

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР

2016

Випуск шістдесят другий

Видається з 1948 р.

КИЇВ • 2015

УДК 52(059)

Астрономічний календар. 2016 / ред. кол.: А.П. Відьмаченко (гол. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ, 2015. — 286 с., 2 с. іл.

У довідковій частині щорічника наведено таблиць-календар на 2016 рік, відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу, основні величини для Сонця, Землі, Місяця й планет, ефемериди Сонця, Місяця і планет, час сходу та заходу Сонця й Місяця, моменти кульмінацій і фази Місяця, планетні конфігурації, відомості про видимість на небі великих планет і галілеєвих супутників Юпітера, про яскраві й змінні зорі, про туманності, комети, покриття зір Місяцем та астероїдами, метеорні потоки, затемнення та про інші небесні явища.

У статтях розказано про сучасний стан досліджень в окремих галузях астрономії та подано інформацію про пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики.

Як довідник і посібник для практичних робіт книжка може стати в 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), доктор фізико-математичних наук, професор *Д.П. Дума*, доктор фізико-математичних наук, професор *В.Г. Кручиненко*, кандидат фізико-математичних наук *Л.М. Свачій* (відповідальний секретар), кандидат фізико-математичних наук *В.Г. Іванчук*, кандидат фізико-математичних наук *В.М. Клименко*, кандидат фізико-математичних наук *Г.У. Ковальчук*, кандидат фізико-математичних наук *В.Я. Чолій*, *К.М. Ненахова*

Видання здійснено за державним замовленням
на підготовку та випуск видавничої продукції

*Друкується за рішенням Ученої ради ГАО НАН України
(протокол від 05.11.2015 № 11)*

На першій сторінці обкладинки — художнє зображення комети С/2013 А1 (Сайдінг-Спрінг) на тлі марсіанського ландшафту з ровером «Opportunity», який досліджує поверхню Марса.

ISBN 978-966-02-7765-6

© Головна астрономічна обсерваторія
НАН України, 2015

ЗМІСТ

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2016 РОКУ	6
ПЕРЕДМОВА	7
ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР НА 2016 рік	9
ДОВІДНИК СПОСТЕРІГАЧА	13
ХРОНОЛОГІЯ – КАЛЕНДАРІ	26
СОНЦЕ, ЗЕМЛЯ ТА МІСЯЦЬ	30
Основні дані про Сонце	30
Основні дані про Землю	33
Основні дані про Місяць	34
Ефемериди Сонця та Місяця	37
Схід і захід Сонця на широті 50°	49
Поправки часу сходу Сонця для різних широт	50
Азимути точок сходу та заходу Сонця	51
Тривалість громадянських присмерків	51
Схід, кульмінація та захід Місяця для широти 50° та східної довготи $2^{h}02^{m}$	52
Поправки моментів сходу та заходу Місяця	64
Фази Місяця	74
Проходження Місяця через апогей і перигей	74
Проходження Місяця через вузли своєї орбіти	75
Входження Сонця в знаки Зодіаку	75
Входження Місяця в знаки Зодіаку	76
Ефемериди для фізичних спостережень Сонця	79
Ефемериди для фізичних спостережень Місяця	80
ПЛАНЕТИ	84
Меркурій	84
Венера	86
Марс	88
Юпітер	90
Сатурн	92
Уран	94
Нептун	95
Видимі шляхи планет	97
Планетні конфігурації	99
Сполучення планет	100

Сполучення планет із Місяцем	100
Ефемериди планет	103
Видимість Меркурія на широті 50°	113
Видимість яскравих планет на широті 50°	115
Геліоцентричні довготи (l) і відстані (r) планет, геоцентричні відстані (ρ) ..	116
Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°	121
Галілеєві супутники Юпітера	124
Середні елементи орбіт планет на епоху $J2000.0$	131
Фізичні характеристики планет Сонячної системи	131
КОМЕТИ	132
Видимість комет упродовж 2016 р.	132
Комети, які проходять перигелій у 2016 р.	140
Елементи кометних орбіт	141
Ефемериди комет.	143
МЕТЕОРНІ ПОТОКИ	148
Основні метеорні потоки	149
Горизонтальні координати радіантів метеорних потоків	149
ЗОРІ	157
Ппульсуючі змінні зорі	157
Затемнювані зорі	159
Довгоперіодичні змінні зорі типу α Кита (Міриди) та моменти їхніх максимумів	160
Напівправильні та неправильні змінні зорі	161
Зручні для спостереження в Україні моменти мінімумів блиску деяких затемнюваних зір	162
Первинні UVV- та UVRI-стандарты	165
Подвійні зорі для спостережень із невеликими телескопами	167
Зорі до 2.5 зоряної величини зі схиленнями від -30° до $+90^\circ$	169
ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ	171
Розсіяні зоряні скупчення	172
Кульові зоряні скупчення	173
Галактики	174
Туманності	174
ЗАТЕМНЕННЯ	176
Повне сонячне затемнення 8—9 березня 2016 р.	176
Півтіньове місячне затемнення 23 березня 2016р.	177
Пройдення Меркурія перед диском Сонця 9 травня 2016 р.	178
Кільцеподібне сонячне затемнення 1 вересня 2016 р.	180
Півтіньове місячне затемнення 16 вересня 2016 р.	181
Покриття зір і планет Місяцем	183
Зорі до 6.1 зоряної величини, покриття яких можна спостерігати в Україні 2016 р.	185
Покриття зір Місяцем	186
Покриття зір астероїдами	194
Обставини покриттів зір астероїдами	197

ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ	215
Азимути Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот	215
Середня рефракція	216
Переведення часток доби у години, хвилини та секунди	216
Переведення годин і хвилин у частки доби	217
Кількість юліанських днів від початку юліанського періоду до 12 год нульового дня кожного місяця	217
Поправки для перетворення проміжків сонячного середнього часу на зоряний та зоряного часу на середній	218
Широти та довготи деяких міст України	219
ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ	220
ПОДІЇ, ЯВИЩА, ФАКТИ	227
Карликові планети — <i>А.П. Відьмаченко</i>	227
Зближення комети з Марсом — <i>С.А. Борисенко</i>	249
Планети двох сонць — <i>Б.Е. Жиляев</i>	261
З ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ	271
Пріоритет О.Я. Орлова у визначенні вікового руху полюса Землі з астрономічних спостережень — <i>А.О. Корсунь</i>	271
Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики — <i>Л.М. Свачій</i>	276

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2016 РОКУ

59—60-й роки космічної ери

- Початок тропічного року 2016.0** — 31 грудня 2015 р.
о 21 год 48 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в перигелії** — 2 січня о 23 год (за всесвітнім часом).
- Весняне рівнодення** (початок астрономічної весни) — 20 березня
о 4 год 30 хв (за всесвітнім часом).
- Літнє сонцестояння** (початок астрономічного літа) — 20 червня
о 22 год 34 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в афелії** — 4 липня о 16 год (за всесвітнім часом).
- Осітнє рівнодення** (початок астрономічної осені) — 22 вересня
о 14 год 21 хв (за всесвітнім часом).
- Зимове сонцестояння** (початок астрономічної зими) — 21 грудня
о 10 год 44 хв (за всесвітнім часом).

ЗАТЕМНЕННЯ

- Повне сонячне затемнення** 8—9 березня (в Україні не видно).
- Півтіньове місячне затемнення** 23 березня (в Україні не видно).
- Проходження Меркурія
перед диском Сонця** 9 травня (в Україні видно)
- Кільцеподібне сонячне затемнення** 1 вересня (в Україні не видно).
- Півтіньове місячне затемнення** 16 вересня (в Україні видно).

КОМЕТИ

C/2013 US10 (Каталіна) (січень — перша половина травня), **P/2010 VI Ікейя — Муракамі** (січень — червень), **252P/ЛІНЕАР** (кінець березня — початок квітня), **9P/Темпель 1** (друга половина квітня — вересень), **C/2013 XI (ПАНСТАРРС)** (травень — перша половина червня), **81P/Вілд 2** (друга половина травня — червень), **43P/Вольф — Гаррінгтон** (липень — перша половина жовтня), **45P/Хонда — Мркос — Пайдушаківа** (грудень).

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Квадрантиди (січень, максимум 3.I), **Ліриди** (квітень, максимум 21.IV), **η-Аквириди** (травень, максимум 5.V), **δ-Аквириди** (липень—серпень, максимум 27.VII), **α-Каприкорніди** (липень—серпень, максимум 2.VIII), **Персеїди** (липень—серпень, максимум 13.VIII), **Цигніди** (серпень, максимум 20.VIII), **Драконіди** (жовтень, максимум 9.X), **Оріоніди** (жовтень—листопад, максимум 22.X), **Південні Тауриди** (вересень—листопад, максимум 1.XI), **Північні Тауриди** (жовтень—грудень, максимум 13.XI), **Леоніди** (листопад, максимум 17.XI), **Гемініди** (грудень, максимум 14.XII), **Урсиди** (грудень, максимум 22.XII).

ПЕРЕДМОВА

У 62-му випуску «Астрономічного календаря» подано відомості довідкового й інформаційного характеру про небесні світила та явища впродовж 2016 р., статті з актуальних проблем в астрономії, а також з історії астрономічної науки..

За обсягом та інформативністю матеріалів Календар є довідником, що містить різноманітні дані про небесні світила та явища, а також про умови їхньої видимості протягом 2016 р. У майбутньому редколегія приділятиме увагу доповненням «Астрономічного календаря» новою інформацією та поліпшенню його оформлення.

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 та астероїдами, про метеорні потоки, яскраві та змінні зорі, 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: **В.М. Андрук** (зоряні скупчення, галактики, туманності), **О.В. Бахонський** (карти вигляду зоряного неба), **С.А. Борисенко** (комети), **М.І. Буромський** (затемнення Сонця й Місяця), **В.Г. Іванчук** (відомості про Сонце), **Л.В. Казанцева** (покриття зір астероїдами), **Л.М. Кізюн** (елементи орбіт і фізичні характеристики планет), **Г.У. Ковальчук** (змінні зорі, каталоги зір до 2.5 зоряної величини та подвійних зір), **В.Г. Кручиненко** (метеорні потоки), **К.М. Ненахова** (довідник спостерігача; таблиць-календар; дані про Землю; схід і захід Сонця та Місяця; азимуту точок сходу й заходу Сонця та Місяця; тривалість громадянських присмерків; фази Місяця; проходження Місяця через апогей і перигей; азимуту Полярної зорі й поправки до її висот; допоміжні таблиці; разом із **І.П. Крячком** — видимість планет на небосхилі), **В.Й. Мазур** (покриття зір і планет Місяцем), **П.М. Федій** (графічний календар, галілеєві супутники Юпітера), **В.Я. Чолій** (хронологія — календарі; ефемериди Сонця й Місяця; входження Сонця й Місяця в знаки Зодіаку; ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця; проходження Місяця через вузли

своєї орбіти; карти видимих шляхів планет; планетні конфігурації; сполучення планет; сполучення планет із Місяцем; ефемериди планет; таблиці видимості яскравих планет; геліоцентричні довготи і відстані планет; геоцентричні відстані до планет). Також включено відомості про Місяць, складені В.С. Кислюком (1940—2014).

Інформаційна частина Календаря охоплює два розділи. У розділі «Події, явища, факти» вміщено статті про карликові планети (А.П. Відьмаченко), про зближення комети С/2013 А1 (Сайдінг-Спрінг) з Марсом (С.А. Борисенко) і про спостереження екзопланет (Б.Ю. Жилиєв). У розділі «З історії астрономії» подано статті про пріоритет видатного астронома та геофізика, академіка АН УРСР О.Я. Орлова у визначенні вікового руху полюса Землі з астрономічних спостережень (А.О. Корсунь), а також про пам'ятні дати, пов'язані з видатними вченими-астрономами та з важливими для астрономії подіями й досягненнями космонавтики (Л.М. Свачій).

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

03680, МСП, Київ, вул. Академіка Заболотного, 27
Головна астрономічна обсерваторія НАН України
Головному редакторові
«Астрономічного календаря»
проф. Відьмаченкові А.П.

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

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

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

**ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР
на 2016 рік**

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...
Січень				Лютий				Березень			
1	Пт	1	388.5	1	Пн	32	419.5	1	Вт	61	448.5
2	Сб	2	389.5	2	Вт	33	420.5	2	Ср	62	449.5
3	Нд	3	390.5	3	Ср	34	421.5	3	Чт	63	450.5
				4	Чт	35	422.5	4	Пт	64	451.5
4	Пн	4	391.5	5	Пт	36	423.5	5	Сб	65	452.5
5	Вт	5	392.5	6	Сб	37	424.5	6	Нд	66	453.5
6	Ср	6	393.5	7	Нд	38	425.5				
7	Чт	7	394.5					7	Пн	67	454.5
8	Пт	8	395.5	8	Пн	39	426.5	8	Вт	68	455.5
9	Сб	9	396.5	9	Вт	40	427.5	9	Ср	69	456.5
10	Нд	10	397.5	10	Ср	41	428.5	10	Чт	70	457.5
				11	Чт	42	429.5	11	Пт	71	458.5
11	Пн	11	398.5	12	Пт	43	430.5	12	Сб	72	459.5
12	Вт	12	399.5	13	Сб	44	431.5	13	Нд	73	460.5
13	Ср	13	400.5	14	Нд	45	432.5				
14	Чт	14	401.5					14	Пн	74	461.5
15	Пт	15	402.5	15	Пн	46	433.5	15	Вт	75	462.5
16	Сб	16	403.5	16	Вт	47	434.5	16	Ср	76	463.5
17	Нд	17	404.5	17	Ср	48	435.5	17	Чт	77	464.5
				18	Чт	49	436.5	18	Пт	78	465.5
18	Пн	18	405.5	19	Пт	50	437.5	19	Сб	79	466.5
19	Вт	19	406.5	20	Сб	51	438.5	20	Нд	80	467.5
20	Ср	20	407.5	21	Нд	52	439.5				
21	Чт	21	408.5					21	Пн	81	468.5
22	Пт	22	409.5	22	Пн	53	440.5	22	Вт	82	469.5
23	Сб	23	410.5	23	Вт	54	441.5	23	Ср	83	470.5
24	Нд	24	411.5	24	Ср	55	442.5	24	Чт	84	471.5
				25	Чт	56	443.5	25	Пт	85	472.5
25	Пн	25	412.5	26	Пт	57	444.5	26	Сб	86	473.5
26	Вт	26	413.5	27	Сб	58	445.5	27	Нд	87	474.5
27	Ср	27	414.5	28	Нд	59	446.5				
28	Чт	28	415.5					28	Пн	88	475.5
29	Пт	29	416.5	29	Пн	60	447.5	29	Вт	89	476.5
30	Сб	30	417.5					30	Ср	90	477.5
31	Нд	31	418.5					31	Чт	91	478.5

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...
Квітень				Травень				Червень			
1	Пт	92	479.5	1	Нд	122	509.5	1	Ср	153	540.5
2	Сб	93	480.5					2	Чт	154	541.5
3	Нд	94	481.5	2	Пн	123	510.5	3	Пт	155	542.5
				3	Вт	124	511.5	4	Сб	156	543.5
4	Пн	95	482.5	4	Ср	125	512.5	5	Нд	157	544.5
5	Вт	96	483.5	5	Чт	126	513.5				
6	Ср	97	484.5	6	Пт	127	514.5	6	Пн	158	545.5
7	Чт	98	485.5	7	Сб	128	515.5	7	Вт	159	546.5
8	Пт	99	486.5	8	Нд	129	516.5	8	Ср	160	547.5
9	Сб	100	487.5					9	Чт	161	548.5
10	Нд	101	488.5	9	Пн	130	517.5	10	Пт	162	549.5
				10	Вт	131	518.5	11	Сб	163	550.5
11	Пн	102	489.5	11	Ср	132	519.5	12	Нд	164	551.5
12	Вт	103	490.5	12	Чт	133	520.5				
13	Ср	104	491.5	13	Пт	134	521.5	13	Пн	165	552.5
14	Чт	105	492.5	14	Сб	135	522.5	14	Вт	166	553.5
15	Пт	106	493.5	15	Нд	136	523.5	15	Ср	167	554.5
16	Сб	107	494.5					16	Чт	168	555.5
17	Нд	108	495.5	16	Пн	137	524.5	17	Пт	169	556.5
				17	Вт	138	525.5	18	Сб	170	557.5
18	Пн	109	496.5	18	Ср	139	526.5	19	Нд	171	558.5
19	Вт	110	497.5	19	Чт	140	527.5				
20	Ср	111	498.5	20	Пт	141	528.5	20	Пн	172	559.5
21	Чт	112	499.5	21	Сб	142	529.5	21	Вт	173	560.5
22	Пт	113	500.5	22	Нд	143	530.5	22	Ср	174	561.5
23	Сб	114	501.5					23	Чт	175	562.5
24	Нд	115	502.5	23	Пн	144	531.5	24	Пт	176	563.5
				24	Вт	145	532.5	25	Сб	177	564.5
25	Пн	116	503.5	25	Ср	146	533.5	26	Нд	178	565.5
26	Вт	117	504.5	26	Чт	147	534.5				
27	Ср	118	505.5	27	Пт	148	535.5	27	Пн	179	566.5
28	Чт	119	506.5	28	Сб	149	536.5	28	Вт	180	567
29	Пт	120	507.5	29	Нд	150	537.5	29	Ср	181	568.5
30	Сб	121	508.5					30	Чт	182	569.5
				30	Пн	151	538.5				
				31	Вт	152	539.5				

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2457 ...
Липень				Серпень				Вересень			
1	Пт	183	570.5	1	Пн	214	601.5	1	Чт	245	632.5
2	Сб	184	571.5	2	Вт	215	602.5	2	Пт	246	633.5
3	Нд	185	572.5	3	Ср	216	603.5	3	Сб	247	634.5
				4	Чт	217	604.5	4	Нд	248	635.5
4	Пн	186	573.5	5	Пт	218	605.5				
5	Вт	187	574	6	Сб	219	606.5	5	Пн	249	636.5
6	Ср	188	575.5	7	Нд	220	607.5	6	Вт	250	637.5
7	Чт	189	576.5					7	Ср	251	638.5
8	Пт	190	577.5	8	Пн	221	608.5	8	Чт	252	639.5
9	Сб	191	578.5	9	Вт	222	609.5	9	Пт	253	640.5
10	Нд	192	579.5	10	Ср	223	610.5	10	Сб	254	641.5
				11	Чт	224	611.5	11	Нд	255	642.5
11	Пн	193	580.5	12	Пт	225	612.5				
12	Вт	194	581.5	13	Сб	226	613.5	12	Пн	256	643.5
13	Ср	195	582.5	14	Нд	227	614.5	13	Вт	257	644.5
14	Чт	196	583.5					14	Ср	258	645.5
15	Пт	197	584.5	15	Пн	228	615.5	15	Чт	259	646.5
16	Сб	198	585.5	16	Вт	229	616.5	16	Пт	260	647.5
17	Нд	199	586.5	17	Ср	230	617.5	17	Сб	261	648.5
				18	Чт	231	618.5	18	Нд	262	649.5
18	Пн	200	587.5	19	Пт	232	619.5				
19	Вт	201	588.5	20	Сб	233	620.5	19	Пн	263	650.5
20	Ср	202	589.5	21	Нд	234	621.5	20	Вт	264	651.5
21	Чт	203	590.5					21	Ср	265	652.5
22	Пт	204	591.5	22	Пн	235	622.5	22	Чт	266	653.5
23	Сб	205	592.5	23	Вт	236	623.5	23	Пт	267	654.5
24	Нд	206	593.5	24	Ср	237	624.5	24	Сб	268	655.5
				25	Чт	238	625.5	25	Нд	269	656.5
25	Пн	207	594.5	26	Пт	239	626.5				
26	Вт	208	595.5	27	Сб	240	627.5	26	Пн	270	657.5
27	Ср	209	596.5	28	Нд	241	628.5	27	Вт	271	658.5
28	Чт	210	597.5					28	Ср	272	659.5
29	Пт	211	598.5	29	Пн	242	629.5	29	Чт	273	660.5
30	Сб	212	599.5	30	Вт	243	630.5	30	Пт	274	661.5
31	Нд	213	600.5	31	Ср	244	631.5				

Закінчення таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2457 ...
Жовтень				Листопад				Грудень			
1	Сб	275	662.5	1	Вт	306	693.5	1	Чт	336	723.5
2	Нд	276	663.5	2	Ср	307	694.5	2	Пт	337	724.5
				3	Чт	308	695.5	3	Сб	338	725.5
3	Пн	277	664.5	4	Пт	309	696.5	4	Нд	339	726.5
4	Вт	278	665.5	5	Сб	310	697.5				
5	Ср	279	666.5	6	Нд	311	698.5	5	Пн	340	727.5
6	Чт	280	667.5					6	Вт	341	728.5
7	Пт	281	668.5	7	Пн	312	699.5	7	Ср	342	729.5
8	Сб	282	669.5	8	Вт	313	700.5	8	Чт	343	730.5
9	Нд	283	670.5	9	Ср	314	701.5	9	Пт	344	731.5
				10	Чт	315	702.5	10	Сб	345	732.5
10	Пн	284	671.5	11	Пт	316	703.5	11	Нд	346	733.5
11	Вт	285	672.5	12	Сб	317	704.5				
12	Ср	286	673.5	13	Нд	318	705.5	12	Пн	347	734.5
13	Чт	287	674.5					13	Вт	348	735.5
14	Пт	288	675.5	14	Пн	319	706.5	14	Ср	349	736.5
15	Сб	289	676.5	15	Вт	320	707.5	15	Чт	350	737.5
16	Нд	290	677.5	16	Ср	321	708.5	16	Пт	351	738.5
				17	Чт	322	709.5	17	Сб	352	739.5
17	Пн	291	678.5	18	Пт	323	710.5	18	Нд	353	740.5
18	Вт	292	679.5	19	Сб	324	711.5				
19	Ср	293	680.5	20	Нд	325	712.5	19	Пн	354	741.5
20	Чт	294	681.5					20	Вт	355	742.5
21	Пт	295	682.5	21	Пн	326	713.5	21	Ср	356	743.5
22	Сб	296	683.5	22	Вт	327	714.5	22	Чт	357	744.5
23	Нд	297	684.5	23	Ср	328	715.5	23	Пт	358	745.5
				24	Чт	329	716.5	24	Сб	359	746.5
24	Пн	298	685.5	25	Пт	330	717.5	25	Нд	360	747.5
25	Вт	299	686.	26	Сб	331	718.5				
26	Ср	300	687.5	27	Нд	332	719.5	26	Пн	361	748.5
27	Чт	301	688.5					27	Вт	362	749.5
28	Пт	302	689.5	28	Пн	333	720.5	28	Ср	363	750.5
29	Сб	303	690.5	29	Вт	334	721.5	29	Чт	364	751.5
30	Нд	304	691.5	30	Ср	335	722.5	30	Пт	365	752.5
								31	Сб	366	753.5
31	Пн	305	692.5								

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 півмісяця — 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 (перша десятиденка місяця — увечері, остання десятиденка місяця — уранці), Венера (уранці), Марс (друга половина ночі), Юпітер (майже цілу ніч, крім вечірніх годин), Сатурн (уранці), Уран (перша половина ночі), Нептун (увечері).

