17:20, 15, 57
21	6 36 31.8	+17 30 04	1.036	1.536	98.2	12.3	17:10, 14, 57
C/2021 S3 (ПАНСТАРПС)							
2024 I 21	16 02 11.4	-31 39 16	1.652	1.371	56.0	8.0	4:30, 341, 6
31	16 36 39.1	-26 55 46	1.547	1.338	58.9	7.7	4:30, 341, 11
II 10	17 09 41.5	-20 58 06	1.454	1.322	62.2	7.5	4:10, 336, 16
20	17 41 01.8	-13 48 16	1.379	1.323	65.5	7.4	3:50, 331, 22
III 1	18 10 29.9	-5 37 18	1.326	1.340	68.9	7.4	3:40, 328, 29
11	18 37 57.0	+3 13 38	1.300	1.373	72.1	7.4	3:20, 322, 37
21	19 03 11.6	+12 15 31	1.303	1.421	75.0	7.6	3:00, 315, 44
31	19 26 03.6	+20 58 49	1.333	1.481	77.4	7.8	2:30, 304, 50
IV 10	19 46 19.1	+29 01 35	1.385	1.552	79.3	8.1	2:10, 296, 56
20	20 03 39.7	+36 11 34	1.454	1.631	80.9	8.4	1:50, 286, 62
30	20 17 47.0	+42 25 26	1.534	1.718	82.2	8.8	1:30, 276, 66
V 10	20 28 16.9	+47 45 19	1.620	1.809	83.5	9.1	1:10, 265, 70
20	20 34 42.6	+52 14 18	1.708	1.905	84.9	9.5	0:50, 252, 73
30	20 36 42.6	+55 55 24	1.795	2.005	86.3	9.8	0:30, 239, 75
VI 9	20 34 00.9	+58 50 13	1.881	2.106	88.0	10.1	0:20, 219, 78
19	20 26 46.2	+60 58 05	1.963	2.209	89.9	10.4	0:10, 195, 79
29	20 15 46.1	+62 18 04	2.043	2.314	92.0	10.7	23:20, 190, 78
VII 9	20 02 26.5	+62 49 28	2.120	2.419	94.3	11.0	22:20, 193, 77
19	19 48 46.9	+62 33 19	2.197	2.524	96.6	11.2	21:50, 182, 78
29	19 36 42.1	+61 33 58	2.275	2.630	98.9	11.5	21:10, 175, 79
VIII 8	19 27 32.0	+59 57 42	2.355	2.736	101.0	11.7	19:40, 203, 79
18	19 21 56.5	+57 52 24	2.441	2.842	102.8	12.0	19:50, 160, 82
62Р/Цзицзіньшань 1							
2024 I 1	11 32 06.2	+13 07 26	0.521	1.268	111.0	9.2	2:30, 352, 53
11	11 58 32.6	+11 42 41	0.509	1.281	114.5	9.2	2:30, 358, 52
21	12 18 59.9	+10 41 24	0.502	1.306	119.4	9.4	2:20, 1, 51
31	12 32 58.6	+10 05 45	0.500	1.340	125.7	9.7	1:30, 352, 50
II 10	12 40 13.7	+9 54 28	0.504	1.383	133.7	10.0	1:00, 352, 50
20	12 41 02.8	+10 00 52	0.516	1.434	143.0	10.5	0:20, 352, 50
III 1	12 36 35.8	+10 13 52	0.538	1.491	153.1	11.0	23:30, 351, 50
11	12 28 42.9	+10 21 56	0.576	1.553	162.9	11.6	22:30, 346, 50
21	12 19 45.8	+10 14 50	0.630	1.619	168.6	12.2	22:10, 357, 50

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
C/2017 K2 (ПАНСТАРРС)							
2024 I 1	5 37 19.1	-2 58 10	3.739	4.613	149.5	11.0	21:20, 9, 37
11	5 28 00.5	-1 30 08	3.880	4.702	142.8	11.2	20:40, 12, 38
21	5 20 12.9	+0 01 22	4.053	4.790	134.1	11.3	19:40, 8, 40
31	5 14 08.0	+1 33 15	4.252	4.878	124.5	11.5	19:10, 13, 41
II 10	5 09 48.3	+3 03 09	4.472	4.965	114.6	11.7	18:10, 8, 43
20	5 07 10.8	+4 29 24	4.708	5.052	104.8	11.9	17:40, 12, 44
III 1	5 06 07.6	+5 50 55	4.954	5.139	95.2	12.1	16:40, 7, 46
103P/Гарглі 2							
2024 I 1	8 48 15.9	-14 35 45	0.659	1.503	131.3	11.1	23:20, 349, 25
11	8 35 40.9	-14 05 11	0.704	1.589	140.1	11.8	22:40, 352, 26
21	8 22 54.9	-12 35 36	0.763	1.677	147.1	12.4	22:00, 355, 27
12P/Понс — Брукс							
2024 I 1	19 36 43.1	+37 44 45	2.259	1.999	62.2	11.3	15:10, 100, 44
11	20 06 22.4	+37 52 59	2.145	1.870	60.6	10.7	15:20, 103, 41
21	20 40 07.9	+38 06 30	2.033	1.738	58.7	10.1	15:40, 108, 37
31	21 18 23.2	+38 15 39	1.928	1.606	56.3	9.5	15:50, 110, 35
II 10	22 01 18.2	+38 06 41	1.833	1.473	53.3	8.8	16:10, 112, 33
20	22 48 25.8	+37 22 14	1.753	1.341	49.5	8.1	16:20, 111, 32
III 1	23 38 28.8	+35 43 21	1.690	1.211	44.9	7.4	16:40, 111, 29
11	0 29 24.2	+32 55 16	1.647	1.086	39.7	6.6	16:50, 109, 28
21	1 18 50.5	+28 51 59	1.622	0.972	34.0	5.9	17:10, 107, 23
31	2 04 53.4	+23 37 46	1.612	0.876	28.6	5.2	17:30, 106, 17
613P/Ольберс							
2024 II 10	2 53 25.5	-3 00 54	2.262	2.307	80.1	12.2	16:30, 18, 36
20	2 57 52.5	+0 27 17	2.288	2.201	72.4	11.9	16:30, 30, 37
III 1	3 04 46.4	+3 59 04	2.310	2.095	65.0	11.6	16:40, 44, 36
11	3 14 00.2	+7 33 38	2.326	1.989	58.1	11.3	16:50, 56, 34
21	3 25 30.5	+11 10 33	2.332	1.885	51.7	11.0	17:10, 70, 30
31	3 39 17.3	+14 49 33	2.329	1.782	45.8	10.6	17:30, 83, 26
IV 10	3 55 27.4	+18 30 32	2.315	1.682	40.4	10.2	17:50, 94, 22
20	4 14 13.7	+22 12 55	2.291	1.585	35.6	9.8	18:00, 102, 20
30	4 35 56.0	+25 55 21	2.257	1.494	31.5	9.4	18:20, 111, 17
V 10	5 01 04.8	+29 35 17	2.214	1.410	28.4	9.0	18:40, 120, 15
20	5 30 18.9	+33 07 54	2.163	1.334	26.3	8.6	19:00, 127, 13
30	6 04 24.1	+36 25 06	2.108	1.271	25.5	8.2	19:20, 133, 13
VI 9	6 44 06.5	+39 14 14	2.051	1.222	25.9	7.9	19:30, 136, 14
19	7 29 46.5	+41 17 40	1.997	1.189	27.3	7.6	19:40, 138, 15
29	8 20 46.8	+42 14 17	1.949	1.176	29.5	7.5	19:40, 137, 17
VII 9	9 15 05.3	+41 45 06	1.915	1.182	32.0	7.5	19:30, 132, 20
19	10 09 28.7	+39 41 57	1.900	1.208	34.5	7.6	19:20, 127, 21
29	11 00 47.3	+36 12 38	1.909	1.251	36.7	7.9	19:00, 119, 23
VIII 8	11 47 06.8	+31 38 56	1.944	1.310	38.4	8.2	18:40, 112, 23

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
18	12 27 57.4	+26 28 57	2.007	1.382	39.3	8.6	18:20, 104, 23
28	13 03 45.8	+21 08 31	2.096	1.463	39.4	9.1	17:50, 96, 23
IX 7	13 35 22.4	+15 56 52	2.207	1.552	38.6	9.6	17:30, 90, 21
17	14 03 37.3	+11 06 13	2.335	1.647	37.0	10.1	17:10, 84, 19
27	14 29 13.1	+6 42 27	2.476	1.746	34.5	10.6	16:40, 78, 18
X 7	14 52 44.9	+2 47 22	2.625	1.848	31.5	11.1	16:20, 75, 15
17	15 14 37.4	-0 39 35	2.776	1.952	27.9	11.6	16:00, 72, 13
27	15 35 09.1	-3 40 22	2.926	2.057	23.8	12.0	15:40, 70, 11
154Р/Брюїнгтон							
2024 V 20	1 51 05.5	+18 06 30	2.399	1.574	27.6	10.3	0:50, 246, 4
30	2 20 26.5	+21 47 11	2.358	1.559	29.6	10.2	0:30, 242, 5
VI 9	2 51 09.4	+25 12 44	2.325	1.553	31.5	10.1	0:20, 239, 8
19	3 23 09.5	+28 17 33	2.299	1.555	33.4	10.1	0:20, 239, 11
29	3 56 15.9	+30 56 45	2.279	1.566	35.4	10.1	0:20, 238, 14
VII 9	4 30 08.8	+33 06 39	2.265	1.584	37.5	10.3	0:30, 239, 18
19	5 04 18.4	+34 45 04	2.255	1.610	39.7	10.5	0:50, 242, 23
29	5 38 11.1	+35 51 51	2.248	1.643	42.1	10.7	1:10, 246, 27
VIII 8	6 11 11.5	+36 28 50	2.241	1.682	44.9	11.0	1:30, 249, 31
18	6 42 45.7	+36 39 24	2.234	1.727	47.9	11.4	1:40, 252, 34
28	7 12 28.1	+36 28 06	2.224	1.777	51.3	11.7	2:00, 257, 39
IX 7	7 39 59.8	+36 00 07	2.210	1.832	55.2	12.1	2:20, 263, 43
C/2023 A3 (Цзицзіньшань — АТЛАС)							
2024 III 20	14 49 55.6	-6 09 31	2.516	3.312	136.7	12.2	0:40, 355, 34
30	14 35 51.2	-5 12 21	2.283	3.186	149.8	11.8	23:40, 355, 35
IV 9	14 17 18.8	-4 00 55	2.084	3.057	163.2	11.4	22:30, 351, 36
19	13 54 28.2	-2 37 32	1.929	2.926	171.3	11.1	21:20, 349, 37
29	13 28 18.1	-1 08 08	1.822	2.792	160.5	10.8	21:30, 13, 38
V 9	13 00 35.7	+0 18 07	1.766	2.655	144.8	10.5	20:20, 12, 40
19	12 33 36.3	+1 31 06	1.756	2.516	128.8	10.2	19:20, 14, 41
29	12 09 15.5	+2 23 51	1.782	2.373	113.3	10.0	19:20, 34, 37
VI 8	11 48 40.8	+2 53 58	1.832	2.227	98.9	9.8	19:30, 53, 30
18	11 32 10.5	+3 02 26	1.893	2.077	85.5	9.6	19:40, 68, 21
28	11 19 25.1	+2 52 15	1.954	1.923	73.1	9.3	19:40, 79, 13
VII 8	11 09 49.6	+2 26 21	2.005	1.764	61.5	9.0	19:30, 86, 6
...							
X 16	15 18 51.8	+0 48 50	0.500	0.618	30.1	1.4	16:00, 70, 18
26	17 25 09.2	+3 21 14	0.772	0.811	52.8	3.5	15:40, 48, 33
XI 5	18 15 06.9	+3 50 58	1.118	1.003	56.4	5.3	15:30, 43, 36
15	18 41 26.0	+4 02 47	1.458	1.189	54.1	6.6	15:20, 45, 35
25	18 59 06.9	+4 17 08	1.778	1.368	49.8	7.6	15:10, 48, 34
XII 5	19 12 54.7	+4 38 46	2.073	1.541	44.9	8.5	15:00, 52, 32
15	19 24 36.1	+5 08 57	2.342	1.707	39.8	9.2	15:00, 59, 29
25	19 34 57.3	+5 47 41	2.584	1.868	35.2	9.8	15:10, 69, 24
2025 I 4	19 44 19.8	+6 34 58	2.798	2.024	31.4	10.3	15:20, 78, 19

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 болідів¹.

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

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

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

¹ 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_{Π} , перед спостереженнями можна побудувати видимий шлях радіанта за координатами z_R і A_R з табл. 27.

Таблиця 26

ОСНОВНІ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Назва потоку	Період активності	Дата максимуму	Радіант		ZHR	V, км/с
			$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$		
Квадрантиди	28.XII — 12.I	2—4.I	15 ^h 24 ^m	+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
η -Аквариди	19.IV — 28.V	4—6.V	22 32	0	40	67
Арієтиди	22.V — 2.VII	7.VI			60	38
α -Каприкорніди	3.VII — 20.VIII	30.VII	20 28	10	5	24
δ -Аквариди (південні)	21.VII — 15.VIII	27.VII	22 40	17	16	41
δ -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_{Π} , год	z_R , град.	A_R , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
КВАДРАНТИДИ			
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 жовтогогарячого 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, площа 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.
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	

Найближча до радіанта зоря — це ϵ Дракона.

T_{Π} , год	z_R , град.	A_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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АРІЕТИДИ

Метеорний потік Арієтиди — один з найбільш інтенсивних метеорних потоків. Під час піку активності потоку (вечір 7 червня) зенітне число метеорів досягає приблизно 60. Їхня швидкість прольоту в атмосфері Землі становить 38 км/с. Назва потоку походить від латинської назви сузір'я Овна, в якому міститься радіант потоку, — Aries. Джерело потоку є предметом дискусій. Велика частина науковців схильється до того, що ним є астероїд 1566 Ікар — один з тих астероїдів, котрі близько підходять до Землі. Інші вважають за джерело комету 96Р/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_{Π} , год	z_R , град.	A_R , град.	Назва метеороного потоку та пояснення
α -КАПРИКОРНІДИ			
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	
δ -АКВАРИДИ (ПІВДЕННІ)			
21.5	96	290	Це — найінтенсивніший потік південного неба. Він має південну та північну частини, через те є два радіанти δ -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_{R} , град.	A_{R} , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
δ-АКВАРИДИ (ПІВНІЧНІ)			
221	92	267	Це друга вітка пилового рою комети 96P/Мачгольц. 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	90 З.Р.
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°) не заходить, має декілька активних центрів. Найближча до радіанта зоря — γ 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 метеорного 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_{R} , град.	A_{R} , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
----------------------	------------------------	------------------------	--------------------------------------

ЦИГНІДИ

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	

ДРАКОНІДИ

17	6.5	200	Назва потоку походить від назви сузір'я Дракона, але потік також відомий як Джакобініди. Метеорний рій утворено кометою 1900 ІІІ, 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 — ζ 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_{R} , град.	A_{R} , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
ПІВДЕННІ ТАУРИДИ			
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	
ОРІОНІДИ			
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 η -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 η -Акваридами. Метеори яскраві, білі, часто залишають довготривалі сліди. Найближча до радіанта зоря — α 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_{R} , град.	A_{R} , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
----------------------	------------------------	------------------------	--------------------------------------

ПІВНІЧНІ ТАУРИДИ

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 кутовою 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	

ЛЕОНІДИ

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 — γ 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_{R} , град.	A_{R} , град.	Назва метеорного потоку та пояснення
ГЕМІНІДИ			
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 — α 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.	
УРСИДИ			
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 Мінор). Його радіант увесь час перебуває над горизонтом. Найближча до радіанта зоря — β 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 (sum) має неправильну форму та складається із сотень зір; кульове скупчення (glb) має кулясту форму й налічує сотні тисяч зір.

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

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

У таблицях 36—39 подано основні відомості про найяскравіші зоряні скупчення, галактики й туманності: назви цих об'єктів згідно з каталогами NGC та М; скорочені стандартні латинські та повні українські назви сузір'їв, в яких містяться об'єкти; екваторіальні координати — пряме піднесення α та схилення δ 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. Дрейєром і опублікований 1888 р. Нове видання каталогу (1953 р.) разом з IC I та IC II (Index Catalogues I, II — два додаткові каталоги до основного каталогу Дрейєра NGC, видані відповідно 1895 р. і 1908 р.) містить 13 673 об'єкти.

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 28

РОЗСІЯНІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Назва за NGC та М	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск m_V	Відстань пк
		h	m	°	'	'		
NGC 581 М 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 χ	Per Персей	2	22.4	+57	07	30	4.4	2300
NGC 1039 М 34	Per Персей	2	42.0	+42	47	35	5.7	440
Плеяди М 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 М 36	Aur Візничий	5	36.1	+34	08	12	6.0	1270
NGC 2099 М 37	Aur Візничий	5	52.4	+32	33	24	5.6	1350
NGC 2168 М 35	Gem Близнята	6	08.9	+24	20	28	5.1	870
NGC 2287 М 41	CMa Великий Пес	6	47.0	-20	44	38	4.5	700
NGC 2632 М 44	Spn Рак	8	40.1	+19	59	95	3.1	160
NGC 2682 М 67	Spn Рак	8	50.4	+11	49	30	6.5	800
Coma Com	Волосся Вер.	12	23.8	+26	16	30	2.7	80
NGC 6405 М 6	Sco Скорпіон	17	40.1	-32	13	15	4.2	600
NGC 6416	Sco Скорпіон	17	40.2	-32	18	20	7.0	600
NGC 6475 М 7	Sco Скорпіон	17	53.9	-34	49	80	3.3	240
NGC 6494 М 23	Sgr Стрілець	17	56.8	-19	01	27	5.5	660
NGC 6531 М 21	Sgr Стрілець	18	04.6	-22	30	13	5.9	1300
NGC 6603 М 24	Sgr Стрілець	18	18.4	-18	25	5	11.1	2880
NGC 6611 М 16	Sgr Стрілець	18	18.8	-13	47	7	6.0	2500
NGC 6705 М 11	Sct Шит	18	51.1	-06	16	14	5.8	1720
NGC 7092 М 39	Cyg Лебідь	21	32.2	+48	26	32	4.6	270

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

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

Таблиця 29

КУЛЬОВІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Назва за NGC та М	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск m_V	Відстань кпк
		h	m	$^{\circ}$	$'$	$'$		
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 Пергас	21	30.0	+12	10	12.3	6.35	9.4
NGC 7089 М 2	Aqr Водолій	21	33.5	-0	49	12.9	6.50	11.3

Таблиця 30

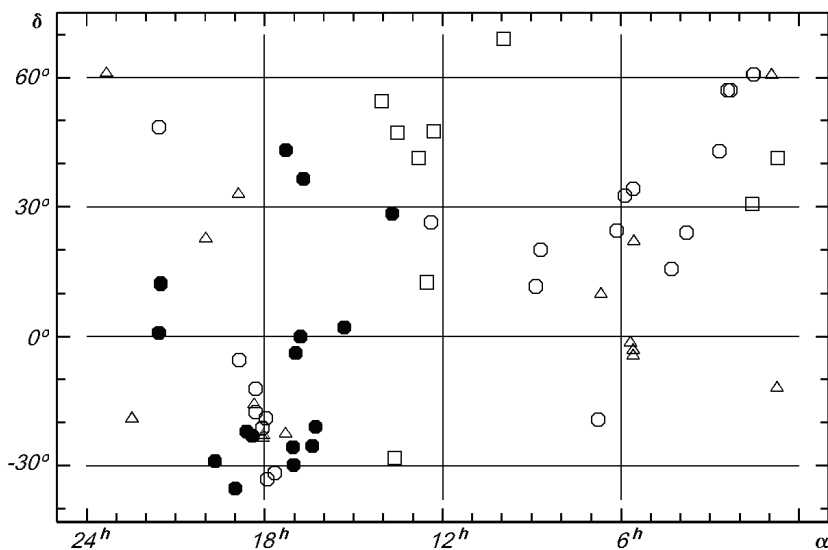
ГАЛАКТИКИ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутові розміри	Блиск m_V	Відстань Мпк
		h	m	$^{\circ}$	$'$	$'$		
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. Ведме́диця	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	Hyd Гідра	13	37.0	-29	52	11×9	8.2	3.8
NGC 5457 M 101	UMa В. Ведме́диця	14	02.3	+54	28	28×28	8.2	7.0

Таблиця 31

ТУМАННОСТІ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутові розміри (діаметр)	Блиск m_V		Від- стань
		h	m	$^{\circ}$	$'$	$'$	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 Oph 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	Lyr 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

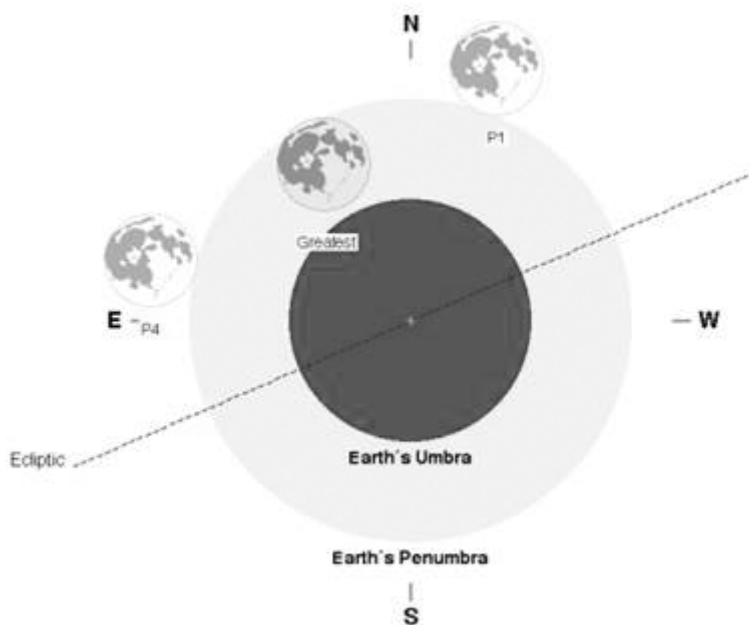
У 2024 р. відбудуться чотири затемнення — півтіньове та часткове місячні, повне та кільцеподібне сонячні. Докладнішу інформацію про ці явища наведено нижче.

ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 25 БЕРЕЗНЯ 2024 р.

Затемнення можна спостерігати на Американському континенті, в акваторіях Тихого й Атлантичного океанів. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 25 березня о 7 год 00 хв 14.6 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — о 7 год 12 хв 45.2 с. Для цього моменту Сонце матиме пряме піднесення 0 год 18 хв 49.9 с, схилення $+2^{\circ}02'16.6''$, видимий радіус $16'02.2''$, горизонтальний паралакс $8.8''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 12 год 20 хв 41.3 с, $-1^{\circ}12'05.4''$, $14^{\circ}44.3'$, $54'05.4''$. Кутовий радіус земної тіні — $38.7'$, півтіні — $70.8'$. Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 39 хв 07 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Терезів і пройде через північну зону земної півтіні. Загальні обставини півтіньового затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
25 БЕРЕЗНЯ 2024 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь (P1)	4	53	11
Максимальна фаза затемнення	7	12	45
Вихід Місяця з півтіні (P4)	9	32	18



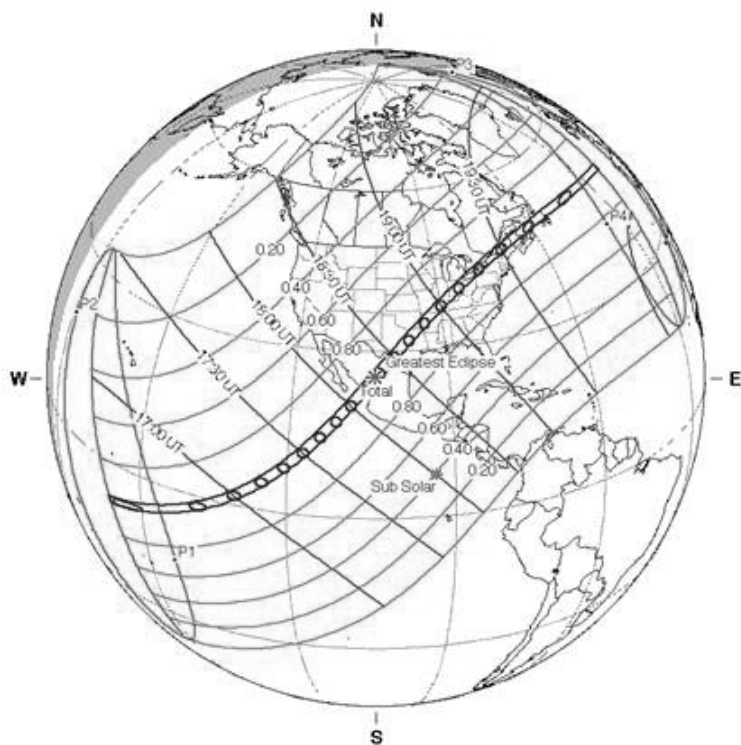
Північне місячне затемнення 25 березня 2024 р.

ПОВНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 8 КВІТНЯ 2024 р.

Його буде видно як повне в центральній і північно-східній частинах Сполучених Штатів Америки, у східній частині Канади, в акваторіях Тихого океану (його центральній частині) й Атлантичного океану (його північній частині), у Мексиці; як часткове — у Північній і Центральній Америці. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 18 год 36 хв 02.5 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — о 18 год 17 хв 13.1 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 1 год 11 хв 36.9 с, схилення $+7^{\circ}35'29.3''$, видимий радіус $15'58.2''$, горизонтальний паралакс $8.8''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 1 год 10 хв 57.4 с, $+7^{\circ}53'55.5''$, $16'36.3''$, $60'56.6''$. Найбільша фаза затемнення — 1.06. Сонце перебуватиме в сузір'ї Риб. Загальні обставини повного сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
8 КВІТНЯ 2024 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок повного затемнення (U1)	16	38	44
Максимальна фаза затемнення	18	17	13
Кінець повного затемнення (U4)	19	55	29



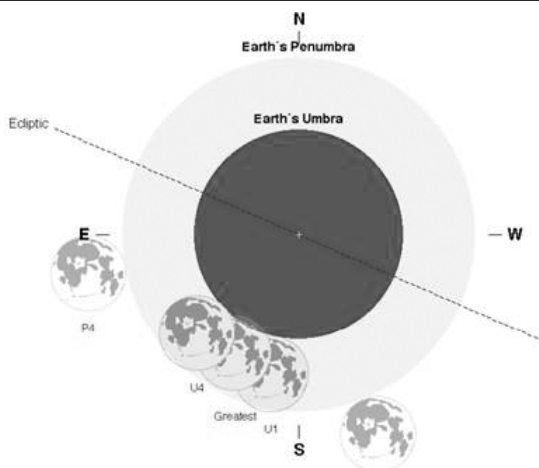
Повне сонячне затемнення 8 квітня 2024 р.

ЧАСТКОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 18 ВЕРЕСНЯ 2024 р.