Метеорні потоки: 1—4.І (Квадрантиди), максимум 3.І.

Земля в перигелії: 2.І, о 23 год 00 хв.

Фази Місяця: остання чверть — 2.І, новий Місяць — 10.І, перша чверть — 16.І, повний Місяць — 24.І.

Місяць в апогеї — 2.І і 30.І, у перигеї — 15.І.

Комети: Ікея — Муракамі, С/2013 US10 (Каталіна).

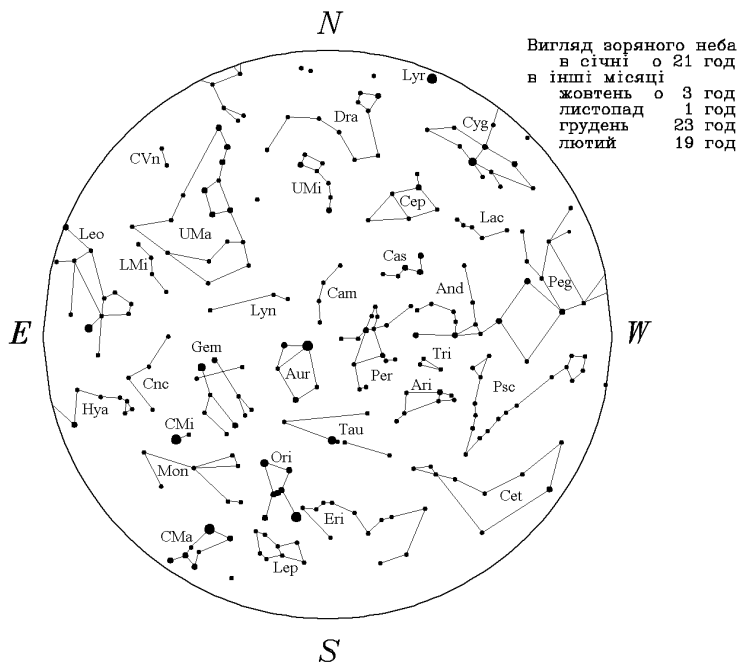
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ Овна, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

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

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



Лютий

Видимість планет: Меркурій (уранці — увесь місяць, крім останнього тижня), Венера (уранці), Марс (друга половина ночі), Юпітер (усю ніч), Сатурн (у досвітанні години), Уран (на початку місяця — перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері), Нептун (увечері — увесь місяць, крім останньої десятиденки).

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

Місяць у перигеї — 11.ІІ, в апогеї — 27.ІІ.

Комети: Ікея — Мураками, С/2013 US10 (Каталіна).

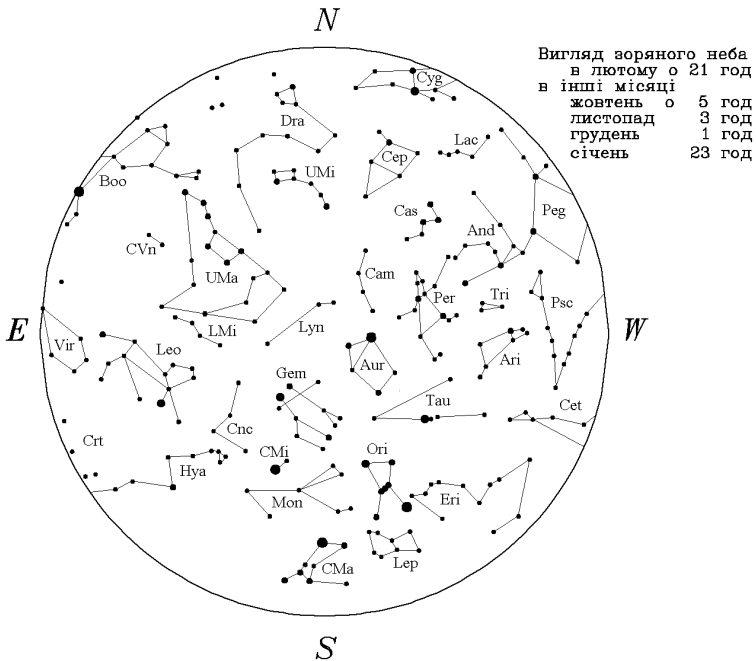
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, γ, 54 Лева, χ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

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

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



Березень

Видимість планет: Меркурій (увечері — найостанніші дні місяця), Венера (уранці, майже цілий місяць), Марс (друга половина ночі), Юпітер (усю ніч), Сатурн (друга половина ночі), Уран (увечері), Нептун (уранці — остання декада місяця).

Весняне рівнодення: 20.III, 4 год 30 хв. Початок весни.

Фази Місяця: остання чверть — 1.III і 31.III, новий Місяць — 9.III, перша чверть — 15.III, повний Місяць — 23.III.

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

Повне сонячне затемнення 8—9 березня (в Україні не видно).

Півтіньове місячне затемнення 23 березня (в Україні не видно).

Комети: Ікейя — Мураками, C/2013 US10 (Каталіна), 252P/ЛІНЕАР.

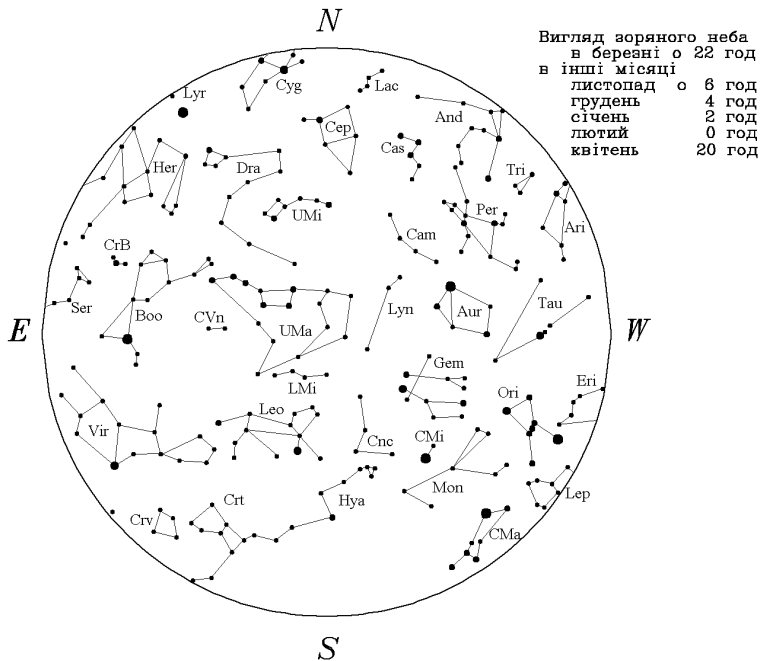
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, γ, 54 Лева, ξ, κ², π, ε Волопаса, α Гончих Псів, γ Андромеди, η Кассіопеї, 23, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

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), Марс (друга половина ночі; після першої десятиденки — майже цілу ніч, крім вечірніх годин), Юпітер (майже цілу ніч, крім уранішніх годин), Сатурн (друга половина ночі), Нептун (уранці).

Метеорні потоки: 19—25.IV (Ліриди), максимум 21.IV.

Фази Місяця: новий Місяць — 7.IV, перша чверть — 14.IV, повний Місяць — 22.IV, остання чверть — 30.IV.

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

Комети: Ікея — Муракамі, C/2013 US10 (Каталіна), 252P/ЛІНЕАР, Темпель 1.

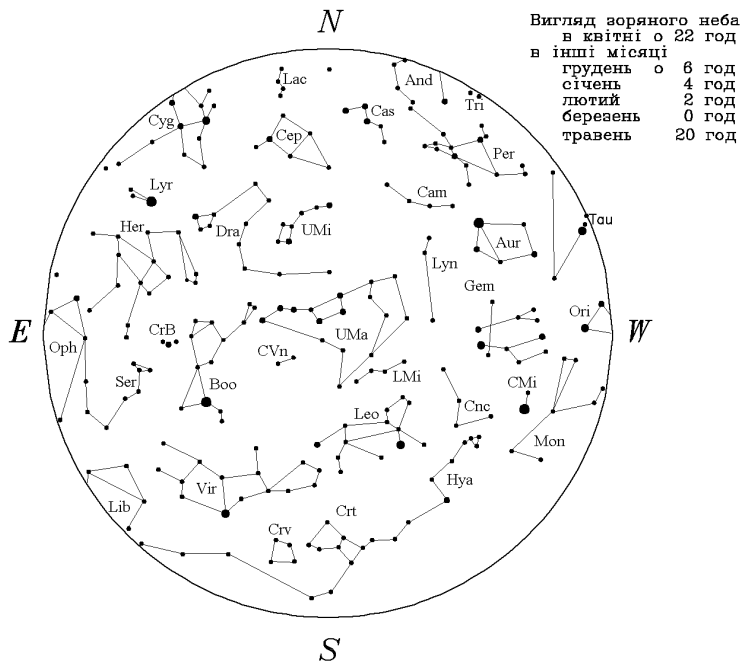
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебедя, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона.

Зоряні скупчення: Ясла.

Туманності: у сузір'ях Змієноця, 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: Меркурій (увечері — на початку місяця), Марс (майже цілу ніч, крім вечірніх годин; у другий половині місяця — усю ніч), Юпітер (майже цілу ніч, крім уранішніх годин), Сатурн (майже цілу ніч, крім вечірніх годин; упродовж останньої десятиденки місяця — усю ніч), Уран (уранці), Нептун (уранці, наприкінці місяця — упродовж другої половини ночі).

Метеорні потоки: 1—8.V (η—Аквариди), максимум 5.V.

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

Місяць у перигеї — 6.V, в апогеї — 18.V.

Проходження Меркурія перед диском Сонця 9.V (в Україні видно).

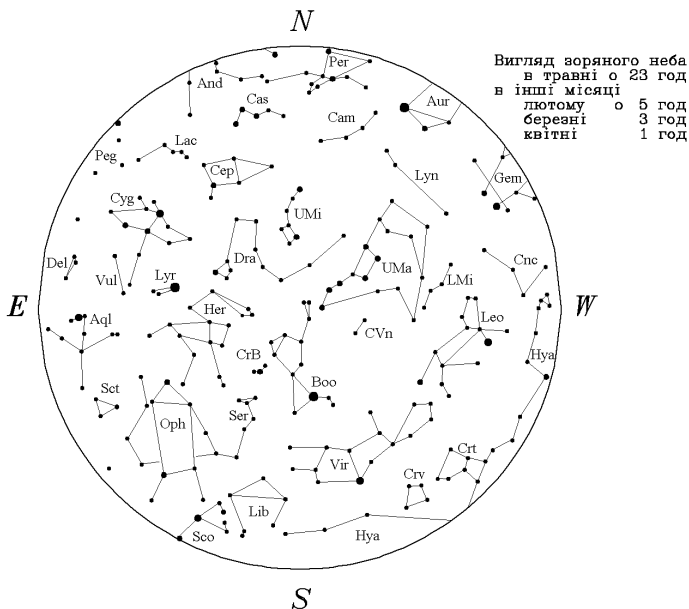
Комети: C/2013 US10 (Каталіна), Ікейя — Мураками, Темпель 1, C/2013 X1 (ПАНСТАРПС), Відд 2.

Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, γ, 54 Лева, τ, μ, β, δ, λ Лебедя, κ², 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, Змієноця, Ліри, Лебедя та Лисички.

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

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



Червень

Видимість планет: Меркурій (уранці — увесь місяць, крім першої та останньої п'ятиденки), Марс (усю ніч, крім уранішніх годин), Юпітер (перша половина ночі), Сатурн (усю ніч; упродовж останньої десятиденки місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин), Уран (друга половина ночі), Нептун (друга половина ночі).

Фази Місяця: новий Місяць — 5.VI, перша чверть — 12.VI, повний Місяць — 20.VI, остання чверть — 27.VI.

Місяць у перигеї — 3.VI, в апогеї — 15.VI.

Літнє сонцестояння: 20.VI, 22 год 34 хв. Початок літа.

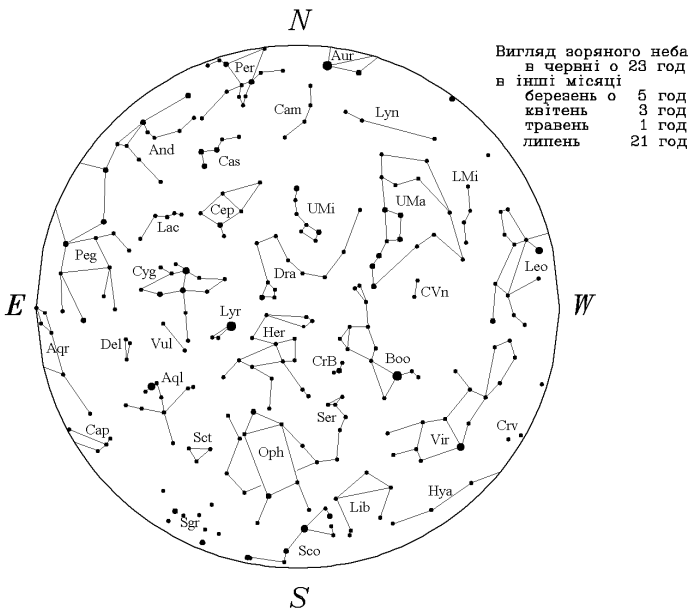
Комети: C/2013 X1 (ПАНСТАРРС), Темпель 1, Ікейя — Мураками, Відд 2.

Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебеда, 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, Змієносія, Стрільця, Ліри та Лисички.

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

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



Липень

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

Метеорні потоки: 15.VII—17.VIII (Персеїди), максимум 13.VIII; 15.VII—18.VIII (δ -Аквариди північні), максимум 27.VII; 15.VII—20.VIII (α -Каприкорніди), максимум 2.VIII; 21.VII—15.VIII (δ -Аквариди південні), максимум 27.VII.

Земля в афелії: 4.VI, о 16 год 06 хв.

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

Місяць у перигеї — 1.VII і 27.VII, в апогеї — 13.VII.

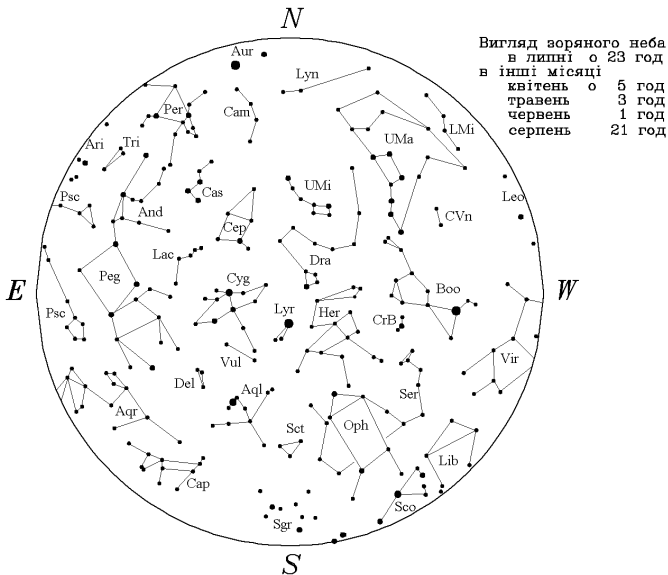
Комети: Темпель 1, Вольф — Гаррінгтон.

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 (увечері — перша половина місяця), Венера (увечері), Марс (перша половина ночі), Юпітер (увечері), Сатурн (перша половина ночі), Уран (на початку місяця — друга половина ночі; потім — цілу ніч, крім вечірніх годин), Нептун (цілу ніч).

Метеорні потоки: 2.VIII (максимум α -Каприкорнід); 3—25.VIII (Цигніди), максимум 20.VIII; 13.VIII (максимум Персеїд).

Фази Місяця: новий Місяць — 2.VIII, перша чверть — 10.VIII, повний Місяць — 18.VIII, остання чверть — 25.VIII.

Місяць в апогеї — 10.VIII, у перигеї — 22.VIII.

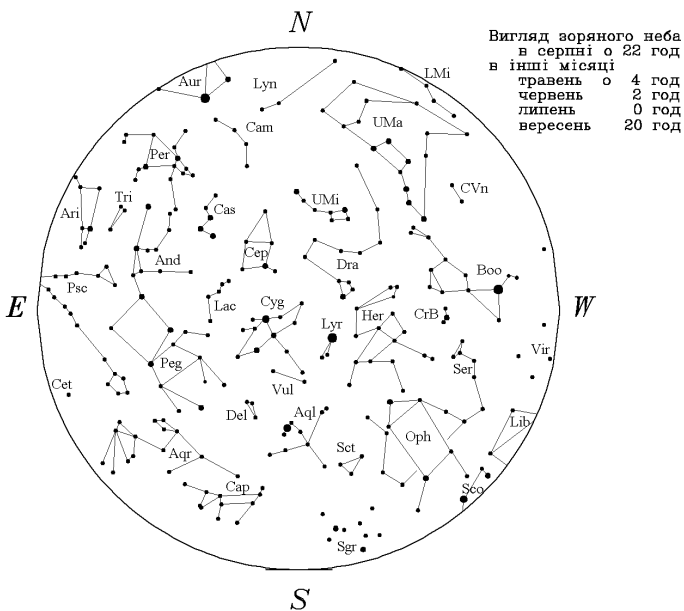
Комети: Темпель 1, Вольф — Гаррінгтон.

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, Змієносця, Стрільця, Лебеда, Ліри, Лисички та Водолія.

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

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



Вересень

Видимість планет: Меркурій (уранці — друга половина місяця), Венера (увечері), Марс (увечері), Юпітер (упродовж першої п'ятиденки на тлі вечірньої заграви), Сатурн (увечері), Уран (цілу ніч), Нептун (усю ніч; після першої десятиденки місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин).

Метеорні потоки: 15.IX—26.XI (Південні Тауриди).

Фази Місяця: новий Місяць — 1.IX, перша чверть — 9.IX, повний Місяць — 16.IX, остання чверть — 23.IX.

Місяць в апогеї — 6.IX, у перигеї — 18.IX.

Осіньне рівнодення: 22.IX, 14 год 21 хв. Початок осені.

Кільцеподібне сонячне затемнення 1 вересня (в Україні не видно).

Півтіньове місячне затемнення 16 вересня (в Україні видно).

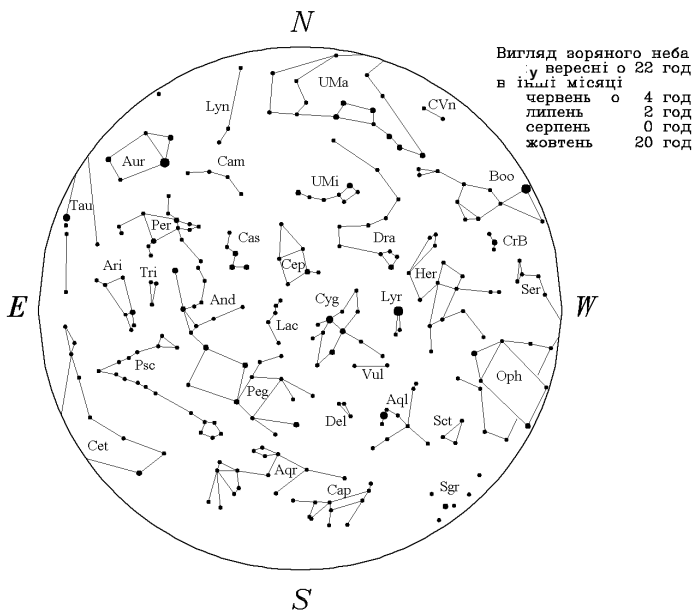
Комети: Темпель 1, Вольф — Гаррінгтон.

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: Гади.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди, Великої Ведмедиці, Трикутника. Молочний Шлях проходить зі сходу на захід через зеніт.



Жовтень

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

Метеорні потоки: 6—10.X (Драконіди), максимум 9.X; 2.X—7.XI (Оріоніди), максимум 22.X; 19.X—1.XII (Північні Тауриди), максимум 13.XI.

Фази Місяця: новий Місяць — 1.X і 30.X, перша чверть — 9.X, повний Місяць — 16.X, остання чверть — 22.X.

Місяць в апогеї — 4.X і 31.X, у перигеї — 16.X.

Комети: Вольф — Гаррінгтон.

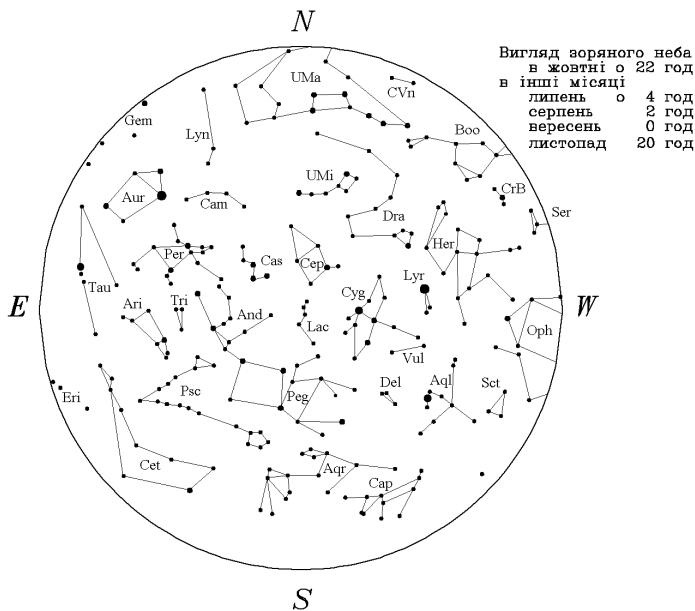
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ², π, ζ, ε Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ζ, α, ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї, γ, λ Овна.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

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



Листопад

Видимість планет: Меркурій (увечері — останні дні місяця), Венера (увечері), Марс (увечері), Юпітер (уранці), Сатурн (увечері), Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин), Нептун (перша половина ночі).

Метеорні потоки: 1.XI (максимум Південних Таурид); 13.XI (максимум Північних Таурид); 7—21.XI (Леоніди), максимум 17.XI.

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

Місяць у перигеї — 14.XI, в апогеї — 27.XI.

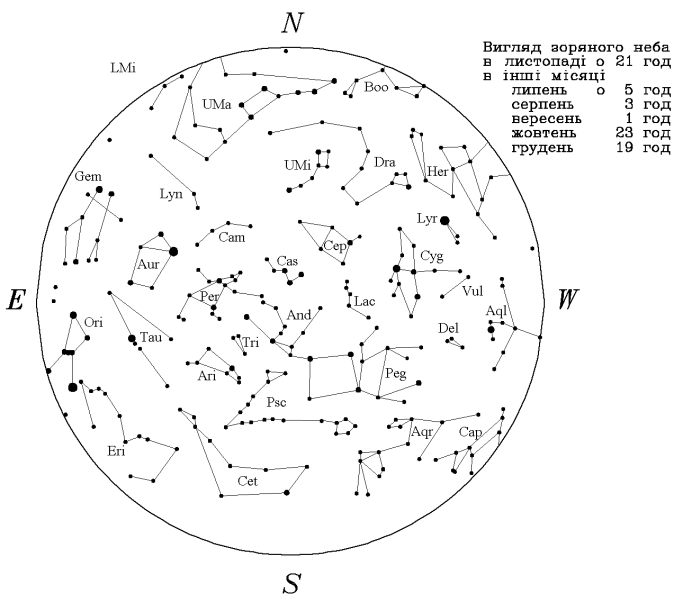
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, λ , μ , τ Лебеда, σ , ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ , γ Овна, ξ , 23, λ , ι , ζ Оріона.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

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



Грудень

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

Метеорні потоки: 7—17.XII (Гемініди), максимум 14.XII; 17—26.XII (Урсиди), максимум 22.XII.

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

Місяць у перигеї — 12.XII, в апогеї — 25.XII.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 10 год 44 хв. Початок зими.

Комети: Хонда — Мркос — Пайдушакова.

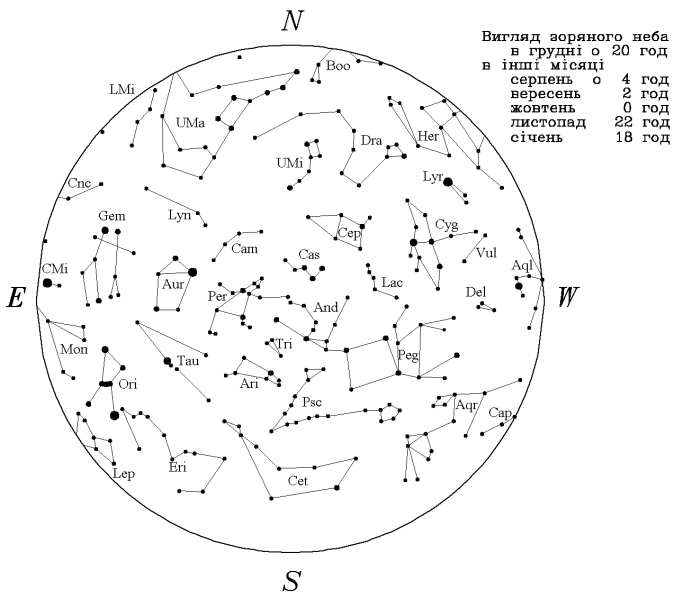
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, λ , μ , τ Лебеда, σ , ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ , γ Овна, 23, λ , ι , ζ Оріона, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

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

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



ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАЛЕНДАР

Календарем називають систему організації одиниць вимірювання часу для відліку їх на довгих проміжках. У світі налічується близько 40 різних календарів.

В основі будь-якого календаря лежать головні природні періодичності — доба, місяць, рік. Оскільки вони не є спільномірними, то припускають, що з достатньою для календарних цілей точністю тривалість тропічного року становить 365.24219 доби, синодичного місяця — 29.53059 доби.

Три головні періодичності можна узгоджувати по-різному. У 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.

Упродовж 1998—2015 рр. у цьому розділі ми подавали опис найвідоміших календарів (сонячних — юліанського, перського, індійського; місячного — арабського; місячно-сонячних — китайського, єврейського) та наводили довідковий матеріал щодо синхронізації їх з григоріанським (як найбільш поширеним у всьому світі). Читачі можуть звернутися до попередніх випусків «Астрономічного календаря» за цією інформацією. Надалі ми надаватимемо лише таблицю синхронізації календарів.

Зауваження до таблиці. Перші дні в тих місяців, які містять 31 добу, позначені зірочкою (*); у тих місяців, які містять 29 діб, — знаком #; у тих місяців, які містять 28 діб, — знаком @. Тридцятиденні місяці — без додаткового позначення.

Новорічні свята відмічені знаком оклику(!) та виділені напівжирним шрифтом.

У місяців китайського календаря нема назв, а є тільки номери.

СИНХРОНІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРІВ

Григоріанський	Юліанський	Арабський	Перський	Індійський	Китайський	Єврейський
1 січня 2016 !*	19 грудня 2015	20 Rabi'a I 1437	11 Day 1394	11 Pausa 1937	22.11 Yi-wei	20 Tevet 5776
10 січня 2016					1.12 Yi-wei #	
11 січня 2016						1 Shevat 5776
12 січня 2016		1 Rabi'a II 1437 #				
14 січня 2016	1 січня 2016 !*					
21 січня 2016			1 Bahman 1394	1 Magna 1937		
1 лютого 2016 #	19 січня 2016	21 Rabi'a II 1437	12 Bahman 1394	12 Magna 1937	23.12 Yi-wei	22 Shevat 5776
8 лютого 2016					1.01 Bing-shen !	
10 лютого 2016		1 Jumada I 1437				1 Adar I 5776
14 лютого 2016	1 лютого 2016 #					
20 лютого 2016			1 Esfand 1394 #	1 Phalguna 1937		
1 березня 2016 *	17 лютого 2016	21 Jumada I 1437	11 Esfand 1394	11 Phalguna 1937	23.01 Bing-shen	21 Adar I 5776
9 березня 2016					1.02 Bing-shen #	
11 березня 2016		1 Jumada II 1437 #				1 Adar 5776 #
14 березня 2016	1 березня 2016 *					
20 березня 2016			1 Farvardin 1395 !*			
21 березня 2016				1 Chaitra 1938 !*		
1 квітня 2016	19 березня 2016	22 Jumada II 1437	13 Farvardin 1395	12 Chaitra 1938	24.02 Bing-shen	22 Adar 5776
7 квітня 2016					1.03 Bing-shen	
9 квітня 2016		1 Rajab 1437				1 Nisan 5776
14 квітня 2016	1 квітня 2016					
20 квітня 2016			1 Ordibehesht 1395 *			
21 квітня 2016				1 Vaisakha 1938 *		
1 травня 2016 *	18 квітня 2016	23 Rajab 1437	12 Ordibehesht 1395	11 Vaisakha 1938	25.03 Bing-shen	23 Nisan 5776

Григоріанський	Юліанський	Арабський	Перський	Індійський	Китайський	Єврейський
7 травня 2016					1.04 Bing-shen #	
9 травня 2016		1 Sha'ban 1437 #				1 Iyar 5776 #
14 травня 2016	1 травня 2016 *		1 Khordad 1395 *			
21 травня 2016				1 Juaistha 1938 *		
22 травня 2016				11 Juaistha 1938		
1 червня 2016	19 травня 2016	24 Sha'ban 1437	12 Khordad 1395		26.04 Bing-shen	24 Iyar 5776
5 червня 2016					1.05 Bing-shen #	
7 червня 2016		1 Ramadan 1437				1 Sivan 5776
14 червня 2016	1 червня 2016					
21 червня 2016			1 Tir 1395 *			
22 червня 2016				1 Asadha 1938 *		
1 липня 2016 *	18 червня 2016	25 Ramadan 1437	11 Tir 1395	10 Asadha 1938	27.05 Bing-shen	25 Sivan 5776
4 липня 2016					1.06 Bing-shen	
7 липня 2016		1 Shawwal 1437 #				1 Tammuz 5776 #
14 липня 2016	1 липня 2016 *					
22 липня 2016			1 Mordad 1395 *			
23 липня 2016				1 Sravanda 1938 *		
1 серпня 2016 *	19 липня 2016	26 Shawwal 1437	11 Mordad 1395	10 Sravanda 1938	29.06 Bing-shen	26 Tammuz 5776
3 серпня 2016					1.07 Bing-shen #	
5 серпня 2016						1 Av 5776
14 серпня 2016	1 серпня 2016 *	10 Dhu-al-Q'addah 1437				
22 серпня 2016			1 Shahrivar 1395 *			
23 серпня 2016				1 Bhadra 1938 *		
1 вересня 2016	19 серпня 2016	28 Dhu al-Q'addah 1437	11 Shahrivar 1395	10 Bhadra 1938	1.08 Bing-shen	28 Av 5776

Григоріанський	Юліанський	Арабський	Перський	Індійський	Китайський	Єврейський
4 вересня 2016		1 Dhu al-Hijjah 1437 #				1 Elul 5776 #
14 вересня 2016	1 вересня 2016					
22 вересня 2016			1 Mehr 1395			
23 вересня 2016				1 Ashvina 1938		
1 жовтня 2016 *	18 вересня 2016	28 Dhu al-Hijjah 1437	10 Mehr 1395	9 Ashvina 1938	1.09 Bing-shen	28 Elul 5776
3 жовтня 2016		1 Muharram 1438!				1 Tishri 5777!
14 жовтня 2016	1 жовтня 2016 *					
22 жовтня 2016			1 Aban 1395	1 Kartika 1938		
23 жовтня 2016					1.10 Bing-shen #	
31 жовтня 2016				10 Kartika 1938	2.10 Bing-shen	30 Tishri 5777
1 листопада 2016	19 жовтня 2016	30 Muharram 1438	11 Aban 1395			1 Heshvan 5777 #
2 листопада 2016	1 листопада 2016	1 Safar 1438 #				
14 листопада 2016			1 Azr 1395			
21 листопада 2016				1 Agrahayana 1938		
22 листопада 2016					1.11 Bing-shen	
29 листопада 2016				10 Agrahayana 1938	3.11 Bing-shen	1 Kislev 5777 #
1 грудня 2016 *	18 листопада 2016	1 Rabi'a I 1438	11 Azr 1395			
14 грудня 2016	1 грудня 2016 *		1 Day 1395			
21 грудня 2016				1 Pausa 1938		
22 грудня 2016					1.12 Bing-shen	
29 грудня 2016						
30 грудня 2016						1 Tevet 5777 #
31 грудня 2016		1 Rabi'a II 1438 #				
1 січня 2017! *	19 грудня 2016	2 Rabi'a II 1438	12 Day 1395	11 Pausa 1938	4.12 Bing-shen	3 Tevet 5777

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 густина $\rho_{\odot} = 1.410$ г/см³.
Густина 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.

густина $1-30$ часток/см³;
 напруженість магнітного поля $\approx 5 \cdot 10^{-5}$ Гс;
 температура $(5-15) \cdot 10^5$ К;
 склад: протони, електрони, ядра гелію (2—20%) та ін. (< 0.1%).

Швидкість втрати маси Сонця:

на сонячний вітер $(1-2) \cdot 10^{12}$ г/с = $(3-6) \cdot 10^{19}$ г/рік;
 на фотонне випромінювання $L_{\odot} / c^2 = 4.3 \cdot 10^{12}$ г/с.

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

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

Тривалість вікового циклу сонячної активності становить 80—90 рр.

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 середньому 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 ($\lambda < 1550 \text{ \AA}$) сонячна стала дорівнює $3-15$ ерг/с·см².

У рентгенівському діапазоні ($\lambda = 1-100 \text{ \AA}$) 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

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

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

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

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

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

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

Сонце як зоря

Модуль відстані Сонця $M-m = 31.57$.

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

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

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

Швидкість руху Сонця відносно близьких зір становить 19.5 ± 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 $B_{2016.0}$ припадає на 21 год 48 хв 31 грудня 2015 р.

Весняне рівнодення — 20 березня о 4 год 30 хв.

Літнє сонцестояння — 20 червня о 22 год 34 хв.

Осіньне рівнодення — 22 вересня о 14 год 21 хв.

Зимове сонцестояння — 21 грудня о 10 год 44 хв.

Земля в перигелії — 2 січня о 23 год 00 хв; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{min} = 0.9833039$ а. о. = 147 100 169 км; швидкість Землі $v_{max} = 30.27$ км/с.

Земля в афелії — 4 липня о 16 год 06 хв; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{max} = 1.0167509$ а. о. = 152 103 770 км; швидкість Землі $v_{min} = 29.27$ км/с.

Середня відстань від Землі до Сонця (1 а. о.) $au = 149597870700$ м (точно).

Світловий проміжок для одиничної відстані (світлове рівняння)

$$\tau_A = 499.00478384 \text{ с.}$$

Середній нахил екліптики до екватора $\varepsilon = 23^\circ 26' 13.72''$ для епохи $T = J2016.5$.

Ексцентриситет орбіти $e = 0.016702$ для епохи $T = J2016.5$.

Річна прецесія (для епохи $T = J2016.5$): по прямому піднесенню $m = 3.0753^s = 46.1290''$; по схиленню $n = 20.0417'' = 1.3361^s$; по довготі $p = 50.2946''$.

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 густина 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 1^о 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 $v_{I} = 7.91$ 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 густина $\rho = 3.34$ 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 $m_L = -12.91^m$.
 Освітленість від Місяця на середній відстані від Землі в повню $E = 0.449$ лк.
 Фазовий інтеграл Місяця в системі істинної повні $q = 0.509$.
 Геометричне альbedo в істинну повню $p_L = 0.147$.
 Сферичне альbedo в істинну повню $A_L = 0.075$.
 Середнє альbedo всієї місячної поверхні становить 12.44%, материкових областей — 13.45%; морських областей — 7.30%.
 Показник кольору $B-V = +1.2^m$.
 Середнє значення максимального ступеня поляризації світла поверхнею Місяця $P = 6-8\%$ при фазових кутах $\alpha = 100-110^\circ$, материкових областей — 6.5-7.5%; морських областей — 12-16%.
 Температура поверхні Місяця в підсонячній точці $t_0 \approx +130^\circ\text{C}$.
 Температура поверхні Місяця на його нічному боці $t \approx -(160-170)^\circ\text{C}$.

Концентрація газів біля поверхні Місяця вдень (на освітленому боці) становить 10^4 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.