Затемнення можна спостерігати на Американському континенті, у Європі, Африці. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 18 вересня о 2 год 34 хв 22.9 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.085) — о 2 год 44 хв 10.5 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 11 год 44 хв 09.8 с, схилення $+1^{\circ}42'52.9''$, видимий радіус $15'55.0''$, горизонтальний паралакс $8.8''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 23 год 46 хв 06.0 с, $-2^{\circ}35'26.8''$, $16'42.8''$, $61'20.4''$. Кутовий радіус земної тіні — $46.2'$, земної півтіні — $78.0'$. Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 06 хв 16 с, тіньового — 1 год 02 хв 47 с. Місяць перебуватиме у сузір'ї Риб і пройде через південну зону земної тіні. Загальні обставини часткового затемнення наведено в таблиці та на рисунку.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
18 ВЕРЕСНЯ 2024 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь (P1)	0	41	02
Початок часткового затемнення (U1)	2	12	48
Максимальна фаза затемнення	2	44	10
Кінець часткового затемнення (U4)	3	15	35
Кінець часткового затемнення (U4)	4	47	18



Часткове місячне затемнення 18 вересня 2024 р.

Затемнення можна буде спостерігати й в Україні. Нижче подано топоцентричні обставини часткового місячного затемнення для 11 міст України (див. таблицю).

ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ ЧАСТКОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
18 ВЕРЕСНЯ 2024 р.

Місто	Входження Місяця у півтінь год:хв	Початок часткового затемнення год:хв	Максимальна фаза затемнення год:хв	Кінець часткового затемнення год:хв	Вихід Місяця з півтіні год:хв
Донецьк	0:41 (+22°)	2:13 (+9°)	2:44 (+4°)	3:16 (-1°)	4:47 (-15°)
Дніпро	0:41 (+23)	2:13 (+10)	2:44 (+6)	3:16 (+1)	4:47 (-14)
Київ	0:41 (+24)	2:13 (+12)	2:44 (+8)	3:16 (+3)	4:47 (-10)
Кривий Ріг	0:41 (+24)	2:13 (+12)	2:44 (+7)	3:16 (+2)	4:47 (-13)
Луганськ	0:41 (+21)	2:13 (+8)	2:44 (+3)	3:16 (-2)	4:47 (-16)
Львів	0:41 (+28)	2:13 (+17)	2:44 (+12)	3:16 (+8)	4:47 (-6)
Одеса	0:41 (+27)	2:13 (+14)	2:44 (+9)	3:16 (+4)	4:47 (-11)
Суми	0:41 (+22)	2:13 (+10)	2:44 (+5)	3:16 (+1)	4:47 (-13)
Ужгород	0:41 (+29)	2:13 (+18)	2:44 (+14)	3:16 (+9)	4:47 (-5)
Харків	0:41 (+21)	2:13 (+9)	2:44 (+4)	3:16 (0)	4:47 (-14)
Ялта	0:41 (+26)	2:13 (+12)	2:44 (+7)	3:16 (+2)	4:47 (-14)

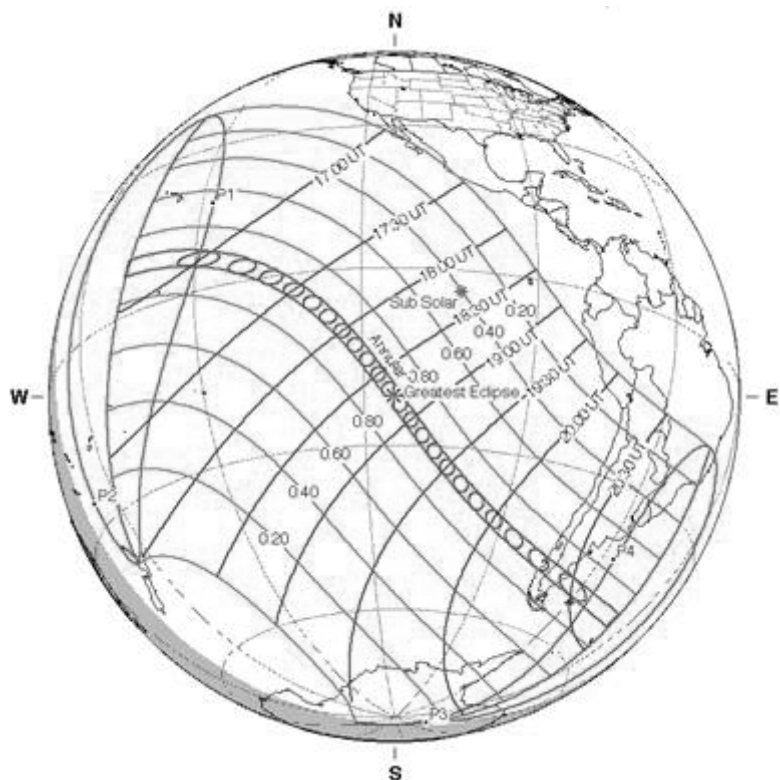
Примітка. У дужках наведено висоти Місяця у відповідні моменти. У випадку, коли Місяць перебуває під горизонтом, його висота від'ємна.

КІЛЬЦЕПОДІБНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 2 ЖОВТНЯ 2024 р.

Його буде видно в південній частині Південної Америки (на півдні Чилі й Аргентини), у центральній частині акваторії Тихого океану. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 19 год 07 хв 53.1 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — о 18 год 44 хв 51.3 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 12 год 36 хв 58.8 с, схилення $-3^{\circ}59'03.5''$, видимий радіус $15'58.9''$, горизонтальний паралакс $8.8''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 12 год 36 хв 22.2 с, $-4^{\circ}15'35.3''$, $14'41.8''$, $53'56.4''$. Найбільша фаза — 0.93. Загальні обставини кільцеподібного сонячного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Діви. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
2 ЖОВТНЯ 2024 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок кільцеподібного затемнення (U1)	16	50	24
Максимальна фаза затемнення	18	44	51
Кінець кільцеподібного затемнення (U4)	20	39	04



Кільцеподібне сонячне затемнення 2 жовтня 2024 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 2024 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° , у першій чверті — 90° , за повного Місяця — 180° і в останній чверті — 270° . Кути положення P відраховують від північної точки диска Місяця у напрямі, протилежному руху годинникової стрілки. Відсутність коефіцієнтів A та B означає, що явище слід спостерігати тільки у цьому пункті, бо ці коефіцієнти не можна впевнено визначити, оскільки покриття є майже дотичним.

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

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

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

$$T = T_B + A(\lambda_c - \lambda) + B(\varphi_c - \varphi),$$

де T — шуканий момент явища в пункті спостереження; T_B — ефемеридний момент явища; λ , φ та λ_c , φ_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 σ — кут з вершиною в центрі Місяця між колом схилень і лінією, яка з'єднує роги Місяця. Кут σ відраховують від кола схилень так само, як кут P , і його можна обчислити за формулою

$$\sin \sigma = \frac{\sin \delta_{\text{С}} - \sin \delta_{\text{М}} \cos E}{\cos \delta_{\text{М}} \sin E},$$

де $\delta_{\text{М}}$, $\delta_{\text{С}}$ — схилення Місяця та Сонця з табл. 1, E — елонгація Місяця (табл. 33). Схилення Місяця та Сонця, проінтерпольовані на момент покриття чи відкриття, можна брати з точністю до мінут, момент явища — до хвилин.

У 2024 р. відбудеться покриття Місяцем також і планети. У західній частині України можна буде спостерігати покриття Сатурна. Але за несприятливих умов. Явище відбуватиметься на світлому краї (за майже повного Місяця), низько над горизонтом, на вранішньому небі.

У 2024 р. починається період покриттів зір розсіяного зоряного скупчення Плеяди. На Україні 19 жовтня будуть спостерігатись відкриття Місяцем зір цього скупчення. а 13 грудня — покриття. Явища буде видно на всій території України за сприятливих умов.

Таблиця 32

**ЗОРІ ДО 6.1 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИНИ, ПОКРИТТЯ ЯКИХ МОЖНА
СПОСТЕРІГАТИ В УКРАЇНІ 2024 р.**

Номер зорі за ZC	Назва зорі		Зоряна величина <i>m</i>	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$	
				год	хв	°	'
50	44	Риб	6.0	0	25.4	+1	56
146	71	ε Риб	4.4	1	02.9	+7	53
180	86	ζ Риб	5.6	1	13.7	+7	35
326	19	Овна	6.0	2	13.1	+15	17
415	40	Овна	6.0	2	48.5	+18	17
472	58	ζ Овна	4.9	3	14.9	+21	03
486	61	τ Овна	5.2	3	21.2	+21	09
556	104 B.	Тельця	5.5	3	48.3	+23	25
560	27	Тельця	3.8	3	49.2	+24	03
561	28	UB Тельця	5.2	3	49.2	+24	08
564		Тельця	6.1	3	49.7	+23	43
598	36	Тельця	5.7	4	04.4	+24	06
647	59	χ Тельця	5.5	4	22.6	+25	38
885	406 B.	Тельця	5.7	5	51.0	+27	58
909	415 B.	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	c Близнят	5.4	7	44.1	+25	47
1206	2	ω Рака	5.9	8	00.9	+25	24
1251	19	λ Рака	5.9	8	20.5	+24	01
1609	63	χ Лева	4.7	11	05.0	+7	20
1644	77	σ Лева	4.1	11	21.1	+6	020
1678	89	Лева	5.8	11	34.3	+3	04
1712	5	β Діви	3.8	11	50.7	+1	46
1925	67	α Діви	1.2	13	25.2	-11	10
2237	42	Терезів	5.1	15	40.3	-23	49
2268	2 A	Скорпіона	4.8	15	53.6	-25	20
2273	3	Скорпіона	5.9	15	54.7	-25	15
2298	48 B.	Скорпіона	5.1	16	03.3	-25	52
2910	58	ω Стрільця	4.8	19	55.8	-26	18
3106	28	φ Козорога	5.3	21	15.6	-20	39
3158	37	Козорога	5.8	21	34.8	-20	05
3164	39	ε Козорога	4.7	21	37.1	-19	28
3288	50	Водоля	5.9	22	24.4	-13	32

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 каталогом Бодє (скорочено — B.). Подвійні зорі позначено комбінацією великих латинських літер.

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_B</i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
						год	хв				
Київ											
Січень	20	598	5.7	124	П	22	15.4	47	+0.9	0.0	
	22	890	4.5	146	П	19	05.7	125	+1.8	-1.3	
	22	909	6.1	148	П	23	25.8	128	+0.4	-2.5	
	24	1169	5.4	169	П	17	51.7	143	+1.3	-0.7	
Лютий	4	2237	5.1	284	В	3	46.7	288	+1.4	+0.2	
	15	415	6.0	79	П	18	35.0	96	+0.9	-1.6	
	16	556	5.5	93	П	21	33.8	358	-	-	
	19	1008	5.1	127	П	18	26.1	71	+1.7	+0.9	
	21	1169	5.4	142	П	1	41.1	85	0.0	-1.4	
	21	1251	5.9	149	П	16	28.1	157	+1.4	-1.8	
	Березень	14	486	5.2	59	П	17	16.6	146	-	-
		20	1251	5.9	122	П	0	10.3	87	+0.1	-1.5
23		1644	4.1	165	П	21	30.5	139	+1.0	-1.4	
29		2273	5.9	233	В	23	26.6	229	+2.9	+2.7	
Квітень	20	1712	3.8	146	П	21	52.5	180	0.0	-2.5	
Липень	10	1609	4.7	56	П	19	28.0	103	0.0	-1.7	
Серпень	1	890	4.5	319	В	0	34.0	242	-0.4	+1.6	
	13	2298	5.1	103	П	17	49.1	56	+1.8	-0.2	
	21	Сатурн	0.7	199	П	3	41.3	57	+0.3	-0.5	
Вересень	15	3164	4.7	147	П	17	56.8	116	+1.6	+0.6	
	20	326	6.0	218	В	19	29.7	252	+0.2	+1.6	
	21	472	4.9	233	В	21	11.6	216	0.0	+2.1	
	23	647	5.5	248	В	0	54.6	212	+0.7	+2.6	
	27	1251	5.9	298	В	2	17.5	276	+0.9	+1.2	
	Жовтень	19	556	5.5	214	В	20	19.1	194	-0.3	+2.8
		19	564	6.1	214	В	21	16.5	229	+0.5	+1.9
		21	885	5.7	240	В	19	20.0	280	0.0	+1.1
Листопад	7	2910	4.8	71	П	16	41.0	14	0.0	+0.7	
	12	50	6.0	136	П	17	28.7	76	+1.3	+1.0	
	14	326	6.0	164	П	16	31.3	66	+0.4	+1.6	
	18	1008	5.1	221	В	22	39.8	296	+1.4	0.0	
	20	1169	5.4	236	В	3	04.4	287	+1.3	-1.2	
	24	1609	4.7	282	В	4	28.2	321	+1.0	-1.3	
	Грудень	7	3288	5.9	77	П	15	47.1	70	+1.4	+0.1
		10	146	4.4	119	П	20	43.8	358	-	-
13		556	5.5	158	П	17	17.9	146	-	-	
13		564	6.1	158	П	17	43.2	95	+1.2	+0.9	
13	560	3.8	158	П	17	56.5	9	-0.2	+3.5		

Продовження табл. 33

Дата		Номер зорі за ZC	Зоряна величина m	Елонгація Місяця E , град.	Явище	T_B		P , град.	A , хв/град.	B , хв/град.
						год	хв			
Львів										
Січень	20	598	5.7	124	П	22	08.9	53	+1.0	-0.1
	22	890	4.5	146	П	18	54.2	123	+1.8	-0.9
	22	909	6.1	148	П	23	24.7	138	+0.4	-3.0
	24	1169	5.4	169	П	17	43.8	138	+1.1	-0.2
Лютий	4	2237	5.1	284	В	3	37.2	279	+1.4	+0.6
	15	415	6.0	79	П	18	29.2	97	+1.1	-1.6
	16	556	5.5	93	П	21	21.6	20	+1.1	+1.5
	19	1008	5.1	127	П	18	14.9	72	+1.6	+1.2
Березень	21	1169	5.4	142	П	1	41.5	93	+0.1	-1.5
	21	1251	5.9	149	П	16	20.4	153	+1.2	-1.2
	15	647	5.5	73	П	19	03.2	20	+1.5	+2.2
	20	1251	5.9	122	П	0	10.1	94	+0.2	-1.6
Квітень	23	1644	4.1	165	П	21	25.1	150	+0.8	-1.6
	20	1712	3.8	146	П	21	57.5	198	-1.3	-3.7
Липень	10	1609	4.7	56	П	19	28.2	106	+0.2	-1.8
	22	3164	4.7	201	В	22	00.7	187	+0.7	+1.7
Серпень	1	890	4.5	319	В	0	35.9	248	-0.4	+1.4
	21	Сатурн	0.7	199	П	3	39.2	54	+0.3	-0.3
Вересень	21	Сатурн	0.7	199	В	4	36.2	241	+0.2	-0.6
	15	3164	4.7	147	П	17	46.6	112	+1.3	+0.9
	20	326	6.0	218	В	19	27.2	257	+0.1	+1.5
	21	472	4.9	233	В	21	10.0	223	0.0	+1.9
Жовтень	23	647	5.5	248	В	0	48.4	219	+0.6	+2.4
	27	1251	5.9	298	В	2	11.4	278	+0.7	+1.2
	19	556	5.5	214	В	20	19.1	204	-0.1	+2.4
	19	564	6.1	214	В	21	11.7	236	+0.5	+1.8
Листопад	21	885	5.7	240	В	19	19.8	286	-0.1	+1.0
	7	2910	4.8	71	П	16	42.2	359	-0.8	+1.8
	12	50	6.0	136	П	17	19.9	67	+1.1	+1.3
	14	326	6.0	164	П	16	28.1	61	+0.2	+1.7
Грудень	18	1008	5.1	221	В	22	30.5	298	+1.4	0.0
	20	1169	5.4	236	В	2	55.7	279	+1.5	-0.7
	24	1609	4.7	282	В	4	21.4	311	+1.2	-0.8
	7	3288	5.9	77	П	15	37.8	62	+1.3	+0.5
	10	146	4.4	119	П	20	41.2	351	-	-
	13	556	5.5	158	П	17	02.5	125	+1.6	+0.2
	13	564	6.1	158	П	17	35.5	87	+0.9	+1.2
	13	560	3.8	158	П	17	59.0	352	-	-
	16	1088	5.6	201	В	23	35.0	255	+1.6	+0.8
	22	1678	5.8	262	В	5	43.7	354	+0.1	-2.5

Дата		Номер зорі за ZC	Зоряна величина t	Елонгація Місяця E , град.	Явище	T_B		P , град.	A , хв/град.	B , хв/град.
						год	хв			
Одеса										
Січень	17	180	5.6	83	П	15	35.0	341	-1.6	+5.4
	20	598	5.7	124	П	22	16.6	61	+0.9	-0.4
	22	885	5.7	146	П	17	51.3	35	+0.8	+3.4
	22	890	4.5	146	П	19	15.8	146	+2.3	-4.0
	22	909	6.1	148	П	23	37.1	141	+0.1	-3.1
	24	1169	5.4	169	П	18	00.9	168	+2.5	-5.4
Лютий	4	2237	5.1	284	В	3	46.1	283	+1.6	+0.2
	15	415	6.0	79	П	18	43.5	113	+0.9	-2.5
	16	556	5.5	93	П	21	24.7	27	+0.9	+0.9
	19	1008	5.1	127	П	18	23.9	85	+1.9	+0.3
	21	1169	5.4	142	П	1	46.7	90	0.0	-1.3
Березень	15	647	5.5	73	П	19	07.5	29	+1.3	+1.1
	20	1251	5.9	122	П	0	16.2	91	0.0	-1.4
	23	1644	4.1	165	П	21	37.4	146	+1.0	-1.8
Квітень	20	1712	3.8	146	П	22	03.6	186	-0.3	-3.0
Травень	2	3158	5.8	278	В	1	40.3	222	+1.1	+1.7
Червень	8	1088	5.6	28	П	18	31.9	80	0.0	-1.1
	19	2273	5.9	153	П	19	48.5	136	+1.3	-0.5
Серпень	1	890	4.5	319	В	0	27.2	235	-0.5	+1.6
	13	2298	5.1	103	П	17	50.6	61	+1.9	-0.2
	21	Сатурн	0.7	199	П	3	43.8	70	+0.4	-0.8
Вересень	15	3164	4.7	147	П	17	55.2	121	+1.9	+0.3
	20	326	6.0	218	В	19	23.1	248	+0.2	+1.6
	21	472	4.9	233	В	21	02.9	209	0.0	+2.2
	23	647	5.5	248	В	0	41.9	195	+0.2	+3.8
	27	1251	5.9	298	В	2	11.9	263	+0.8	+1.7
Жовтень	12	3106	5.3	115	П	20	13.9	1	-0.5	+1.7
	19	556	5.5	214	В	20	06.4	181	-1.0	+3.6
	19	560	3.8	214	В	20	57.3	307	+2.3	-0.4
	19	564	6.1	214	В	21	08.2	220	+0.4	+2.2
	21	885	5.7	240	В	19	15.3	274	-0.1	+1.1
	23	1206	5.9	266	В	23	48.2	330	+1.4	-1.3
Листопад	7	2910	4.8	71	П	16	38.6	24	+0.3	+0.5
	12	50	6.0	136	П	17	25.0	82	+1.6	+0.9
	14	326	6.0	164	П	16	24.8	71	+0.4	+1.6
	18	1008	5.1	221	В	22	39.5	282	+1.5	+0.4
	20	1169	5.4	236	В	3	09.1	276	+1.5	-0.9
	24	1609	4.7	282	В	4	33.8	312	+1.3	-1.2
Грудень	7	3288	5.9	77	П	15	47.2	78	+1.7	0.0
	10	146	4.4	119	П	20	35.3	18	+0.6	+1.5
	13	564	6.1	158	П	17	40.4	106	+1.5	+0.5
	13	560	3.8	158	П	17	44.2	23	+0.1	+2.7

Дата		Номер зорі за ZC	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T_B</i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.
						год	хв			
Сімферополь										
Січень	17	180	5.6	83	П	15	27.1	360	0.0	+3.1
	20	598	5.7	124	П	22	20.3	63	+0.8	-0.5
	22	885	5.7	146	П	17	50.0	45	+1.1	+2.7
	22	890	4.5	146	П	19	33.5	163	-	-
	22	909	6.1	148	П	23	41.9	141	0.0	-3.0
Лютий	4	2237	5.1	284	В	3	51.6	285	+1.7	0.0
	15	415	6.0	79	П	18	50.6	120	+0.7	-3.0
	16	556	5.5	93	П	21	26.5	29	+0.8	+0.7
	19	1008	5.1	127	П	18	30.3	90	+1.9	0.0
	21	1169	5.4	142	П	1	48.5	89	-0.1	-1.2
Березень	15	647	5.5	73	П	19	10.3	32	+1.2	+0.9
	20	1251	5.9	122	П	0	18.4	90	0.0	-1.3
	23	1644	4.1	165	П	21	43.8	144	+1.0	-1.9
	29	2273	5.9	233	В	23	19.3	215	-	-
	20	1712	3.8	146	П	22	07.5	181	-0.1	-2.9
Квітень	25	2237	5.1	203	В	22	34.8	6	-0.8	-2.7
	2	3158	5.8	278	В	1	41.4	221	+1.1	+1.7
Травень	8	1088	5.6	28	П	18	33.2	79	-0.1	-1.0
	19	2273	5.9	153	П	19	54.2	135	+1.4	-0.7
Серпень	1	890	4.5	319	В	0	22.6	228	-0.6	+1.8
	13	2298	5.1	103	П	17	57.5	62	+1.8	-0.3
	21	Сатурн	0.7	199	П	3	46.7	79	+0.4	-1.0
Вересень	15	3164	4.7	147	П	18	02.7	129	+2.6	-0.3
	20	326	6.0	218	В	19	21.4	243	+0.2	+1.6
	21	472	4.9	233	В	20	58.9	201	-0.1	+2.4
	23	647	5.5	248	В	0	33.3	176	-	-
	27	1251	5.9	298	В	2	12.2	256	+0.9	+2.0
Жовтень	12	3106	5.3	115	П	20	11.0	15	0.0	+1.0
	19	560	3.8	214	В	21	04.3	293	+1.8	+0.2
	19	564	6.1	214	В	21	05.9	210	+0.3	+2.5
	21	885	5.7	240	В	19	13.0	267	-0.1	+1.2
	23	1206	5.9	266	В	23	54.6	320	+1.4	-0.7
Листопад	7	2910	4.8	71	П	16	39.5	33	+0.5	+0.3
	12	50	6.0	136	П	17	29.9	91	+1.9	+0.5
	18	1008	5.1	221	В	22	44.0	275	+1.6	+0.5
	20	1169	5.4	236	В	3	16.0	276	+1.5	-1.0
Грудень	7	3288	5.9	77	П	15	53.7	87	+1.9	-0.3
	10	146	4.4	119	П	20	35.6	28	+0.7	+1.0
	13	560	3.8	158	П	17	41.2	33	+0.4	+2.4
	13	564	6.1	158	П	17	46.2	118	+2.1	-0.2
	13	561	5.2	158	П	17	54.3	13	0.0	+3.4

Дата		Номер зорі за ZC	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T_B</i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.
						год	хв			
Харків										
Січень	17	180	5.6	83	П	15	46.4	339	-	-
	20	598	5.7	124	П	22	20.7	44	+0.8	0.0
	22	885	5.7	146	П	18	09.6	24	+0.8	+4.6
	22	890	4.5	146	П	19	17.0	129	+1.8	-2.0
	22	909	6.1	148	П	23	29.0	122	+0.3	-2.3
	24	1169	5.4	169	П	18	00.9	151	+1.6	-1.7
Лютий	4	2237	5.1	284	В	3	54.9	294	+1.4	0.0
	15	415	6.0	79	П	18	40.5	97	+0.7	-1.7
	19	1008	5.1	127	П	18	35.9	71	+1.7	+0.6
	21	1169	5.4	142	П	1	41.8	80	0.0	-1.3
	21	1251	5.9	149	П	16	38.0	165	+1.6	-3.3
	Березень	14	486	5.2	59	П	17	21.7	146	-
Березень	20	1251	5.9	122	П	0	11.4	81	0.0	-1.4
	23	1644	4.1	165	П	21	37.7	131	+1.1	-1.5
	29	2273	5.9	233	В	23	40.6	242	+2.3	+1.4
	Квітень	20	1712	3.8	146	П	21	54.5	170	+0.2
Червень	8	1088	5.6	28	П	18	27.7	69	0.0	-1.0
	16	1925	1.2	118	П	18	53.0	199	-1.3	-3.4
Серпень	1	890	4.5	319	В	0	30.8	235	-0.4	+1.8
	13	2298	5.1	103	П	17	59.0	55	+1.5	-0.5
Вересень	15	3164	4.7	147	П	18	07.5	123	+2.1	+0.1
	20	326	6.0	218	В	19	30.7	246	+0.3	+1.7
	21	472	4.9	233	В	21	10.8	207	0.0	+2.3
	23	647	5.5	248	В	0	57.2	202	+0.6	+3.3
	27	1251	5.9	298	В	2	22.7	273	+1.0	+1.2
Жовтень	12	3106	5.3	115	П	20	16.7	1	-0.5	+1.5
	19	556	5.5	214	В	20	14.1	178	-1.1	+4.0
	19	560	3.8	214	В	21	07.9	307	+2.2	-0.6
	19	564	6.1	214	В	21	18.9	220	+0.5	+2.1
	21	885	5.7	240	В	19	19.4	273	0.0	+1.3
	23	1206	5.9	266	В	23	49.5	345	+1.7	-3.2
	Листопад	12	50	6.0	136	П	17	36.9	85	+1.6
Листопад	14	326	6.0	164	П	16	33.5	73	+0.6	+1.6
	18	1008	5.1	221	В	22	48.5	291	+1.5	-0.1
	20	1169	5.4	236	В	3	12.1	293	+1.1	-1.5
	24	1609	4.7	282	В	4	34.6	329	+0.9	-1.7
	Грудень	7	3288	5.9	77	П	15	55.7	80	+1.5
Грудень	10	146	4.4	119	П	20	44.5	7	+0.3	+2.1
	13	564	6.1	158	П	17	50.9	105	+1.5	+0.4
	13	560	3.8	158	П	17	55.3	22	+0.2	+2.8

Закінчення табл. 33

Дата		Номер зорі за ZC	Зоряна величина m	Елонгація Місяця E , град.	Явище	T_B		P , град.	A , хв/град.	B , хв/град.	
						год	хв				
Донецьк											
Січень	17	180	5.6	83	П	15	36.7	356	-0.1	+3.2	
	20	598	5.7	124	П	22	22.1	49	+0.8	-0.1	
	22	885	5.7	146	П	18	03.4	36	+1.1	+3.3	
	22	890	4.5	146	П	19	25.0	139	+1.8	-3.1	
	22	909	6.1	148	П	23	34.2	126	+0.2	-2.3	
	24	1169	5.4	169	П	18	09.6	166	+2.1	-4.8	
Лютий	4	2237	5.1	284	В	3	57.5	294	+1.5	-0.1	
	15	415	6.0	79	П	18	45.5	104	+0.6	-2.1	
	16	556	5.5	93	П	21	38.4	357	-	-	
	19	1008	5.1	127	П	18	37.8	78	+1.8	+0.2	
	21	1169	5.4	142	П	1	44.2	81	0.0	-1.2	
	20	1251	5.9	122	П	0	14.2	82	0.0	-1.3	
Березень	23	1644	4.1	165	П	21	42.7	132	+1.2	-1.6	
	29	2273	5.9	233	В	23	41.5	241	+2.5	+1.4	
	Квітень	20	1712	3.8	146	П	21	59.7	170	+0.2	-2.4
Червень	8	1088	5.6	28	П	18	29.6	70	-0.1	-0.9	
	16	1925	1.2	118	П	18	58.0	199	-1.3	-3.7	
	17	2029	5.1	129	П	18	24.5	144	+1.1	-1.1	
	19	2268	4.8	153	П	19	51.2	179	+0.2	-2.0	
	19	2273	5.9	153	П	19	57.5	128	+1.4	-0.6	
Серпень	1	890	4.5	319	В	0	26.4	229	-0.4	+1.9	
	13	2298	5.1	103	П	18	02.4	57	+1.5	-0.5	
Вересень	15	3164	4.7	147	П	18	11.6	130	+2.8	-0.4	
	20	326	6.0	218	В	19	27.8	242	+0.3	+1.7	
	21	472	4.9	233	В	21	05.9	200	-0.1	+2.5	
	23	647	5.5	248	В	0	50.0	189	+0.1	+4.8	
	27	1251	5.9	298	В	2	21.6	265	+1.1	+1.5	
	19	560	3.8	214	В	21	11.6	295	+1.9	0.0	
Жовтень	19	564	6.1	214	В	21	15.0	212	+0.4	+2.4	
	21	885	5.7	240	В	19	16.7	268	0.0	+1.3	
	23	1206	5.9	266	В	23	56.5	331	+1.5	-1.5	
	Листопад	12	50	6.0	136	П	17	38.6	92	+1.9	+0.3
		14	326	6.0	164	П	16	31.4	78	+0.7	+1.5
18		1008	5.1	221	В	22	51.0	284	+1.6	0.0	
20		1169	5.4	236	В	3	17.0	289	+1.1	-1.5	
Грудень	7	3288	5.9	77	П	15	59.2	87	+1.7	-0.5	
	10	146	4.4	119	П	20	41.7	18	+0.5	+1.4	
	13	560	3.8	158	П	17	50.6	31	+0.5	+2.5	
	13	564	6.1	158	П	17	53.3	114	+1.9	-0.1	
	13	561	5.2	158	П	18	05.1	9	0.0	+3.8	

ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця 34

АЗИМУТИ ПОЛЯРНОЇ ЗОРІ ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ І ПОПРАВКИ ДО ЇЇ ВИСОТ
Координати Полярної зорі на 2024.5: $\alpha = 2^h 59^m 26^s$, $\delta = 89^\circ 22' 16''$

Зоряний час S		Широта				Зоряний час S		Поправка висоти
		40°	45°	50°	55°			
h	m	'	'	'	'	h	m	'
2	59	0	0	0	0	2	59	-38
3	19	4	5	5	6	2	39	-38
3	39	8	9	10	11	2	19	-37
3	59	13	14	15	17	1	59	-36
4	19	17	18	20	22	1	39	-35
4	39	21	22	24	27	1	19	-34
4	59	24	26	29	32	0	59	-33
5	19	28	30	33	37	0	39	-31
5	39	31	34	37	42	0	19	-29
5	59	35	37	41	46	23	59	-27
6	19	37	41	45	50	23	39	-24
6	39	40	43	48	53	23	19	-22
6	59	42	46	50	56	22	59	-19
7	19	44	48	53	59	22	39	-16
7	39	46	50	55	61	22	19	-13
7	59	47	51	56	63	21	59	-10
8	19	48	52	58	65	21	39	-6
8	39	49	53	58	65	21	19	-3
8	59	49	53	59	66	20	59	0
9	19	49	53	59	66	20	39	3
9	39	49	53	58	65	20	19	7
9	59	48	52	57	64	19	59	10
10	19	46	50	55	62	19	39	13
10	39	45	49	54	60	19	19	16
10	59	43	47	51	57	18	59	19
11	19	41	44	49	54	18	39	22
11	39	38	41	45	51	18	19	24
11	59	35	38	42	47	17	59	27
12	19	32	35	38	43	17	39	29
12	39	29	31	34	38	17	19	31
12	59	25	27	30	33	16	59	33
13	19	21	23	25	28	16	39	34
13	39	17	19	20	23	16	19	35
13	59	13	14	15	17	15	59	36
14	19	9	9	10	12	15	39	37
14	39	4	5	5	6	15	19	38
14	59	0	0	0	0	14	59	38

Таблиця 35

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

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

Поправки середньої рефракції

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

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

Таблиця 36

ПЕРЕВЕДЕННЯ ЧАСТОК ДОБИ У ГОДИНИ, ХВИЛИНИ ТА СЕКУНДИ

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

Таблиця 37

ПЕРЕВЕДЕННЯ ГОДИН І ХВИЛИН У ЧАСТКИ ДОБИ

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

Таблиця 38

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

Рік	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
2021	245 9215	9246	9274	9305	9335	9366
2022	9580	9611	9639	9670	9700	9731
2023	9945	9976	*0004	*0035	*0065	*0096
2024	246 0310	0341	0370	0401	0431	0462
2025	0676	0707	0735	0766	0796	0827
2026	1041	1072	1100	1131	1161	1192
2027	1406	1437	1465	1496	1526	1557

Рік	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
2021	245 9396	9427	9458	9488	9519	9549
2022	9761	9792	9823	9853	9884	9914
2023	246 0126	0157	0188	0218	0249	0279
2024	0492	0523	0554	0584	0615	0645
2025	0857	0888	0919	0949	0980	1010
2026	1222	1253	1284	1314	1345	1375
2027	1587	1618	1649	1679	1710	1740

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

Таблиця 39

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

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

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

ШИРОТИ ТА ДОВГОТИ ДЕЯКИХ МІСТ УКРАЇНИ

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

ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ

Лічба часу

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

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

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

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

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

Залежність між T , T_B , T_{Π} така: $T = T_B + \lambda$, де λ — довгота місця, додатна на схід (широти й довготи деяких міст України подано в табл. 40); $T_{\Pi} = T_B + Z$; $T_{\Pi} = (T - \lambda) + Z$, 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_{Π} для України можна вирахувати за формулою $s = T_{\Pi} + 2N + \lambda - 21.4$ год, де N — десятиковий 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 2024 р. в момент $T = 13$ год 12 хв 53 с, виписуємо з ефемеридної частини календаря (табл. 1) гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для 1 січня $S_0 = 6$ год 40 хв 37 с, обчислюємо різницю $(T - \lambda) = 11$ год 10 хв 53 с = 11.2 год, потім добуток $9.86(T - \lambda) = 110$ с = 1 хв 50 с. За формулою (1) матимемо зоряний час $s = 6$ год 40 хв 37 с + 13 год 12 хв 53 с + 1 хв 50 с = 19 год 55 хв 20 с. За формулою (2) дістанемо: $s = 13.2 + 2(1.0 + 12) - 19.4 = 19.8$ 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° . 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° схід Сонця (за місцевим часом) припадає на 7 год 43 хв, а захід — на 16 год 41 хв. У табл. 40 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 16 год 58 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: 16 год 58.0 хв $- 2$ год 16.7 хв $+ 2$ год = 16 год 41.3 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 Δ_φ , 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. 40, або з географічної карти, уважаючи східну довготу додатною.

Приклад. Треба взяти моменти сходу, заходу й кульмінації Місяця в Ізмаїлі 7 січня. На широті 50° Місяць сходить у цей день (див. табл. 6) о 3 год 44 хв ($v = -3.2$), заходить о 12 год 55 хв ($v = -1.0$). З табл. 40 берімо координати Ізмаїля: $\varphi = 45^\circ 20' = 45.3^\circ$; $\lambda = 1$ год 55.3 хв = 1.922 год, різниця довгот буде $1.922 - 2.033 = -0.111$. Поправки Δ_φ інтерполюємо з табл. 7, вони будуть такими: -17.3 хв для сходу та $+19.3$ хв для заходу. Обчислюємо поправки за довготу: для сходу $\Delta_\lambda = (-3.2)(-0.111) = +0.3$ хв, для заходу $\Delta_\lambda = (-1.0)(-0.111) = +0.1$ хв. Отже, в Ізмаїлі 7 січня Місяць зійде за місцевим часом

о 3 год 44 хв — 17.3 хв + 0.3 хв = 3 год 27.0 хв, а зайде за місцевим часом о 12 год 25 хв + 19.3 хв + 0.1 хв = 12 год 44.4 хв. За київським часом: схід — 3 год 27.0 хв — 1 год 55.3 хв + 2 год = 3 год 32 хв, захід — 12 год 44.4 хв — 1 год 55.3 хв + 2 год = 12 год 49 хв.

Щоб дістати момент кульмінації, треба до табличного моменту додати лише поправку на довготу. З табл. 6 виписуємо годинну зміну моменту кульмінації $\nu = -126.0$ с, обчислюємо поправку $\Delta\lambda = (-126.0)(\lambda - 2.033) = (-126.0)(-0.111) = +14$ с, додаємо її до табличного моменту 8 год 09 хв 24 с і маємо 8 год 09 хв 38 с за місцевим часом. Щоб мати момент кульмінації за київським часом, треба знати довготу місця спостереження з точністю до секунди.

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця (табл. 13) і Місяця (табл. 14) містять на 0 год усесвітнього 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° ;

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° ;

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

Φ — 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 Φ і величиною k існує таке співвідношення:

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

Планети

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

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

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

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

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

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

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

Знаходження широти й азимута за Полярною зорею

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

Приклад. Виправлена за рефракцію висота Полярної зорі, спостереженої в 0 год 39 хв зоряного часу, становить $40^{\circ} 40'$. Поправка висоти Полярної для цього моменту дорівнює $-31'$. Отже, широта місця $\varphi = 40^{\circ} 40' + (-31') = 40^{\circ} 09'$.

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

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

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

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

Приклад. В 0 год 39 хв за зоряним часом на широті $40^{\circ} 09'$ азимут Полярної зорі становитиме $28'$, 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 ефемеридях сходу та заходу Місяця й Сонця цей вплив рефракції враховано: у таблицях подано моменти видимого сходу та заходу.

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

ГЛЯЦІОЛОГІЯ МАРСА. ПРО ЛЬОДИ ТА ОЗЕРА НА МАРСІ

А. П. ВІДЬМАЧЕНКО

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

Вступ

Вираз «гляціологія» походить від латинського *glacies* — лід та грецького *λόγος* — слово, вчення. Тобто, це наука про природні стани льоду у всіх його різновидах на поверхні Землі, в атмосфері, гідросфері та літосфері. А об'єктом вивчення гляціології є гляціосфера та складові системи її ландшафтно-кліматичних поясів. Тому гляціологію поділяють на такі галузі, як льодо- і снігознавство поверхневих шарів планети, льодознавство водойм і водостоків, лавинознавство і вивчення старовинної палеогляціології. По взаємозв'язках із суміжними науками, в гляціології виділяють такі напрямки, як гляціокліматологія і гідрологія, структурна, динамічна, ізотопна і геохімічна гляціологія.

Вперше льодовики в Альпах у 1546 р. описав Себастьян Мюнстер. А як самостійна галузь знань гляціологія почала формуватися на рубежі XVIII і XIX ст. як певний симбіоз гідрології та геології. І якщо на початку термін «гляціологія» пов'язували лише із вивченням земних гірських льодовиків і льодовикового покриття в Арктиці та Антарктиді, то *у другій половині XX ст. і на початку XXI ст. цей же термін стали вживати і при вивченні поверхонь інших планет земного типу (Меркурій і Марс), карликової планети Плутона та льодяних супутників Юпітера, Сатурна, Урана і Нептуна.*

У XIX ст. систематичних знань про льодовики при гляціологічних дослідженнях не вистачало, методи цих досліджень були досить примітивними, а знання про фізичні характеристики льоду — явно недостатніми. Тому на перших етапах розвитку гляціологія була переважно описовою і характеризувалася переважно накопиченням основних відомостей про форми заledenіння у країнах з помірним кліматом. У XX ст. розвиток гляціології перейшов до досліджень полярних заledenінь, вивчення природи льоду та фізичних явищ в льодовиках, до організації постійних робіт на льодовиках і застосування новітніх методів. У 2013 р. гляціологам вдалося пробурити антарктичний лід на глибину у 3.75 км і досягти поверхні найбільшого підлідного озера — Схід, а також дістатися поверхні озера Уїлланс на глибині 0.8 км. Взяті там проби води й ґрунту дозволили виявити, що в цих озерах присутні мікроорганізми, котрі для підтримки життєдіяльності використовують не фотосинтез, а вуглекислий газ (!).

На ранніх стадіях своєї еволюції Земля та Марс розвивалися за схожими сценаріями [20, 29]. Адже і на Марсі тоді були щільна атмосфера [6, 14, 31] та потужний океан. Близько 4 млрд років тому на Марсі унаслідок глобальної катастрофи відбулися значні кліматичні зміни [23]. Тоді Марс втратив досить щільну атмосферу і всі поверхневі водойми [36]. Теперішній Марс за умовами на поверхні є холодною та сухою пустелею.

Космічні дослідження Марса

На зміну тривалим астрономічним спостереженням [33] та спектроскопічним вимірюванням з початком ери космонавтики почалося і пряме вивчення Марса та пошуки води на ньому за допомогою космічних апаратів (КА) [15, 16]. Вже на перших детальних зображеннях поверхні Марса, отриманих КА «Марінер-9», можна бачити долини, канали відтоку, підтоплені ґрунтовими водами схили ярів (які виглядають ідентично ерозійним структурам на Землі!), інші елементи рельєфу, які свідчать про наявність там у минулому рідкої води. Канали відтоку переважно молодші від долин, хоча трапляються й досить древні утворення.

Згідно з отриманими наприкінці 1990-х років апаратом «Марс Global Surveyor» повними картами рельєфу поверхні Марса [12, 30, 32], крім численних мереж долин і каналів відтоку добре проглядається район Північної низовини, а її межа нагадує берег крупного океану [17, 24]. Паралельно береговій лінії розташовуються характерні тераси. Розрахований об'єм цього океану узгоджується з оцінками об'єму рідкої води на ранньому Марсі. Згодом були знайдені елементи

рельєфу, подібні до річкових дельт; вони розташовані уздовж згадуваної берегової лінії на одній і тій же висоті. Отримані КА «Mars Global Surveyor» знімки і їхній аналіз у 2000 р. вказали на наявність каналів, сформованих потоками рідкої води і грязьовими відкладеннями, настільки свіжими, що можна було говорити про те, що вони продовжують формуватися й у теперішній період. Дещо пізніше, за знімками з камери HiRISE на орбітальному апараті «Mars Reconnaissance Orbiter», на освітлених Сонцем схилах сезонно виявлялись темні смуги, схожі на відкладення солей. А в 2015 р. за допомогою спектрометра CRISM на його борту вдалося підтвердити, що вони утворюються на місці періодичних витоків солоної води в рідкому стані.

Досить активні дослідження сезонних сходжень води продовжувалися й за допомогою інших інструментів, таких як THEMIS на орбітальному апараті «Марс Одисей». КА «Марс Одисей» вийшов на орбіту Марса у 2001 р. Серед його апаратури був ще й гамма-спектрометр. А використання нейтронного спектрометра дозволило розпочати якісно новий етап у вивченні гідросфери планети. За допомогою гамма-спектрометра було виявлено значну кількість водню у приповерхневому шарі Марса (особливо у полярних областях). Це може свідчити про значну кількість (30...50 % за вагою, або до понад 95 % за об'ємом) води у твердому стані. Наявність льоду пізніше було підтверджено даними з марсохода «Фенікс», який працював недалеко від північного полюса планети.

Реєстрація нейтронного випромінювання, яке виходить із поверхні Марса, вперше дозволила виявити величезні поклади водяного льоду у приповерхневому шарі ґрунту і отримати їхній розподіл по поверхні в окремих регіонах [1]. Білу речовину, що швидко випаровувалася, було виявлено і на знімках з КА «Mars Global Surveyor», «Марс Одисей», «Mars Reconnaissance Orbiter» та «Марс Експрес» на дні новоутворених ударних кратерів, зокрема і на низьких, і навіть на екваторіальних широтах. Це стало свідченням повсюдної наявності льоду в приповерхневому шарі Марса. А радіолокатор SHARAD на апараті «Mars Reconnaissance Orbiter» підтвердив, що під тонким шаром пилу у всіх цих утвореннях (практично на всіх широтах!) справді є водяний лід.

У 2022 р. китайські вчені отримали докази того, що вода на Марсі залишалася в рідкому стані набагато довше, ніж вважалося раніше. Марсохід «Чжужун» виявив на рівнині Утопія гідратовані відкладення та мінерали, вік яких оцінюється у кілька мільйонів років. Це свідчить про велику кількість води на Марсі в ті часи.

Протягом останніх кількох десятиліть до Марса було відправлено більше десятка міжнародних експедицій. Деякі з них були невдалими, інші повністю виконали поставлені наукові завдання та завершили

свою роботу або все ще продовжують успішно працювати на орбіті навколо Марса і на поверхні планети. У результаті проведених спостережень вдалося накопичити значний обсяг даних та здійснити якісний стрибок у вивченні планети. Це стосувалось таких наукових галузей, як планетна геологія, кліматологія, геохімія, теорія атмосфери, гідросфери та кріолітосфери. Одними з основних питань при цих дослідженнях Марса вважають пошук можливих причин глобальних змін клімату та отримати відповідь на запитання, чи змогли на ньому зародитися біологічні форми життя [3, 10, 11, 18—23, 25, 26, 34, 35].

Обробка нейтронних даних

Обробка найперших нейтронних даних дозволила виявити протяжні полярні області з високим вмістом води, а також два райони з підвищеним вмістом води на низьких та помірних широтах [2, 4]. Отримані модельно залежні оцінки вмісту води показали, що у полярних районах за об'ємна концентрація льоду H_2O може досягати 100 %, а у багатьох районах на низьких широтах — близько 25 %.

Водночас основні питання щодо природи води у цих районах залишалися мало вирішеними. Тому поставала необхідність виявлення закономірностей розподілу води у верхньому шарі ґрунту на Марсі. Це було зроблено на основі інтерпретації даних нейтронного картографування поверхні [28]. Для однозначної геологічної інтерпретації даних нейтронного картографування, визначення форми наявності води у ґрунті, уточнення її вертикального розподілу у досліджуваному шарі, виявлення факторів, що контролюють вміст води та пояснюють виявлені його просторові варіації, виконувався спільний аналіз нейтронних спостережних даних з даними інших приладів, які характеризують фізичні властивості речовини ґрунту. У Північному і Південному приполярних регіонах Марса середній вміст льоду H_2O в ґрунті досягав понад половину за об'ємом. А межі цих районів розташовані майже симетрично відносно екватора на південь і північ від широти 60° . Ці райони відрізняються за висотою місцевості та будовою мезорельєфу. Так, Північний приполярний район знаходиться нижче середнього рівня поверхні на 1...6 км. Південний приполярний район є значно кратерований [27] і розташований вище середнього рівня на 1...4 км.

Вважають, що такі зазначені відмінності Північного і Південного районів впливають на особливості залягання льоду у їхньому ґрунті. Дані нейтронних вимірювань на Півночі узгоджуються з моделлю ґрунту із однорідним заляганням льоду по глибині. Натомість аналіз нейтронних даних для Південного району краще описується двоша-

ровою моделлю із верхнім шаром сухого ґрунту товщиною до 0.2 м, розташованим над насиченими льодом глибшими шарами.

У результаті проведених досліджень вдалося довести наявність на Марсі льоду H_2O під шаром сухого ґрунту у смузі широт $40...60^\circ$ в обох півкулях.

Вода на Марсі у минулому. Зміни з часом

Теперішні кліматичні умови вказують на обмежене у просторі і часі існування на поверхні Марса рідкої води. За сьогоdnішніх кліматичних умов водяний лід не може стабільно перебувати на поверхні Марса, тоді як у шарі ґрунту поблизу поверхні планети знайдено суттєві запаси води і у формі льоду, і у формі зв'язаної мінералами [5] адсорбованої і хімічно зв'язаної води. Значні запаси води також сконцентровані у південній та північній полярних шапках. Вдалося підтвердити, що лід є у приповерхневому шарі практично повсюди, і навіть у приєкваторіальних областях. Найімовірніше, що він опинився там у ранній період еволюції планети. Чисельне моделювання показало, що у полярних областях H_2O і CO_2 сублімуються в атмосферу, потім вода конденсується у лід та сніг на нижчих широтах, і тоді полярні шапки розширюються, зміщуючи свою границю у напрямку екватора. Послідовне чергування таких періодів можна відстежити по шаруватих відкладеннях, що формувалися у полярних шапках. Однак для цього необхідно зробити припущення про те, скільки часу потрібно на утворення кожного шару.

Рельєф планети зберігає на поверхні численні свідчення присутності у минулому води в рідкому стані. Рідка вода не може стабільно перебувати на поверхні Марса за нинішніх кліматичних умов. Проте, судячи з численних свідчень, раніше ситуація була іншою. Очевидно, що для цього температура і парціальний тиск водяної пари в атмосфері повинні були бути вищими за потрібну точку на фазовій діаграмі. Проте зараз вони далекі від відповідних значень. Якщо підвищиться лише температура, а тиск залишиться низьким, лід сублімується безпосередньо у водяну пару, минаючи рідку фазу. Вважають, що під вічною мерзлотою в надрах Марса і зараз можуть бути водоносні горизонти з водою у рідкій фазі.

Гідросфера сучасного Марса є сукупністю водних запасів планети, і представлена вона водним льодом у полярних шапках, водяною парою та хмарами в атмосфері, льодом на поверхні, сезонними витоками рідкої води і можливими резервуарами рідкої води та водних розчинів солей у верхніх шарах літосфери Марса. Через панування низьких температур [13] гідросфера Марса переважно складається із запасів води у твердому стані, які називають кріолітосферою.

Запаси води на Марсі зараз

Нині відкриті та достовірно встановлені об'єми води на Марсі зосереджені переважно у так званій кріосфері — приповерхневому шарі вічної мерзлоти потужністю від десятків до сотень метрів. Більша частина цього льоду лежить під поверхнею планети, оскільки за нинішніх кліматичних умов він не може бути стабільним. Опинившись на поверхні, він швидко випаровується. Лише у приполярних областях температура досить низька для стабільності льоду протягом усього року.

Загальний обсяг льоду на поверхні і у приповерхневому шарі оцінюється у 5 млн км³. Вважають, що у глибших шарах можуть бути зосереджені набагато більші запаси замерзлих та солоних вод — до 75 млн км³. Цей лід у розплавленому стані покрив би поверхню Марса шаром води завтовшки до 35 м. На полюсах концентрація водяного льоду у кріосфері сягає майже 100 %. На широтах вище 60° вона майже скрізь перевищує 20 %, ближче до екватора — 10 %.

25 липня 2018 р. появилось повідомлення про відкриття, засноване на дослідженнях радаром MARSIS. Ці роботи показали наявність підлідного озера завширшки близько 20 км, розташованого на глибині 1.5 км під льодом Південної полярної шапки Марса. Воно стало першою відомою постійною водою на Марсі. Радарне зондування області завширшки до 200 км показало, що поверхня навколо Південного полюса Марса вкрита кількома шарами льоду та пилу глибиною до 1.5 км. Особливо значне посилення відбитого радіосигналу було зафіксоване під шаруватими відкладеннями в межах 20-км зони на глибині близько 1.5 км. Проаналізувавши властивості відбитого сигналу та вивчивши склад шаруватих відкладень, а також очікуваний температурний профіль під поверхнею цієї області, спеціалісти дійшли висновку, що радар виявив під поверхнею кишеню з озером з рідкої води. Прилад не зміг визначити, наскільки глибоким може бути озеро, але його глибина повинна становити щонайменше кілька десятків сантиметрів (таким має бути шар води, щоб його побачив MARSIS).

Більш детальний аналіз радарних даних з КА «Mars Express» та лабораторні експерименти показали, що ці ж «озера» можуть бути ще й гідратованими та холодними відкладеннями, які включають глину, мінерали [7—9], що містять метали, та солоний лід.

Еволюція гідросфери Марса

Вважають, що 3.5...2.5 млрд років тому Марс мав постійну гідросферу. На місці Північної рівнини планети в той час розташовувався

солоний океан обсягом до 17 млн км³ з глибиною до 1 км. У окремі періоди цей океан розпадався на дві частини. Одна з них, округла, заповнювала басейн ударного походження у районі Утопії. Інший мав неправильну форму і лежав у районі навколо Північного полюса Марса. У помірних і низьких широтах тоді було багато озер і річок, а на Південному плато розташовувалися льодовики. Марс мав досить щільну атмосферу, аналогічну тій, яка на той час була і на Землі, при температурі біля поверхні, що доходила до +50°C та тискові до 0.4 бар. Теоретично тоді на Марсі могла існувати й біосфера.

У період від 2.5 до 1 млрд років тому клімат на Марсі став катастрофічно швидко змінюватись. Почали відбуватися потужні і поступово загасаючі глобальні тектонічні і вулканічні процеси, під час яких діяли вулкани, кілька разів сильно змінювалися характеристики гідросфери і атмосфери, з'являвся і знову зникав Північний океан. Катастрофічні повені, пов'язані з таненням кріосфери, призвели до утворення грандіозних каньйонів. Мільярд років тому активні процеси в літосфері, гідросфері та атмосфері Марса припинилися, і він став набувати сучасного вигляду.

Однією з причин таких глобальних катастрофічних змін марсіанського клімату можуть бути великий ексцентриситет орбіти і нестійкість осі обертання, котрі могли викликати величезні, до 45 % коливання потоку падаючого на поверхню планети сонячного випромінювання.

Список використаної літератури

1. Boynton W. V., Feldman W. C., Squyres S. W., et al. (2002) Distribution of Hydrogen in the Near Surface of Mars: Evidence for Subsurface Ice Deposits. *Science*, 297(5578), P. 81—85.
2. Feldman H. A., Longcope C., Derby C. A., et al. (2002) Age Trends in the Level of Serum Testosterone and Other Hormones in Middle-Aged Men: Longitudinal Results from the Massachusetts Male Aging Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(2), P. 589—598.
3. Kuznyetsova Yu. G., Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2019) What can be called «traces» of life on Mars. 6-th Gamow International Conference in Odessa «New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamow» and 19-th Gamow Summer School «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Radioastronomy and Astrobiology», Ukraine, Odessa, August 11—18, 2019, P. 52—53.
4. Mitrofanov I., Anfimov D., Kozyrev A., et al. (2002) Maps of Subsurface Hydrogen from the High Energy Neutron Detector, Mars Odyssey. *Science*. 297(5578), P. 78—81.