Густина анортозитових порід $\rho_a = 2.9 \text{ г/см}^3$; густина 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 у гринвіцьку північ S_0			Рівняння часу		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'

Січень

1	6	40	22	3	04	18	43	26	-23	03.5	11	48	07	1	27.8
2	6	44	18	3	33	18	47	51	-22	58.7	12	33	12	-2	16.6
3	6	48	15	4	01	18	52	16	-22	53.5	13	18	21	-5	54.8
4	6	52	12	4	28	18	56	40	-22	47.7	14	04	16	-9	20.1
5	6	56	08	4	56	19	01	04	-22	41.6	14	51	33	-12	24.9
6	7	00	05	5	23	19	05	27	-22	34.9	15	40	41	-15	00.7
7	7	04	01	5	49	19	09	50	-22	27.8	16	31	58	-16	58.5
8	7	07	58	6	15	19	14	13	-22	20.3	17	25	22	-18	08.8
9	7	11	54	6	41	19	18	35	-22	12.4	18	20	34	-18	23.3
10	7	15	51	7	06	19	22	57	-22	04.0	19	16	55	-17	37.0
11	7	19	47	7	31	19	27	18	-21	55.1	20	13	38	-15	49.1
12	7	23	44	7	55	19	31	39	-21	45.9	21	10	02	-13	04.5
13	7	27	41	8	18	19	35	59	-21	36.2	22	05	40	-9	32.9
14	7	31	37	8	41	19	40	18	-21	26.1	23	00	26	-5	27.6
15	7	35	34	9	03	19	44	37	-21	15.6	23	54	34	-1	03.5
16	7	39	30	9	24	19	48	54	-21	04.7	0	48	30	3	23.7
17	7	43	27	9	45	19	53	12	-20	53.4	1	42	44	7	38.7
18	7	47	23	10	05	19	57	28	-20	41.7	2	37	41	11	26.8
19	7	51	20	10	24	20	01	44	-20	29.5	3	33	37	14	34.7
20	7	55	16	10	43	20	05	59	-20	17.1	4	30	28	16	50.8
21	7	59	13	11	01	20	10	14	-20	04.2	5	27	49	18	07.1
22	8	03	10	11	18	20	14	27	-19	50.9	6	24	57	18	19.7
23	8	07	06	11	34	20	18	40	-19	37.3	7	21	04	17	30.3
24	8	11	03	11	49	20	22	52	-19	23.3	8	15	28	15	45.2
25	8	14	59	12	04	20	27	03	-19	09.0	9	07	45	13	14.2
26	8	18	56	12	18	20	31	14	-18	54.3	9	57	50	10	08.6
27	8	22	52	12	31	20	35	23	-18	39.2	10	45	56	6	39.8
28	8	26	49	12	43	20	39	32	-18	23.9	11	32	30	2	58.2
29	8	30	45	12	55	20	43	40	-18	08.1	12	18	05	-0	47.2
30	8	34	42	13	06	20	47	48	-17	52.1	13	03	17	-4	28.5
31	8	38	39	13	16	20	51	54	-17	35.7	13	48	46	-7	58.4

Продовження табл. 1

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

Лютий

1	8	42	35	13	25	20	56	00	-17	19.1	14	35	07	-11	10.0
2	8	46	32	13	33	21	00	05	-17	02.1	15	22	55	-13	55.9
3	8	50	28	13	41	21	04	09	-16	44.8	16	12	36	-16	08.1
4	8	54	25	13	47	21	08	12	-16	27.2	17	04	23	-17	38.0
5	8	58	21	13	53	21	12	15	-16	09.4	17	58	17	-18	17.2
6	9	02	18	13	59	21	16	16	-15	51.2	18	53	57	-17	58.4
7	9	06	14	14	03	21	20	17	-15	32.8	19	50	47	-16	37.6
8	9	10	11	14	07	21	24	17	-15	14.1	20	48	07	-14	15.7
9	9	14	08	14	09	21	28	17	-14	55.2	21	45	19	-10	59.1
10	9	18	04	14	11	21	32	15	-14	36.0	22	42	00	-6	59.8
11	9	22	01	14	13	21	36	13	-14	16.6	23	38	06	-2	33.9
12	9	25	57	14	13	21	40	10	-13	56.9	0	33	46	2	00.9
13	9	29	54	14	13	21	44	06	-13	37.0	1	29	19	6	26.4
14	9	33	50	14	11	21	48	02	-13	16.9	2	25	03	10	26.3
15	9	37	47	14	10	21	51	56	-12	56.5	3	21	12	13	46.2
16	9	41	43	14	07	21	55	50	-12	36.0	4	17	44	16	15.3
17	9	45	40	14	03	21	59	43	-12	15.2	5	14	24	17	46.0
18	9	49	37	13	59	22	03	36	-11	54.3	6	10	42	18	15.3
19	9	53	33	13	54	22	07	28	-11	33.1	7	06	05	17	44.0
20	9	57	30	13	49	22	11	19	-11	11.8	7	59	59	16	17.2
21	10	01	26	13	43	22	15	09	-10	50.3	8	52	06	14	02.8
22	10	05	23	13	36	22	18	59	-10	28.7	9	42	18	11	10.5
23	10	09	19	13	28	22	22	48	-10	06.9	10	30	44	7	50.8
24	10	13	16	13	20	22	26	36	-9	44.9	11	17	43	4	14.0
25	10	17	12	13	12	22	30	24	-9	22.8	12	03	40	0	29.7
26	10	21	09	13	02	22	34	11	-9	00.5	12	49	04	-3	13.4
27	10	25	06	12	52	22	37	58	-8	38.1	13	34	29	-6	47.3
28	10	29	02	12	42	22	41	44	-8	15.6	14	20	24	-10	04.6
29	10	32	59	12	31	22	45	29	-7	52.9	15	07	20	-12	58.2

Продовження табл. 1

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

Березень

1	10	36	55	12	20	22	49	15	-7	30.2	15	55	41	-15	20.7
2	10	40	52	12	08	22	52	59	-7	07.3	16	45	47	-17	04.7
3	10	44	48	11	55	22	56	43	-6	44.3	17	37	43	-18	02.8
4	10	48	45	11	42	23	00	27	-6	21.3	18	31	27	-18	08.0
5	10	52	41	11	29	23	04	10	-5	58.1	19	26	42	-17	15.1
6	10	56	38	11	15	23	07	53	-5	34.9	20	23	00	-15	22.0
7	11	00	35	11	01	23	11	36	-5	11.5	21	19	55	-12	30.9
8	11	04	31	10	47	23	15	18	-4	48.2	22	17	05	-8	49.2
9	11	08	28	10	32	23	18	59	-4	24.7	23	14	17	-4	30.1
10	11	12	24	10	17	23	22	41	-4	01.2	0	11	30	0	09.0
11	11	16	21	10	01	23	26	22	-3	37.6	1	08	53	4	48.2
12	11	20	17	9	45	23	30	02	-3	14.0	2	06	33	9	07.2
13	11	24	14	9	29	23	33	43	-2	50.4	3	04	32	12	48.3
14	11	28	10	9	13	23	37	23	-2	26.7	4	02	41	15	37.5
15	11	32	07	8	56	23	41	03	-2	03.0	5	00	35	17	26.1
16	11	36	04	8	39	23	44	42	-1	39.3	5	57	44	18	10.9
17	11	40	00	8	22	23	48	22	-1	15.6	6	53	34	17	53.7
18	11	43	57	8	05	23	52	01	-0	51.9	7	47	38	16	39.8
19	11	47	53	7	47	23	55	40	-0	28.2	8	39	42	14	37.3
20	11	51	50	7	29	23	59	19	-0	04.5	9	29	48	11	55.7
21	11	55	46	7	11	0	02	57	0	19.2	10	18	08	8	44.6
22	11	59	43	6	53	0	06	36	0	42.9	11	05	02	5	13.6
23	12	03	39	6	35	0	10	15	1	06.6	11	50	57	1	31.9
24	12	07	36	6	17	0	13	53	1	30.2	12	36	20	-2	11.7
25	12	11	32	5	59	0	17	31	1	53.8	13	21	42	-5	49.0
26	12	15	29	5	41	0	21	10	2	17.3	14	07	28	-9	12.1
27	12	19	26	5	23	0	24	48	2	40.8	14	54	04	-12	13.2
28	12	23	22	5	04	0	28	26	3	04.3	15	41	50	-14	44.9
29	12	27	19	4	46	0	32	05	3	27.6	16	30	58	-16	40.1
30	12	31	15	4	28	0	35	43	3	51.0	17	21	36	-17	51.8
31	12	35	12	4	10	0	39	22	4	14.2	18	13	40	-18	14.3

Продовження табл. 1

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

Квітень

1	12	39	08	3	52	0	43	01	4	37.4	19	07	00	-17	42.7
2	12	43	05	3	35	0	46	39	5	00.5	20	01	21	-16	14.4
3	12	47	01	3	17	0	50	18	5	23.5	20	56	27	-13	49.9
4	12	50	58	3	00	0	53	57	5	46.4	21	52	06	-10	33.1
5	12	54	55	2	42	0	57	37	6	09.2	22	48	16	-6	32.6
6	12	58	51	2	25	1	01	16	6	31.9	23	45	02	-2	01.6
7	13	02	48	2	09	1	04	56	6	54.5	0	42	34	2	42.2
8	13	06	44	1	52	1	08	36	7	17.0	1	41	02	7	18.0
9	13	10	41	1	36	1	12	16	7	39.4	2	40	25	11	24.6
10	13	14	37	1	19	1	15	57	8	01.6	3	40	30	14	43.1
11	13	18	34	1	04	1	19	37	8	23.7	4	40	41	17	00.0
12	13	22	30	0	48	1	23	18	8	45.6	5	40	10	18	08.6
13	13	26	27	0	33	1	27	00	9	07.4	6	38	08	18	09.5
14	13	30	24	0	18	1	30	41	9	29.1	7	33	56	17	08.9
15	13	34	20	0	03	1	34	23	9	50.6	8	27	15	15	16.1
16	13	38	17	-0	11	1	38	05	10	11.9	9	18	08	12	41.7
17	13	42	13	-0	25	1	41	48	10	33.1	10	06	50	9	36.1
18	13	46	10	-0	39	1	45	31	10	54.0	10	53	51	6	09.0
19	13	50	06	-0	52	1	49	14	11	14.8	11	39	41	2	29.3
20	13	54	03	-1	05	1	52	58	11	35.5	12	24	55	-1	14.7
21	13	57	59	-1	17	1	56	42	11	55.9	13	10	04	-4	55.0
22	14	01	56	-1	29	2	00	27	12	16.1	13	55	39	-8	23.7
23	14	05	53	-1	41	2	04	12	12	36.1	14	42	04	-11	32.9
24	14	09	49	-1	52	2	07	57	12	55.9	15	29	37	-14	14.7
25	14	13	46	-2	02	2	11	43	13	15.5	16	18	30	-16	21.3
26	14	17	42	-2	12	2	15	30	13	34.9	17	08	43	-17	45.6
27	14	21	39	-2	22	2	19	17	13	54.1	18	00	10	-18	21.9
28	14	25	35	-2	31	2	23	04	14	13.0	18	52	34	-18	05.8
29	14	29	32	-2	39	2	26	52	14	31.7	19	45	39	-16	55.2
30	14	33	28	-2	47	2	30	41	14	50.2	20	39	09	-14	50.7

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час у гринвіцьку північ S_0			Рівняння часу		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Травень															
1	14	37	25	-2	55	2	34	30	15	08.4	21	32	57	-11	55.4
2	14	41	22	-3	02	2	38	20	15	26.4	22	27	06	-8	15.8
3	14	45	18	-3	08	2	42	10	15	44.1	23	21	50	-4	01.5
4	14	49	15	-3	14	2	46	01	16	01.6	0	17	30	0	34.0
5	14	53	11	-3	19	2	49	52	16	18.8	1	14	29	5	13.5
6	14	57	08	-3	23	2	53	44	16	35.7	2	13	04	9	36.9
7	15	01	04	-3	27	2	57	37	16	52.3	3	13	12	13	23.4
8	15	05	01	-3	31	3	01	30	17	08.7	4	14	27	16	14.3
9	15	08	57	-3	34	3	05	24	17	24.8	5	15	55	17	56.8
10	15	12	54	-3	36	3	09	18	17	40.5	6	16	28	18	26.6
11	15	16	51	-3	38	3	13	13	17	56.0	7	15	00	17	47.2
12	15	20	47	-3	39	3	17	08	18	11.2	8	10	51	16	08.2
13	15	24	44	-3	40	3	21	04	18	26.1	9	03	47	13	41.7
14	15	28	40	-3	40	3	25	00	18	40.7	9	53	59	10	40.2
15	15	32	37	-3	39	3	28	57	18	54.9	10	41	55	7	14.9
16	15	36	33	-3	38	3	32	55	19	08.8	11	28	14	3	35.3
17	15	40	30	-3	37	3	36	53	19	22.5	12	13	34	-0	10.1
18	15	44	26	-3	35	3	40	52	19	35.7	12	58	35	-3	53.6
19	15	48	23	-3	32	3	44	51	19	48.7	13	43	54	-7	27.8
20	15	52	20	-3	29	3	48	50	20	01.3	14	30	01	-10	45.1
21	15	56	16	-3	25	3	52	51	20	13.5	15	17	21	-13	37.5
22	16	00	13	-3	21	3	56	51	20	25.5	16	06	06	-15	56.8
23	16	04	09	-3	16	4	00	53	20	37.0	16	56	20	-17	35.4
24	16	08	06	-3	11	4	04	54	20	48.2	17	47	52	-18	26.3
25	16	12	02	-3	05	4	08	57	20	59.1	18	40	21	-18	24.8
26	16	15	59	-2	59	4	13	00	21	09.6	19	33	22	-17	28.6
27	16	19	55	-2	52	4	17	03	21	19.7	20	26	31	-15	38.3
28	16	23	52	-2	45	4	21	07	21	29.5	21	19	33	-12	57.8
29	16	27	49	-2	37	4	25	11	21	38.8	22	12	28	-9	33.4
30	16	31	45	-2	29	4	29	16	21	47.9	23	05	29	-5	34.0
31	16	35	42	-2	21	4	33	21	21	56.5	23	59	02	-1	10.9

Продовження табл. 1

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

Червень

1	16	39	38	-2	12	4	37	26	22	04.7	0	53	37	3	22.3
2	16	43	35	-2	02	4	41	32	22	12.6	1	49	47	7	48.8
3	16	47	31	-1	52	4	45	39	22	20.1	2	47	50	11	50.3
4	16	51	28	-1	42	4	49	46	22	27.2	3	47	46	15	07.5
5	16	55	24	-1	31	4	53	53	22	33.9	4	49	01	17	24.0
6	16	59	21	-1	21	4	58	00	22	40.2	5	50	33	18	29.2
7	17	03	18	-1	09	5	02	08	22	46.1	6	51	04	18	21.0
8	17	07	14	-0	58	5	06	16	22	51.6	7	49	26	17	05.2
9	17	11	11	-0	46	5	10	24	22	56.7	8	44	56	14	53.5
10	17	15	07	-0	34	5	14	33	23	01.4	9	37	24	11	59.6
11	17	19	04	-0	22	5	18	41	23	05.7	10	27	09	8	36.8
12	17	23	00	-0	10	5	22	50	23	09.6	11	14	42	4	56.8
13	17	26	57	0	03	5	26	59	23	13.1	12	00	45	1	09.0
14	17	30	53	0	15	5	31	09	23	16.1	12	46	02	-2	38.3
15	17	34	50	0	28	5	35	18	23	18.8	13	31	15	-6	17.9
16	17	38	47	0	41	5	39	27	23	21.0	14	17	02	-9	42.7
17	17	42	43	0	54	5	43	37	23	22.9	15	03	54	-12	45.2
18	17	46	40	1	07	5	47	46	23	24.3	15	52	15	-15	17.5
19	17	50	36	1	20	5	51	56	23	25.3	16	42	16	-17	11.5
20	17	54	33	1	33	5	56	05	23	25.9	17	33	51	-18	19.6
21	17	58	29	1	46	6	00	15	23	26.1	18	26	42	-18	35.4
22	18	02	26	1	58	6	04	24	23	25.8	19	20	20	-17	55.2
23	18	06	22	2	11	6	08	34	23	25.2	20	14	09	-16	19.0
24	18	10	19	2	24	6	12	43	23	24.1	21	07	45	-13	50.3
25	18	14	16	2	37	6	16	52	23	22.7	22	00	53	-10	35.9
26	18	18	12	2	49	6	21	01	23	20.8	22	53	38	-6	45.4
27	18	22	09	3	02	6	25	10	23	18.5	23	46	19	-2	30.2
28	18	26	05	3	14	6	29	19	23	15.8	0	39	26	1	56.8
29	18	30	02	3	26	6	33	28	23	12.7	1	33	34	6	21.0
30	18	33	58	3	38	6	37	36	23	09.2	2	29	14	10	26.5

Продовження табл. 1

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

Липень

1	18	37	55	3	50	6	41	45	23	05.3	3	26	44	13	56.8
2	18	41	51	4	02	6	45	53	23	00.9	4	25	58	16	35.9
3	18	45	48	4	13	6	50	01	22	56.2	5	26	19	18	10.9
4	18	49	45	4	24	6	54	08	22	51.1	6	26	45	18	35.0
5	18	53	41	4	34	6	58	15	22	45.6	7	26	03	17	48.8
6	18	57	38	4	45	7	02	22	22	39.6	8	23	12	16	00.0
7	19	01	34	4	54	7	06	28	22	33.3	9	17	38	13	21.2
8	19	05	31	5	04	7	10	35	22	26.6	10	09	17	10	06.2
9	19	09	27	5	13	7	14	40	22	19.5	10	58	27	6	28.5
10	19	13	24	5	22	7	18	45	22	12.1	11	45	43	2	39.4
11	19	17	20	5	30	7	22	50	22	04.2	12	31	43	-1	11.6
12	19	21	17	5	38	7	26	54	21	56.0	13	17	11	-4	56.4
13	19	25	14	5	45	7	30	58	21	47.4	14	02	48	-8	27.9
14	19	29	10	5	52	7	35	01	21	38.4	14	49	11	-11	39.2
15	19	33	07	5	58	7	39	04	21	29.0	15	36	50	-14	23.1
16	19	37	03	6	03	7	43	06	21	19.3	16	26	08	-16	31.9
17	19	41	00	6	09	7	47	08	21	09.2	17	17	10	-17	57.8
18	19	44	56	6	13	7	51	09	20	58.8	18	09	51	-18	33.6
19	19	48	53	6	17	7	55	10	20	48.0	19	03	45	-18	13.6
20	19	52	49	6	21	7	59	10	20	36.9	19	58	19	-16	55.8
21	19	56	46	6	24	8	03	10	20	25.4	20	52	59	-14	41.8
22	20	00	43	6	26	8	07	09	20	13.6	21	47	18	-11	37.6
23	20	04	39	6	28	8	11	07	20	01.4	22	41	06	-7	53.1
24	20	08	36	6	29	8	15	05	19	48.9	23	34	29	-3	40.6
25	20	12	32	6	30	8	19	02	19	36.1	0	27	47	0	45.8
26	20	16	29	6	30	8	22	59	19	22.9	1	21	31	5	11.0
27	20	20	25	6	30	8	26	55	19	09.4	2	16	09	9	19.9
28	20	24	22	6	29	8	30	50	18	55.6	3	12	06	12	57.2
29	20	28	18	6	27	8	34	45	18	41.5	4	09	27	15	48.7
30	20	32	15	6	25	8	38	40	18	27.1	5	07	58	17	42.4
31	20	36	12	6	22	8	42	33	18	12.4	6	06	59	18	30.4

Продовження табл. 1

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

Серпень

1	20	40	08	6	19	8	46	27	17	57.4	7	05	33	18	10.4
2	20	44	05	6	15	8	50	19	17	42.1	8	02	44	16	46.4
3	20	48	01	6	10	8	54	11	17	26.5	8	57	51	14	27.7
4	20	51	58	6	05	8	58	03	17	10.6	9	50	32	11	26.5
5	20	55	54	5	59	9	01	53	16	54.4	10	40	53	7	56.3
6	20	59	51	5	53	9	05	43	16	38.0	11	29	14	4	09.3
7	21	03	47	5	46	9	09	33	16	21.3	12	16	05	0	16.7
8	21	07	44	5	38	9	13	22	16	04.4	13	02	03	-3	32.4
9	21	11	41	5	30	9	17	10	15	47.1	13	47	47	-7	10.0
10	21	15	37	5	21	9	20	58	15	29.7	14	33	52	-10	29.0
11	21	19	34	5	12	9	24	45	15	12.0	15	20	51	-13	22.6
12	21	23	30	5	02	9	28	32	14	54.0	16	09	10	-15	43.9
13	21	27	27	4	51	9	32	18	14	35.8	16	59	07	-17	25.7
14	21	31	23	4	40	9	36	03	14	17.4	17	50	46	-18	20.8
15	21	35	20	4	28	9	39	48	13	58.7	18	43	59	-18	23.0
16	21	39	16	4	16	9	43	32	13	39.8	19	38	21	-17	28.0
17	21	43	13	4	03	9	47	16	13	20.8	20	33	23	-15	34.9
18	21	47	10	3	50	9	51	00	13	01.5	21	28	37	-12	47.0
19	21	51	06	3	36	9	54	42	12	42.0	22	23	40	-9	12.2
20	21	55	03	3	22	9	58	25	12	22.2	23	18	29	-5	02.6
21	21	58	59	3	07	10	02	06	12	02.3	0	13	09	-0	33.2
22	22	02	56	2	52	10	05	48	11	42.2	1	07	59	3	59.2
23	22	06	52	2	37	10	09	29	11	22.0	2	03	19	8	17.5
24	22	10	49	2	21	10	13	09	11	01.5	2	59	29	12	05.4
25	22	14	45	2	04	10	16	50	10	40.9	3	56	33	15	08.7
26	22	18	42	1	48	10	20	29	10	20.1	4	54	22	17	16.0
27	22	22	39	1	30	10	24	09	9	59.1	5	52	28	18	20.0
28	22	26	35	1	13	10	27	48	9	38.0	6	50	07	18	18.3
29	22	30	32	0	55	10	31	26	9	16.7	7	46	36	17	13.6
30	22	34	28	0	37	10	35	05	8	55.2	8	41	21	15	13.2
31	22	38	25	0	18	10	38	43	8	33.6	9	34	01	12	27.4