5. Morozhenko A., Vidmachenko A., Kostogryz N. (2015) Spectrophotometric properties of Moon's and Mars's surfaces exploration by shadow mechanism. *Highlights of Astronomy*, 16, P. 182—182.
6. Morozhenko A. V., Vidmachenko A. P. (2017) Optical parameters of Martian dust and its influence on the exploration of Mars. *Dust in the Atmosphere of Mars and Its Impact on Human Exploration*, Proceedings of the conference held 13—15 June 2017 in Houston, Texas. LPI Contribution No. 1966, 2017, id. 6010.
7. Morozhenko A. V., Vidmachenko A. P. (2017) What and how can affect the exploration of Mars. 19 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*. May 24—25 2017. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine, P. 67—69.
8. Morozhenko A. V., Vidmachenko A. P. (2020) Dust can affect on the mastering of Mars. 22 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*. December 11—12 2020. Kyiv, Ukraine, P. 71—73.
9. Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2018) Similarity of Mars and Mercury for terraforming and settling of people. 20 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*. May 23—24 2018. Uman, Ukraine, P. 90—91.
10. Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2019) In what places and what exactly can be the «traces» of life on Mars? Ninth International Conference on Mars, Pasadena, California, Jul 22—25, 2019, LPI Contrib. No. 2089, 6007.
11. Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2019) Where and What Exactly Can Be the «Traces» of Life on Mars? The Mars Extant Life: What's Next? conference, originally scheduled for January 29—February 1, is now scheduled for November 5—8, 2019 at the National Cave and Karst Research Institute, 400—1 Cascades Ave., Carlsbad, New Mexico. #5089. LPI Contrib. No. 2108.
12. Vid'machenko A. P., Morozhenko A. V. (2005) Mapping of the physical characteristics and mineral composition of a superficial layer of the Moon or Mars and ultraviolet polarimetry from the orbital station. 36th Lunar and Planetary Science Conference, March 14—18, 2005, League City, Texas, abstract #1015.
13. Vidmachenko A., Mozgovyi A., Steklov O. (2021) Specificity of long-term human settlements on Mars. *Astronomy and the present: materials of the 10th All-Ukrainian scientific conference*, April 12, 2021, Vinnytsia / ed. : V. F. Zabolotny, O. V. Mozgovyi. — Vinnytsia: LLC «TVORY», P. 60—61.
14. Vidmachenko A. P. (2009) Planetary atmospheres. *Astronomical School's Report*, 6(1), P. 56—68.
15. Vidmachenko A. P. (2009) Research of the Mars by space vehicles. 11 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*, May 26—29, 2009. The program and abstracts. Kherson, Ukraine, P. 11—12.
16. Vidmachenko A. P. (2009) Research of the Mars by space vehicles. *Astronomical School's Report*, 6(1—2), P. 131—137.
17. Vidmachenko A. P. (2009) Water on Mars. *Astronomical almanac*, 56, P. 225—249.

18. Vidmachenko A. P. (2014) Where Should Search Traces of Life, Which Could Appear on Mars in the First 300 Million Years. 4th International Conference on Early Mars: Geologic, Hydrologic, and Climatic Evolution and the Implications for Life, Proceedings of the conference held 2—6 October 2017 in Flagstaff, Arizona. LPI Contribution No. 2014, 2017, id. 3005.
19. Vidmachenko A. P. (2016) Is there life on Mars and where necessary to search for its traces. 5 Interregional Scientific and Practical Conference «Astronomy and present. »12 April 2016. Institute of Mathematics, Physics and Technology Education, Vinnitsa, Ukraine, P. 3.
20. Vidmachenko A. P. (2016) Processes on the «young» Mars: possible developments of events. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26—27, 2016, P. 16—17.
21. Vidmachenko A. P. (2016) Traces of life on Mars must be sought around the valley Hellas in areas where the water coming out from under the planet's surface. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26—27, 2016, P. 14—16.
22. Vidmachenko A. P. (2016) Where is Necessary to Search Traces of Life on Mars? Biosignature Preservation and Detection in Mars Analog Environments conference, held May 16—18, 2016. Hyatt Regency Lake Tahoe. Abstract #2002.
23. Vidmachenko A. P. (2017) What forms of life could have arisen in the ancient conditions of Mars? 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24—25 2017. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine, P. 16—17.
24. Vidmachenko A. P. (2018) Water in Solar system. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23—24 2018. Uman, Ukraine, P. 91—93.
25. Vidmachenko A. P. (2019) Traces of life on Mars should be sought in emissions from crater Hellas in places, where water exits from under the surface. 6-th Gamow International Conference in Odessa «New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamow» and 19-th Gamow Summer School «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Radioastronomy and Astrobiology», Ukraine, Odessa, August 11—18, 2019, P. 45.
26. Vidmachenko A. P. (2019) Traces of Martian life should be sought in places around Hellas crater, where water has recently spilled out onto the surface. Ninth International Conference on Mars, Pasadena, California, Jul 22—25, 2019, LPI Contrib. No. 2089, 6005.
27. Vidmachenko A. P. (2023) Comparison of features of impact and volcanic craters on the surface of Mars. Proceedings of VIII International Scientific and Practical Conference. Progressive research in the modern world (April 27—29, 2023). Chapter 43. BoScience Publisher, Boston, USA, P. 237—246.

28. Vidmachenko A. P. (2023) Coordinates and names of surface details on Mars. Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference. Science and technology: problems, prospects and innovations. (April 13–15, 2023). Chapter 39. CPN Publishing Group, Osaka, Japan, P. 217–226.
29. Vidmachenko A. P. (2023) History of possible climate change on Mars. Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference. Science and innovation of modern world. (23–25 March 2023). Chapter 54. Cognum Publishing House, London, United Kingdom, P. 336–345.
30. Vidmachenko A. P. (2023) Macrorelief of the surface of Mars. Proceedings of XIV International Scientific and Practical Conference. Prospects for the development of science and the environment. (April 10–12, 2023). Chapter 7. Helsinki, Finland, P. 34–39.
31. Vidmachenko A. P. (2023) The atmosphere of Mars. Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference. Scientific research in the modern world. (April 6–8, 2023). Chapter 45. Perfect Publishing, Toronto, Canada, P. 283–293.
32. Vidmachenko A. P. (2023) Thermal properties of the surface of Mars. Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference. Progressive research in the modern world (March 29–31, 2023). Chapter 42. BoScience Publisher, Boston, USA, P. 243–252. Kuznyetsova Y. G., Vidmachenko A. P. (2019) Possible life forms on the «young» Earth and Mars. Pasadena, California, Jul 22–25, 2019, LPI Contrib. No. 2089, 6105.
33. Vidmachenko A. P., Klimenko V. M., Morozhenko A. V. (1981) Apparent spectral albedos of the disk of Mars in September–October 1977. Solar System Research, 14(4), P. 157–159.
34. Vidmachenko A. P., Kuznyetsova Yu. G. (2019) Possible life forms on the «young» Earth and Mars. 6-th Gamow International Conference in Odessa «New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamow» and 19-th Gamow Summer School «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Radioastronomy and Astrobiology», Ukraine, Odessa, August 11–18, 2019, P. 59.
35. Vidmachenko A. P., Shliakhetska Ya. (2019) About several ways to recognize biosignatures of metabolic activity of Mars. 6-th Gamow International Conference in Odessa «New Trends in Astrophysics, Cosmology and HEP after Gamow» and 19-th Gamow Summer School «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Radioastronomy and Astrobiology», Ukraine, Odessa, August 11–18, 2019, P. 59–60.
36. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2022) How long ago has water flowed on Mars surface? Results of modern scientific research and development. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference. Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 16–18. 01. 2022, P. 226–232.

ЧЕРГОВИЙ «ПАРАД» ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ У 2024 РОЦІ

А. П. ВІДЬМАЧЕНКО

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

Вступ

Парадом планет називають таке астрономічне явище, коли деяка кількість планетних тіл у нашій Сонячній системі розташовується з одного боку від Сонця у секторі невеликого розміру. Зазвичай розмір сектора має складати менш ніж 90° . При цьому планети повинні перебувати порівняно близько одна від іншої на небесній сфері. Особливу «вагу» такому явищу надає перебування у цьому ж секторі ще й природного супутника Землі — Місяця. І найбільший гравітаційний вплив на нашу Землю створюватиме проходження Місяця якомога на меншій кутовій відстані від такої планети-гіган-

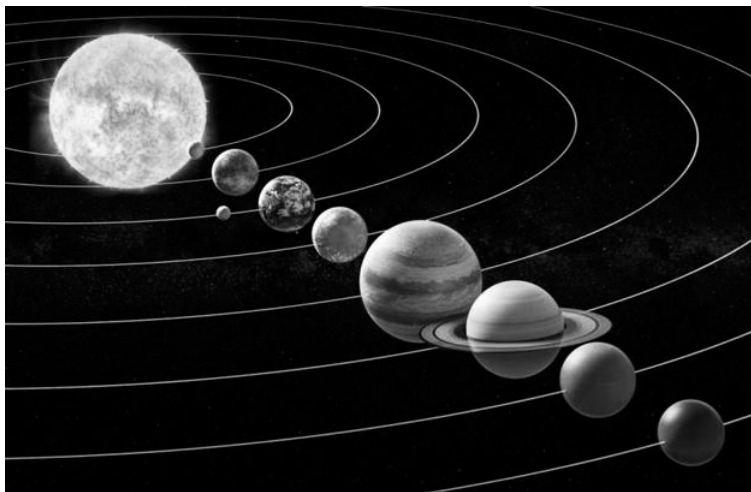


Рис. 1. Великі планети Сонячної системи (https://lenta.ua/storage/09/18/23/27/890_450_5efdd799c8d4e.jpg)

та, як Юпітер. Адже, хоча у Сонці зосереджується 99.87 % маси усієї Сонячної системи, та саме Місяць своєю припливною силою здійснює на Землю у середньому у 2.2 раза більший ефект, ніж наше центральне світило.

Меркурій обертається навколо Сонця майже за 88 земних діб, Венера здійснює один повний оберт за 225 діб, Марсу необхідно 687 земних днів. Юпітеру для цього потрібно 11.96 земних років, а Сатурну — понад 29 років. Через таку різну тривалість проходження планет орбітою навколо центрального світила планети наближаються на небесній сфері одна до іншої через дуже нерегулярні проміжки часу (рис. 1).

Що таке «парад» планет

Мінімальну кутову відстань між довільними небесними тілами по екліптичній довготі називають сполученнями. Якщо ж за таких умов вони перебувають близько ще й по екліптичній широті, то для пари таких об'єктів спостерігатиметься покриття більш віддаленого об'єкта ближчим до спостерігача на Землі. Прикладами такого роду є затемнення Сонця при його з'єднанні з Місяцем чи проходження внутрішньої планети (Венери і Меркурія) по сонячному диску.

Щодо такого поняття, як «парад» планет, то розрізняють три типи відповідних явищ: малий, великий і повний «парад». Домовилися, що з малим парадом ми маємо справу тоді, коли хоча б чотири великі планети розташовуються з одного боку від Сонця у невеликому кутовому секторі. Астрономічне явище, при якому шість планет перебувають в невеликому секторі з одного і того ж боку від Сонця, називається великим. І якщо всі сім планет (зрозуміло, що окрім нашої Землі) вилаштовуються на фоні зоряного неба по один і той же бік від Сонця у невеликому секторі, то такий парад назвали повним.

Також у Сонячній системі розрізняють «невидимі» та «видимі» паради планет. Ясно, що з видимим парадом планетних тіл ми маємо справу тоді, коли видимі неозброєним оком п'ять планет Сонячної системи (Меркурій, Венера, Марс, Юпітер та Сатурн) при своєму русі по небесній сфері підходять одна до одної на достатньо близьку відстань у секторі $10...40^\circ$. Такі умови спостережень можуть бути виконані лише тоді, коли Марс, Юпітер та Сатурн матимуть майже однакові значення довготи, і їх має бути видно поруч із внутрішніми планетами. Це можливо лише тоді, коли Меркурій та Венера навесні перебувають у східній елонгації, а восени — у західній елонгації від Сонця. Якщо ж у такий сектор на небесній сфері попадають ще й дві інші планети-гіганти — Уран та Нептун — то ми матимемо справу із так званим «невидимим» типом парад планет.

Спостереження за «парадом» планет

Усі ці планетні паради є можливість спостерігати або увечері, або ж вранці. Зрозуміло, що малі паради планет за участю лише чотирьох планет відбуваються частіше. А своєрідні мініпаради — за участю всього трьох планет — є можливість спостерігати кожного року, а то й по два рази на рік. Але умови видимості таких парадів дуже відрізняються для різних значень широти Землі. Так, наприклад, паради планет за участю п'яти видимих неозброєним оком планетних тіл відбуваються лише раз на 18—20 років. Такий тісний парад із цих п'яти планет у секторі 38° мав місце у березні 2022 року. Проте умови видимості усіх п'яти планет були несприятливими для жителів в Україні.

У той час Уран розташовувався між Марсом та Сонцем, а Нептун у телескоп, чи навіть у бінокль, можна було бачити між Юпітером та Сатурном. Найкраще усі вказані планети можна було бачити всього кілька десятків хвилин. Тобто, практично відразу після того, як Сонце зайшло за горизонт.

Знову над горизонтом усі ці планети з'явилися наприкінці травня, але вже у зворотному порядку. Спочатку, приблизно опівночі, сховався Сатурн, далі, менш ніж за годину — Нептун, потім Юпітер і Марс, біля 2:30 ночі — Уран, ще через пів години — Венера, і останнім, уже на зовсім світлому небі — Меркурій. Конфігурація, наведена на рис. 2, спостерігалась 24 червня 2022 року в Києві; в інші дні та в інших містах картина буде відрізнятись, але не суттєво. 24 червня парад планет можна було спостерігати протягом майже цілої години.

Починаючи від 19 червня, коли Місяць проходив мимо Сатурна, він по черзі пройшов біля всіх планет. 23 червня він пройшов менш ніж за 3° від Марса і 24 червня — опинився на вказаному на рис. 2 місці. 25 червня він пройшов поблизу Урана, а наступного дня — біля

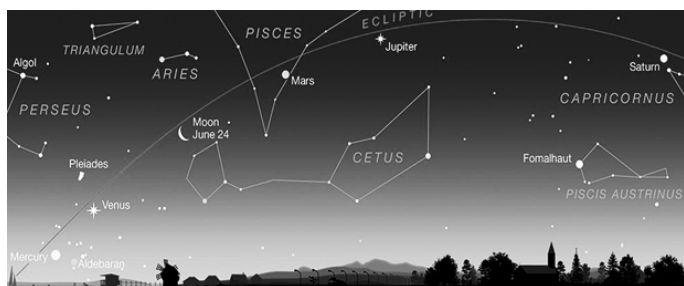


Рис. 2. Карта зоряного неба із розташуванням видимих планет над Києвом у третій декаді червня 2022 року, вранці перед сходом Сонця (https://www.sciencealert.com/images/2022-06/processed/PlanetLines_1024.jpg)

Венери. 27 червня Місяць у сутінках пройшов поруч із Меркурієм. У цей день кутова відстань між Меркурієм і Сатурном почала перевищувати 110° , і з огляду на вищенаведені обмеження дане червнєве явище вже перестало бути «парадом» планет.

Також відмітимо, що наступний «парад» планет матиме місце у травні 2024 року. Тоді крайні ланки «ланцюга» великих планет розділятиме майже 71° . Але спостерігати його по всій ділянці буде неможливо. Адже Венера та Юпітер у той момент перебуватимуть майже поруч із Сонцем.

Список використаної літератури

1. Відьмаченко А. П. (2007) Загадковий Меркурій вивчають космічні апарати. *Астрономічний календар*, 54, с. 185—207.
2. Krushevs'ka V. M., Benedichuk T. B., Vid'machenko A. P. (2003) Variations of brightness temperatures of Uranus and Neptune. *Astronomical School's Report*. 4(2), p. 77—82.
3. Morozhenko A. V., Vidmachenko A. P. (2004) Moon Base and Problems of Global Changes on the Earth. *Journal of Automation and Information Sciences* 36 (11), p. 27—31.
4. Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2018) Areas for Comfortable Human Habitation on the Mercury. *Mercury: Current and Future Science of the Innermost Planet, Proceedings of the conference, 1—3 May 2018, Columbia, Maryland*. LPI Contribution No. 2047, id. 6015.
5. Steklov A. F., Vidmachenko A. P. (2018) Zones of comfortable living of habitants on Mercury. 20 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*. May 23—24 2018. The program and abstracts. Uman, Ukraine, p. 58—60.
6. Vid'Machenko A. P. (1991) Giant planets — Theoretical and observational aspects. *Astronomicheskii Vestnik*. 25(3), p. 277—292.
7. Vidmachenko A. P. (1985) Activity of processes in the atmosphere of Jupiter. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 1(5), p. 101—102.
8. Vidmachenko A. P. (2009) Research of the Mars by space vehicles. 11 International scientific conference *Astronomical School of Young Scientists*, May 26—29, 2009, Kherson, Ukraine, p. 11—12.
9. Vidmachenko A. P. (2015) Seasons on Saturn. II. Influence of solar activity on variation of methane absorption. *Astronomical School's Report*. 11(1), p. 15—23.
10. Vidmachenko A. P. (2016) Seasonal changes on Jupiter: 1. Factor of activity of the hemispheres. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 32(4), p. 189—195.
11. Vidmachenko A. P., Morozhenko A. V. (2014) The study Earth-like planets using spacecraft. *Astronomical School's Report* 10 (1), p. 6—19.
12. Відьмаченко А. П., Мороженко О. В. Фізичні параметри планет земного типу і їх супутників // К. : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 2019. 468 с.

ЗМІНИ НА СУПУТНИКУ САТУРНА ТИТАНІ

А. П. ВІДЬМАЧЕНКО,

доктор фізико-математичних наук, професор

О. Ф. СТЕКЛОВ,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

Вступ

2024 рік пов'язує супутник Сатурна Титан із цілим рядом ювілейних дат. Так, 20 років тому, 1 липня 2004 р., космічний апарат (КА) «Кассіні — Гюйгенс» дістався системи Сатурна. Це сталося після семирічної міжпланетної подорожі від нашої планети Земля. Траєкторія цього польоту включала двократний обліт Венери, здійснення додаткового гравітаційного маневру навколо Землі, проліт на відстані 380 тис. км від Місяця для отримання калібрувальних світлин цього супутника. А наприкінці 2000 року КА виконав кількомісячну програму наукових вимірювань у ході прольоту біля Юпітера. Зокрема, він отримав до 26 тис. зображень цієї планети і її околиць. І лише в середині 2004 року він став першим штучним супутником Сатурна. 25 грудня 2004 р. від КА «Кассіні» відокремився створений Європейським космічним агентством зонд «Гюйгенс», почавши самостійне переміщення до Титана.

Ще одна ювілейна дата стосується 80-ї річниці з моменту виявлення в 1944 році у спектрі Титана смуги поглинання метаном, та 50-ї річниці з моменту відкриття у його атмосфері спектроскопічним методом молекулярного водню. Через легкість цього газу для даної маси Титана здавалося неможливим його утримання. Проте пояснити факт наявності водню в атмосфері супутника можна припущенням, що він може бути продуктом фотодисоціації аміаку та метану, які постійно виділяються із його надр. 45 років тому, у 1979 р., дуже складні радіометричні вимірювання в тепловому інфрачервоному діапазоні на літаючій обсерваторії дали змогу вперше визначити яскравісну температуру Титана — близько 80 К.

Особливості опромінення системи Сатурна Сонцем

Планета Сатурн має нахил $B \approx 26^{\circ}44'$ площини екватора до площини його орбіти. Тому за час обертання навколо Сонця протягом

29.46 років спостерігаються значні відмінності у надходженні сонячної енергії до різних широтних поясів планети. Саме тому ця планета з 1977 року була об'єктом нашого дослідження за сезонними змінами у її атмосфері. Наші розрахунки [16] показали, що Сатурн проходить перигелій орбіти близько до епохи літа у південній півкулі; а в афелії — маємо літо у північній півкулі. Через витягнутість орбіти південна півкуля Сатурна отримує від Сонця майже на четверть більшу енергію, ніж північна. Особливо відчутні такі відмінності на помірних і полярних широтах. Кільця додатково закривають доступ сонячного світла до хмар Сатурна, посилюючи сезонні контрасти на планеті [17]. Подібні зміни опромінення атмосфери позначаються на фізичних характеристиках хмар, туману над ними та на вертикальній структурі всієї тропосфери, де вони утворюються [15, 22]. Тому їх пов'язують із сезонними змінами [1] притоку сонячної енергії.

Характеристики Титана

Найбільший супутник Сатурна Титан має діаметр 5152 км. Він є другим за розмірами у Сонячній системі [19] після супутника Юпітера [3, 10] Ганімеда [21]. За 15.945 земних діб він обертається на середній відстані 1221870 км від Сатурна. Період його обертання по орбіті є синхронізованим з обертанням навколо планети. Площина орбіти супутника і його екваторіальна площина практично збігаються з площиною кілець Сатурна. Тому він освітлюється Сонцем так само, як і власне Сатурн [16]. А це означає, що за 29.46 земних років Титан також почергово нахилиється до Сонця то північною, то південною полярною областями. Це призводить до періодичних змін надходження сонячної енергії до його північної і південної півкулі.

Нагадаємо також, що 80 років тому, у 1944 р. Дж. Койпер відкрив потужну атмосферу Титана. Як пізніше виявилось, вона на понад 95 % складається з азоту із домішками переважно метану і незначними долями деяких інших газів. Товщина цієї атмосфери навіть по висоті видимих верхніх рівнів хмар становить від 200 до 500 км. Це створює тиск біля поверхні майже у 1.5 бара [13]. Температура на поверхні супутника становить близько 94 К, що є температурою конденсації азоту. Через доволі густі хмари поверхня Титана довго залишалася невидимою. І тільки перші радарні дослідження з космічних апаратів та спостереження в інфрачервоній (ІЧ) ділянці спектру з телескопом Габбла, телескопами Кека і з Дуже Великим телескопом (ДВТ) вказали на можливість наявності на поверхні Титана морів, озер і боліт із рідкого азоту, островів із замерзлої води і метану та із силікатів на «сухій» поверхні. Тоді ж було зареєстровано і випадання метанових дощів.

Ці факти дозволили висловити припущення про подібність водного циклу на планеті Земля та процесів на Титані. Ми звернули увагу [21] на можливість так званих сезонних змін у потужній атмосфері Титана [25]. Ці зміни повинні викликати періодичну перебудову і варіації фізичних характеристик почергово у північній і південній півкулях супутника [27], аналогічно до сезонних змін в атмосфері Сатурна [8], Юпітера [2, 11], Марса [20] чи Землі [5–7].

Особливості хмар на Титані

Ще спостереження з Землі показали, що переважна більшість змін у видимих хмарах на Титані формувалися протягом тривалого періоду, який цілком міг бути пов'язаний зі змінами сезонів. У рамках різних моделей циркуляції передбачалось, що подібна перебудова хмар для більшості широтних поясів може тривати на супутнику до 22...25 років. Адже саме протягом такого часу полярні області однієї із півкуль освітлюються сонячним світлом. А полярні області протилежної півкулі у цей же час перебувають у полярній ночі. І там активність процесів майже повністю припиняється на 4...7 років. По закінченні цього періоду активність процесів в атмосфері супутника відновлюється на наступний схожий термін вже у протилежній півкулі.

Характеристики та особливості процесів в атмосфері Титана протягом досить тривалого часу і достатньо детально вдалося вивчати апаратурою КА «Кассіні» та з допомогою ІЧ-спостережень на згадуваних вище великих телескопах.

Також досить короткотермінові спостереження вертикальної будови атмосфери супутника були проведені паралельно при спуску модуля «Пойгенс» та з апаратурою КА «Кассіні». Вони дозволили зареєструвати густі хмари на висотах 26...30 і 19...23 км з метану, та із рідкого смогу на висотах 18...19 км і на деяких інших рівнях в атмосфері супутника. Густіші хмари своєю будовою виявилися дуже схожими на земні купчасті утворення [4, 14]. Відмінними були лише розміри краплин метану на Титані та земних крапель води. Їхні розміри на супутнику були майже у 100 разів більшими! Тому при практично однаковому рівні вологості краплини у хмарах на Титані розташовуються ще й на значно більшій відстані одна від одної, а хмари на супутнику мають значно меншу щільність.

Отримані спостережні дані вказали на наявність постійної циркуляції в атмосфері Титана у моменти проведених спостережень. Було зареєстровано, що величезні маси дещо тепліших газів на висоті близько 7 км рухалися від південної півкулі до північної полярної області, там опускалися і поверталися назад. Результати комп'ютерної

симуляції глобальної циркуляції атмосфери та вимірювання в інфрачервоному діапазоні показали, що інтегральна температура поступово знижувалася при переході з півдня на північ. У момент посадки зонда саме в тому місці була зима [2]. Через відмінності в умовах сезонного нагрівання протилежних півкуль Титана реєструвалися ще й значна різниця значень тиску між півкулями. Нагадаємо, що саме південна півкуля в моменти цих спостережень була нахилена до Сонця.

Атмосфера Титана обертається в той же бік, що й супутник у цілому, але значно швидше (ефект суперротації). Зонд «Гюйгенс» приблизно через 10 хвилин після початку свого опускання зареєстрував у стратосфері максимальну швидкість вітру 160 м/с; на висотах 120...150 км — близько 100 м/с; на висоті 60 км швидкість вітру значно зменшилася, і після висоти 7 км її значення складало лише кілька метрів за секунду; на поверхні реєструвався тільки легкий бриз із швидкостями до 0.3 м/с.

Відмічалось, що на висоті 6 км, а потім — на висоті 0.7 км над поверхнею вітер двічі змінив свій напрямок. Вважають, що саме ці два значення висоти в атмосфері Титана [9] обмежують циркуляційний процес, відомий як комірка Хедлі. Ця велетенська комірка циркулювала у роки спостережень від південного до північного полюса у верхніх шарах атмосфери і у зворотному напрямку — біля поверхні супутника. І саме вона була основним шляхом переносу тепла в атмосфері. Тому у південних широтах Титана було на 10 К тепліше, ніж навіть на екваторі. Таке південне літо там продовжувалося до 2010 р. Після цього Сатурн став нахилятися на орбіті так, що вже північна його півкуля почала все сильніше нагріватися Сонцем.

Така величезна комірка Хедлі може існувати лише на об'єктах із дуже повільним обертанням. Нагадаємо, що на Титані доба триває майже 16 земних діб. Тому, незважаючи на те що ці ячейки керуються однаковими механізмами, система потоків повітря на Титані досить суттєво відрізняється від земної [20]. Даний факт є важливим з точки зору порівняльної планетології. Адже він дозволяє вивчати у порівняльному аспекті кліматологічну систему, суттєво відмінну від земної.

Прямі вимірювання з модуля «Гюйгенс» показали, що температурний мінімум у тропопаузі атмосфери Титана розташований на висоті близько 45 км над поверхнею при температурі близько 70 К і тискові 0.12 бар. Нижче від цього рівня температура збільшується, і біля поверхні досягає майже 94 К. Вище рівня тропопаузи розташована стратосфера, де температура знову підвищується з висотою. Згідно з даними, отриманими зондом «Гюйгенс», в атмосфері було досить темно протягом понад сотню останніх кілометрів спуску. Адже крім по-

тужних хмар там спостерігався ще й досить помітний туман, який порідшав тільки на малих висотах.

Виявилося, що в оптичному діапазоні протяжний шар хмар і туманів пропускав до поверхні менш ніж 10 % падаючого світла. У міру занурення від висоти 140 км колір неба від світло-жовтого ставав усе червонішим. І вже на висоті 50 км максимум випромінювання у спектрі неба змістився до довжин хвиль 560...680 нм оранжево-червоних кольорів. А довжини хвиль 1270...1550 нм розташовані у вікні прозорості атмосфери Титана. Там прозора майже так само, як і в земній атмосфері в оптичному діапазоні. Тому якщо у видимих променях на Титані завжди похмуро, то в ІЧ-діапазоні з поверхні Титана видно і Сатурн, і Сонце.

Метанові хмари у тропосфері Титана виявилися дуже динамічними. Аналіз спостережних даних показав, що зазвичай вони виникають буквально протягом півгодини при підйомі повітряних мас із середньої тропосфери до рівня тропопаузи [12]. Після випадання дощам на поверхню супутника, хмари розсіювалися протягом наступної години.

Характеристики сезонних змін

Інколи в атмосфері Титана спостерігали і хмари з етанового снігу. Наприклад, у зимовій північній півкулі на широтах 50...70° супутника подібну хмару реєструвала апаратура «Кассіні» на всіх можливих довготах. Вважають, що саме конденсацією етанового снігу навколо полярних областей Титана в моменти полярної зими можна пояснити практичну відсутність рідких скупчень етану аж до тропічних широт. Поблизу місця посадки «Гюйгенса» річкові русла навіть у приекваторіальній зоні Титана також виявилися не заповненими рідиною. Спеціальні дослідження показали, що вони могли бути сезонними руслами, які наповнюються тільки у той період року, в який випадають опади. До речі, у момент посадки зонда там був «сухий» сезон [26].

Прошло до двох років після посадки «Гюйгенса», перш ніж сезонна гіпотеза отримала прямі підтвердження для моментів закінчення зими у північному полярному районі Титана при радарних дослідженнях з КА «Кассіні».

Нагадаємо, що основним хімічним компонентом як атмосфери Титана, так і атмосфери Землі, є азот. Однак хімічний склад решти елементів суттєво відрізняється від їхніх земних аналогів. Адже роль кам'яних гірських порід на Титані відведена водному льоду [20, 21], а роль земної води виконує рідкий метан з добавками. Яскравіші плями у темних морях і озерах є островами різних розмірів. Тому знайдені

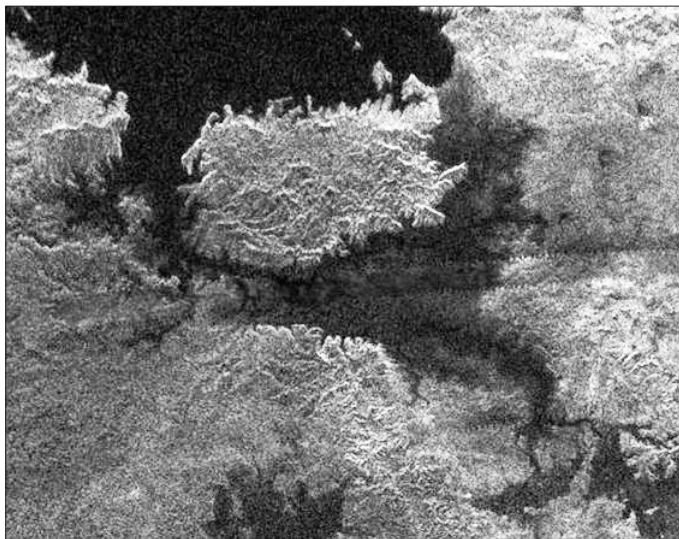


Рис. 1. Знімки поверхні з КА «Кассіні» в інфрачервоному діапазоні показали наявність фрагментарних морів навколо північного полюса Титана (http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery)

весною у північній півкулі озера стали серйозним доказом циклу круговороту рідини на Титані. Адже при такому циклі саме початок випадання весною сильних метанових опадів і наступне наповнення озер, яке супроводжувалося підняттям ґрунтових рідин, є підтвердженням сезонних змін.

Обертання системи Сатурна довкола Сонця з 29.46-річним періодом викликає зміну сезонів на Титані. Так, під час роботи «Кассіні» у 2008...2017 рр. у північній півкулі йшли сильні дощі. Тому там було зареєстровано велику кількість озер. Натомість у південній півкулі практично всі наповнені резервуари поступово висихали. Багато з озер у північних широтах були набагато більшими, ніж навіть деякі моря на Землі. Наприклад, радар «Кассіні» зафіксував найбільше таке темне місце на поверхні поблизу північного полюса супутника (рис. 1). Саме отримані апаратурою «Кассіні» зображення поверхні в ІЧ-діапазоні дозволили уточнити ще й хімічний склад місцевості у північному полярному регіоні, та підтвердили наявність там рідких метану й етану. Такі великі темні ділянки поширювалися далі, ніж на 1000 км від полюса. На 2008 р. радар «Кассіні» просканував до 60 % північного полярного регіону вище 60° по широті. Виявилося, що озе-

рами із вуглеводнів розмірами від одиниць до сотень кілометрів було відкрито шосту частину цієї області [30].

Після цього розпочалися радарні спостереження маловивченого раніше регіону навколо південного полюса. Це дозволило виявити суттєві відмінності між північною та південною полярними областями Титана. За зимовим південним полярним колом вдалося знайти всього одне велике озеро з розміром до 230 км, три невеликих озера і декілька невеличких плям біля 70° пд. ш. Там же знайшли велику кількість сухих округлих западин, котрі були схожими своєю формою на кратери [23, 24] та на північні озера. Також було знайдено великого розміру структуру з пониженням, яку можна інтерпретувати як басейн висохлого моря із системою річок і каналів, які наповнювали його.

Інші «сухі» частини південних областей також показували схожість із відповідними північними регіонами. По схожості значної кількості подібних елементів навколо обох полюсів можна говорити про те, що полярні області Титана точно перебувають під впливом погодних умов, які періодично кардинально змінюються. Тривалість сезону на Титані становить майже 7.5 років, або чверть сатурніанського року.

Після ретельних досліджень цих сезонних змін [28, 29], було запропоновано кілька механізмів, які можуть формувати на супутнику вуглеводневі водоймища наведених вище типів. Знайдені на Титані озера мають величезний інтервал наповнюваності. Це говорить про їхню тривалу еволюцію, а також про те, що вони являються ланками у ланцюзі, подібному до земного круговороту води.

А отже, Титан є унікальним тілом серед тих, що перебувають на далеких відстанях у Сонячній системі. Наявні там водойми [18] значно відрізняються своїми розмірами (від 1 до 100000 км²). При цьому понад 70 % обстеженої території займають великі озера. Наприклад, із 400 знайдених озер більшість мали розмір понад 26000 км². Найбільша за розміром водойма — Море Кракен — досягала у поперечнику 1200 км при площі майже 400000 км². Комбінація різних радарних досліджень дозволила встановити, що практично всі озера пов'язані між собою, і суть частиною одного великого моря із рідкого етану, з'єднаного з метаном і розчиненим у ньому азотом. За розрахунками, етан складає близько 10 % об'єму всієї рідини.

Висновки

Таким чином, основною причиною різкого контрасту в ландшафтах навколо протилежних полюсів Титана, найімовірніше, є відмінності природних умов між зимовим та літнім сезонами [5] у цих регіонах. Можна передбачити, що у момент рівнодення 2023 р. у

південній півкулі Титана спостерігатиметься кінець зими, а у північній — кінець літа. І саме в ці моменти видимі обриси озер і морів зазнають кардинальних змін. Адже поступове нагрівання південної полярної області призведе там до підйому випаруваного метану, утворення густих хмар, випадання метанових дощів, перенесення теплішої частини атмосфери до протилежного північного полярного регіону і до її охолодження, опускання і потім до повернення у зворотному напрямку. Випалі дощі заповнять висохлі до цього південні низини.

А навколо північного полюса практично вся рідина вимерзне, і там збережуться тільки залишки найкрупнішого моря та декілька озер скромних розмірів.

Тому було б дуже доречно у 2023...2025 рр. провести відповідні спостереження в ІЧ-діапазоні з телескопами Кека, космічними телескопами та Дуже Великим телескопом з метою перевірки даної гіпотези щодо сезонних змін на Титані. У сукупності все це відкриває нові можливості для порівняльних досліджень сезонної динаміки змін у достатньо потужних атмосферах Титана та Землі.

Список використаної літератури

1. Cess R. D., Cocran J. A. (1979) Saturnian stratospheric seasonal climate model. *Icarus*. 38, p. 349—357.
2. Klimenko V. M., Morozhenko A. V., Vid'machenko A. P. (1980) Phase effect for the brightness coefficient of the central disk of Saturn and features of Jupiter's disk. *Icarus*. 42(3), p. 354—357.
3. Kuznyetsova Yu., Matsiaka O., Shliakhetskaya Ya., et al. (2013) Spectral Research of Solar System Giant Planets Using 2-m Telescope at the Peak Terskol. Observing techniques, instrumentation and science for metre-class telescopes. Workshop. Tatranska Lomnica. Slovakia. 23—26. 09. 2013. Abstract book. Edited by Richard Komzik, Theodor Pribulla. P. 29.
4. Morozhenko A., Vid'machenko A. (2005) Polarimetry and physics of solar system bodies. NATO Science Series II: Mathematics, Physics and Chemistry, vol 161. p. 369—384.
5. Nevodovskyi P. V., Morozhenko O. V., Vidmachenko A. P., et al. (2015) Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation. IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS—2015). 24—26 September 2015. Warsaw, Poland. Proceedings. 1. P. 28—32.
6. Nevodovskyi P., Vidmachenko O., Morozhenko A., et al. (2018) Reliable stratospheric aerosol of the earth's atmosphere observations. Proceedings of 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies. DESSERT 2018. P. 631—636.
7. Ovsak O., Vashchenko V., Vid'machenko A., et al. (2021) Recovery of Parameters for the Multimodal Aerosol Component in the Atmosphere from

- Spectral Polarimetric Measurements. Ukrainian Journal of Physics. 66(6), P. 466—477.
8. Steklov A. F., Vidmachenko A. P., Miniailo N. F. (1983) Seasonal variations in the atmosphere of Saturn. Soviet Astronomy Letters. 9. Mar. —Apr. P. 135, 136.
 9. Tokano T., Neubauer F. M., Laube M., McKay Ch. P. T. (2001) Three-Dimensional Modeling of the Tropospheric Methane Cycle on Titan. Icarus. 153(1), P. 130—147.
 10. Vid'machenko A. P. (1991) Giant planets — Theoretical and observational aspects. Astronomicheskii Vestnik, 25, May—June. P. 277—292.
 11. Vid'Machenko A. P. (1985) On the activity of Jupiter's atmosphere. Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. 1(5), P. 91.
 12. Vid'Machenko A. P. (1999) Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere. Solar System Res. 33(6), P. 464—469.
 13. Vidmachenko A. P. (2016) Activity of processes on the visible surfaces of Solar System bodies. Astronomical School's Report. 12(2), P. 14—26.
 14. Vidmachenko A. P. (2009) Planetary atmospheres. Astronomical School's Report. 6(1), P. 56—68.
 15. Vidmachenko A. P. (1984) Reflectivity of Saturn's south equatorial region from 1977 through 1981. Astronomicheskii Vestnik. 18, July—Sept. P. 191—198.
 16. Vidmachenko A. P. (2015) Seasons on Saturn. I. Changes in reflecting characteristics of the atmosphere at 1964—2012. Astronomical School's Report. 11(1), P. 1—14.
 17. Vidmachenko A. P. (2015) Seasons on Saturn. II. Influence of solar activity on variation of methane absorption. Astronomical School's Report. 11(1), P. 15—23.
 18. Vidmachenko A. P. (2018) Water in Solar system. 20 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 23—24, 2018. Uman. Ukraine. P. 91—93.
 19. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. (2017) The physical characteristics of the surface of the satellites and rings of giant planets. Kyiv: Editorial and publishing department of NUBiP of Ukraine. —412 p.
 20. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. (2014) The study Earth-like planets using spacecraft. Astronomical School's Report. 10(1), P. 6—19.
 21. Vidmachenko A. P., Morozhenko O. V. (2012) The study of the satellite's surfaces and the rings of the giant planets. Main Astronomical Observatory NASU Press, Kyiv, Ltd. Dia. —255 p.
 22. Vidmachenko A. P., Morozhenko A. V., Klimenko V. M. (1980) Phase effect for the brightness coefficient of the central disk of Saturn and features of Jupiter's disk. Icarus. 42(3), P. 354—357.
 23. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2022) Features of lunar volcanism. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. International scientific innovations in human life. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. 16—18. 02. 2022. P. 180—188.
 24. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2022) Features of volcanic structures on Venus. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. Modern directions of scientific research development. BoScience Publisher. Chicago, USA. 23—25. 02. 2022. P. 195—204.

25. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2022) Methane circulation on Saturn's moon Titan. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Science, innovations and education: problems and prospects (01—03 June 2022). Chapter 62. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. P. 425—434.
26. Vidmachenko A. P., Steklov A. F. (2022) The surface of Saturn's moon Titan. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Innovations and prospects of world science (25—27 May 2022). Chapter 65. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. P. 376—385.
27. Vidmachenko A. P., Steklov A. F., Hrudynin B. O. (2022) Seasonal activity of «tiger» stripes on Enceladus // Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. International scientific innovations in human life (08—10 June 2022). Chapter 60. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. P. 365—375.
28. Vidmachenko A. P., Steklov A. F., Minyailo N. F. (1984) Seasonal activity on Jupiter? *Pisma v Astronomicheskii Zhurnal*. 10. Sept. P. 691—695.
29. Vidmachenko A. P., Steklov A. F., Minyajlo N. F. (1984) Seasonal activity on Jupiter. *Soviet Astron. Let.* 10(5), p. 289—290.
30. Wood C. A., Lorenz R., Kirk R., et al. (2010) Impact craters on Titan. *Icarus*. 206(1), p. 334—344.

ТЕЛЕСКОПИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ АСТРОНОМІЇ МАЙБУТНЬОГО

А. П. ВІДЬМАЧЕНКО

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

*(Використані деякі матеріали, опубліковані
на сайті TheUniverse.Space.Tech)*

Вступ

У найближчі кілька років на Землі та у космосі планується ввести у дію кілька нових астрономічних інструментів. Кожен із таких пристроїв коштує не одну сотню мільйонів доларів! Але країни виділяють на це колосальні кошти і розраховують осучаснювати наші знання про навколишній Всесвіт та отримувати все новіші дані для подальшого розвитку науки. Серед основних завдань перед астрономічною наукою ставилося пояснення щодо походження і структури оточуючого нас світу.

Слово «телескоп» походить від грецьких слів *τελε* — «далеко» та *σκοπεον* — «бачити, дивитися». Тобто, це прилад для спостережень за віддаленими об'єктами. Створення найпершого робочого телескопа у 1608 р. приписують нідерландському окулярному майстру німецького походження Гансу Ліпперсгею. Серед численних майстрів, яким також приписували створення телескопа, був ще один голландський окулярний майстер з Мідделбурга Захарія Янссен та Яків Метьюз з міста Алкмар. Конструкції цих найперших телескопів склалися із опуклої лінзи-об'єктива та увігнутої лінзи, яка служила окуляром.

415 років тому, у 1609 р. Галілео Галілей суттєво удосконалив конструкцію телескопа, досягнувши 30-кратного збільшення первинних зображень. І вже за його допомогою Галілею вдалося виконати найперший огляд небесних світил. Тому й зараз створення астрономічних інструментів, які своїми характеристиками суттєво поліпшують попередні зразки телескопобудування, вважається надзвичайно важливим при астрономічних дослідженнях.

Звісно, серед астрономічних приладів є не лише наземні обсерваторії. Нові високотехнологічні телескопи розташовані і в космосі. Там їм не заважає земна атмосфера.

Космічний телескоп імені Габбла був спільним проектом NASA і Європейського космічного агентства (ЄКА). Цей оптичний телескоп діаметром дзеркала 2.4 м розташований на навколоземній орбіті з 1990 року. А найбільшим із космічних телескопів зараз залишається телескоп Джеймса Вебба. Цей американський орбітальний інфрачервоний космічний телескоп має діаметр первинного дзеркала 6.5 м. Його призначено для астрономічних та космологічних спостережень, зокрема для спостережень найвіддаленіших об'єктів у Всесвіті. Його розробка і побудова є результатом міжнародної співпраці за участі 17 країн на чолі з НАСА. Також значний внесок здійснили Європейське і Канадське космічні агентства.

Нові спостережні дані

У сучасній астрономічній практиці спостережень космічних об'єктів є два основних тренди — дослідження екзопланет та віддалених галактик. Для останнього випадку слід використовувати надзвичайно великі телескопи. Адже для розташованих дуже далеко джерел світла необхідно збирати якомога більше фотонів, які потрібно або довго накопичувати, або ж мати якомога більшу площу поверхні, яка повинна їх «упіймати». Через обмеженість швидкості поширення електромагнітного випромінювання найвіддаленіші галактики є найдавніше утвореними небесними тілами. Саме тому вони є цікавими об'єктами для дослідження, оскільки дозволяють прояснити принципи формування найперших зоряних систем, їхніх змін та еволюції.

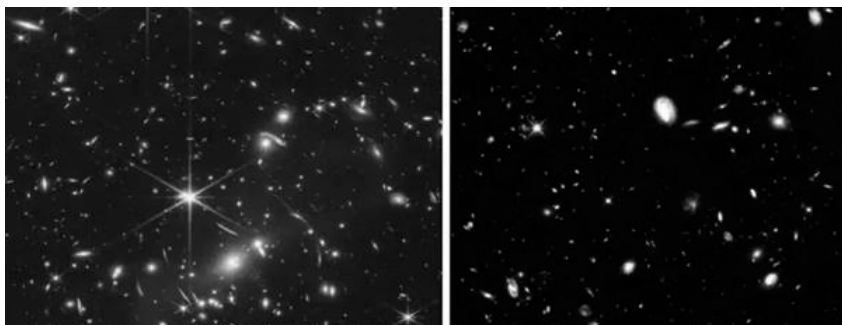


Рис. 1. Порівняння фотографій телескопа «Джеймс Вебб» (ліворуч) зі знімками телескопа «Габбл» (праворуч) <https://24tv.ua/resources/photos/news/202207/2096777.jpg?v=1661252279000&w=840&h=472&fit=cover&output=webp&q=50>



Рис. 2. Скупчення галактик Abell 2744. Зображення інструмента «Frontier Fields» телескопа «Габбл» (7.01.2014). (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4d/Heic1401a-Abell2744-20140107.jpg>)

Знімок на рис. 1 (ліворуч), отриманий камерою ближнього інфрачервоного (ІЧ) діапазону (NIRCam) телескопа «Вебб», є композитом із зображень, зроблених протягом 12.5 годин у різних довжинах хвиль. Така методика дозволила досягти глибини ІЧ-діапазону хвиль, що перевищує глибину всіх полів космічного телескопа «Габбл». На цьому знімку показано масивне зоряне скупчення та скупчення галактик SMACS 0723, яким воно було 4.6 мільярда років тому. Продемонстрована фотографія є найпершою науковою фотографією з телескопа «Вебб». Сумарна маса даного скупчення діє подібно до гравітаційної лінзи, збільшуючи віддаленіші галактики.

На рис. 2 показано інше велетенське скупчення галактик Abell 2744, також відоме як скупчення Пандори, отримане телескопом «Габбл» у січні 2014 р. Воно є результатом зіткнення щонайменше чотирьох невеликих скупчень галактик, котре тривало протягом 350 мільйонів років.

Телескоп «Габбл» першим надав досить цікаві відомості про особливості зображень найвіддаленіших відомих галактик. Помітно, що вони значно відрізняються від утворених порівняно недавно. Але можливості телескопа, запущеного майже 34 роки тому, істотно обмежені. Тому об'єкти, світліни яких він зміг зробити, відповідають епосі, віддаленій від Великого Вибуху на 400 мільйонів років. Всі вони є вже повноцінно сформованими галактиками із меншими від сучасних розмірами, навіть від карликових систем у найближчих околицях нашої Галактики. У тих найперших галактиках міститься лише кілька десятків мільйонів зірок. Тоді як у сучасних галактиках міститься їх сотні мільярдів. За своєю природою вони були значно тьмянішими, ніж пізніші. Тому для їхнього виявлення потрібні астрономічні інструменти нового покоління, котрі назвали як «надзвичайно великі телескопи». Вважають, що їхніх характеристик має вистачити для надійного вивчення небесних об'єктів ранньої епохи еволюції Всесвіту, коли найперші галактики лише почали формуватися. Проте крім простої реєстрації цих об'єктів, необхідно отримати зображення цих найвідда-



Рис. 3. Гігантський телескоп Магеллана введуть в експлуатацію 2024 року (gmto.org)

леніших галактик з хорошою роздільною здатністю та простежити історію процесів формування зірок у часи, коли ці галактики тільки починали взаємодіяти між собою. З цією метою слід порівняти спектри різних галактик і їхніх окремих частин.

Велетенські телескопи майбутнього

У процесі будівництва перебуває один із надзвичайно великих наземних телескопів, яким є Гігантський телескоп Магеллана. Він споруджується в Чилі, і його поступове введення в експлуатацію планується розпочати у 2024 р. Його конфігурація передбачає наявність семи монолітних дзеркал діаметром 8.4 м кожне; шість з них мають оточувати осьове. Ці сегменти сумарно створюють оптичну поверхню з еквівалентним діаметром у 24.5 м.

Більший розмір матиме Тридцятиметровий телескоп (рис. 4), який планується побудувати на Гавайському острові, поруч із двома 9-метровими рефлекторами Кеск із складними дзеркалами на обсерваторії Мауна-Кеа. Сумарна дзеркальна поверхня цього телескопа складатиметься із майже п'яти сотень прецизійно від'юстованих шестикутних сегментів і досягне діаметра 30 м. Його перше випробування очікується у 2027 р.

У 2014 р. на плато С'єрра Армазонес, що у чилійських Андах, неподалік від відомого Дуже великого телескопа, Європейською південною обсерваторією розпочато будівництво Екстремально великого телескопа (ЕВТ) (рис. 5). Планується, що у 2025 р. він стане



Рис. 4. Ескіз вигляду павільйона 30-метрового телескопа (bigislandvideo news.com)

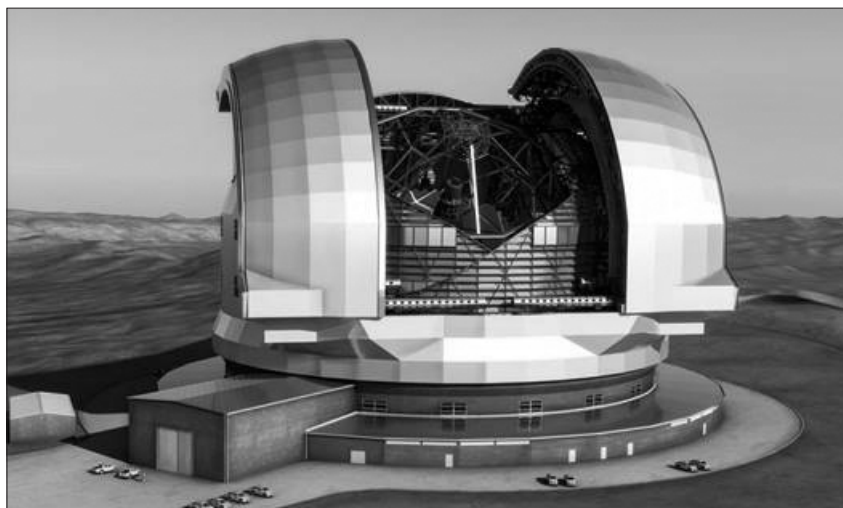


Рис. 5. Ескіз вигляду павільйону Екстремально великого телескопа. Джерело: space.com

найпотужнішим оптичним астрономічним інструментом у світі із еквівалентним діаметром його дзеркальної поверхні 39 м. Воно має складатися із 798 шестикутних сегментів. Важливою частиною цього інструмента має стати вторинне опукле дзеркало діаметром у 4 м.

А спеціальна програмно керована система із п'єзоелементів реагуватиме на зміни хвильового фронту від спостережного об'єкта, спричинені земною атмосферою. Така система дозволить отримувати зображення із надзвичайно високою роздільною здатністю, котра перевершуватиме можливості космічного телескопа «Габбл».

Завдяки унікальним атмосферним умовам високогір'я у чилійській пустелі, ЕВТ зможе проводити дослідження у видимому, у ближньому ІЧ- і навіть в ультрафіолетовому діапазонах. Вважають, що даний прилад дозволить отримувати непоодинокі знімки екзопланет та реєструвати їхні спектри. Це дозволить визначати склад їхніх атмосфер.

Сподіваються, що спектральної чутливості ЕВТ буде достатньо, щоб безпосередньо виміряти прискорення розширення Всесвіту. Цей унікальний інструмент планують використовувати для вивчення й об'єктів Сонячної системи: великих і карликових планет, їхніх супутників, комет, астероїдів, тіл Поясу Койпера.

Вартість будівництва ЕВТ оцінюється в 1.174 мільярдів євро за цінами 2018 р.

З ІСТОРІЇ ВІДКРИТТЯ РУХУ ПОЛЮСІВ ЗЕМЛІ. ДО 125-РІЧЧЯ З ЧАСУ СТВОРЕННЯ МІЖНАРОДНОЇ СЛУЖБИ ШИРОТИ

Я. С. ЯЦКІВ

доктор фізико-математичних наук
академік НАН України

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Передмова

Перші уявлення про кулястість Землі, її форму та розміри з'явилися ще у стародавні часи завдяки оригінальним спостереженням Піфагора (VI ст. до н. е.), Аристотеля (IV ст. до н. е.) та Ератосфена (III ст. до н. е.), якому належить заслуга першого визначення довжини кола Землі — приблизно 44000 км, що відповідає радіусу приблизно 7000 км (досить близько до сучасного значення). А перші найточніші на той час визначення довжини кола Землі були здійснені у 1821—1831 рр. під керівництвом В. Струве методом вимірювань дуги меридіана від Дунаю до Північного Льодовитого океану завдовжки 2800 км із застосуванням методу триангуляції, запропонованого голландським математиком В. Снелліусом ще у XVII ст. Такі градусні вимірювання дуги меридіана дозволили визначити не тільки розміри, але й форму Землі. У 1924 р. було прийнято параметри Міжнародного земного еліпсоїда:

$$\begin{aligned}a &= 6378388 \text{ м,} \\b &= 6356912 \text{ м,} \\ \alpha &= 1/297,\end{aligned}$$

де a та b — півосі еліпсоїда, α — стиснення еліпсоїда.

А чи обертається Земля?

Якщо кулястість Землі та її приблизні розміри були відомі вже понад тисячу років, то про обертання своєї планети її мешканці дізналися тільки приблизно чотири століття тому. У 1543 р. М. Коперник у своїй знаменитій книзі «Про обертання небесних сфер» пише про відносність рухів, що спостерігаються: «Найбільш дивним було б те, що за 24 години обертається вся громада світу, а не її частина, якою є Земля». Так з'явилася ідея геліоцентричної системи світу. Але ж будь-яка ідея потребує доказів.