Продовження табл. 1

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

Вересень

1	22	42	21	-0	01	10	42	21	8	11.9	10	24	37	9	08.0
2	22	46	18	-0	20	10	45	58	7	50.1	11	13	22	5	27.1
3	22	50	14	-0	39	10	49	35	7	28.1	12	00	40	1	35.9
4	22	54	11	-0	59	10	53	12	7	06.0	12	47	01	-2	15.6
5	22	58	08	-1	19	10	56	49	6	43.8	13	32	56	-5	58.3
6	23	02	04	-1	39	11	00	25	6	21.5	14	18	57	-9	24.4
7	23	06	01	-1	59	11	04	01	5	59.1	15	05	32	-12	26.8
8	23	09	57	-2	20	11	07	37	5	36.5	15	53	06	-14	58.6
9	23	13	54	-2	40	11	11	13	5	13.9	16	41	57	-16	53.4
10	23	17	50	-3	01	11	14	49	4	51.2	17	32	17	-18	04.8
11	23	21	47	-3	22	11	18	24	4	28.4	18	24	04	-18	26.8
12	23	25	43	-3	44	11	22	00	4	05.6	19	17	09	-17	54.8
13	23	29	40	-4	05	11	25	35	3	42.7	20	11	14	-16	26.1
14	23	33	37	-4	26	11	29	10	3	19.7	21	06	00	-14	01.3
15	23	37	33	-4	48	11	32	45	2	56.6	22	01	09	-10	44.7
16	23	41	30	-5	09	11	36	20	2	33.5	22	56	34	-6	45.5
17	23	45	26	-5	31	11	39	55	2	10.3	23	52	16	-2	17.2
18	23	49	23	-5	52	11	43	30	1	47.1	0	48	25	2	23.1
19	23	53	19	-6	14	11	47	05	1	23.9	1	45	14	6	56.2
20	23	57	16	-6	35	11	50	40	1	00.6	2	42	53	11	02.9
21	0	01	12	-6	56	11	54	16	0	37.3	3	41	19	14	25.8
22	0	05	09	-7	18	11	57	51	0	14.0	4	40	16	16	51.5
23	0	09	06	-7	39	12	01	26	-0	09.4	5	39	08	18	12.1
24	0	13	02	-8	00	12	05	02	-0	32.7	6	37	13	18	25.5
25	0	16	59	-8	20	12	08	38	-0	56.1	7	33	50	17	34.8
26	0	20	55	-8	41	12	12	14	-1	19.5	8	28	29	15	47.5
27	0	24	52	-9	01	12	15	50	-1	42.8	9	20	59	13	13.6
28	0	28	48	-9	22	12	19	26	-2	06.2	10	11	23	10	04.0
29	0	32	45	-9	42	12	23	03	-2	29.5	10	59	59	6	30.0
30	0	36	41	-10	01	12	26	40	-2	52.8	11	47	11	2	42.2

Продовження табл. 1

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

Жовтень

1	0	40	38	-10	21	12	30	17	-3	16.1	12	33	29	-1	09.5
2	0	44	35	-10	40	12	33	54	-3	39.4	13	19	22	-4	55.9
3	0	48	31	-10	59	12	37	32	-4	02.6	14	05	18	-8	28.4
4	0	52	28	-11	17	12	41	10	-4	25.7	14	51	41	-11	39.4
5	0	56	24	-11	35	12	44	49	-4	48.8	15	38	52	-14	21.5
6	1	00	21	-11	53	12	48	28	-5	11.9	16	27	06	-16	28.1
7	1	04	17	-12	10	12	52	07	-5	34.8	17	16	30	-17	53.0
8	1	08	14	-12	27	12	55	46	-5	57.7	18	07	03	-18	31.1
9	1	12	10	-12	44	12	59	26	-6	20.6	18	58	40	-18	18.0
10	1	16	07	-13	00	13	03	07	-6	43.3	19	51	08	-17	11.3
11	1	20	04	-13	16	13	06	48	-7	06.0	20	44	19	-15	10.3
12	1	24	00	-13	31	13	10	29	-7	28.5	21	38	03	-12	17.4
13	1	27	57	-13	46	13	14	11	-7	51.0	22	32	20	-8	38.0
14	1	31	53	-14	00	13	17	53	-8	13.3	23	27	20	-4	21.8
15	1	35	50	-14	13	13	21	36	-8	35.5	0	23	16	0	17.2
16	1	39	46	-14	27	13	25	19	-8	57.6	1	20	25	5	01.1
17	1	43	43	-14	39	13	29	03	-9	19.6	2	19	00	9	29.0
18	1	47	39	-14	51	13	32	48	-9	41.4	3	18	56	13	19.8
19	1	51	36	-15	02	13	36	33	-10	03.1	4	19	50	16	14.9
20	1	55	33	-15	13	13	40	19	-10	24.7	5	20	56	18	02.2
21	1	59	29	-15	23	13	44	06	-10	46.1	6	21	13	18	36.9
22	2	03	26	-15	32	13	47	53	-11	07.3	7	19	44	18	02.1
23	2	07	22	-15	41	13	51	41	-11	28.4	8	15	48	16	26.1
24	2	11	19	-15	49	13	55	29	-11	49.3	9	09	13	14	00.4
25	2	15	15	-15	56	13	59	19	-12	10.0	10	00	05	10	57.1
26	2	19	12	-16	03	14	03	09	-12	30.6	10	48	47	7	27.6
27	2	23	08	-16	08	14	07	00	-12	50.9	11	35	53	3	42.5
28	2	27	05	-16	13	14	10	51	-13	11.1	12	21	56	-0	09.0
29	2	31	02	-16	17	14	14	44	-13	31.0	13	07	32	-3	57.8
30	2	34	58	-16	21	14	18	37	-13	50.7	13	53	11	-7	35.9
31	2	38	55	-16	23	14	22	31	-14	10.2	14	39	19	-10	55.1

Продовження табл. 1

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

Листопад

1	2	42	51	-16	25	14	26	26	-14	29.5	15	26	18	-13	47.6
2	2	46	48	-16	26	14	30	21	-14	48.6	16	14	18	-16	06.3
3	2	50	44	-16	27	14	34	17	-15	07.4	17	03	23	-17	44.4
4	2	54	41	-16	26	14	38	14	-15	26.0	17	53	28	-18	36.6
5	2	58	37	-16	25	14	42	12	-15	44.3	18	44	20	-18	38.9
6	3	02	34	-16	22	14	46	11	-16	02.3	19	35	46	-17	49.1
7	3	06	31	-16	19	14	50	11	-16	20.1	20	27	33	-16	07.2
8	3	10	27	-16	16	14	54	11	-16	37.6	21	19	35	-13	35.2
9	3	14	24	-16	11	14	58	12	-16	54.8	22	11	57	-10	17.3
10	3	18	20	-16	05	15	02	14	-17	11.8	23	04	51	-6	20.5
11	3	22	17	-15	59	15	06	17	-17	28.4	23	58	44	-1	54.8
12	3	26	13	-15	52	15	10	21	-17	44.8	0	54	02	2	46.0
13	3	30	10	-15	44	15	14	25	-18	00.8	1	51	15	7	24.2
14	3	34	06	-15	35	15	18	31	-18	16.5	2	50	37	11	38.7
15	3	38	03	-15	26	15	22	37	-18	31.9	3	51	59	15	07.9
16	3	42	00	-15	15	15	26	44	-18	47.0	4	54	41	17	33.0
17	3	45	56	-15	04	15	30	52	-19	01.7	5	57	29	18	42.6
18	3	49	53	-14	51	15	35	01	-19	16.1	6	59	01	18	35.0
19	3	53	49	-14	38	15	39	10	-19	30.2	7	58	06	17	17.2
20	3	57	46	-14	25	15	43	21	-19	43.9	8	54	06	15	01.9
21	4	01	42	-14	10	15	47	32	-19	57.2	9	46	56	12	03.5
22	4	05	39	-13	54	15	51	44	-20	10.2	10	36	57	8	35.7
23	4	09	35	-13	38	15	55	57	-20	22.8	11	24	45	4	50.5
24	4	13	32	-13	21	16	00	11	-20	35.0	12	11	03	0	57.6
25	4	17	29	-13	03	16	04	25	-20	46.9	12	56	33	-2	54.2
26	4	21	25	-12	44	16	08	40	-20	58.4	13	41	55	-6	37.2
27	4	25	22	-12	25	16	12	56	-21	09.4	14	27	41	-10	03.8
28	4	29	18	-12	05	16	17	13	-21	20.1	15	14	19	-13	06.3
29	4	33	15	-11	44	16	21	31	-21	30.4	16	02	05	-15	37.4
30	4	37	11	-11	22	16	25	49	-21	40.3	16	51	05	-17	29.5

Закінчення табл. 1

Дата	Зоряний час у гринвіцьку північ S_0			Рівняння часу		Сонце					Місяць				
						Пряме піднесення			Схилення		Пряме піднесення			Схилення	
	год	хв	с	хв	с	год	хв	с	°	'	год	хв	с	°	'
Грудень															
1	4	41	08	-11	00	16	30	07	-21	49.7	17	41	12	-18	36.6
2	4	45	04	-10	37	16	34	27	-21	58.7	18	32	10	-18	53.7
3	4	49	01	-10	14	16	38	47	-22	07.4	19	23	36	-18	18.6
4	4	52	58	-9	50	16	43	08	-22	15.5	20	15	09	-16	51.1
5	4	56	54	-9	25	16	47	29	-22	23.3	21	06	33	-14	34.0
6	5	00	51	-9	00	16	51	50	-22	30.6	21	57	47	-11	31.9
7	5	04	47	-8	34	16	56	13	-22	37.5	22	49	02	-7	51.6
8	5	08	44	-8	08	17	00	35	-22	43.9	23	40	43	-3	41.6
9	5	12	40	-7	42	17	04	58	-22	49.9	0	33	24	0	47.1
10	5	16	37	-7	15	17	09	22	-22	55.5	1	27	44	5	20.9
11	5	20	33	-6	47	17	13	46	-23	00.6	2	24	16	9	43.0
12	5	24	30	-6	19	17	18	10	-23	05.2	3	23	22	13	33.8
13	5	28	27	-5	51	17	22	35	-23	09.4	4	24	50	16	33.1
14	5	32	23	-5	23	17	27	00	-23	13.1	5	27	53	18	23.7
15	5	36	20	-4	54	17	31	25	-23	16.3	6	31	07	18	55.8
16	5	40	16	-4	25	17	35	50	-23	19.1	7	32	59	18	10.0
17	5	44	13	-3	56	17	40	16	-23	21.4	8	32	11	16	15.8
18	5	48	09	-3	27	17	44	42	-23	23.3	9	28	06	13	28.3
19	5	52	06	-2	57	17	49	08	-23	24.7	10	20	43	10	03.9
20	5	56	02	-2	28	17	53	34	-23	25.6	11	10	29	6	17.3
21	5	59	59	-1	58	17	58	01	-23	26.0	11	58	05	2	20.7
22	6	03	56	-1	28	18	02	27	-23	26.0	12	44	18	-1	36.1
23	6	07	52	-0	58	18	06	53	-23	25.5	13	29	51	-5	25.0
24	6	11	49	-0	28	18	11	20	-23	24.5	14	15	28	-8	58.9
25	6	15	45	0	01	18	15	46	-23	23.1	15	01	42	-12	10.8
26	6	19	42	0	31	18	20	13	-23	21.2	15	49	01	-14	53.5
27	6	23	38	1	01	18	24	39	-23	18.8	16	37	40	-16	59.9
28	6	27	35	1	30	18	29	05	-23	16.0	17	27	41	-18	23.0
29	6	31	31	2	00	18	33	31	-23	12.7	18	18	50	-18	57.0
30	6	35	28	2	29	18	37	56	-23	08.9	19	10	44	-18	38.0
31	6	39	25	2	58	18	42	22	-23	04.6	20	02	54	-17	25.1

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

Таблиця 3

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

Дата	Географічна широта, град.									
	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
Січень	1	-24	-20	-17	-13	-9	-5	0	+4	+9
	9	-23	-20	-16	-12	-9	-5	0	+4	+9
	17	-21	-18	-15	-11	-8	-4	0	+4	+8
	25	-19	-16	-13	-10	-7	-4	0	+3	+7
Лютий	2	-16	-14	-11	-8	-6	-3	0	+3	+6
	10	-13	-12	-9	-7	-5	-3	0	+2	+5
	18	-10	-9	-7	-6	-4	-2	0	+2	+4
Березень	26	-7	-6	-5	-4	-3	-2	0	+1	+3
	5	-4	-4	-3	-2	-2	-1	0	+1	+2
	13	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	+1
Квітень	21	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0	0
	29	+4	+4	+3	+2	+1	0	0	0	-1
	6	+7	+6	+5	+3	+2	+1	0	-1	-2
	14	+9	+8	+6	+5	+3	+1	0	-2	-4
Травень	22	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-3	-5
	30	+15	+13	+10	+8	+5	+3	0	-3	-6
	8	+18	+15	+13	+10	+7	+4	0	-3	-7
	16	+20	+17	+15	+11	+8	+4	0	-4	-8
Червень	24	+22	+19	+16	+12	+9	+4	0	-4	-9
	1	+24	+21	+17	+13	+9	+4	0	-4	-10
	9	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-10
	17	+27	+23	+19	+14	+10	+5	0	-5	-11
Липень	25	+26	+22	+18	+14	+10	+5	0	-5	-11
	3	+25	+22	+18	+13	+9	+5	0	-5	-10
	11	+24	+21	+17	+13	+9	+4	0	-5	-10
	19	+22	+19	+15	+12	+8	+4	0	-5	-9
Серпень	27	+20	+17	+14	+11	+7	+3	0	-4	-8
	4	+18	+15	+12	+9	+6	+3	0	-4	-7
	12	+15	+12	+10	+8	+5	+2	0	-3	-6
	20	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-2	-4
Вересень	28	+10	+8	+7	+5	+4	+2	0	-2	-3
	5	+7	+6	+5	+4	+3	+1	0	-1	-2
	13	+4	+4	+3	+2	+2	0	0	-1	-1
	21	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0
Жовтень	29	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	+1
	7	-5	-4	-3	-2	-2	-1	0	0	+2
	15	-7	-6	-5	-4	-3	-1	0	+1	+3
	23	-10	-8	-7	-5	-3	-2	0	+2	+4
Листопад	31	-13	-11	-9	-7	-5	-2	0	+2	+5
	8	-16	-14	-11	-9	-6	-3	0	+3	+6
	16	-18	-16	-13	-10	-7	-4	0	+3	+7
	24	-20	-17	-14	-11	-7	-4	0	+4	+8
Грудень	2	-22	-19	-16	-12	-8	-5	0	+5	+9
	10	-24	-21	-17	-13	-9	-5	0	+5	+9
	18	-25	-21	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
	26	-24	-20	-17	-13	-8	-4	0	+5	+10
Січень	3	-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	+5	+9

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

Таблиця 4

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

Дата		Географічна широта, град.				Дата		Географічна широта, град.			
		40	45	50	55			40	45	50	55
Січень	1	60°	57°	54°	49°	Липень	9	121°	123°	127°	133°
	11	62	59	56	51		19	118	121	124	129
	21	64	62	59	55		29	115	118	121	125
Лютий	31	68	66	63	60	Серпень	8	112	114	116	120
	10	72	70	68	66		18	108	109	111	114
	20	76	75	74	72		28	103	104	106	108
Березень	1	81	80	79	78	Вересень	7	98	99	100	102
	11	86	86	86	85		17	93	94	94	95
	21	91	92	92	92		27	88	88	88	88
Квітень	31	96	97	98	99	Жовтень	7	83	83	82	81
	10	101	102	104	106		17	78	77	76	75
	20	106	107	109	112		27	74	72	70	68
Травень	30	110	112	115	118	Листопад	6	70	68	65	62
	10	114	116	119	123		16	66	64	61	57
	20	117	120	123	128		26	63	60	57	53
Червень	30	120	123	127	132	Грудень	6	61	58	55	50
	9	121	124	129	135		16	60	57	53	48
	19	122	125	129	136		26	60	57	53	48
29	122	125	129	135	Січень	5	61	58	55	50	

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

Таблиця 5

ТРИВАЛІСТЬ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПРИСМЕРКІВ (у хвилинах)

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	37	44		19	31	36	42	51
	21	29	32	36	42		29	31	34	40	47
Лютий	31	29	32	35	40	Серпень	8	30	33	38	44
	10	28	30	34	39		18	29	32	35	42
	20	27	30	33	37		28	28	30	34	39
Березень	1	27	29	33	37	Вересень	7	28	30	33	38
	11	27	29	32	37		17	27	29	32	37
	21	27	29	32	36		27	27	29	32	36
Квітень	31	28	29	33	37	Жовтень	7	27	29	33	36
	10	28	30	34	39		17	28	30	33	37
	20	29	31	35	40		27	28	30	34	38
Травень	30	29	32	36	43	Листопад	6	28	31	35	39
	10	30	34	38	46		16	29	32	36	41
	20	31	35	40	50		26	30	33	37	43
Червень	30	32	36	42	53	Грудень	6	30	33	38	45
	9	33	37	44	56		16	31	34	39	46
	19	33	38	45	58		26	31	34	39	45
29	33	37	44	58	Січень	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	23	55	-2.5	93	5	13	16	-106.1	11	23	-1.0	270
2	—	—	—	—	5	55	35	-105.8	11	47	-1.0	264
3	0	56	-2.6	99	6	38	07	-107.4	12	12	-1.1	258
4	1	58	-2.6	105	7	21	36	-110.8	12	38	-1.2	253
5	2	59	-2.6	110	8	06	43	-115.6	13	08	-1.3	248
6	4	01	-2.6	114	8	53	58	-121.5	13	42	-1.5	244
7	5	01	-2.5	117	9	43	37	-127.4	14	23	-1.8	242
8	5	59	-2.3	119	10	35	33	-132.6	15	11	-2.2	240
9	6	53	-2.2	119	11	29	15	-135.9	16	07	-2.5	241
10	7	42	-1.9	118	12	23	54	-137.0	17	12	-2.8	243
11	8	24	-1.7	114	13	18	37	-136.0	18	19	-3.0	248
12	9	02	-1.5	109	14	12	41	-133.8	19	32	-3.1	253
13	9	35	-1.3	103	15	05	48	-131.5	20	46	-3.1	260
14	10	06	-1.2	96	15	58	04	-129.8	22	01	-3.1	267
15	10	35	-1.2	89	16	49	52	-129.5	23	16	-3.1	274
16	11	05	-1.3	82	17	41	48	-130.6	—	—	—	—
17	11	36	-1.3	76	18	34	23	-132.8	0	31	-3.1	281
18	12	10	-1.5	70	19	28	01	-135.6	1	44	-3.0	288
19	12	49	-1.7	65	20	22	43	-138.0	2	56	-2.9	293
20	13	33	-2.0	62	21	18	07	-138.7	4	04	-2.7	297
21	14	24	-2.3	61	22	13	27	-137.3	5	07	-2.5	299
22	15	21	-2.5	61	23	07	47	-133.5	6	02	-2.2	299
23	16	22	-2.6	64	—	—	—	—	6	50	-1.8	297
24	17	26	-2.7	68	0	00	18	-128.1	7	30	-1.6	294
25	18	31	-2.7	73	0	50	28	-121.9	8	05	-1.4	290
26	19	35	-2.7	78	1	38	12	-116.2	8	35	-1.2	284
27	20	39	-2.6	84	2	23	46	-111.3	9	02	-1.1	279
28	21	41	-2.6	90	3	07	39	-108.0	9	27	-1.0	273
29	22	42	-2.6	96	3	50	28	-106.3	9	51	-1.0	267
30	23	44	-2.6	102	4	32	57	-106.4	10	15	-1.0	261
31	—	—	—	—	5	15	48	-108.3	10	40	-1.1	256

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна v , с	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Лютий												
1	0	45	-2.5	107	5	59	42	-111.9	11	08	-1.2	251
2	1	45	-2.5	112	6	45	16	-116.8	11	40	-1.4	246
3	2	45	-2.5	116	7	32	58	-122.6	12	17	-1.7	243
4	3	44	-2.4	118	8	23	02	-128.5	13	00	-2.0	241
5	4	39	-2.2	119	9	15	22	-133.6	13	52	-2.3	241
6	5	30	-2.0	119	10	09	30	-137.1	14	51	-2.6	242
7	6	16	-1.8	116	11	04	42	-138.6	15	58	-2.9	245
8	6	57	-1.6	112	12	00	09	-138.3	17	10	-3.1	250
9	7	34	-1.5	106	12	55	15	-136.8	18	26	-3.2	257
10	8	07	-1.3	99	13	49	41	-135.2	19	43	-3.2	264
11	8	38	-1.3	92	14	43	31	-134.0	21	01	-3.2	271
12	9	08	-1.3	85	15	37	03	-133.8	22	18	-3.2	279
13	9	39	-1.3	78	16	30	40	-134.5	23	34	-3.1	286
14	10	13	-1.5	72	17	24	40	-135.7	—	—	—	—
15	10	50	-1.7	67	18	19	07	-136.7	0	47	-3.0	291
16	11	33	-1.9	63	19	13	51	-136.7	1	56	-2.8	296
17	12	20	-2.1	61	20	08	21	-135.2	3	00	-2.5	298
18	13	14	-2.4	61	21	01	58	-132.1	3	57	-2.2	299
19	14	13	-2.5	63	21	54	04	-127.6	4	46	-1.9	298
20	15	15	-2.6	66	22	44	12	-122.4	5	29	-1.6	295
21	16	18	-2.6	71	23	32	15	-117.2	6	05	-1.4	291
22	17	22	-2.7	76	—	—	—	—	6	36	-1.2	286
23	18	26	-2.6	82	0	18	19	-112.7	7	04	-1.1	281
24	19	28	-2.6	88	1	02	45	-109.3	7	30	-1.0	275
25	20	30	-2.6	94	1	46	02	-107.2	7	54	-1.0	269
26	21	32	-2.5	100	2	28	44	-106.5	8	18	-1.0	263
27	22	32	-2.5	105	3	11	26	-107.4	8	43	-1.1	258
28	23	33	-2.5	110	3	54	44	-109.6	9	10	-1.2	253
29	—	—	—	—	4	39	01	-113.2	9	40	-1.3	248