На початку XVII ст. Г. Галілей, вперше використовуючи телескоп, відкриває фази Венери та супутники Юпітера. Отже, очевидно, що Земля обертається навколо Сонця. А чи обертається вона навколо своєї осі? Потрібні докази. На один з таких звернув увагу ще І. Ньютон, а саме: якщо Земля обертається навколо своєї осі, то має бути відхилення на схід від вертикалі тіл, що вільно падають. Такі досліді провели Р. Гук у Великій Британії (безуспішні) та Ф. Бенценберг у Німеччині (позитивні результати, але сумнівної точності).

Вирішальними були досліді Л. Фуко у 1851 р. у будинку Паризького Пантеону із використанням маятника завдовжки 67 м, на якому висіла куля масою 27 кг. Як і передбачалося, площина коливань маятника поверталася у відповідності з обертанням Землі. Відтоді досліді з маятником Фуко демонструвалися у різних містах та навіть у лабораторних умовах. Обертання Землі навколо своєї осі доведено!

Як змінюється положення осі обертання Землі у просторі та у тілі Землі?

Ще у II ст. до н. е. Гіппарх за даними спостережень за зоряним небом встановив, що точки весняного та осіннього рівнодення не є нерухомими, а поступово пересуваються назустріч руху Сонця (приблизно 1 градус за століття). Так було відкрито явище прецесії — руху осі світу у просторі з періодом близько 26 тис. років. Пізніше у 1728 р. Дж. Брайлей встановив, що крім такого вікового руху полюсу світу вісь обертання Землі має ще періодичні коливання — нутацію з періодом 18.6 року. І прецесія, і нутація є наслідками дії сил тяжіння Сонця та Місяця на еліпсоїдальну фігуру Землі. Ці рухи властиві Землі у цілому, так би мовити із закріпленою у її тілі віссю обертання. А чи зберігає своє положення ця вісь у тілі Землі? Ще у 1765 р. Л. Ейлер, досліджуючи обертання твердого тіла, показав, що коли моменти інерції цього тіла не рівні між собою, то вісь обертання буде переміщатися у його тілі. Для

моделі абсолютно твердої Землі таке переміщення відбуватися з періодом 305 діб. Це передбачення Л. Ейлера стимулювало численні спроби визначення змін широти, зумовлених рухом полюса Землі. Такі спроби були виконані на передових на той час обсерваторіях світу — у Пулково, Гринвічі, Вашингтоні та Берліні. Оскільки визначення широти проводилися на меридіанних інструментах з невеликою точністю, то їхні результати виявилися неоднозначними. Знадобилося провести вирішальний експеримент — виконати одночасні спостереження широти в Європі та на Гавайських островах. Оскільки різниця довгот цих станцій спостережень дорівнює приблизно 180° , зміни їхніх широт мають бути протилежних знаків. Так і сталося — реальність руху полюсів Землі було доведено. Але подальші дослідження не підтверджували, що в цих змінах широт є період 305 діб. У 1892 р. Чандлер, порівнюючи зміни широт багатьох обсерваторій, визначив, що період їхніх змін дорівнює 1.2 року. Згодом Ньюком пояснив таку зміну величини періоду (названого періодом Чандлера) відхиленням реальної Землі від моделі абсолютно твердого тіла. Амплітуда коливань широти з періодом Чандлера досить мала і досягає 0.2 секунди дуги, що відповідає всього 6 м на поверхні Землі.

Рух полюсів Землі — надзвичайно важлива проблема для астрономії, геодезії та геофізики

Чому? В астрономії без визначення параметрів руху полюсів Землі неможлива точна реалізація Небесної системи відліку, як і в геодезії — Земної системи відліку. Для геофізики — це можливі тести моделей внутрішньої будови Землі. Все це зумовило відповідні дії міжнародних наукових організацій.

У 1883 р. Міжнародний геодезичний конгрес (МГК) у Римі ухвалив рішення створити Міжнародну організацію для вивчення обертання Землі. З того часу розпочалася велика підготовча робота з вибору місць станцій спостережень, типу інструментів та методів спостережень, яка тривала понад десятиліття. У 1887 р. той же МГК знову розглянув це питання та виділив значне фінансування для створення станцій спостережень широти на паралелі $39^\circ 08'$. Це були станції Гейтерсбург та Юкая (США), Мідзусава (Японія) та Карлофорте (Італія). Згодом до них долучилися Чарджуй (Росія) та Цинциннаті (США). Було вирішено провадити широтні спостереження методом Талькотта на зеніт-телескопах діаметром від 68 до 108 мм. Так у 1899 р. (125 років тому) почала функціонувати Міжнародна

служба широти (МСШ), Центральне бюро якої розмістилося у Потсдамі, куди регулярно пересилалися дані спостережень для обробки та визначення координат полюса за формулою

$$\Delta\varphi = x\cos\lambda + y\sin\lambda,$$

де x , y — координати полюса, λ — довгота станції спостереження.

У такому стані (з певними змінами складу станцій, місця локалізації Центрального бюро та методів обробки результатів) МСШ проіснувала до 1962 р. Докладніше про це можна довідатися з видань, наведених у списку літератури.

З плином часу з'являлися нові вимоги до визначення параметрів обертання Землі, що зумовило відповідні зміни в організації роботи МСШ та створення на її основі нових міжнародних служб. Але це вже тема для окремої статті.

Література

1. Корсунь А. О. З історії створення Міжнародної служби обертання Землі. Ініціативи українських астрономів. *Вісник НАН України*. 2017. 7. С. 97—102.
2. Михайлов А. А. *Земля и ее вращение*. М.: Наука. 1984. 80 с.
3. Орлов А. Я. *Служба широты*. М.: Изд. АН СССР. 1958. 125 с. (російською та французькою мовами).
4. Capitane N., Dehant V., Yatskiv Ya., et al. Commission 19: Rotation of the Earth. H. Rickman (ed.), *Reps Astron.* 2003. XXVA, P. 49—68.

ФРІДРІХ АРГЕЛАНДЕР (1799-1875)

М. В. ЛАШКО

кандидат педагогічних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України



Видатний німецький астроном Фрідріх Аргеландер народився 22 березня 1799 р. у м. Мемелі (нині Клайпеда, Литва). Його батько був багатим купцем, і Фрідріх теж збирався стати комерсантом, але, навчаючись в Кенігсберзькому університеті, молодий Аргеландер зустрів Фрідріха Бесселя — і під його впливом став астрономом.

Популярність Аргеландеру принесла робота, присвячена питанню небесної механіки — обчисленню орбіти комети. В. Струве в «Етюдах про зоряну астрономію», високо оцінюючи роботи Аргеландера, які уточнили положення апекса

Сонця, висловив думку, що саме цими роботами було остаточно доведено, що Сонце рухається серед зірок. Але все-таки головною справою життя Аргеландера були зоряні каталоги та дослідження змінних зір.

Аргеландера вважають зачинателем широкого систематичного вивчення змінних зір, спостереження яких він провадив протягом 1838—1870 рр. Вчений розробив досить точний і водночас простий метод візуальних оцінок блиску цих об'єктів відносно постійних зір у сусідніх ділянках неба, відомий під назвою «метод ступенів» або ж «метод Аргеландера». Він став популярним завдяки класичним дослідженням варіацій блиску змінних зір, виконаних Аргеландером в середині XIX ст. Мірою різниці блиску зір в методі Аргеландера є ступінь — мінімальна різниця блиску двох зір, яку ще можна помітити оком. Схожий за принципом метод вперше застосував Гершель наприкінці XVIII ст., проте Аргеландер вдосконалив його, завдяки чому точність цього методу значно зросла.

Аргеландер запропонував позначати змінні зірки кожного сузір'я у порядку їхнього виявлення великими літерами латинського алфавіту, починаючи від літери R до Z (оскільки літери до Q зустрічалися в назві

зірок в атласі Байера). Наприклад, перша змінна, виявлена в сузір'ї Андромеди, отримувала назву RAndromedae, або скорочено RAnd. Друга змінна зірка в цьому ж сузір'ї отримала назву SAnd і так далі до Z.

До Аргеландера в астрономії не використовувалося поняття десятої частки зоряної величини. Не було і надійних методів оцінки блиску змінних зірок, тобто порівняння їх із постійними зірками. Аргеландер вигадав перший такий метод — знаменитий метод ступенів. Хоча в основі методу лежить не дуже формалізоване, швидше інтуїтивне поняття ступеня, Аргеландеру вдалося настільки добре описати свій метод у «Зверненні до друзів астрономії» (1844), що ним змогли скористатися і професіонали, і аматори астрономії. Метод цей лежить в основі більшості використовуваних досі способів швидкої оцінки блиску зірок — і візуально на небі (неозброєним оком, у бінокль чи телескоп), і по астрофотографіях.

Зовсім не випадково Аргеландер адресував опис свого методу астрономам-аматорам: він передбачав величезну роль аматорських спостережень змінних зірок. Адже в каталозі змінних зірок, включеному Аргеландером до того ж звернення, було всього 18 об'єктів, і Аргеландер явно не здогадувався, яким поширенням у природі є явище зоряної змінності! Через 6 років вчений склав ще один каталог. За цей час Аргеландер отримав понад 12 тис. оцінок блиску біля 40 змінних зір. Він опублікував декілька монографій, присвячених вивченню окремих змінних. У 1869 р. вийшла праця вченого, до якої були включені спостереження і детальні дослідження змін блиску 30 зір. Вона була доповнена 1898 р. посмертним виданням його подальших спостережень.

У 1843 р. Аргеландер опублікував «Нову уранометрію» — атлас і каталог усіх зірок, які видно неозброєним оком. Але головне, що залишив Аргеландер сучасній науці, — це каталог та атлас «Боннський огляд» (Bonner Durchmusterung, BD). Перша частина каталогу, складена у 1850-ті роки під його керівництвом та за його особистою участю, містить 324198 зір від північного полюса світу до схилення -20° . Згодом учень Аргеландера Е. Шенфельд довів каталог до схилень -23° . Позиційна і фотометрична інформація, що міститься в каталозі, дозволяє впевнено ототожнювати зірки приблизно до 10 величини (у сучасній шкалі).

Ідея створення «Огляду» яскравих зір всього неба була підхоплена астрономами південної півкулі, і незабаром з'явилися «Кордобський огляд» (CoD) і «Капський фотографічний огляд» (CPD), що доводять каталоги до південного полюса.

У 1836 р. Аргеландер отримав пост професора у м. Бонн (Рейнська область, що була під владою Пруссії). Тут він створив обсерваторію, виконав свої основні дослідження. Директором Боннської обсерваторії Аргеландер був до самої смерті (17 лютого 1875 р.).

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ

Л.М. СВАЧІЙ

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Минає три століття від дня народження видатного німецького мислителя Іммануїла Канта (1724—1804), добре знаного внеском у філософію (фундатор німецької класичної філософії) та астрономію (запропонував гіпотезу про виникнення Сонячної системи з дифузних твердих частинок матерії та ін.).

275 років тому народився видатний французький астроном, математик і фізик П. С. Лаплас (1749—1827), який збагатив науку вирішенням цілої низки питань небесної механіки. Він показав, що закон всесвітнього тяжіння достатній для того, аби пояснити й спрогнозувати рух тіл Сонячної системи, зокрема пояснив деякі особливості руху супутників Юпітера, з'ясував причину прискорення в русі Місяця, а також довів, що Сонячна система є стійкою впродовж тривалого часу. Вчений запропонував гіпотезу про утворення Сонячної системи з газової туманности, визначив величину стиснення Землі, вивів барометричну формулу, опублікував багато фундаментальних праць з математики й математичної фізики.

Минає 200 років від дня народження відомого французького астронома П. Ж. С. Жансена (1824—1907), основні наукові роботи якого стосуються фізики Сонця та планет. П. Ж. Жансен — один з піонерів застосування фотографічних та спектроскопічних методів у астрономії; він виявив грануляцію сонячної поверхні, відкрив газову природу хромосфери Сонця та хімічний елемент гелій.

Півтора століття тому народився український астроном С. Д. Чорний (1874—1956), відомий як теоретик, спостерігач і педагог, автор першого підручника з астрономії українською мовою.

150 років тому народився знаний російський астроном П. І. Яинов (1874—1940). Більшу частину свого трудового життя він працював у Пулковській обсерваторії, зокрема впродовж 1912—1917 рр. був співробітником її відділення у м. Миколаєві. П. І. Яинов узяв участь у створенні кількох пулковських та Миколаївського абсолютних ката-

логів прямих піднесень зір, склав широку програму спостережень понад 1300 яскравих зір, яка стала основою для зведеного каталогу геодезичних зір, тощо.

Минає півтора століття від дня народження японського астронома К. Хіраями (1874—1943), який став добре відомим завдяки здобуткам у царині небесної механіки. Він відкрив факт існування сімейств астероїдів Головного поясу, виявивши п'ять груп цих небесних тіл, які у межах групи мають близькі параметри орбіт.

125 років тому народилася російська (радянська) вчена Є. Я. Бугославська (1899—1960), відома дослідженнями в галузях фотографічної астрометрії та фізики Сонця.

Минає 125 років від дня народження російського (радянського) астронома О. М. Дейча (1899—1986), знаного внеском у фотографічну астрометрію та зоряну астрономію. Зокрема, вчений реалізував ідею про визначення абсолютних власних рухів зір відносно галактик, а також склав великий каталог власних рухів зір, на основі якого виявлено кілька сотень подвійних і кратних зоряних систем та визначено параметри локального руху Сонця й обертання Галактики.

Минає століття від дня народження французького вченого О. Дольфюса (1924—2010), добре знаного дослідженнями Сонця, планет Сонячної системи та їхніх супутників. Зокрема, він провадив вимірювання поляризації світла для Сонця та планет, вивчав Марс з борту повітряної кулі на висоті 7 км, відкрив десятий супутник Сатурна — Янус.

50 років тому здійснено запуски двох радянських АМС: «Луна-22» і «Луна-23». Перша з них призначалась для дослідження Місяця та космічного простору в його околицях із селеноцентричної орбіти. Програма польоту другої з названих станцій передбачала ще й дослідження на поверхні нашого природного супутника, котрі, на жаль, у повному обсязі здійснити не вдалося.

Півстоліття тому зі Землі стартували космічні апарати «Інтеркосмос-11» та «Інтеркосмос-12», розроблені й виготовлені в рамках програми співробітництва соціалістичних країн. Вони належали до великої серії космічних апаратів «дніпропетровський супутник», що їх виготовляло ДКБ-586 (тепер ДП «КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля», м. Дніпро) і були призначені для досліджень Сонця, верхніх шарів атмосфери Землі, її іоносфери, а також потоків мікрометеоритів.

25 років тому на геоцентричну орбіту виведено американський космічний рентгенівський телескоп «Чандра», котрий функціонує і досі. За допомогою інструментів на його борту можна отримувати якісні зображення небесних тіл з точністю до 0.5 дугової секунди. Орбітальна обсерваторія «Чандра» дала змогу «побачити» центральні

області залишків наднових зір і випромінювання надмасивних чорних дір у центрах галактик, уточнити сталу Габбла, проспостерігати зіткнення надскупчень галактик, уперше виявити екзопланету за межами Галактики тощо.

300 років тому, 22 квітня 1724 р., у м. Кенігсберзі (Королівство Пруссія; тепер м. Калінінград, РФ) народився **Іммануїл Кант**. Цього видатного мислителя XVIII ст. знають як новатора в царинах філософії і науки. Його основні здобутки в галузі природознавства такі:

- запропонував гіпотезу про формування Сонячної системи з дифузних твердих частинок матерії (1755 р.);
- висунув припущення про віковий вплив припливного тертя (припливний рух води океанів) на швидкість добового обертання Землі — земне осьове обертання сповільнюється;
- висловив здогад про існування галактик, крім нашої (1755 р.);
- розвинув ідеї Декарта й Галілея про відносність руху і спокою.

І. Канта вважають зачинателем наряду у філософії, що дістав назву *класичний німецький ідеалізм*. Філософія Канта актуальна навіть у XXI ст. — вона присвячена проблемі людини, її центральне питання: що таке людина.

У своїх працях І. Кант виклав міркування про те, як працює людське мислення, як людина пізнає світ, розробив питання моральної філософії та етики обов'язку тощо. Зокрема, за Кантом людський розум не може довести існування Бога, душі та безмежність Всесвіту, бо можна однаково обґрунтувати як ці твердження, так і протилежні. Мислитель, серед іншого, сформулював такі тези: людина, перш ніж з'ясовувати сутність речей, має встановити межі своїх пізнавальних можливостей — що вона може пізнати, а що не може; об'єкт (предмет) і його образ у нашій свідомості не ідентичні.

Іммануїл Кант помер 12 лютого 1804 р. у м. Кенігсберзі.

«Астрономічний календар» (АК) раніше публікував замітку про життя та наукову й філософську спадщину цього видатного мислителя (див. «Астрономічний календар» [за] 1999 [р.]. — Київ, 1998. — С. 225—227; вона ж розміщена на Українському астрономічному



порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-immanuila-kanta>).

275 років тому, 28 березня 1749 р., у містечку Бомон (Нормандія, Франція), в родині дрібного фермера народився **П'єр Симон Лаплас**. Він не мав спеціальної вищої освіти, проте неабияк збагатив науку; його заслужено вважають видатним ученим.

«Астрономічний календар» (АК) раніше публікував замітку про життя та наукову спадщину П. С. Лапласа (див. «Астрономічний календар» [за] 1999 [р.]. — Київ, 1998. — С. 227—230; цю ж замітку розміщено на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-piera-laplasy>), тому тут розповімо про цього багатогранного вченого (астронома, математика, фізика й механіка) дуже стисло.

П'єр Лаплас приїхав у Париж 20-річним юнаком, блискуче освіченим, ерудованим у різних галузях знання; він блискуче володів найновішими тоді математичними методами, був обізнаним із працями багатьох філософів. Основні дослідницькі здобутки П. Лапласа, якого називають великим продовжувачем ідей Ісаака Ньютона, стосуються небесної механіки; якраз він 1798 р. ввів цей термін на позначення галузі астрономії, що вивчає рух небесних тіл на основі законів механіки.

П. Лаплас опублікував фундаментальний п'ятитомний «Трактат про небесну механіку» (1798—1825 рр.), де розглянув питання теорії руху небесних тіл і фігур їхньої рівноваги, зокрема показав, що закон всесвітнього тяжіння є достатнім для пояснення й прогнозу руху тіл Сонячної системи. Учений з'ясував причини прискорення руху Місяця, а також довів, що Сонячна система є стійкою на тривалому часовому відтинкові, — опублікував дві теореми про стійкість планетної системи (1784 р.).

У книжці «Виклад системи світу» (1796 р.) П. Лаплас висловив гіпотезу про формування Сонячної системи (Сонця, планет і їхніх супутників) із велетенської дуже розжареної газової туманности, яка повільно оберталася навколо своєї осі. Космогонічна гіпо-



теза Лапласа, хоча загалом і виявилася помилковою, непогано пояснювала деякі закономірності в Сонячній системі. Під назвою «небулярна гіпотеза Канта — Лапласа» (схоже припущення висловив раніше І. Кант, проте П. Лаплас запропонував свою гіпотезу незалежно від Канта) вона панувала в космогонії майже століття.

У тій же праці П. Лаплас навів свої міркування щодо природи зір Галактики: незліченні сонця на величезних відстанях від Землі, центри планетних систем; зорі зібрані у різноманітні групи; дуже ймовірно, що світло від більшості зір досягає нас тільки через багато століть. Цікаво, що П. Лаплас передбачив існування чорних дір і спробував оцінити, якою має бути маса зорі, щоб її притягання не давало змоги жодному променю світла покинути її поверхню. У точнішому формулюванні: якими мають бути маса й щільність зорі, щоб друга космічна швидкість для неї перевищувала швидкість світла?

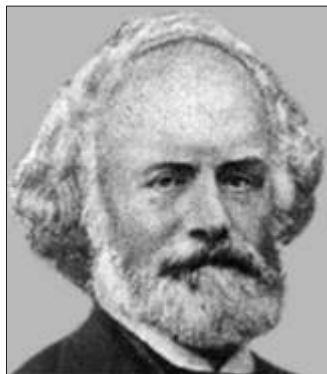
П'єр Симон Лаплас помер 5 березня 1827 р. Історики астрономії зазначають, що його останніми словами була фраза: «Те, що ми знаємо, — дуже мізерне, як порівняти з тим, чого ми не знаємо». Насамкінець наведемо мало не поетичну цитату про астрономію із його книжки «Виклад системи світу»: «Зі всіх природничих наук астрономія є найдовшим ланцюжком відкриттів. Від першого погляду на небо надзвичайно далеко до того загального уявлення, яке тепер охоплює минулі й майбутні стани системи світу. Щоб цього досягнути, треба було спостерігати небесні світила впродовж багатьох століть, розпізнати в їхніх позірних рухах реальні рухи Землі, піднятися до законів руху планет, а від цих законів — до принципу всесвітнього тяжіння; урешті-решт, виходячи з цього принципу, дати повне пояснення всіх небесних явищ, аж до найдрібніших деталей. Ось що зробив людський розум в астрономії».

Два століття тому, 22 лютого 1824 р., у французькій столиці народився **П'єр Жюль Сезар Жансен**, більше відомий як Жюль Жансен (Jules Janssen). Його батько, Антуан Сезар Жансен (1780—1860), був знаним кларнетистом і мав голландсько-бельгійське походження, а матір, Полін Марі Ле Мойн (1789—1871) — дочка архітектора. Не дивно, що батьки вбачали в синові майбутнього митця, проте юному П'єрові дуже припали до вподоби точні науки.

Вищу освіту П. Ж. Жансен здобув на природничому факультеті Паризького університету, який закінчив 1852 р. Після цього він деякий час викладав у ліцеї, а також працював як домашній учитель. У

1860 р. П. Ж. Жансенові присудили докторський ступінь — його дисертацію присвячено дослідженню поглинання теплових променів оком. Упродовж 1865—1871 рр. П. Ж. Жансен викладав загальну фізику в Архітектурній школі (м. Париж) на посаді професора.

У 1862 р. Жуль Жансен обладнав у Парижі свою невелику обсерваторію, де розпочав спостереження Сонця. У 1876 р. П. Ж. Жансен керував спорудженням астрофізичної обсерваторії у Медоні, на околиці Парижа, — він був її директором до кінця своїх днів. У 1893 р. учений заснував та очолював обсерваторію на вершині гори Монблан (Західні Альпи) для досліджень у галузях астрофізики, земної фізики та метеорології.



Основні наукові праці П'єра Жуля Жансена стосуються фізики Сонця та планет Сонячної системи. Він одним із перших застосував для астрономічних досліджень, зокрема для вивчення Сонця, фотографічні та спектроскопічні методи, а також започаткував спостереження Сонця з повітряної кулі (1870 р.).

Упродовж 1861—1862 та у 1864 рр. П. Ж. Жансен, будучи у від'їзді в Італії та Швейцарії, досліджував телуричні лінії у спектрі Сонця. Телуричні лінії — це лінії поглинання, які формуються в спектрах небесних тіл при проходженні світла від них крізь атмосферу Землі.

Упродовж 1861—1862 та у 1864 рр. П. Ж. Жансен, будучи у від'їзді в Італії та Швейцарії, досліджував телуричні лінії у спектрі Сонця. Телуричні лінії — це лінії поглинання, які формуються в спектрах небесних тіл при проходженні світла від них крізь атмосферу Землі.

Темні смуги різної інтенсивності в спектрі Сонця виявив шотландський учений Дейвід Брюстер (1781—1868) у 1833 р., а Жуль Жансен показав, що вони виникають унаслідок проходження сонячного світла через земну атмосферу та поглинання його при цьому молекулами кисню, водяної пари тощо. Зокрема, він досліджував смугастий спектр поглинання кисню при дуже високому тиску (понад 50 атм) і з'ясував умови, за яких цей спектр формується. Вивчаючи сонячний спектр, П. Ж. Жансен показав, що в атмосфері Сонця кисню немає. Для дослідження природи телуричних ліній він здійснив кілька експедицій в Альпи (1864, 1888, 1890 рр.). Узагальнивши свої результати, Жуль Жансен запропонував метод для визначення хімічного складу планетних атмосфер за лініями й смугами поглинання, які виникають у спектрах сонячного світла, відбитого планетами.

Жуль Жансен першим став регулярно фотографувати Сонце. Протягом 1876—1903 рр. він у Медонській обсерваторії отримав до-

сять якісні світлини сонячної поверхні та виявив на ній грануляцію; згідно з його оцінками, діаметри гранул становлять 400—1000 км. Ці високоякісні фотографії сонячної поверхні зібрано в атлас («Atlas de photographies solaires», 1904 р.).

Жуль Жансен узяв участь у багатьох експедиціях для спостережень повних сонячних затемнень (1867 р., Італія; 1868 р., Індія; 1905 р., Іспанія тощо). У грудні 1870 р., під час облоги Парижа німецьким військом, він навіть ризикував життям для цього, вилетівши з рідного міста на повітряній кулі, щоб мати змогу добратися до Алжиру; на жаль, проспостерігати затемнення йому тоді не вдалося через хмарну погоду.

Під час однієї з таких експедицій (індійське місто Гунтур, 18 серпня 1868 р.) Жуль Жансен, спостерігаючи спектр сонячних протуберанців за допомогою спектроскопа, відкрив спосіб позазатемнюваного дослідження краю Сонця — учений налаштував спектроскоп так, щоб спектр зовнішньої частини сонячного диска можна було спостерігати не тільки під час затемнення, але і в звичайні дні. У спектрі хромосфери Сонця вчений помітив яскраві лінії — це свідчило про те, що хромосфера газоподібна, а протуберанці утворюються розжареними газами. У спектрі сонячного випромінювання, крім відомих ліній водню, Жуль Жансен виявив нову лінію — її не можна було приписати жодному з відомих тоді хімічних елементів; таке відкриття незалежно від Жуля Жансена майже одночасно зробив ще англійський учений Джозеф Норман Лок'єр (1836—1920). Нововиявлену яскраво-жовту спектральну лінію (її довжина хвилі приблизно становить 588 нм) позначили D3, а загадковий хімічний елемент назвали гелієм, бо давньогрецькою мовою «Геліос» означає «Сонце». Цікаво, що на Землі гелій знайшли аж через 27 років: у 1895 р. його виявив шотландський учений Вільям Рамзай (1852—1916).

Серед інших досліджень Жуля Жансена назвімо участь в експедиціях до Перу (1857 р.) та на Азорські острови (1867 р.) для вивчення магнітного поля Землі, успішні спостереження проходження (транзиту) Венери навпроти сонячного диска 1874 р. в Японії та 1882 р. в Алжирі. Послугуючись так званим фотографічним revolverом, який він сам винайшов, Жуль Жансен відзняв хронофотографічну (через однакові проміжки часу) серію (48 світлин) транзиту Венери 8 грудня 1874 р. Учений також запропонував конструкцію спектроскопа — приладу для отримання монохроматичного зображення Сонця.