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	0	32	-2.4	114	5	25	13	-117.7	10	14	-1.5	244
2	1	30	-2.4	117	6	13	12	-122.9	10	53	-1.8	242
3	2	26	-2.3	119	7	03	14	-127.9	11	40	-2.1	241
4	3	18	-2.1	119	7	55	13	-132.3	12	34	-2.4	241
5	4	06	-1.9	117	8	48	45	-135.5	13	36	-2.7	244
6	4	48	-1.7	114	9	43	21	-137.4	14	44	-3.0	248
7	5	27	-1.5	109	10	38	28	-138.1	15	58	-3.2	253
8	6	02	-1.4	103	11	33	45	-138.2	17	16	-3.3	260
9	6	34	-1.3	96	12	29	04	-138.3	18	35	-3.3	268
10	7	06	-1.3	88	13	24	27	-138.8	19	55	-3.3	275
11	7	38	-1.4	81	14	20	05	-139.6	21	14	-3.2	283
12	8	12	-1.5	74	15	16	05	-140.5	22	32	-3.2	289
13	8	49	-1.6	69	16	12	22	-140.8	23	45	-2.9	294
14	9	31	-1.8	64	17	08	35	-139.9	—	—	—	—
15	10	18	-2.1	62	18	04	12	-137.4	0	52	-2.6	297
16	11	10	-2.3	61	18	58	31	-133.4	1	52	-2.3	299
17	12	07	-2.5	62	19	51	00	-128.2	2	44	-2.0	298
18	13	08	-2.6	65	20	41	20	-122.6	3	29	-1.7	296
19	14	10	-2.6	69	21	29	26	-117.3	4	06	-1.4	293
20	15	14	-2.6	74	22	15	32	-112.8	4	39	-1.3	288
21	16	16	-2.6	80	22	59	60	-109.4	5	07	-1.1	283
22	17	19	-2.6	86	23	43	19	-107.2	5	33	-1.1	277
23	18	21	-2.6	92	—	—	—	—	5	58	-1.0	271
24	19	22	-2.5	98	0	26	01	-106.5	6	22	-1.0	265
25	20	23	-2.5	103	1	08	39	-107.0	6	47	-1.1	260
26	21	24	-2.5	108	1	51	44	-108.8	7	13	-1.1	254
27	22	24	-2.5	113	2	35	42	-111.6	7	41	-1.2	250
28	23	22	-2.4	116	3	20	56	-115.2	8	13	-1.4	246
29	—	—	—	—	4	07	43	-119.2	8	50	-1.6	243
30	0	18	-2.6	119	4	56	07	-123.4	9	33	-1.9	241
31	1	10	-2.1	119	5	46	07	-127.0	10	23	-2.2	241

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.
Квітень												
1	1	58	-1.9	118	6	37	29	-130.0	11	20	-2.5	242
2	2	42	-1.7	116	7	29	54	-132.2	12	23	-2.8	246
3	3	21	-1.5	112	8	23	06	-133.9	13	33	-3.0	250
4	3	56	-1.4	106	9	16	54	-135.3	14	47	-3.1	256
5	4	29	-1.3	100	10	11	17	-136.9	16	04	-3.3	264
6	5	01	-1.3	92	11	06	24	-139.0	17	24	-3.4	271
7	5	33	-1.3	85	12	02	26	-141.6	18	45	-3.4	279
8	6	06	-1.4	78	12	59	33	-144.3	20	06	-3.3	286
9	6	43	-1.6	71	13	57	38	-146.1	21	24	-3.2	292
10	7	23	-1.8	66	14	56	12	-146.3	22	37	-2.9	296
11	8	10	-2.1	62	15	54	25	-144.0	23	43	-2.6	299
12	9	02	-2.3	61	16	51	18	-139.4	—	—	—	—
13	9	59	-2.	62	17	45	60	-133.1	0	40	-2.2	299
14	11	00	-2.6	64	18	38	01	-126.1	1	28	-1.8	297
15	12	03	-2.6	68	19	27	16	-119.5	2	08	-1.5	294
16	13	06	-2.6	72	20	14	01	-113.8	2	42	-1.3	290
17	14	09	-2.6	78	20	58	46	-109.7	3	12	-1.2	285
18	15	11	-2.6	84	21	42	07	-107.0	3	38	-1.1	279
19	16	13	-2.6	90	22	24	41	-106.0	4	03	-1.0	273
20	17	15	-2.6	96	23	07	06	-106.4	4	27	-1.0	267
21	18	16	-2.5	102	23	49	54	-108.1	4	51	-1.0	262
22	19	17	-2.5	107	—	—	—	—	5	16	-1.1	256
23	20	17	-2.5	112	0	33	35	-110.8	5	44	-1.2	251
24	21	16	-2.4	116	1	18	30	-114.3	6	14	-1.4	247
25	22	13	-2.3	118	2	04	52	-117.9	6	50	-1.6	243
26	23	07	-2.2	119	2	52	43	-121.6	7	30	-1.8	241
27	23	56	-1.9	119	3	41	54	-124.5	8	17	-2.1	240
28	—	—	—	—	4	32	07	-126.7	9	11	-2.4	241
29	0	40	-1.7	117	5	23	03	-128.0	10	10	-2.6	244
30	1	19	-1.6	114	6	14	26	-128.9	11	16	-2.8	248

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	1	55	-1.4	109	7	06	09	-129.8	12	26	-3.0	253
2	2	27	-1.3	103	7	58	17	-131.2	13	39	-3.1	260
3	2	58	-1.3	96	8	51	09	-133.7	14	56	-3.2	267
4	3	29	-1.3	89	9	45	12	-137.2	16	14	-3.3	275
5	4	00	-1.3	82	10	40	51	-141.6	17	35	-3.4	282
6	4	34	-1.5	74	11	38	18	-146.1	18	55	-3.3	289
7	5	13	-1.7	68	12	37	22	-149.3	20	12	-3.1	295
8	5	57	-1.9	64	13	37	18	-149.8	21	24	-2.9	298
9	6	47	-2.2	61	14	36	53	-147.0	22	28	-2.5	299
10	7	44	-2.5	61	15	34	44	-141.1	23	22	-2.1	298
11	8	46	-2.6	62	16	29	51	-133.3	—	—	—	—
12	9	50	-2.7	66	17	21	45	-125.2	0	07	-1.7	296
13	10	55	-2.7	70	18	10	29	-117.9	0	44	-1.4	292
14	11	59	-2.7	76	18	56	33	-112.1	1	15	-1.2	287
15	13	03	-2.6	81	19	40	37	-108.1	1	43	-1.1	281
16	14	05	-2.6	87	20	23	26	-106.0	2	08	-1.0	275
17	15	07	-2.6	94	21	05	44	-105.8	2	32	-1.0	269
18	16	08	-2.5	100	21	48	13	-107.1	2	56	-1.0	264
19	17	09	-2.5	105	22	31	30	-109.8	3	20	-1.1	258
20	18	10	-2.5	110	23	16	03	-113.5	3	47	-1.2	253
21	19	10	-2.5	114	—	—	—	—	4	16	-1.3	248
22	20	08	-2.4	118	0	02	09	-117.5	4	50	-1.5	244
23	21	04	-2.2	119	0	49	52	-121.5	5	29	-1.7	242
24	21	55	-2.0	120	1	39	03	-124.6	6	14	-2.0	240
25	22	41	-1.8	118	2	29	17	-126.6	7	05	-2.3	241
26	23	21	-1.6	115	3	20	06	-127.3	8	03	-2.5	243
27	23	57	-1.4	111	4	11	03	-127.2	9	06	-2.7	246
28	—	—	—	—	5	01	51	-126.8	10	13	-2.9	251
29	0	30	-1.3	106	5	52	33	-126.8	11	24	-3.0	257
30	1	00	-1.2	99	6	43	25	-127.9	12	37	-3.1	264
31	1	29	-1.2	92	7	34	59	-130.5	13	52	-3.2	271

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	59	-1.3	85	8	27	51	-134.6	15	09	-3.2	279
2	2	30	-1.4	78	9	22	36	-139.9	16	27	-3.3	286
3	3	05	-1.6	71	10	19	31	-145.3	17	45	-3.2	292
4	3	45	-1.8	66	11	18	23	-149.2	19	00	-3.0	297
5	4	32	-2.1	62	12	18	21	-150.1	20	09	-2.7	299
6	5	26	-2.4	61	13	18	01	-147.1	21	09	-2.3	299
7	6	27	-2.6	61	14	15	54	-140.9	22	00	-1.9	297
8	7	32	-2.7	64	15	10	52	-132.7	22	41	-1.6	294
9	8	38	-2.8	68	16	02	29	-124.4	23	16	-1.3	289
10	9	45	-2.8	73	16	50	54	-117.0	23	46	-1.2	284
11	10	50	-2.7	79	17	36	38	-111.4	—	—	—	—
12	11	54	-2.6	85	18	20	28	-107.7	0	13	-1.1	278
13	12	56	-2.6	91	19	03	12	-106.1	0	37	-1.0	272
14	13	58	-2.6	97	19	45	39	-106.5	1	01	-1.0	266
15	14	59	-2.5	103	20	28	32	-108.5	1	25	-1.0	260
16	16	00	-2.5	108	21	12	29	-111.9	1	50	-1.1	255
17	17	01	-2.5	113	21	57	60	-116.3	2	18	-1.2	250
18	18	00	-2.4	117	22	45	18	-120.8	2	50	-1.4	246
19	18	57	-2.3	119	23	34	24	-124.9	3	27	-1.7	242
20	19	51	-2.2	120	—	—	—	—	4	10	-1.9	240
21	20	40	-1.9	119	0	24	56	-127.8	4	59	-2.2	240
22	21	23	-1.7	117	1	16	22	-129.1	5	56	-2.5	242
23	22	01	-1.5	113	2	08	02	-128.9	6	58	-2.7	245
24	22	35	-1.3	108	2	59	27	-127.8	8	05	-2.8	249
25	23	05	-1.2	102	3	50	21	-126.6	9	14	-2.9	255
26	23	34	-1.2	95	4	40	51	-126.0	10	26	-3.0	262
27	—	—	—	—	5	31	19	-126.7	11	39	-3.1	269
28	0	03	-1.4	88	6	22	22	-129.1	12	54	-3.1	276
29	0	32	-1.3	81	7	14	40	-133.1	14	09	-3.2	283
30	1	04	-1.4	74	8	08	47	-138.2	15	25	-3.1	289

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	1	41	-1.6	68	9	04	57	-143.2	16	39	-3.0	295
2	2	23	-1.9	64	10	02	55	-146.6	17	50	-2.8	298
3	3	12	-2.2	61	11	01	48	-147.1	18	54	-2.5	300
4	4	09	-2.5	61	12	00	16	-144.1	19	49	-2.1	299
5	5	11	-2.7	62	12	56	56	-138.0	20	35	-1.8	296
6	6	18	-2.8	65	13	50	50	-130.4	21	14	-1.5	292
7	7	26	-2.8	70	14	41	37	-122.6	21	47	-1.3	287
8	8	33	-2.8	76	15	29	27	-116.0	22	15	-1.1	281
9	9	38	-2.7	82	16	14	53	-110.9	22	41	-1.0	275
10	10	42	-2.6	88	16	58	39	-107.9	23	05	-1.0	269
11	11	45	-2.6	94	17	41	32	-106.8	23	29	-1.0	263
12	12	47	-2.6	100	18	24	19	-107.6	23	54	-1.1	257
13	13	48	-2.5	106	19	07	44	-110.1	—	—	—	—
14	14	49	-2.5	111	19	52	24	-113.9	0	21	-1.2	252
15	15	49	-2.5	115	20	38	47	-118.6	0	50	-1.3	247
16	16	47	-2.4	118	21	27	05	-123.5	1	25	-1.6	244
17	17	42	-2.2	120	22	17	15	-127.6	2	05	-1.8	241
18	18	34	-2.0	120	23	08	52	-130.4	2	52	-2.1	240
19	19	20	-1.8	118	—	—	—	—	3	46	-2.4	241
20	20	01	-1.6	114	0	01	17	-131.5	4	47	-2.6	243
21	20	37	-1.4	110	0	53	52	-131.0	5	53	-2.8	247
22	21	09	-1.3	104	1	46	05	-129.7	7	03	-3.0	253
23	21	39	-1.2	97	2	37	43	-128.3	8	15	-3.0	259
24	22	08	-1.2	90	3	28	54	-127.7	9	29	-3.1	266
25	22	37	-1.2	83	4	20	03	-128.3	10	44	-3.1	273
26	23	08	-1.3	76	5	11	42	-130.5	11	58	-3.1	281
27	23	42	-1.5	70	6	04	26	-133.8	13	13	-3.1	287
28	—	—	—	—	6	58	40	-137.8	14	26	-3.0	293
29	0	21	-1.7	65	7	54	28	-141.3	15	36	-2.8	297
30	1	05	-2.0	62	8	51	25	-143.1	16	41	-2.6	299
31	1	58	-2.3	61	9	48	38	-142.3	17	39	-2.2	299

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	2	56	-2.5	61	10	45	01	-138.6	18	28	-1.9	297
2	4	00	-2.7	64	11	39	31	-132.8	19	10	-1.6	294
3	5	07	-2.8	68	12	31	29	-126.1	19	45	-1.4	289
4	6	15	-2.8	73	13	20	46	-119.6	20	16	-1.2	284
5	7	21	-2.8	79	14	07	37	-114.1	20	43	-1.1	278
6	8	27	-2.7	85	14	52	32	-110.2	21	08	-1.0	272
7	9	30	-2.6	92	15	36	01	-108.0	21	32	-1.0	265
8	10	33	-2.6	98	16	19	14	-107.6	21	57	-1.1	260
9	11	35	-2.5	103	17	02	25	-108.8	22	23	-1.1	254
10	12	35	-2.5	109	17	46	23	-111.6	22	51	-1.2	249
11	13	35	-2.5	113	18	31	39	-115.5	23	23	-1.4	245
12	14	34	-2.4	117	19	18	39	-120.1	24	00	-1.7	242
13	15	30	-2.3	119	20	07	32	-124.8	—	—	—	—
14	16	23	-2.1	120	20	58	11	-128.8	0	43	-2.0	241
15	17	12	-1.9	119	21	50	14	-131.5	1	34	-2.2	240
16	17	56	-1.7	116	22	43	09	-132.8	2	31	-2.5	242
17	18	34	-1.5	112	23	36	19	-132.8	3	36	-2.8	245
18	19	09	-1.4	106	—	—	—	—	4	45	-3.0	250
19	19	41	-1.3	100	0	29	20	-132.1	5	59	-3.1	256
20	20	11	-1.2	93	1	22	05	-131.5	7	14	-3.1	263
21	20	41	-1.2	86	2	14	39	-131.5	8	30	-3.2	271
22	21	11	-1.3	79	3	07	25	-132.6	9	46	-3.2	278
23	21	44	-1.5	72	4	00	46	-134.6	11	02	-3.2	285
24	22	22	-1.7	67	4	55	03	-137.2	12	17	-3.1	291
25	23	04	-1.9	63	5	50	21	-139.5	13	28	-2.9	296
26	23	53	-2.2	61	6	46	25	-140.7	14	34	-2.6	298
27	—	—	—	—	7	42	39	-139.9	15	33	-2.3	299
28	0	49	-2.4	61	8	38	11	-137.0	16	24	-1.0	298
29	1	50	-2.6	63	9	32	13	-132.3	17	08	-1.7	295
30	2	54	-2.7	66	10	24	01	-126.6	17	44	-1.4	291
31	4	01	-2.8	71	11	13	46	-120.8	18	16	-1.2	286

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	5	07	-2.7	77	12	01	01	-115.6	18	44	-1.1	280
2	6	12	-2.7	83	12	46	41	-111.7	19	10	-1.1	274
3	7	17	-2.7	89	13	30	51	-109.1	19	35	-1.0	268
4	8	20	-2.6	95	14	14	15	-108.0	19	59	-1.0	262
5	9	22	-2.6	101	14	57	28	-108.4	20	25	-1.1	256
6	10	23	-2.5	107	15	41	04	-110.1	20	52	-1.2	251
7	11	24	-2.5	111	16	25	35	-113.0	21	22	-1.3	247
8	12	22	-2.4	115	17	11	23	-116.6	21	56	-1.5	243
9	13	19	-2.3	118	17	58	45	-120.7	22	36	-1.8	241
10	14	13	-2.1	120	18	47	45	-124.7	23	23	-2.1	240
11	15	02	-1.9	119	19	38	16	-128.1	—	—	—	—
12	15	47	-1.8	118	20	29	59	-130.6	0	16	-2.4	241
13	16	28	-1.6	114	21	22	32	-132.2	1	16	-2.7	244
14	17	04	-1.5	109	22	15	35	-133.0	2	23	-2.9	248
15	17	38	-1.3	103	23	08	55	-133.7	3	35	-3.1	253
16	18	09	-1.3	96	—	—	—	—	4	50	-3.2	260
17	18	40	-1.3	89	0	02	34	-134.7	6	07	-3.3	267
18	19	11	-1.3	81	0	56	42	-136.3	7	26	-3.3	275
19	19	44	-1.4	75	1	51	35	-138.4	8	45	-3.3	283
20	20	21	-1.6	69	2	47	22	-140.8	10	03	-3.2	289
21	21	02	-1.8	64	3	44	03	-142.6	11	17	-3.0	294
22	21	50	-2.1	61	4	41	15	-143.1	12	27	-2.8	298
23	22	44	-2.4	61	5	38	17	-141.5	13	29	-2.4	299
24	23	43	-2.6	62	6	34	20	-137.8	14	22	-2.1	299
25	—	—	—	—	7	28	36	-132.6	15	08	-1.7	296
26	0	46	-2.7	65	8	20	36	-126.6	15	46	-1.5	293
27	1	51	-2.7	69	9	10	11	-120.7	16	19	-1.3	288
28	2	57	-2.7	75	9	57	33	-115.6	16	48	-1.1	282
29	4	02	-2.7	80	10	43	04	-111.7	17	14	-1.0	276
30	5	06	-2.6	87	11	27	15	-109.1	17	38	-1.0	270

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	6	09	-2.6	93	12	10	39	-108.0	18	03	-1.0	264
2	7	12	-2.6	99	12	53	48	-108.1	18	27	-1.1	258
3	8	13	-2.5	105	13	37	14	-109.4	18	54	-1.1	253
4	9	14	-2.5	110	14	21	21	-111.6	19	22	-1.3	248
5	10	13	-2.4	114	15	06	30	-114.5	19	55	-1.5	244
6	11	11	-2.3	117	15	52	53	-117.7	20	32	-1.7	242
7	12	05	-2.2	119	16	40	34	-121.0	21	15	-1.9	240
8	12	55	-2.0	120	17	29	28	-123.8	22	04	-2.2	240
9	13	41	-1.8	119	18	19	24	-126.1	23	01	-2.5	242
10	14	23	-1.6	116	19	10	01	-127.9	—	—	—	—
11	15	00	-1.4	112	20	01	35	-129.4	0	03	-2.7	245
12	15	33	-1.3	106	20	53	37	-131.0	1	11	-2.9	250
13	16	05	-1.3	100	21	46	22	-133.2	2	23	-3.1	256
14	16	36	-1.3	93	22	40	08	-136.1	3	38	-3.2	263
15	17	06	-1.3	85	23	35	13	-139.9	4	57	-3.3	271
16	17	39	-1.4	78	—	—	—	—	6	17	-3.4	279
17	18	15	-1.6	71	0	31	52	-143.9	7	38	-3.4	286
18	18	55	-1.8	66	1	30	05	-147.3	8	57	-3.2	292
19	19	42	-2.1	62	2	29	23	-148.9	10	12	-3.0	297
20	20	36	-2.4	60	3	28	53	-147.8	11	20	-2.6	299
21	21	35	-2.6	61	4	27	24	-143.7	12	18	-2.2	299
22	22	38	-2.7	64	5	23	49	-137.3	13	07	-1.9	298
23	23	43	-2.7	68	6	17	28	-129.9	13	48	-1.6	294
24	—	—	—	—	7	08	08	-122.6	14	23	-1.3	290
25	0	49	-2.7	73	7	56	03	-116.5	14	52	-1.2	284
26	1	54	-2.7	78	8	41	45	-111.7	15	19	-1.1	278
27	2	58	-2.6	85	9	25	51	-108.7	15	43	-1.0	272
28	4	01	-2.6	91	10	09	00	-107.2	16	07	-1.0	266
29	5	04	-2.6	97	10	51	52	-107.3	16	31	-1.0	260
30	6	05	-2.6	103	11	34	58	-108.6	16	57	-1.1	255
31	7	07	-2.6	108	12	18	46	-110.8	17	24	-1.2	250