За наукові заслуги П. Ж. Жансена обрано членом Паризької академії наук (1873 р.), іноземним членом Лондонського королівського товариства (1875 р.) та ін. За астрофізичні дослідження його нагород-

жено медаллю ім. Б. Румфорда Лондонського королівського товариства (1877 р.). На честь Жуль Жансена засновано премію (Французьке астрономічне товариство; 1897 р.) і медаль (Паризька АН), які присуджують за видатні досягнення в астрофізиці, а також названо кратери на видимому боці Місяця (1935 р.) і на Марсі; на честь дружини вченого названо астероїд Головного поясу (225) Генрієтта (Henrietta).

П'єр Жуль Жансен помер у Медоні 23 грудня 1907 р., похований у Парижі.

150 років тому, 24 січня 1874 р., у с. Лебедин (тепер Київська обл.) народився **Сергій Данилович Чорний**. «Астрономічний календар» раніше вже опублікував статтю (автор: О. К. Осипов) про цього добре знаного вченого — теоретика і спостерігача, одного із фундаторів київської астрономічної школи, професора астрономії та директора обсерваторії Київського університету, автора першого підручника з астрономії українською мовою (див. «Астрономічний календар» [за] 1999 [р.]. — Київ, 1998. — С. 192—195; цю ж статтю розміщено на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-ua/serhii-danylovych-chornyi> .



Минає **півтора століття** від дня народження відомого вченого, яскравого представника класичної Пулковської астрометричної школи **Петра Івановича Яшнова**. «Астрономічний календар» (АК) уже опублікував замітку про життя та наукову спадщину цього вченого: див. «Астрономічний календар» [на] 1999 [р.]. — Київ, 1998. — С. 233—235; цю ж замітку розміщено на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/astronomy-svitu/dokladnishe-pro-petra-ivanovycha-yashnova> . Тому тут подаємо тільки стислу інформацію про П. І. Яшнова, розширивши, однак, розповідь про ті аспекти його життя та смерті, про які в АК за 1999 р. сказано мало.

Майбутній астрометрист народився 12 червня 1874 р. у м. Нижньому Новгороді (Росія) у сім'ї службовця. Спостерігати на астрономічних інструментах він розпочав 1904 р. в Московській обсерва-



торії і відтоді був активним спостерігачем, де б не працював.

Переважну частину трудового життя П. І. Яшнов був співробітником Пулковської обсерваторії (Головна (Пулковська) астрономічна обсерваторія Російської академії наук), де взяв участь у створенні кількох пулковських абсолютних каталогів прямих піднесень зір (1905,0, 1915,0 та 1930,0). Працював він також у Московській обсерваторії (асистент), був астрономом-спостерігачем при Саратовському університеті, завідував Ташкентською обсерваторією. З кінця 1912 р. до середини 1917 р. П. І. Яшнов, переїхавши з родиною до м. Миколаєва, працював у Миколаївській обсерваторії (тоді вона була відділенням Пулковської) як ад'юнкт-астроном — це молодша наукова посада. У ті роки Миколаївська обсерваторія брала участь у міжнародній програмі картографування неба; П. І. Яшнов був одним з найактивніших спостерігачів фундаментальних зір — він послуговався пасажним інструментом та виконав майже половину спостережень зір, які увійшли до Миколаївського абсолютного каталогу прямих піднесень зір 1915,0. Учений провадив ще один напрям досліджень у цій обсерваторії: під його керівництвом миколаївські науковці з 1913 р. за допомогою двох горизонтальних маятників Репсольда вивчали деформації земної кори внаслідок впливу місячно-сонячного притягання. Однак після від'їзду П. І. Яшнова ці сейсмічні дослідження в Миколаївській обсерваторії були згорнуті.

П. І. Яшнов дуже добре знався на астрономічній техніці, мав неабиякі технічні здібності; він запропонував низку вдоскошень для астрономічних приладів, а також автоколімаційний спосіб дослідження цапф переносного пасажного інструмента.

П. І. Яшнов проявив себе як талановитий педагог; він — співавтор і співредактор підручника для вишів «Вступ до практичної астрономії» (Н. И. Днепровский, В. В. Каврайский, М. М. Мусселиус, Н. Н. Павлов, Н. В. Циммерман, П. И. Яшнов «Введение в практическую астрономию»; 1936 р.). Він написав велику частину (обсягом 120 с.) цього підручника, яка має назву «Основи сферичної астрономії»; матеріал подано так, щоб астроном-практик чи геодезист мав якомога повніші відомості для своєї роботи.

Багато років П. І. Яшнов дуже плідно та з великою любов'ю потрудився на посаді завідувача бібліотеки та музею Пулковської обсерваторії, зокрема впорядкував книжковий фонд цієї бібліотеки, а також склав перелік праць для наявного в Пулкові рукописного

архіву Йоганна Кеплера. П. І. Яшнов написав чимало статей з історії астрономії, серед них — велика стаття про Й. Кеплера для «Русского астрономического календаря» за 1930 р. (1929 р.). Немало зробив учений і для популяризації науки, коли жив у Миколаєві, зокрема організував цикл науково-популярних лекцій з астрономії, був активним учасником місцевого Товариства любителів природи.

Безсумнівно, П. І. Яшнов — талановитий, працелюбний, ерудований учений — зробив би ще дуже багато для науки та просвіти. Але в листопаді 1936 р. його було заарештовано у зв'язку з так званою пулковською справою: це кримінальна справа, що її порушив Народний комісаріат внутрішніх справ СРСР проти групи радянських учених, звинувачуючи їх, начебто, за участь у фашистській троцькістсько-зінов'євській терористичній організації, яка (знову ж, начебто) виникла 1932 р. з ініціативи німецьких розвідувальних органів і мала ціллю скинути Радянську владу та встановити на території СРСР фашистську диктатуру. Через цю брехливу кримінальну справу постраждало дуже багато радянських учених — астрономів, геологів, геофізиків, геодезистів, математиків; першу велику хвилю арештів здійснено саме серед пулковських співробітників, трохи пізніше засуджено чи відправлено у заслання їхніх родичів, восени 1937 р. розстріляно 48-річного директора Пулковської обсерваторії Б. П. Герасимовича; був засуджений на п'ять років та розстріляний і зять П. І. Яшнова — талановитий пулковський астрофізик Є. Я. Перепьолкін (1906—1938).

А П. І. Яшнову — одному з перших серед астрономів, хто постраждав через необґрунтовані репресії тих часів, — у травні 1937 р. було оголошено вирок: виїзна сесія Військової колегії Верховного Суду СРСР у закритому судовому засіданні в Ленінграді визнала його винним та засудила до 10 років тюремного ув'язнення з конфіскацією всього майна, що йому особисто належало. У в'язниці учений і помер через три роки після винесення вироку, деякі історики астрономії пишуть, що він був розстріляний (29 травня 1940 р.; м. Дмитровськ-Орловський (тепер м. Дмитровськ, Орловська обл., РФ). У грудні 1957 р. його реабілітовано, однак про справжню причину смерті відкрито заговорили ще нескоро. Зокрема, в 13-му випуску «Историко-астрономических исследований» (1977 р., с. 142) про його кончину сказано двома нейтральними реченнями: «Було багато нових планів і задумів, які, на жаль, не здійснилися» і «П. І. Яшнов помер 29 травня 1940 р.» — хоча на той час минуло вже два десятиліття після реабілітації вченого.

150 років тому, 13 жовтня 1874 р., у префектурі Міягі (о. Хонсю; північний схід Японського архіпелагу) в сім'ї інженера народився **Кійоцугу Хіраяма**.

У 1897 р. майбутній учений закінчив Токійський імператорський університет за спеціальністю «астрономія». Класичну астрономію та вступ до небесної механіки в нього викладав перший професор цього вишу та перший директор Токійської астрономічної обсерваторії Гісаші Терао (1855—1923). Того ж року К. Хіраяма продовжив вивчати небесну механіку, послуговуючись широко відомою книжкою «Небесна механіка» французького вченого Франсуа Тіссерана (1845—1896).

Упродовж 1897—1901 рр. К. Хіраяма викладав практичну астрономію в інженерній школі, яка входила до системи Японської армії. У травні 1906 р. він став працювати в Токійському імператорському університеті на посаді асистента професора (старшого викладача) астрономії; з 1919 р. до 1935 р. — професор астрономії у тому ж закладі.

Основні наукові дослідження Кійоцугу Хіраями стосуються небесної механіки. У 1908 р., разом із Г. Терао, він приступив до обчислень ефемерид Місяця й планет у Токійській астрономічній обсерваторії. Протягом 1915—1917 рр. К. Хіраяма працював у Морській обсерваторії (м. Вашингтон) та у Єльському університеті, зокрема допомагав обчислювати таблицю руху Місяця на основі аналітичної теорії американського вченого Ернеста Брауна (1866—1938). Е. Браун надихнув його шукати пояснення факту прогалини в розподілі середніх рухів астероїдів (середнім рухом у небесній механіці називають середню кутову швидкість руху тіла по орбіті).

Упродовж 1915—1919 рр. К. Хіраяма виконав статистичне дослідження орбіт астероїдів, застосовавши теорію вікових збурень



Лапласа—Лагранжа. Він виявив п'ять груп астероїдів, які у межах групи мають близькі середні рухи, ексцентриситети й нахили орбіт, та назвав ці групи сімействами: сімейства Феміди, Еоса, Короніди, Марії і Флори. К. Хіраяма висловив припущення, що члени кожного сімейства утворилися внаслідок розпаду одного великого небесного тіла. Результати цих досліджень учений виклав у працях «Дослідження розподілу середніх рухів астероїдів» («The Journal of the College of the

Science, Imperial University of Tokyo», 1918 р.), «Групи астероїдів, імовірно, спільного походження» («The Astronomical Journal», 1918 р.), «Сімейства астероїдів» («The Japanese Journal of Astronomy and Geophysics», 1922 р.) та ін. У наш час поняття сімейства астероїдів є одним із основних у планетології.

Кійоцугу Хіраяма працював і в деяких інших галузях науки. Зокрема, він провадив широтні спостереження в Токійській астрономічній обсерваторії (1898—1903 рр.) та вивчав зміни широти; за такі дослідження йому 1911 р. присуджено докторський ступінь. К. Хіраяма узяв участь в експедиції для спостережень сонячного затемнення на о. Суматра (Індонезія) в лютому 1901 р. У травні 1906 р. японський уряд призначив К. Хіраяму членом комісії для встановлення на о. Сахалін на географічній широті 50° кордону після російсько-японської війни, тому деякий час учений мешкав на о. Сахалін. Росія нагородила його за цю роботу орденом Святої Анни. Протягом 1931—1935 рр. К. Хіраяма досліджував рух зір у туманності, враховуючи опір її речовини.

К. Хіраяма цікавився історією астрономії на Сході — він зробив огляд давніх записів щодо спостережень затемнень і комет у Китаї, Кореї та Японії (1910 р.). Багато зусиль доклав учений до справи створення Японського астрономічного товариства (1908 р.).

За наукові заслуги К. Хіраяму обрано членом Японської академії.

Кійоцугу Хіраяма помер 8 квітня 1943 р. у м. Токіо. На його честь названо астероїд Головного поясу (1999) Хіраяма; на Місяці є кратер Хіраяма, що дістав свою назву на честь К. Хіраями та ще одного японського астронома С. Хіраями (1867—1945).

125 років тому, 21 грудня 1899 р., у м. Москві народилася **Євгенія Яківна Бугославська**.

Початкову освіту майбутня вчена, як і її старша сестра Наталія, здобули вдома завдяки матері, Надії Олександрівні Бугославській (1868—1959). Зі шкільних років обидві сестри під впливом батька — службовця, любителя природничих наук, Якова Михайловича Бугославського (1865—1957), захоплювалися астрономією. Деякі спостереження сонячних плям, які виконала Євгенія-школярка, навіть увійшли до міжнародних зведень щодо спостережень активності Сонця. У 1918 р. Євгенія та її сестра вступили в Московське товариство любителів астрономії, а згодом працювали в Колективі спостерігачів при цьому Товаристві.



Вищу освіту Є. Я. Бугославська здобула у Московському університеті, на астрономічному відділенні фізико-математичного факультету, який із відзнакою закінчила 1924 р. Ще будучи студенткою-другокурсницею, вона стала працювати як обчислювач в Особливій комісії з дослідження Курської магнітної аномалії. Через рік дівчина перейшла на роботу в Обчислювальне бюро при Московському товаристві любителів астрономії, де керувала дослідницькою групою. Назване Бюро готувало матеріал для «Російського астрономічного календаря» («Русского астрономического календаря»), який видавав Нижньгородський гурток любителів фізики й астрономії, а група Є. Я. Бугославської обчислювала моменти покриття зір Місяцем для астрономічних установ у Москві, Харкові та Одесі.

У 1925—1928 рр. вона продовжила освіту як аспірантка Астрономо-геодезичного інституту при Московському університеті, після чого кілька років (до 1932 р.) працювала у Військово-топографічному управлінні Робітничо-селянської Червоної армії на посаді інженера-геодезиста. З 1932 р. Є. Я. Бугославська працювала в Державному астрономічному інституті ім. П. К. Штернберга (ДАІШ) Московського держуніверситету (МДУ). ДАІШ був утворений незадовго до того, у червні 1931 р., шляхом злиття трьох установ, серед яких Астрономічна обсерваторія Московського університету. З 1934 р. вчена, без відриву від роботи в ДАІШ, викладала у Московському держуніверситеті ім. М. В. Ломоносова (з 1949 р. — професор), де читала курс фотографічної астрометрії. У роки Великої Вітчизняної війни Є. Я. Бугославська, разом з колективами ДАІШ та МДУ, проводила наукову роботу в евакуації у м. Свердловську (тепер м. Єкатеринбург, РФ).

Основні наукові дослідження вченої стосуються фотографічної астрометрії та фізики Сонця. У 1931 р. Є. В. Бугославська захистила кандидатську дисертацію щодо питань фотографічної астрометрії: «Дослідження об'єктива Астро-Тессар Цейсса з погляду обробки ширококутних платівок». Впродовж 1936—1937 рр. вона визначила власні рухи зір у ділянці східної вітки темної туманности Тельця — Персея і туманности Оріона. Учена також проводила спостереження подвійних зір на 38-см телескопі-астрографі.

Є. Я. Бугославська була одним з керівників комплексної експедиції для спостережень сонячної корони в різних пунктах Радянського Союзу під час повного сонячного затемнення 19 червня 1936 р.

Разом з колегами вона провела спостереження сонячної корони в селищі Бочкарьово (тепер м. Білогірськ Амурської обл., РФ), послуговуючись стандартним коронографом. Спільно із С. К. Всехсвятським (1905—1984) вчена обробила отримані тоді фотографії (їх було 30), що дало змогу виявити структурні форми сонячної корони та факт її осового обертання: корона обертається як ціле разом зі Сонцем.

Є. Я. Бугославська разом з іншими колегами керувала спостереженнями під час повних сонячних затемнень 1941, 1945, 1952 та 1954 рр., а також узяла участь в обробленні здобутого спостережного матеріалу. Крім того, вона використала спостереження сонячних затемнень 1887—1941 рр., щоб вивчити тонку структуру корони Сонця та внутрішні рухи в ній. Учена також досліджувала залежність нахилу корональних потоків від фази сонячної активності і геліографічної широти. Докторська дисертація Є. Я. Бугославської, яку вона захистила 1948 р., стосувалася саме корони Сонця і мала назву «Структура сонячної корони».

Неабиякий внесок Є. Я. Бугославської в розвиток інструментальної астрономії, зокрема вона досліджувала похибки телескопів, працювала над удосконаленням телескопічних спостережень у міських умовах, де слід враховувати значне засвітлення неба.

Учена активно долучилася до реалізації фундаментальної програми щодо створення Каталогу слабких зір. Основні положення такої програми сформулювали ще на початку 1930-х рр. пулковські астрономи Б. П. Герасимович (1889—1937) та М. І. Дніпровський (1887—1944); вона передбачала прив'язку положень слабких за блиском зір до положень позагалактичних об'єктів — найвіддаленіших із відомих тоді астрономічних тіл, які можна умовно вважати нерухомими на небесній сфері.

Є. Я. Бугославська вивчала сріблясті хмари, зокрема розробила методику астрометричного оброблення цих об'єктів та організувала спостереження сріблястих хмар упродовж Міжнародного геофізичного року (1957—1958 рр.).

Учена є автором відомого навчального посібника для вишів «Фотографічна астрометрія» («Фотографическая астрометрия»; 1947 р.). До середини ХХ ст. фотографічні методи проникли в усі розділи астрономії — астрометрія не стала винятком. Фотографія давала змогу визначати точні положення, власні рухи й паралакси зір, рухи у кратних зоряних системах, координати позагалактичних об'єктів відносно зір, розміри й форму планет і Сонця тощо. Вагоме значення фотографічної астрометрії сприяло її становленню як самостійної дисципліни, тому створення такого посібника було на

часі. У книжці обсягом майже 300 сторінок авторка вмістила історичний огляд розвитку фотографії, розповіла про застосування фотографічних методів в астрономії загалом та в астрометрії зокрема, описала астрограф та прилади для вимірювання астрофотографій, великий розділ присвятила зв'язку сферичних координат (небесної сфери) з координатами на фотоплатівці, подала методи для редуцій астрофотографій та деякі прийоми обчислень тощо. Не дивно, що посібник Є. Я. Бугославської набув широкого вжитку серед студентів, аспірантів, викладачів і фахівців-астрономів.

Є. Я. Бугославська — співавтор монографій «Сонячні затемнення та їхні спостереження» («Солнечные затмения и их наблюдения»; 1960 р.), «Сонячні затемнення та їхні спостереження. До сонячного затемнення 30 червня 1954 р.» («Солнечные затмения и их наблюдение. К солнечному затмению 30 июня 1954 г.»; 1954 р.) та «Сонячне затемнення 25 лютого 1952 р. і його спостереження» («Солнечное затмение 25 февраля 1952 г. и его наблюдение»; 1951 р.).

Величезний унесок Є. Я. Бугославської у справу оновлення наукової бази ДАІШ для навчання студентів-астрономів МДУ; учена сприяла оснащенню обсерваторії ДАІШ новим обладнанням, зокрема під її керівництвом розроблено ширококутний астрограф АФР-1, який установили в обсерваторії ДАІШ (1955 р.).

Немало потрудилася Є. Я. Бугославська на посадах ученого секретаря, віцепрезидента та голови Всесоюзного астрономо-геодезичного товариства.

Померла Є. Я. Бугославська 30 травня 1960 р. у Москві, похована там на Ваганьковському кладовищі.

Насамкінець додамо, що сестра Є. Я. Бугославської, Н. Я. Бугославська (1898—1958), теж була астрономом, закінчила з відзнакою фізико-математичний факультет Московського університету, провадила дослідження в галузі загальної астрономії та фізики Сонця, викладала на географічному факультеті Московського державного педагогічного інституту ім. В. І. Леніна (доцент; професор), склала (у співавторстві) інструкції для спостережень Сонця, сонячних і місячних затемнень, а також «Практикум з астрономії в педагогічних інститутах». Сестри, хоч і працювали в різних установах, провели разом не одне наукове дослідження.

125 років тому, 31 грудня 1899 р., у м. Рені (Ізмаїльський повіт, південна частина Бессарабії; тепер територія Одеської обл.) народився **Олександр Миколайович Дейч**. Його батько, Микола Осипо-

вич Дейч, походив із поволзьких німців, був військовим, а мати, Лукреція Анастасівна Дімітріаді, була дочкою місцевого забезпеченого купця та міського голови А. І. Дімітріаді. У цьому невеликому місті майбутній астроном провів перші роки життя; згодом його батька відправили служити у м. Рязань та Саратов.

Закінчивши гімназію у м. Саратові, талановитий юнак вступив до Саратовського університету на фізико-математичний факультет. Через матеріальні обставини О. М. Дейч змушений був водночас і працювати — він влаштувався службовцем у Спілку споживацьких товариств Саратовського краю. Навесні 1919 р. його мобілізували в Червону Армію — там він служив спершу писарем у відділі постачання Четвертої армії Уралфронту, а згодом — діловодом у саратовському губернському військовому комісаріаті.

У жовтні 1920 р. О. М. Дейч, приїхавши у Петроград, влаштувався на роботу лаборантом у Військово-господарську академію РСЧАФ (Робоча та селянська червона армія і флот), якою тоді керував його батько. Водночас юнак викладав елементарну математику на підготовчому відділенні цієї Академії. У січні 1923 р. його остаточно демобілізували.

У Петрограді О. М. Дейч продовжив навчання в університеті (тепер: Санкт-Петербурзький державний університет; м. Санкт-Петербург, РФ), куди був зарахований на третій курс і який закінчив 1924 р. Ще в студентські роки він підробляв обчислювачем: спочатку в петроградському Державному оптичному інституті, а з 1923 р. — в Пулковській обсерваторії.

Дослідження О. М. Дейча стосуються головним чином фотографічної астрометрії та зоряної астрономії. У Пулковській обсерваторії (ГАО АН СРСР) він працював 63 роки — аж до кінця своїх днів: почав як обчислювач, у 1935 р. здобув науковий ступінь кандидата фізико-математичних наук, у червні 1941 р. — доктора фізико-математичних наук (на засіданні вченої ради в Ленінградському університеті), з 1936 р. керував групою фотографічної астрометрії, а з 1945 до 1972 рр. очолював відділ фотографічної астрометрії та зоряної астрономії.

Наукову роботу О. М. Дейч розпочав під керівництвом знаного фахівця з астрофотографії та фотографічної астрометрії С. К. Костинського (1867—1936). З часом молодий астроном набув неабияко-



го досвіду спостережень на нормальному астрографі, вимірювань на блінк-компараторі тощо. Його перші самостійні наукові дослідження пов'язані з визначенням точних положень і фотометричних характеристик астероїдів. Щоб визначати положення астероїдів на небесній сфері з вищою точністю, О. М. Дейч запропонував спосіб фотографування цих об'єктів з трьома короткими експозиціями замість однієї, тривалої.

У липні 1929 р., працюючи в Сімеїзькому відділі Пулковської обсерваторії, О. М. Дейч відкрив астероїд (1148) Parahu (Параю чи Параху?), який попросив назвати на честь героїні твору французького письменника П'єра Лоті.

Протягом 1930—1932 рр. учений узяв активну участь в експедиціях щодо визначення довгот міст Тбілісі (тоді м. Тифліс), Свердловська (з 2016 р. — м. Довжанськ Луганської обл.) та Архангельська.

У 1936 р. О. М. Дейч приступив до вимірювань власних рухів зір у північних ділянках Каптейна; результатом цієї великої роботи став каталог власних рухів 18 тисяч зір у 74 ділянках Каптейна (1936 р.). Він базується на знімках перших епох (1920-ті рр., С. К. Костинський) і других епох (О. М. Дейч). На основі цього каталогу виявлено 288 подвійних і кратних систем (за спільністю власних рухів), визначено параметри локального руху Сонця та обертання Галактики.

О. М. Дейч виявив, що апекс слабких зір істотно відрізняється від стандартного. На основі цього він сформулював низку висновків щодо просторового розподілу зір у Галактиці, зокрема підтвердив гіпотезу про існування Місцевої системи зір. Учений виявив нову вітку слабких зір-карликів, яка на діаграмі Герцшпрунга—Рессела лежить на дві величини нижче від головної послідовності. Учений з високою точністю визначив вікові паралакси слабких зір до 15-ї зоряної величини.

Упродовж нелегких 1941—1942 років (під час Великої Вітчизняної війни) О. М. Дейч виконував обов'язки директора Пулковської обсерваторії. У жовтні 1941 р. лінія фронту проходила через Пулковські висоти. Обсерваторія була майже повністю зруйнована, але в той важкий час вдалося врятувати частину фондів наукової бібліотеки (тоді це була найбагатша астрономічна бібліотека у світі), лабораторного майна (вимірювальні прилади) та колекцію астрономічних негативів.

У лютому 1942 р. О. М. Дейч з родиною евакуювався до Ташкента. Там він продовжив наукові дослідження, а також виконував спостереження на нормальному астрографі Ташкентської обсерваторії. Після Великої Вітчизняної війни вчений узяв активну участь у відновленні роботи Пулковської обсерваторії. У 1947 р. О. М. Дейч

став працювати як сумісник в Астрономічній обсерваторії Ленінградського університету.

На початку 1950-х рр. О. М. Дейч розпочав дослідження щодо виявлення невидимих супутників у найближчих до Землі зір. Цілу низку його наукових праць присвячено зорі 61 Лебеда (61 Cygni) — подвійній системі, що віддалена від Сонця всього на 11.4 світлового року (3.5 парсека). Система складається із двох оранжевих зір-карликів з масами 0.70 і 0.63 маси Сонця, які роблять повний оберт навколо спільного центра мас приблизно за 700 років. Зоря 61 Лебеда має великий власний рух, чим давно привабила дослідників; її, до речі, видно неозброєним оком ($V = 5.2^m$). На основі багаторічного, унікального за тривалістю, ряду її фотографічних спостережень, виконаних у Пулкові за допомогою нормального астрографа, О. М. Дейч припустив, що зоря 61 Лебеда має невидимий у телескоп маломасивний супутник. На наявність у системі третього тіла (із субзоряною чи планетною масою) вказували так звані неправильності (відхилення від теоретичних траєкторій) в орбітальних рухах двох описаних вище зір-компонентів. Далі працюючи над цим питанням із залученням інших спостережень, учений дійшов висновку, що досліджувана зоря має два невидимих супутники, які обертаються навколо неї з періодами 6 та 12 років.

Висновки такого роду зробили й інші дослідники, хоча гіпотезу про існування планети в системі 61 Лебеда досі не підтверджено. Заслуга О. М. Дейча в тому, що він одним із перших вказав на можливість існування невидимих маломасивних супутників зір; маса таких тіл сумірна з 0.01 маси Сонця — такі об'єкти згодом дістали загальну назву *субзорі* або *коричневі карлики*. О. М. Дейч уважав, що кратні системи зір, серед яких зорі з маломасивними супутниками, є досить поширеними в Галактиці.

Неабиякий внесок О. М. Дейча у побудову інерціальної системи координат у космічному просторі. Він реалізував ідею пулковських астрономів Б. П. Герасимовича та М. І. Дніпровського (початок 1930-х рр.) стосовно визначення абсолютних власних рухів зір відносно галактик, зокрема опублікував каталог 1508 позагалактичних об'єктів.

Зміна положень галактик на небесній сфері невелика, тому прив'язка зір Галактики до цих умовно нерухомих точок на небі давала змогу побудувати (методами фотографічної астрометрії) нову, точнішу від наявної тоді, реалізацію інерціальної системи координат у космічному просторі. Докладно це питання висвітлено у доповіді О. М. Дейча на VIII Генеральній Асамблеї Міжнародного астрономічного союзу (МАС), яка відбулася 1952 р. в Римі. Ця до-

повідь, названа «Використання позагалактичних об'єктів для побудови абсолютної системи власних рухів зір» [4], містить у собі наукову програму, прийняту тоді як міжнародну. Вона передбачала використовувати телескопи типу нормального астрографа в обох півкулях Землі для фотографування вибраних ділянок неба з галактиками. Протягом багатьох років О. М. Дейч керував цією великою роботою, у якій взяли участь чотири радянських і сім зарубіжних обсерваторій. Відповідно до програми О. М. Дейча створено каталоги в ГАО АН УРСР (тепер: ГАО НАН України), у Пулковській обсерваторії та ще в трьох обсерваторіях. На основі цих каталогів київські астрономи виконали роботу зі створення зведеного каталога GPM, а пулковці склали каталог PUL 2 (майже 60 тисяч абсолютних власних рухів зір у 149 ділянках неба).