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна v , с	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Листопад												
1	8	07	-2.5	113	13	03	36	-113.7	17	55	-1.4	245
2	9	05	-2.4	117	13	49	36	-116.7	18	31	-1.6	242
3	10	00	-2.2	119	14	36	45	-119.4	19	11	-1.8	240
4	10	52	-2.1	120	15	24	55	-121.5	19	58	-2.1	240
5	11	39	-1.9	120	16	13	48	-123.0	20	51	-2.3	241
6	12	21	-1.7	118	17	03	01	-123.8	21	49	-2.5	244
7	12	59	-1.5	114	17	52	49	-124.5	22	53	-2.8	248
8	13	32	-1.3	109	18	42	47	-125.5	—	—	—	—
9	14	03	-1.3	103	19	33	16	-127.3	0	01	-2.9	253
10	14	31	-1.2	97	20	24	41	-130.4	1	13	-3.0	260
11	15	02	-1.2	89	21	17	35	-134.9	2	28	-3.2	267
12	15	33	-1.3	82	22	12	30	-140.6	3	45	-3.3	275
13	16	06	-1.5	75	23	09	49	-146.7	5	05	-3.4	282
14	16	44	-1.7	68	—	—	—	—	6	26	-3.4	289
15	17	28	-2.0	63	0	09	27	-151.7	7	46	-3.2	295
16	18	20	-2.3	61	1	10	38	-153.8	9	00	-2.9	299
17	19	19	-2.6	60	2	12	01	-152.0	10	06	-2.5	300
18	20	23	-2.7	62	3	11	57	-146.2	11	01	-2.1	299
19	21	30	-2.8	66	4	09	04	-138.0	11	47	-1.7	296
20	22	38	-2.8	70	5	02	42	-129.0	12	25	-1.4	292
21	23	44	-2.8	76	5	52	50	-120.9	12	57	-1.2	286
22	—	—	—	—	6	39	58	-114.3	13	24	-1.1	281
23	0	50	-2.7	82	7	24	48	-109.7	13	49	-1.0	274
24	1	53	-2.6	89	8	08	11	-107.2	14	13	-1.0	268
25	2	56	-2.6	95	8	50	52	-106.5	14	37	-1.0	262
26	3	58	-2.6	101	9	33	35	-107.5	15	01	-1.1	257
27	4	59	-2.5	107	10	16	56	-109.7	15	28	-1.2	251
28	6	00	-2.5	112	11	01	20	-112.8	15	57	-1.3	247
29	6	59	-2.4	116	11	47	02	-116.2	16	31	-1.5	243
30	7	56	-2.3	119	12	34	05	-119.3	17	09	-1.7	241

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	50	-2.2	120	13	22	15	-121.6	17	54	-2.0	240
2	9	39	-1.9	120	14	11	09	-122.8	18	45	-2.3	240
3	10	22	-1.7	119	15	00	22	-123.0	19	42	-2.5	242
4	11	01	-1.5	116	15	49	32	-122.6	20	43	-2.7	246
5	11	36	-1.3	111	16	38	30	-122.2	21	49	-2.8	251
6	12	06	-1.2	106	17	27	22	-122.4	22	57	-2.9	257
7	12	35	-1.2	100	18	16	32	-123.9	—	—	—	—
8	13	03	-1.2	93	19	06	35	-127.1	0	08	-3.0	264
9	13	32	-1.2	86	19	58	15	-132.2	1	22	-3.1	271
10	14	02	-1.3	78	20	52	14	-138.8	2	38	-3.2	278
11	14	36	-1.5	72	21	49	02	-146.0	3	56	-3.3	286
12	15	15	-1.8	66	22	48	36	-152.1	5	15	-3.3	292
13	16	02	-2.1	62	23	50	07	-155.0	6	32	-3.1	297
14	16	57	-2.5	60	—	—	—	—	7	43	-2.8	300
15	18	00	-2.7	61	0	51	59	-153.3	8	46	-2.4	300
16	19	08	-2.9	63	1	52	23	-147.2	9	39	-2.0	298
17	20	18	-2.9	68	2	49	49	-138.4	10	22	-1.6	294
18	21	28	-2.9	73	3	43	32	-129.0	10	57	-1.4	289
19	22	36	-2.7	79	4	33	37	-120.6	11	28	-1.2	283
20	23	42	-2.7	86	5	20	38	-114.0	11	54	-1.1	277
21	—	—	—	—	6	05	22	-109.6	12	19	-1.0	271
22	0	45	-2.6	92	6	48	43	-107.3	12	42	-1.0	265
23	1	48	-2.6	99	7	31	32	-107.1	13	06	-1.0	259
24	2	50	-2.6	104	8	14	33	-108.5	13	32	-1.1	253
25	3	51	-2.5	110	8	58	25	-111.3	14	00	-1.2	248
26	4	51	-2.5	114	9	43	33	-114.9	14	32	-1.4	244
27	5	49	-2.4	118	10	30	11	-118.6	15	08	-1.6	241
28	6	44	-2.2	120	11	18	16	-121.9	15	51	-1.9	240
29	7	36	-2.0	120	12	07	27	-124.0	16	40	-2.2	240
30	8	22	-1.8	120	12	57	15	-124.7	17	35	-2.4	241
31	9	03	-1.6	117	13	47	07	-124.2	18	36	-2.6	244

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Таблиця 7

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

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

Продовження табл.7

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

Продовження табл.7

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

Продовження табл. 7

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

Продовження табл. 7

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

Продовження табл. 7

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

Продовження табл. 7

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

Продовження табл. 7

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

Продовження табл. 7

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

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

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.02	5	30	I.10	1	30	I.16	23	26	I.24	1	46
II.01	3	28	II.08	14	39	II.15	7	46	II.22	18	20
III.01	23	11	III.09	1	54	III.15	17	03	III.23	12	01
III.31	15	17	IV.07	11	24	IV.14	3	59	IV.22	5	24
IV.30	3	29	V.06	19	29	V.13	17	02	V.21	21	14
V.29	12	12	VI.05	2	59	VI.12	8	10	VI.20	11	02
VI.27	18	19	VII.04	11	01	VII.12	0	52	VII.19	22	56
VII.26	23	00	VIII.02	20	44	VIII.10	18	21	VIII.18	9	26
VIII.25	3	41	IX.01	9	03	IX.09	11	49	IX.16	19	05
IX.23	9	56	X.01	0	11	X.09	4	33	X.16	4	23
X.22	19	14	X.30	17	38	XI.07	19	51	XI.14	13	52
XI.21	8	33	XI.29	12	18	XII.07	9	03	XII.14	0	05
XII.21	1	56	XII.29	6	53						

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.02	12	29	33	404277	I.15	2	32	20	369618
I.30	9	29	32	404552	II.11	3	32	48	364357
II.27	3	29	29	405382	III.10	7	33	14	359508
III.25	14	29	25	406123	IV.07	18	33	27	357163
IV.21	16	29	24	406350	V.06	4	33	24	357827
V.18	22	29	26	405933	VI.03	11	33	05	361141
VI.15	12	29	30	405021	VII.01	7	32	39	365982
VII.13	5	29	33	404271	VII.27	11	32	20	369658
VIII.10	0	29	34	404265	VIII.22	1	32	33	367046
IX.06	19	29	30	405057	IX.18	17	33	01	361893
X.04	11	29	25	406099	X.16	24	33	23	357859
X.31	20	29	23	406659	XI.14	11	33	31	356511
XI.27	20	29	24	406555	XII.12	23	33	20	358462
XII.25	6	29	26	405869					

Таблиця 10

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

Низхідний вузол			Висхідний вузол		
дата	год	хв	дата	год	хв
I.14	15	48	I.28	0	00
II.10	20	46	II.24	6	13
III.9	6	31	III.22	13	01
IV.5	17	26	IV.18	18	06
V.3	1	27	V.15	20	42
V.30	4	45	VI.11	22	22
VI.26	5	28	VII.9	1	43
VII.23	7	49	VIII.5	7	51
VIII.19	14	15	IX.1	15	29
IX.15	23	56	IX.28	22	07
X.13	9	41	X.26	1	47
XI.9	15	55	XI.22	2	51
XII.6	17	35	XII.19	4	49

Таблиця 11

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

Дата	Час		Зодіакальний знак	
	год	хв		
Січень	20	15	28	Водолія
Лютий	19	5	35	Риб
Березень	20	4	31	Овна
Квітень	19	15	31	Тельця
Травень	20	14	38	Близнят
Червень	20	22	35	Рака
Липень	22	9	31	Лева
Серпень	22	16	40	Діви
Вересень	22	14	22	Терезів
Жовтень	22	23	47	Скорпіона
Листопад	21	21	23	Стрільця
Грудень	21	10	45	Козорога

Таблиця 12

ВХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ В ЗНАКИ ЗОДІАКУ
(за всесвітнім часом)

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв	
Січень				Лютий			
1	6	43	Терезів	2	15	47	Стрільця
3	19	36	Скорпіона	5	0	44	Козорога
6	6	54	Стрільця	7	5	57	Водоля
8	15	04	Козорога	9	8	31	Риб
10	20	22	Водоля	11	9	56	Овна
12	23	55	Риб	13	11	39	Тельця
15	2	50	Овна	15	14	39	Близнят
17	5	50	Тельця	17	19	27	Рака
19	9	15	Близнят	20	2	20	Лева
21	13	31	Рака	22	11	28	Діви
23	19	24	Лева	24	22	43	Терезів
26	3	49	Діви	27	11	27	Скорпіона
28	15	02	Терезів	29	23	57	Стрільця
31	3	51	Скорпіона				
Березень				Квітень			
3	9	57	Козорога	2	1	37	Водоля
5	16	18	Водоля	4	5	43	Риб
7	19	07	Риб	6	6	45	Овна
9	19	40	Овна	8	6	12	Тельця
11	19	46	Тельця	10	6	03	Близнят
13	21	06	Близнят	12	8	13	Рака
16	0	58	Рака	14	13	59	Лева
18	7	59	Лева	16	23	24	Діви
20	17	42	Діви	19	11	26	Терезів
23	5	25	Терезів	22	0	19	Скорпіона
25	18	10	Скорпіона	24	12	46	Стрільця
28	6	46	Стрільця	26	23	55	Козорога
30	17	43	Козорога	29	8	44	Водоля

Продовження табл. 12

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв	
Травень				Червень			
1	14	30	Риб	2	2	47	Тельця
3	17	02	Овна	4	3	03	Близнят
5	17	10	Тельця	6	3	45	Рака
7	16	38	Близнят	8	6	53	Лева
9	17	29	Рака	10	13	52	Діви
11	21	35	Лева	13	0	34	Терезів
14	5	56	Діви	15	13	19	Скорпіона
16	17	35	Терезів	18	1	35	Стрільця
19	6	30	Скорпіона	20	11	53	Козорога
21	18	48	Стрільця	22	20	08	Водоля
24	5	33	Козорога	25	2	31	Риб
26	14	25	Водоля	27	7	07	Овна
28	21	05	Риб	29	10	02	Тельця
31	1	10	Овна				
Липень				Серпень			
1	11	45	Близнят	2	1	14	Лева
3	13	24	Рака	4	7	39	Діви
5	16	33	Лева	6	17	00	Терезів
7	22	43	Діви	9	4	53	Скорпіона
10	8	36	Терезів	11	17	23	Стрільця
12	20	54	Скорпіона	14	4	10	Козорога
15	9	13	Стрільця	16	11	49	Водоля
17	19	32	Козорога	18	16	32	Риб
20	3	10	Водоля	20	19	19	Овна
22	8	34	Риб	22	21	20	Тельця
24	12	32	Овна	24	23	41	Близнят
26	15	38	Тельця	27	3	09	Рака
28	18	18	Близнят	29	8	15	Лева
30	21	10	Рака	31	15	26	Діви

Закінчення табл. 12

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв	
Вересень				Жовтень			
3	0	57	Терезів	2	19	45	Скорпіона
5	12	41	Скорпіона	5	8	27	Стрільця
8	1	20	Стрільця	7	20	40	Козорога
10	12	52	Козорога	10	6	30	Водоля
12	21	28	Водоля	12	12	38	Риб
15	2	22	Риб	14	15	05	Овна
17	4	22	Овна	16	15	04	Тельця
19	5	00	Тельця	18	14	34	Близнят
21	5	56	Близнят	20	15	34	Рака
23	8	38	Рака	22	19	39	Лева
25	13	53	Лева	25	3	19	Діви
27	21	45	Діви	27	13	54	Терезів
30	7	55	Терезів	30	2	02	Скорпіона
Листопад				Грудень			
1	14	44	Стрільця	1	8	52	Козорога
4	3	05	Козорога	3	19	44	Водоля
6	13	52	Водоля	6	4	29	Риб
8	21	44	Риб	8	10	11	Овна
11	1	44	Овна	10	12	37	Тельця
13	2	24	Тельця	12	12	41	Близнят
15	1	24	Близнят	14	12	13	Рака
17	0	59	Рака	16	13	22	Лева
19	3	19	Лева	18	17	58	Діви
21	9	40	Діви	21	2	42	Терезів
23	19	45	Терезів	23	14	35	Скорпіона
26	8	03	Скорпіона	26	3	19	Стрільця
28	20	47	Стрільця	28	15	11	Козорога
				31	1	29	Водоля

Таблиця 13

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

Дата	P	B_0	L_0	Дата	P	B_0	L_0		
Січень	1	2.3	-2.9	274.3	Липень	3	-1.6	3.1	5.9
	5	0.4	-3.4	221.6		7	0.2	3.5	313.0
	9	-1.5	-3.9	169.0		11	2.0	4.0	260.0
	13	-3.4	-4.3	116.3		15	3.8	4.4	207.1
	17	-5.3	-4.7	63.6		19	5.5	4.7	154.2
	21	-7.2	-5.1	11.0		23	7.3	5.1	101.2
	25	-8.9	-5.4	318.3		27	8.9	5.4	48.3
	29	-10.7	-5.7	265.6		31	10.6	5.7	355.4
Лютий	2	-12.3	-6.0	213.0	Серпень	4	12.1	6.0	302.5
	6	-13.9	-6.3	160.3		8	13.6	6.3	249.6
	10	-15.4	-6.6	107.6		12	15.1	6.5	196.7
	14	-16.8	-6.8	55.0		16	16.4	6.7	143.9
	18	-18.2	-6.9	2.3		20	17.7	6.9	91.0
	22	-19.4	-7.1	309.6		24	19.0	7.0	38.1
	26	-20.6	-7.2	256.9		28	20.1	7.1	345.3
	Березень	1	-21.6	-7.2		204.2	Вересень	1	21.1
5		-22.6	-7.2	151.5	5	22.1		7.2	239.6
9		-23.4	-7.2	98.8	9	23.0		7.2	186.8
13		-24.1	-7.2	46.1	13	23.7		7.2	134.0
17		-24.8	-7.1	353.4	17	24.4		7.2	81.2
21		-25.3	-7.0	300.7	21	25.0		7.1	28.4
25		-25.7	-6.9	247.9	25	25.5		7.0	335.6
29		-26.0	-6.7	195.2	29	25.8		6.8	282.8
Квітень	2	-26.2	-6.5	142.4	Жовтень	3	26.1	6.6	230.0
	6	-26.3	-6.2	89.6		7	26.2	6.4	177.2
	10	-26.2	-6.0	36.8		11	26.3	6.1	124.4
	14	-26.1	-5.7	344.0		15	26.2	5.9	71.7
	18	-25.8	-5.3	291.2		19	26.0	5.5	18.9
	22	-25.4	-5.0	238.4		23	25.6	5.2	326.2
	26	-24.9	-4.6	185.5		27	25.2	4.8	273.4
	30	-24.2	-4.2	132.7		31	24.6	4.5	220.7
Травень	4	-23.5	-3.8	79.8	Листопад	4	23.9	4.0	167.9
	8	-22.6	-3.4	26.9		8	23.0	3.6	115.2
	12	-21.7	-3.0	334.0		12	22.1	3.2	62.4
	16	-20.6	-2.5	281.1		16	21.0	2.7	9.7
	20	-19.4	-2.1	228.2		20	19.8	2.2	317.0
	24	-18.1	-1.6	175.3		24	18.5	1.7	264.3
	28	-16.7	-1.1	122.4		28	17.1	1.2	211.5
	Червень	1	-15.3	-0.6		69.4	Грудень	2	15.6
5		-13.7	-0.2	16.5	6	13.9		0.2	106.1
9		-12.1	0.3	323.6	10	12.2		-0.3	53.4
13		-10.5	0.8	270.6	14	10.5		-0.8	0.7
17		-8.8	1.3	217.7	18	8.7		-1.3	308.0
21		-7.0	1.8	164.7	22	6.8		-1.8	255.3
25		-5.2	2.2	111.8	26	4.9		-2.3	202.6
29		-3.4	2.7	58.8	30	2.9		-2.8	149.9

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	2.0	-0.2	164.5	1.5	25.0	23.4	76.6	0.62
	3	-0.7	-2.8	188.8	1.5	23.4	22.3	98.1	0.43
	5	-3.3	-5.0	213.2	1.5	18.0	19.2	119.9	0.25
	7	-4.8	-6.3	237.5	1.4	9.1	15.0	142.5	0.10
	9	-5.1	-6.5	261.9	1.4	357.7	18.1	165.8	0.01
	11	-4.3	-5.2	286.3	1.4	346.4	329.1	167.4	0.01
	13	-2.7	-2.7	310.6	1.3	338.2	336.9	142.0	0.11
	15	-0.8	0.5	335.0	1.3	335.1	336.8	115.8	0.28
	17	1.0	3.6	359.3	1.3	337.7	339.0	89.6	0.50
	19	2.7	5.8	23.6	1.3	345.5	344.0	63.6	0.72
	21	4.1	6.7	47.9	1.3	356.8	350.3	38.2	0.89
	23	4.9	6.0	72.2	1.2	8.6	348.9	13.8	0.99
	25	4.6	4.1	96.4	1.2	18.1	32.5	11.4	0.99
	27	3.2	1.5	120.7	1.2	23.7	23.8	33.9	0.92
29	0.8	-1.3	145.0	1.1	24.9	22.6	55.8	0.78	
31	-1.9	-3.9	169.3	1.1	22.0	20.1	77.4	0.61	
Лютий	2	-4.4	-5.8	193.6	1.0	15.5	15.4	99.2	0.42
	4	-6.0	-6.7	217.9	1.0	5.7	8.7	121.8	0.24
	6	-6.1	-6.3	242.3	0.9	354.2	1.9	145.9	0.09
	8	-4.7	-4.5	266.7	0.9	343.4	7.5	171.2	0.01
	10	-2.3	-1.5	291.1	0.8	336.5	334.6	161.2	0.03
	12	0.4	1.9	315.5	0.8	335.4	338.3	134.0	0.15
	14	2.9	4.8	339.8	0.7	340.2	342.4	107.2	0.35
	16	4.6	6.5	4.2	0.7	349.6	349.3	81.2	0.58
	18	5.5	6.7	28.5	0.6	1.3	357.6	56.2	0.78
	20	5.4	5.5	52.8	0.6	12.4	4.8	32.2	0.92
	22	4.3	3.2	77.1	0.5	20.5	3.6	9.0	0.99
	24	2.4	0.4	101.3	0.5	24.6	24.2	13.8	0.99
	26	-0.1	-2.4	125.6	0.4	24.3	20.3	35.7	0.91
	28	-2.8	-4.8	149.9	0.4	20.2	16.7	57.3	0.77
Березень	1	-5.3	-6.3	174.3	0.3	12.5	11.0	79.1	0.59
	3	-6.9	-6.8	198.6	0.3	2.2	3.3	101.6	0.40
	5	-7.2	-6.0	223.0	0.2	350.8	354.9	125.6	0.21
	7	-5.8	-3.8	247.4	0.1	341.0	347.6	151.4	0.06
	9	-2.9	-0.5	271.8	0.1	335.5	355.7	178.8	0.00
	11	0.6	3.0	296.2	0.0	336.3	342.2	153.0	0.06
	13	3.9	5.7	320.6	0.0	343.1	347.1	125.3	0.21
	15	6.1	6.8	345.0	-0.1	354.0	355.0	98.9	0.42
	17	6.8	6.4	9.4	-0.1	5.9	3.9	74.0	0.64
	19	6.1	4.7	33.7	-0.2	16.0	11.8	50.3	0.82
	21	4.5	2.2	58.0	-0.3	22.5	17.8	27.6	0.94
	23	2.2	-0.7	82.4	-0.3	25.0	28.7	5.5	1.00
	25	-0.5	-3.3	106.7	-0.4	23.3	13.1	16.4	0.98
	27	-3.2	-5.5	131.0	-0.4	17.7	11.4	38.1	0.89
29	-5.6	-6.6	155.3	-0.5	9.0	5.7	59.9	0.75	
31	-7.3	-6.7	179.7	-0.5	358.3	358.0	82.4	0.57	