На початку 1970-х рр. О. М. Дейч організував роботу щодо залучення спостережень квазарів для визначення абсолютних власних рухів зір.

О. М. Дейч має низку заслуг і в інших напрямках досліджень. Він розробив метод для визначення місця перебування корабля за спостереженнями Сонця, розділеними невеликим відтинком часу; цей метод був дуже корисний у воєнний час, він давав непогану для того часу точність (± 3 км). Учений розпочав цю роботу 1942 р. в Ташкенті, виконавши тоді теоретичну її частину, а протягом 1942—1943 рр. метод О. М. Дейча був випробуваний практично у Каспійському морі та Арктиці.

Учений відкрив кілька змінних зір, узяв участь у трьох експедиціях щодо спостережень повних сонячних затемнень: 1927 р. (Швеція), 1936 р. (м. Омськ, Росія) та 1945 р. (м. Сортавала, Росія). Наприкінці 1950-х рр., після запуску першого ШЗС у 1957 р., він розробив метод для визначення координат ШЗС. На початку 1970-х рр. О. М. Дейч організував роботи з вивчення квазарів методами фотографічної астрономії.

О. М. Дейч вивчав природу одного з типів квазарів — так званих *роксів*: радіоб'єктів з континуальним оптичним спектром. Він організував дослідження квазарів методами фотографічної астрономії. У 1966 р., учений опублікував працю «Ядра галактик», де торкнувся питання фізичної природи квазарів.

О. М. Дейч — талановитий педагог та організатор науки. Він був керівником та учителем кількох поколінь астрономів Пулковської обсерваторії та інших астрономічних установ; понад двадцять його аспірантів захистили кандидатські дисертації. У 1936—1981 рр. учений викладав у Ленінградському університеті курси «Фотографічна астрометрія», «Подвійні зорі» та «Наближені обчислення» (з 1937 р. —

професор). Починаючи з 1932 р, протягом багатьох років він вів курс судноплавної астрономії у ленінградському Вищому військово-морському училищі ім. М. В. Фрунзе. О. М. Дейч — автор розділів «Фотографічна астрометрія» та «Подвійні зорі» в добре відомому пулковському «Курсі астрофізики та зоряної астрономії» («Курс астрофизики и звездной астрономии»). Протягом двох термінів (1961—1966 рр.) вчений очолював 24-ту комісію МАС «фотографічна астрометрія».

О. М. Дейч проявив себе у справі просвіти, зокрема опублікував науково-популярну брошуру «Планети інших світів» («Планеты других миров»; 1967 р.). У цій захопливій книжечці він розповів про планети Сонячної системи та їхні супутники, про зорі різних типів, зоряні скупчення, а також про можливі невидимі супутники (зорі чи планети) зір і деякі методи для виявлення таких супутників. Не менш захопливою була в той час і брошура О. М. Дейча «Невидимі супутники зір» («Невидимые спутники звезд»; 1972 р.). Крім інформації про дослідження недоступних тоді для прямих спостережень небесних тіл — супутників зір, названа брошура цікаво розповідає про рух Землі, Сонця та зір, зокрема про явища прецесії, нутації, про власні рухи зір на небесній сфері.

За великий внесок у науку О. М. Дейча нагороджено орденом Леніна, орденом Трудового Червоного Прапора, двома орденами «Знак Пошани» й багатьма медалями.

Олександр Миколайович Дейч помер 22 листопада 1986 р. в Ленінграді (тепер м. Санкт-Петербург, РФ).

На честь міста, в якому народився О. М. Дейч, названо астероїд Головного поясу: (1792) Reni (відкривач Л. І. Черних, КРАО, 24 січня 1968 р.).

100 років тому, 12 листопада 1924 р., у Парижі народився **Одуен Шарль Дольфюс**. Вищу освіту майбутній астроном здобув у Паризькому університеті.

З 1946 р. О. Дольфюс працював у Медонській обсерваторії (передмістя Парижа) — філії Паризької обсерваторії, — де керував лабораторією фізики Сонячної системи.

Одуен Дольфюс — фахівець у галузі тіл Сонячної системи; основні його праці стосуються фізики планет і Сонця. Про фізичні властивості небесних тіл багато може «розповісти» поляризоване світло — О. Дольфюс переважно застосовував саме такий спосіб досліджень. Учений провів вимірювання поляризації світла для всіх



планет Сонячної системи, дослідивши при цьому її зміни по планетному диску, розподіл за довжиною хвилі та залежність від фазового кута. Переважну частину своїх досліджень О. Дольфюс виконав на основі спостережень, проведених в обсерваторії Пік-дю-Міді (Французькі Піренеї).

За допомогою явища поляризації світла можна довести наявність або відсутність атмосфери навколо планети чи її супутника, тому О. Дольфюс виконав дослідження, щоб перевірити, чи є атмосфера у Місяця та Меркурія. І Бернард Ліо, і пізніше Одуен Дольфюс показали, що у випадку Місяця

поляризацію світла виявити не вдається; звідси випливає підтвердження теоретично зробленого раніше висновку, що наш природний супутник — безатмосферне тіло.

У 1950-х рр. більшість фахівців вважала, що Меркурій утратив атмосферу повністю, — на це вказували теоретичні моделі, які впливали з кінетичної теорії газів. Але О. Дольфюсу на основі поляризаційних вимірювань в Обсерваторії Пік-дю-Міді вдалося виявити в цієї планети дуже слабку атмосферу. За його оцінками, атмосферний тиск біля поверхні Меркурія становить усього приблизно 1 мм ртутного стовпчика. Природу газу меркуріанської атмосфери О. Дольфюс не з'ясував, але припустив, що це щільний, важкий газ. У наш час установлено, що атмосфера Меркурія справді дуже тонка, а її загальна маса не перевищує однієї тонни (порівняймо з масою земної атмосфери: $5 \cdot 10^{18}$ кг). О. Дольфюс також ретельно досліджував поверхню Меркурія; йому вдалося добре розрізнити деталі поверхні розміром понад 300 км (1959 р.).

Багато уваги приділив О. Дольфюс дослідженню Марса. До того як космічний апарат «Вікінг» успішно «примарсіанився» й передав наукову інформацію, фахівці жваво дискутували щодо складу поверхні Червоної планети. Зацікавився цим питанням і О. Дольфюс: він намагався з'ясувати, що саме є на марсіанській поверхні, порівнюючи поляризоване світло від Марса із поляризованими променями, відбитими від кількох сотень лабораторних зразків: земних мінеральних утворень червоних піщаників, глини, вулканічного попелу, лимоніту, гепатиту. У результаті такої кропіткої роботи вчений дійшов висновку, що за кривими поляризації світлим областям Марса відповідає тільки подрібнений лимоніт ($\text{FeO}(\text{OH})$), отже, з великою ймовірністю поверхня марсіанських пустель скла-

дається з гідратів окису заліза. Пізніше інші дослідники показали, що висновок О. Дольфюса правильний. О. Дольфюс вивчав не тільки поверхню, але й атмосферу Марса. Зокрема, в 1954 р. він піднявся на аеростаті на висоту 7 км і, послуговуючись 28-см телескопом, виміряв кількість водяної пари в атмосфері Червоної планети.

15 грудня 1966 р. О. Дольфюс відкрив внутрішній супутник Сатурна, наявність якого сам же теоретично передбачив, досліджуючи резонансні збурення в кільцях Сатурна. О. Дольфюс запропонував назвати нововідкрите небесне тіло Янусом (Янус — персонаж давньоримської мітології: дволиций бог). Цю назву (Janus) йому офіційно надано аж 1983 р., а до того він мав тимчасове позначення: S/1966 S 2. Розміри Януса становлять $(193 \times 173 \times 137)$ км, його середній радіус — 89 км, а велика піввісь його орбіти дорівнює 151460 км. Тіло Януса пористе і складається головним чином із льоду, його щільність (0.6 г/см^3) нижча, ніж щільність води, загальна маса супутника становить $1.9 \cdot 10^{18}$ кг.

Янус особливо цікавий тим, що по дуже близькій до нього орбіті рухається ще один супутник Сатурна — Епіметей (його середній радіус приблизно становить 57 км, а маса приблизно дорівнює $5.3 \cdot 10^{17}$ кг). Відстань між їхніми орбітами всього 50 км, що менше від їхніх розмірів; раз на чотири роки ці супутники навіть міняються орбітами. Це так звані супутники-пастухи, вони впливають на зовнішнє кільце Сатурна: кільце А. Епіметея вперше спостерігав Р. Уокер — теж у грудні 1966 р.

На основі своїх спостережень О. Дольфюс визначив параметри атмосфери Венери та її надхмарного шару. У 1952 р. він запропонував прилад, який давав роздвоєння до 500-кратної роздільної здатності. Послуговуючись таким мікрометром подвійного зображення та геліометром, учений виконав багато візуальних визначень діаметрів планет Сонячної системи і великих супутників Юпітера й Сатурна.

Немало уваги приділив О. Дольфюс дослідженню Сонця. Він розробив високоточний поляриметр, за допомогою якого виміряв поляризацію поблизу краю сонячного диска, — така інформація дуже допомагає при вивченні процесів розсіювання світла та механізму утворення ліній поглинання в атмосфері Сонця. Послуговуючись цим же поляриметром, учений провів спостереження сонячних корональних потоків поза затемненням, а також виконав вимірювання слабких дрібномасштабних магнітних полів у активних областях на Сонці.

За редакцією О. Дольфюса вийшла колективна монографія «Поверхні та внутрішня будова планет і супутників» («Surfaces and

Interiors of Planets and Satellites»; видавництво: «Academic Press»; 1970 р.), обсяг якої майже 600 с. Її розділи написали добре знані у світі дослідники планет, зокрема сам О. Дольфус — автор розділу «Діаметри планет і супутників». Монографія є фундаментальним зведенням тодішніх даних про фізичні характеристики планет і їхніх супутників (маси, розміри, рельєф, властивості поверхні, параметри осьового обертання), здобутих на основі радіолокаційних спостережень, вимірювань теплового радіовипромінювання та визначення фотометричних характеристик планетних дисків. У 1974 р. у Москві опубліковано переклад (за редакцією В. Г. Курта) цієї книжки російською мовою під назвою «Планеты и спутники».

О. Дольфус був членом Міжнародної академії астронавтики; впродовж 1979—1982 рр. він очолював Французьке астрономічне товариство. За наукові заслуги вченого нагороджено премією Паризької академії наук, премією ім. А. Галабера Міжнародної астрономічної федерації (1973 р.), премією Жуля Жансена (1993 р.) та орденом Почесного легіону (2009 р.).

Одуен Дольфус помер 1 жовтня 2010 р. у Версалі. На його честь названо астероїд Головного поясу (2451) Dollfus.

Минає **півстоліття** від дати старту міжнародного космічного апарата «**Інтеркосмос-11**», розробленого й запущеного в рамках програми співробітництва десяти соціалістичних країн щодо освоєння космосу в мирних цілях. Він належав до великої серії космічних апаратів «дніпропетровський супутник», що їх виготовляло ДКБ-586 (тепер ДП «КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля»; м. Дніпро).

Успішний запуск КА «Інтеркосмос-11» здійснено 17 травня 1974 р. з ракетного військового полігону «Капустин Яр» (Астраханська обл., Росія) за допомогою ракети-носія «Космос-3М». Названий КА став четвертим (після КА «Інтеркосмос-1; 4; 7» штучним супутником Землі згаданої вище програми, призначеним для досліджень Сонця та верхніх шарів земної атмосфери. Запуск цього космічного апарата був присвячений 250-річчю АН СРСР.

КА «Інтеркосмос-11» мав герметичну циліндричну форму із двома півсферичними кришками та сонячними панелями. На його борту були наукові прилади, виготовлені в НДР, СРСР та ЧССР, для визначення характеристик рентгенівського й ультрафіолетового випромінювання Сонця, вимірювання вмісту молекулярного кисню у верхніх шарах земної атмосфери, а також для виявлення аерозолів у верхній атмосфері Землі: спектрометр заряджених частинок; оптичний, ультра-

фіолетовий та рентгенівський фотометри; рентгенівський поляриметр для вимірювання поляризації рентгенівського випромінювання сонячних спалахів; рентгенівський спектрогеліограф. Космічний апарат «Інтеркосмос-11» був обладнаний системою орієнтації і стабілізації, яка забезпечувала спрямування датчиків наукової апаратури на Сонце на освітленій частині орбіти з точністю $1-2^\circ$.

«Інтеркосмос-11» вивели на орбіту штучного супутника Землі, при якій висота над землею поверхнею в апогеї та перигеї становила, відповідно, 526 і 484 км, а період обертання дорівнював 95 хв. Він функціонував на орбіті до 17 лютого 1975 р., а 6 вересня 1979 р. увійшов в атмосферу Землі та припинив існувати.

Здобута за допомогою КА «Інтеркосмос-11» наукова інформація істотно доповнила дані з борту попередніх трьох ШСЗ серії «Інтеркосмос» про короткохвильове випромінювання Сонця: вивчено основні характеристики рентгенівського випромінювання спокійного Сонця; виміряно абсолютний потік випромінювання та його варіації при різних рівнях сонячної активності; локалізовано рентгенівські активні області в сонячній короні та ін.

50 років тому, 29 травня 1974 р., з космодрому «Байконур» (тепер територія Республіки Казахстан) за допомогою ракети-носія «Протон-К/Д» (Д — розгінний блок) здійснено успішний запуск радянської автоматичної міжпланетної станції (АМС) «Луна-22».

Названу чотиритонну АМС сконструйовано в Науково-виробничому об'єднанні ім. С. О. Лавочкина (тепер АТ «Науково-виробниче об'єднання ім. С. О. Лавочкина», Московська обл., РФ). Її призначено для продовження досліджень Місяця та космічного простору поблизу нього, започаткованих АМС «Луна-19». Станція «Луна-22» належала до класу важких супутників Місяця «Е-8 ЛС».

Вийшовши на орбіту штучного супутника нашої планети, «Луна-22» вирушила до Місяця. Під час польоту по трасі «Земля — Місяць» з цією АМС проведено понад 20 сеансів радіозв'язку; наступного дня після старту здійснено корекцію її траєкторії.

Другого червня 1974 р., в результаті гальмування АМС «Луна-22» вийшла на селеноцентричну орбіту. За допомогою приладів на її борту з цієї орбіти проведено цілу низку різноманітних наукових досліджень, а саме: визначення щільності метеорної речовини, визначення інтенсивності й енергетичного спектру космічних променів від Сонця, вимірювання концентрації білямісячної плазми, дослідження магнітних полів.

З 9 до 13 червня 1974 р. проведено докладне телевізійне знімання деяких районів поверхні Місяця. Для цього АМС «Луна-22» перевели на витягнену еліптичну орбіту, при якій найменша (в перисентрі) й найбільша (в апоцентрі) відстань від місячної поверхні становили 25 і 244 км відповідно. Телезнімання проводили, коли АМС пролітала на мінімальній відстані від поверхні Місяця; отримані таким чином панорами мають хорошу якість та високу роздільність. Водночас із телезніманням за допомогою бортового висотоміра виконано докладне вивчення рельєфу досліджуваних ділянок, а також визначено хімічний склад місячних порід на основі їхнього гамма-випромінювання.

Після закінчення телевізійного знімання орбіту АМС «Луна-22» знову змінили, щоб досягти оптимальних умов для вивчення гравітаційного поля Місяця та створення карт масконів — областей аномалії сили тяжіння на Місяці.

Здобута з борту АМС «Луна-22» наукова інформація дала змогу вченим уточнити цілу низку результатів, отриманих раніше, а також виявити деякі загальні закономірності, що стосуються космічного простору в околицях Місяця, поверхні та внутрішньої будови нашого природного супутника. Робота станції допомогла фахівцям успішно здійснити посадку на Місяць АМС «Луна-24» (1976 р.) і зібрати зразки його ґрунту в районі зі складним рельєфом.

50 років тому, 28 жовтня 1974 р., з космодрому «Байконур» (тепер територія Республіки Казахстан) за допомогою ракети-носія «Протон-К/Д» (Д — розгінний блок) у космос стартувала радянська автоматична міжпланетна станція (АМС) «Луна-23».

Названу АМС масою майже 6 т сконструйовано в Науково-виробничому об'єднанні ім. С. О. Лавочкина (тепер АТ «Науково-виробниче об'єднання ім. С. О. Лавочкина», Московська обл., РФ). Її призначено для вивчення Місяця та космічного простору поблизу нього; програма досліджень передбачала також посадку й функціонування цієї АМС на місячній поверхні, тому на борту АМС «Луна-23» був повертаний апарат і пристрій для забору зразків місячного ґрунту з глибини до 2,5 м.

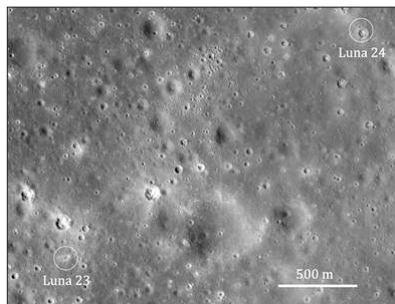
Під час польоту по трасі «Земля — Місяць» з АМС «Луна-23» проводилися регулярні сеанси радіозв'язку; 31 жовтня 1974 р. здійснено корекцію її траєкторії.

Другого листопада 1974 р. в результаті гальмування АМС «Луна-23» вийшла на попередню селеноцентричну орбіту, близьку до

розрахованої. Щоб здійснити посадку в запланованому районі, АМС перевели на витягнену еліптичну орбіту, при якій найменша (в перицентрі) й найбільша (в апоцентрі) відстань від місячної поверхні становили 16.3 і 105 км відповідно.

Шостого листопада того ж року ввімкнули двигунну установку, яка забезпечила сходження АМС із селеноцентричної орбіти. На жаль, через збій у роботі бортового обладнання (доплерівського вимірювача швидкості) на висоті 130 м припинилося вимірювання відстані до поверхні Місяця. «Луна-23» здійснила посадку у південній частині Моря Криз (в точці з координатами 12° 41' пн. ш. і 62° 17' сх. д.), але при цьому вертикальна швидкість перед дотиканням до поверхні більш ніж удвічі перевищила допустиму: 11 м/с замість 5 м/с. Через це станція перекинулася у бік ґрунтозабірного пристрою, що спричинило деякі пошкодження. Заплановану роботу щодо буріння й забору зразків місячного ґрунту не вдалося виконати, а повертаний апарат не зміг стартувати з поверхні Місяця. АМС «Луна-23» працювала на поверхні нашого природного супутника три доби за скороченою програмою; 9 листопада 1974 р. зв'язок з нею припинився.

У березні 2012 р. на сайті американського КА «Місячний орбітальний зонд» («Lunar Reconnaissance Orbiter», LRO) опубліковано світлини місць посадки АМС «Луна-23» та її наступниці АМС «Луна-24»: https://web.archive.org/web/20140112015902/http://lroc.sese.asu.edu/news/index.php?%2Farchives%2F539-_Mare_Crisium_Failure_then_Success.html . Одну із цих світлин подано на рисунку.



Місця посадки АМС «Луна-23» та «Луна-24»

50 років тому, 31 жовтня 1974 р., з космодрому Плесецьк (Архангельська обл., Росія) за допомогою ракети-носія «Космос 11K65M» здійснено успішний запуск штучного супутника Землі «Інтеркосмос-12», призначеного для продовження комплексних досліджень атмосфери й іоносфери Землі, а також потоків мікрометеоритів. Названий космічний апарат розроблено й запущено в рамках програми співробітництва соціалістичних країн. Він належав до



великої серії космічних апаратів «дніпропетровський супутник», що їх виготовляло ДКБ-586 (тепер ДП «КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля»; м. Дніпро).

Серед різноманітної апаратури на борту цього КА: аналізатор мікрометеоритів, зонди для визначення концентрації електронів і позитивних іонів, масспектрометр

для вивчення нейтрального та іонного компонентів атмосфери, а також пристрій для калібрування мас-спектрометра в польоті.

«Інтеркосмос-12» вивели на орбіту штучного супутника Землі, при якій висота над землею поверхнею в апогеї та перигеї становила 708 і 264 км відповідно, а період обертання дорівнював 94 хв. Він функціонував на орбіті до липня 1975 р.

Серед наукових результатів роботи цього космічного апарата назвімо відпрацювання методики мас-спектрометричних експериментів, отримання інформації про концентрацію електронів і позитивних іонів та інші характеристики земної іоносфери, про щільність, енергетичні характеристики та масу метеорних часток, які належать метеорним потокам.

25 років тому, 23 липня 1999 р., з космічного центру ім. Дж. Ф. Кеннеді (шт. Флорида, США) за допомогою шатла «Колумбія» здійснено успішний запуск орбітальної обсерваторії «**Чандра**» («Chandra»), призначеної для спостережень об'єктів космосу в рентгенівському діапазоні. Цю космічну обсерваторію названо на честь добре знаного американського астрофізика та фізика-теоретика індійського походження Субраманьяна Чандрасекара (1910—1995); її розроблено в Національному управлінні з аеронавтики і дослідження космічного простору (NASA).

Центр місії «Чандра» міститься в Смітсонівській астрофізичній обсерваторії, сайт місії «Чандра»: <https://chandra.harvard.edu/>.

Пульсари, залишки наднових зір, акреційні диски та багато інших об'єктів Всесвіту випромінюють електромагнітні хвилі в рентгенівському діапазоні. Рентгенівські промені не проходять крізь атмосферу Землі, тому космічні рентгенівські джерела доводиться спостерігати з навколосемної орбіти. Перші космічні рентгенівські об'єкти відкрито ще 1967 р. за допомогою балістичних ра-

кет із рентгенівськими детекторами. До запуску «Чандри» на геоцентричних орбітах працювали (або вже не працювали) зо два десятки космічних апаратів для реєстрації рентгенівського випромінювання. Проте «Чандра» — це рентгенівська обсерваторія нового покоління; вона і досі успішно працює на геоцентричній високоапогейній орбіті, здійснюючи повний оберт навколо Землі за 64 год 18 хв.

На борту цього п'ятитонного космічного апарата встановлено низку наукових приладів: камеру високої роздільної здатності (широке поле зору, високе кутове розділення), спектрометри для побудови зображень рентгенівських об'єктів з одночасним визначенням енергії фотонів, дифракційні решітки для відхилення рентгенівських променів на різні кути. Камера високої роздільної здатності («High Resolution Camera», HRC) дає якісні зображення космічних рентгенівських джерел із точністю до 0.5'', завдяки чому «Чандра» дотепер не має аналогів.

На основі спостережень з борту «Чандри» зроблено цілу низку астрономічних відкриттів, з-поміж них назвімо тільки декілька: у галактиці M82 виявлено новий тип чорних дір (вони можуть бути проміжними об'єктами між чорними дірами зоряних мас і надмасивними чорними дірами); виявлено ударні хвилі навколо центрального пульсара в Крабовидній туманності; зареєстровано рентгенівське випромінювання надмасивної чорної діри в центрі Галактики; уточнено сталу Габбла; уперше виявлено екзопланету в іншій (не нашій) галактиці (спіральна галактика Вир, M 51).

Інформацію про деякі відкриття за допомогою спостережень з борту «Чандри» вміщено на Українському астрономічному порталі: <http://www.astrosvit.in.ua/novyny/inshi-novyny/observatoriia-chandra-znaishla-dokazy-mozhlyvoi-ekzoplanety-v-inshii-halakytysi> ;

<http://www.astrosvit.in.ua/novyny/inshi-novyny/vyjavleno-minlyvist-renthenivskoho-vyprominiuvannia-vid-strumeniv-chornykh-dir> ;

<http://www.astrosvit.in.ua/novyny/inshi-novyny/sumnivy-shchodoprpushchennia-pro-izotropiiu-vsesvitu> .

Насамкінець про ще одну цікавинку від обсерваторії «Чандра»: календарі на поточний рік і попередні роки з надзвичайно красивими світлинами; ці календарі можна завантажити та роздрукувати. Зокрема, за адресою <https://chandra.harvard.edu/resources/handouts/lithos/calendar2023/> міститься календар на 2023 р.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматическая станция «Луна-23». Интернет-ресурс: [https:// web.archive.org/web/20131010001109/http://www.laspase.ru/rus/luna23.html](https://web.archive.org/web/20131010001109/http://www.laspase.ru/rus/luna23.html) (дата звернения: 19.07.2023).
2. Астрономы России (1917—2017) / науч. ред. А. М. Черепашук. Казань: Казан. фед. ун-т, 2017. 568 с.
3. *Денисов В. П., Алимов В. И., Журенко А. А., Мишарин В. А.* Страницы советской космонавтики. Москва: Машиностроение, 1975. 352 с.
4. *Дейч А. Н.* Использование внегалактических объектов для построения абсолютной системы собственных движений звезд. Москва: Изд. АН СССР, 1952. 36 с.
5. *Дейч А. Н.* Новые данные о невидимых спутниках 61 Лебеда. *Письма в АЖ*, 1978, т. 4, с. 95—98.
6. *Дейч А. Н.* Определение собственных движений 18000 звезд в площадках Каптейна в зонах от $+15^\circ$ до $+75^\circ$ склонения. *Труды ГАО в Пулкове*, 1940, т. 55, с. 1—167.
7. *Климишин І. 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., Киев: Наукова думка, 1986. 512 с.
9. *Лаплас П. С.* Изложение системы мира / перевод В. М. Васильева. Ленинград: Наука, 1982. 376 с.
10. *Первушин Антон.* Лунные бурильщики. Интернет-ресурс: [https:// warspot.ru/20257-lunnye-burilshiki](https://warspot.ru/20257-lunnye-burilshiki) (дата звернения: 18.07.2023).
11. *Орлова О. Н., Шахт Н. А.* Александр Николаевич Дейч (1899—1986). — На рубежах познания Вселенной (Историко-астрон. исслед.), Москва: Наука, 1990, вып. 22, с. 357—366.
12. Официальные данные о судьбе пулковских астрономов. *На рубежах познания Вселенной (Историко-астрон. исслед.)*. Москва: Наука, 1990, вып. 22, с. 482—490.
13. Евгения Яковлевна Бугославская (21.12.1899—30.05.1960). Интернет-ресурс: <https://web.archive.org/web/20200225175752/http://sm.evg-rum-jantsev.ru/astro3/bugoslavskaja-evgenija-yakovlevna.html> (дата звернения: 04.10.2023).
14. Seiko Yoshida & Tsuko Nakamura. Hirayama Kiyotsugu: Discoverer of Asteroid Families. Интернет-ресурс: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62082-4_3 (дата звернения: 15.11.2023).

The first part of the almanac gives the 2024 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
2024**

Випуск сімдесятий

Видається з 1948 р.

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

Коректор *О. В. Клименко*

Комп'ютерна верстка *С. В. Кубарєва*

Підписано до друку 20.12.2023. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 14,30. Обл.-вид. арк. 15,56.

Тираж 100 прим. Зам. № 7147

Видавець і виготовлювач
Видавничий дім «Академперіодика» НАН України
01024, Київ, вул. Терещенківська, 4

Свідцтво суб'єкта видавничої справи
серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.