Продовження табл. 14

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k	
Квітень	2	-7.7	-5.4	204.1	-0.6	347.4	349.6	106.2	0.36
	4	-6.6	-2.9	228.5	-0.6	338.9	342.3	131.8	0.17
	6	-3.9	0.5	252.9	-0.7	335.1	335.6	159.1	0.03
	8	0.0	3.9	277.4	-0.7	337.7	0.4	171.9	0.01
	10	3.9	6.1	301.8	-0.8	346.2	353.3	143.9	0.10
	12	6.6	6.7	326.3	-0.8	358.2	0.7	117.0	0.27
	14	7.5	5.8	350.7	-0.9	10.0	9.3	91.9	0.48
	16	6.7	3.7	15.1	-0.9	19.0	16.5	68.3	0.69
	18	4.7	1.0	39.4	-1.0	24.0	21.6	45.9	0.85
	20	2.1	-1.8	63.8	-1.0	24.8	26.3	24.1	0.96
	22	-0.7	-4.2	88.1	-1.1	21.6	73.2	4.0	1.00
	24	-3.2	-6.0	112.5	-1.1	14.8	1.3	19.8	0.97
	26	-5.4	-6.7	136.9	-1.1	5.1	359.3	41.7	0.87
	28	-6.9	-6.2	161.2	-1.2	354.2	352.5	64.3	0.72
	30	-7.5	-4.5	185.6	-1.2	344.1	345.1	88.1	0.52
Травень	2	-6.7	-1.7	210.1	-1.2	337.1	339.1	113.3	0.30
	4	-4.3	1.6	234.5	-1.3	335.2	335.2	140.2	0.12
	6	-0.7	4.6	259.0	-1.3	339.5	323.8	167.9	0.01
	8	3.4	6.4	283.5	-1.3	349.4	5.6	162.5	0.02
	10	6.4	6.4	307.9	-1.3	2.1	6.7	135.5	0.14
	12	7.5	4.9	332.4	-1.4	13.5	13.9	110.2	0.33
	14	6.7	2.5	356.8	-1.4	21.3	19.7	86.5	0.53
	16	4.6	-0.2	21.2	-1.4	24.8	23.3	64.1	0.72
	18	1.9	-2.9	45.6	-1.5	24.0	25.0	42.4	0.87
	20	-0.8	-5.0	70.0	-1.5	19.4	28.4	21.1	0.97
	22	-3.1	-6.3	94.4	-1.5	11.4	295.8	5.0	1.00
	24	-4.9	-6.5	118.8	-1.5	1.0	350.1	24.3	0.96
	26	-6.1	-5.4	143.1	-1.5	350.1	347.0	47.1	0.84
	28	-6.5	-3.3	167.5	-1.5	340.9	341.4	71.0	0.66
	30	-5.8	-0.3	192.0	-1.5	335.7	337.3	96.1	0.45
Червень	1	-3.9	2.9	216.4	-1.5	335.9	335.8	122.6	0.23
	3	-0.8	5.4	240.9	-1.5	341.9	335.6	150.0	0.07
	5	2.8	6.5	265.4	-1.5	352.9	282.3	174.7	0.00
	7	5.7	5.9	289.9	-1.5	5.7	14.5	154.1	0.05
	9	6.8	4.0	314.4	-1.5	16.5	17.7	128.8	0.19
	11	6.1	1.3	338.9	-1.5	23.0	21.7	105.0	0.37
	13	4.1	-1.5	3.3	-1.6	25.0	23.6	82.6	0.56
	15	1.4	-3.9	27.7	-1.6	22.8	23.2	60.8	0.74
	17	-1.2	-5.7	52.1	-1.5	16.9	21.5	39.2	0.89
	19	-3.3	-6.5	76.5	-1.5	7.8	23.8	17.4	0.98
	21	-4.6	-6.2	100.9	-1.5	356.8	320.7	7.8	0.99
	23	-5.2	-4.5	125.3	-1.5	346.2	341.3	30.2	0.93
	25	-5.1	-1.9	149.7	-1.5	338.3	338.8	54.6	0.79
	27	-4.2	1.2	174.1	-1.4	335.1	336.8	80.0	0.59
	29	-2.5	4.1	198.6	-1.4	337.4	337.6	106.1	0.36

Продовження табл. 14

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k		
Липень	1	0.1	6.1	223.1	-1.4	345.1	341.3	133.0	0.16	
	3	2.9	6.6	247.5	-1.4	356.8	342.8	159.8	0.03	
	5	5.1	5.4	272.1	-1.4	9.3	38.4	171.8	0.01	
	7	5.9	3.0	296.6	-1.3	19.0	21.2	147.5	0.08	
	9	5.2	0.1	321.0	-1.3	24.1	22.6	123.8	0.22	
	11	3.2	-2.6	345.5	-1.3	24.7	22.8	101.2	0.40	
	13	0.6	-4.9	10.0	-1.3	21.1	20.7	79.4	0.59	
	15	-1.9	-6.3	34.4	-1.2	14.0	16.6	57.6	0.77	
	17	-3.8	-6.6	58.8	-1.2	4.1	11.5	35.3	0.91	
	19	-4.7	-5.7	83.2	-1.2	352.9	14.1	12.4	0.99	
	21	-4.6	-3.6	107.6	-1.1	342.9	332.5	13.1	0.99	
	23	-3.8	-0.6	131.9	-1.1	336.5	337.5	38.2	0.89	
	25	-2.4	2.6	156.4	-1.0	335.3	337.7	64.1	0.72	
	27	-0.5	5.3	180.8	-1.0	339.7	340.7	90.4	0.50	
	29	1.7	6.6	205.2	-0.9	349.0	346.7	116.8	0.27	
	31	3.7	6.4	229.7	-0.9	1.2	354.1	143.1	0.10	
	Серпень	2	5.0	4.7	254.2	-0.9	12.8	353.6	168.6	0.01
		4	5.2	2.0	278.7	-0.8	21.1	25.8	166.0	0.01
		6	4.2	-1.0	303.2	-0.8	24.8	22.2	142.6	0.10
		8	2.1	-3.7	327.7	-0.7	23.9	20.9	120.1	0.25
10		-0.4	-5.7	352.1	-0.7	19.1	17.6	98.2	0.43	
12		-2.9	-6.7	16.6	-0.7	11.0	11.9	76.3	0.62	
14		-4.7	-6.6	41.0	-0.6	0.6	4.6	53.9	0.80	
16		-5.3	-5.2	65.4	-0.6	349.5	357.3	30.3	0.93	
18		-4.7	-2.6	89.7	-0.5	340.3	3.2	5.4	1.00	
20		-3.1	0.7	114.1	-0.4	335.4	338.3	21.0	0.97	
22		-0.8	3.8	138.5	-0.4	336.3	340.3	47.8	0.84	
24		1.6	6.1	162.9	-0.3	342.9	344.9	74.6	0.63	
26		3.7	6.8	187.3	-0.2	353.6	352.5	100.9	0.41	
28		5.0	6.0	211.7	-0.2	5.7	1.5	126.6	0.20	
30	5.5	3.8	236.2	-0.1	16.2	9.5	151.4	0.06		
Вересень	1	4.9	1.0	260.7	-0.1	22.9	11.7	175.5	0.00	
	3	3.5	-2.0	285.1	0.0	24.9	18.9	161.3	0.03	
	5	1.3	-4.5	309.6	0.0	22.6	17.5	138.9	0.12	
	7	-1.3	-6.2	334.1	0.0	16.6	13.5	117.1	0.27	
	9	-3.8	-6.8	358.5	0.1	7.7	7.2	95.3	0.45	
	11	-5.6	-6.3	22.9	0.1	357.0	359.1	72.9	0.65	
	13	-6.3	-4.5	47.3	0.2	346.4	350.5	49.2	0.83	
	15	-5.5	-1.7	71.6	0.3	338.3	342.7	24.0	0.96	
	17	-3.2	1.7	95.9	0.3	335.1	2.1	3.1	1.00	
	19	0.0	4.8	120.3	0.4	338.0	345.3	30.6	0.93	
	21	3.2	6.5	144.6	0.5	346.5	350.0	58.0	0.77	
	23	5.5	6.6	169.0	0.5	358.3	358.4	84.5	0.55	
	25	6.6	5.2	193.4	0.6	10.2	7.7	109.8	0.33	
27	6.3	2.7	217.8	0.6	19.2	15.7	134.0	0.15		
29	5.1	-0.2	242.3	0.7	24.1	22.8	157.3	0.04		

Закінчення табл. 14

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k	
Жовтень	1	3.1	-3.0	266.7	0.7	24.6	290.7	177.7	0.00
	3	0.7	-5.2	291.2	0.7	20.9	10.1	157.7	0.04
	5	-1.9	-6.5	315.6	0.8	13.7	8.1	136.0	0.14
	7	-4.4	-6.7	340.0	0.8	4.1	2.0	114.3	0.29
	9	-6.3	-5.7	4.4	0.9	353.4	354.0	92.0	0.48
	11	-7.2	-3.6	28.8	0.9	343.5	345.9	68.6	0.68
	13	-6.5	-0.6	53.1	1.0	336.8	338.9	43.5	0.86
	15	-4.0	2.7	77.4	1.0	335.3	329.9	16.7	0.98
	17	-0.2	5.4	101.7	1.1	340.0	0.3	12.3	0.99
	19	3.8	6.6	126.0	1.1	350.2	356.4	40.1	0.88
	21	6.6	6.1	150.3	1.2	2.8	4.1	67.0	0.70
	23	7.7	4.2	174.7	1.2	14.1	12.7	92.3	0.48
	25	7.1	1.5	199.1	1.2	21.7	19.6	116.1	0.28
	27	5.4	-1.4	223.4	1.3	24.8	24.5	138.9	0.12
29	3.1	-3.9	247.9	1.3	23.6	31.0	160.8	0.03	
31	0.6	-5.7	272.3	1.3	18.6	321.1	174.8	0.00	
Листопад	2	-2.0	-6.6	296.7	1.3	10.4	359.4	154.9	0.05
	4	-4.5	-6.3	321.1	1.4	0.2	356.1	133.2	0.16
	6	-6.5	-4.9	345.5	1.4	349.6	349.2	111.0	0.32
	8	-7.5	-2.5	9.8	1.4	340.8	342.3	87.8	0.52
	10	-7.2	0.6	34.1	1.4	335.8	337.1	63.0	0.73
	12	-4.9	3.6	58.4	1.5	336.0	333.5	36.5	0.90
	14	-1.0	5.9	82.7	1.5	342.3	314.6	9.4	0.99
	16	3.3	6.5	107.0	1.5	353.7	6.8	20.9	0.97
	18	6.7	5.4	131.2	1.5	6.7	9.6	48.0	0.83
	20	8.0	3.0	155.5	1.5	17.3	16.6	73.5	0.64
	22	7.5	0.1	179.9	1.5	23.4	21.8	97.3	0.44
	24	5.6	-2.6	204.2	1.5	24.8	24.6	119.9	0.25
	26	3.1	-4.8	228.6	1.5	22.1	25.8	141.6	0.11
	28	0.5	-6.2	253.0	1.5	15.8	30.9	162.8	0.02
30	-2.0	-6.5	277.4	1.5	6.6	323.9	172.7	0.00	
Грудень	2	-4.2	-5.7	301.7	1.5	356.0	348.5	152.2	0.06
	4	-6.0	-3.8	326.1	1.5	346.0	344.8	129.9	0.18
	6	-7.0	-1.1	350.5	1.5	338.5	339.7	106.6	0.36
	8	-6.9	1.9	14.8	1.5	335.2	336.4	82.1	0.57
	10	-5.1	4.7	39.1	1.5	337.2	335.9	56.0	0.78
	12	-1.7	6.3	63.3	1.5	345.0	336.5	28.7	0.94
	14	2.4	6.3	87.6	1.5	357.2	87.6	4.8	1.00
	16	5.8	4.6	111.8	1.5	10.1	15.7	27.7	0.94
	18	7.4	1.8	136.1	1.5	19.8	19.3	53.5	0.80
	20	7.1	-1.2	160.4	1.4	24.4	22.7	77.5	0.61
	22	5.3	-3.8	184.7	1.4	24.3	23.5	100.1	0.41
	24	2.8	-5.7	209.0	1.4	20.2	22.1	121.8	0.24
	26	0.2	-6.6	233.4	1.4	12.7	19.3	143.3	0.10
	28	-2.2	-6.3	257.8	1.3	2.8	21.4	164.8	0.02
30	-4.0	-5.0	282.2	1.3	352.1	328.1	171.1	0.01	

МЕРКУРІЙ

Упродовж 2016 р. буде чотири періоди вечірньої і три періоди ранкової видимості планети. *Перший період вечірньої видимості* — це перша декада січня. Меркурій видно після настання темряви у південно-західній (ближче до заходу) ділянці неба в сузір'ях Козорога й Стрільця. Тривалість видимості його швидко зменшується з 55 хв до нуля, коли планета щезає у променях вечірньої заграви (на 14 січня припадає нижнє сполучення планети). Наприкінці другої десятиденки місяця починається *перший період уранішньої видимості* Меркурія. Він сходить перед світанком на південному сході в сузір'ї Стрільця. Тривалість видимості планети збільшується до кінця місяця майже до 50 хв. Блиск Меркурія впродовж першої декади січня зменшується з -0.3 зоряної величини до $+2.2$, упродовж ранкового періоду видимості збільшується з $+3.6$ зоряної величини до $+0.1$. Видимий діаметр Меркурія на початку січня становитиме $7.4''$, наприкінці місяця — $7.7''$. До стояння 5 січня планета переміщується прямим рухом, а потім назаднім до наступного стояння (25 січня), а після — знову прямим рухом.

Упродовж лютого, крім останнього тижня, Меркурій видно на південному сході перед світанком. Він переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця, з другої половини місяця — сузір'ям Козорога. Тривалість видимості планети зменшується з 47 хв до нуля, коли вона щезає у променях уранішньої зорі. Блиск Меркурія збільшується з $+0.1$ зоряної величини до -0.2 . Найбільша західна елонгація Меркурія $W = 25^{\circ}33'$ припадає на 7 лютого. Видимий діаметр планети на початку третьої декади лютого становитиме $5.7''$.

На 23 березня припадає верхнє сполучення Меркурія. Планету знову видно (не довше ніж 10 хв) як зорю -1.7 зоряної величини

в останні два дні березня на заході після настання темряви низько над горизонтом у сузір'ї Козорога. Розпочинається *другий період вечірньої видимості* Меркурія. Його видимий діаметр наприкінці березня становить $5.3''$.

У квітні Меркурій видно після настання темряви в західній ділянці неба. Тривалість його видимості збільшується з 15 хв до 1 год 25 хв (18 квітня — максимальна східна елонгація $E = 19^{\circ}56'$), потім скорочується до 40 хв. Блиск Меркурія зменшується з -1.5 зоряної величини до $+2.6$. До стояння (29 квітня) планета переміщується прямим рухом, а потім назадім сузір'ями Риб (перший тиждень місяця) й Овна. Її видимий діаметр наприкінці квітня становить $10.2''$.

Меркурій можна спостерігати в травні впродовж перших чотирьох днів. Його видно на заході після настання темряви. Тривалість видимості планети швидко скорочується з 30 хв до нуля (на 9 травня припадає нижнє сполучення планети). Блиск Меркурія зменшується до $+3.9$ зоряної величини. Двадцять другого травня відбудеться стояння планети.

Увесь червень (крім першої та останньої п'ятиденки) можна спостерігати перед світанком Меркурій. Розпочинається *другий період ранкової видимості* планети. Вона сходить приблизно о 4 год за літнім часом на північному сході (ближче до сходу). Тривалість видимості Меркурія спочатку збільшується з кількох хвилин до 12 хв (кінець другої десятиденки), потім сходить нанівець. Блиск планети збільшується з $+0.5$ зоряної величини до -1.0 . На 5 червня припадає найбільша західна елонгація Меркурія $W = 24^{\circ}11'$. Планета переміщується прямим рухом сузір'ями Овна (перша декада місяця) і Тельця. Її видимий діаметр наприкінці періоду видимості становитиме $5.7''$.

На 7 липня припадає верхнє сполучення Меркурія, а в другій половині місяця розпочнеться *третій період вечірньої видимості* планети. Меркурій видно у північно-західній (ближче до заходу) ділянці неба після настання темряви. Тривалість його видимості збільшується з кількох хвилин до 13 хв. Блиск планети зменшується з -1.0 зоряної величини до -0.2 . Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Близнят (перша декада місяця), Рака і Лева (остання п'ятиденка місяця). Видимий діаметр Меркурія наприкінці липня становить $5.9''$.

У серпні Меркурій можна спостерігати в першій половині місяця. Планету видно на заході після настання темряви. Тривалість її видимості скорочується з 13 хв до нуля. Блиск планети зменшується з -0.1 зоряної величини до $+0.3$. На 17 серпня припадає найбільша східна елонгація Меркурія $E = 27^{\circ}26'$. До стояння (30 серпня) він переміщується прямим рухом сузір'ями Лева й Діви (з другої половини місяця).

На 13 вересня припадає нижнє сполучення Меркурія. Його можна знову спостерігати впродовж другої половини вересня перед світанком — починається *третій період ранкової видимості* планети. Вона сходить о 6 год за літнім часом (наприкінці місяця — о 5 год 15 хв) у східній частині небосхилу. Тривалість видимості планети збільшується з кількох хвилин до 1 год 10 хв. Блиск Меркурія збільшується з +3.3 зоряної величини до -0.6 . До стояння (21 вересня) планета переміщується назаднім рухом сузір'ями Діви й Лева, а після — прямим рухом. На 28 вересня припадає найбільша західна елонгація Меркурія $W = 17^{\circ}53'$. Видимий діаметр планети наприкінці вересня становить $6.8''$.

У жовтні Меркурій видно до кінця другої декади перед світанком у східній ділянці неба. Він сходить о 5 год 20 хв за літнім часом (наприкінці періоду — о 6 год 50 хв). Тривалість видимості планети зменшується з 1 год 08 хв до нуля. Блиск збільшується з -0.7 зоряної величини до -1.2 . Видимий діаметр Меркурія наприкінці другої декади жовтня становить $4.9''$. Планета рухається прямим рухом сузір'ям Діви. На 27 жовтня припадає її верхнє сполучення.

Четвертий період вечірньої видимості Меркурія починається в останню п'ятиденку листопада. Планету як зорю -0.5 зоряної величини видно на південному заході після настання темряви. Тривалість видимості її збільшується з кількох хвилин до 10 хв. Видимий діаметр Меркурія становить $5.2''$. Планета рухається прямим рухом сузір'ям Змієноця.

Меркурій видно впродовж грудня, крім останнього тижня, в західній частині небосхилу після настання темряви. На 11 грудня припадає найбільша східна елонгація планети $E = 20^{\circ}46'$. Тривалість видимості Меркурія спочатку збільшується з 10 хв до 40 (середина місяця), а потім зменшується до нуля. Блиск планети зменшується з -0.5 зоряної величини до $+2.1$. Видимий діаметр зростає з $5.5''$ до $9.4''$. До стояння (19 грудня) планета переміщується прямим рухом, а після — назаднім сузір'ям Стрільця. На 28 грудня припадає нижнє сполучення Меркурія.

ВЕНЕРА

У 2016 р. буде два періоди видимості Венери — один ранковий і один вечірній. Завдяки великій яскравості планети її можна спостерігати не лише в темну частину доби, але й під час вечірніх або ранкових громадянських присмерків. Це треба мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості тільки в темну пору доби.

Венеру видно впродовж січня — триває *ранковий період* її видимості, який розпочався торік. Планета сходить перед світанком на південному сході як зоря -4.0 зоряної величини: на початку місяця — о 4 год 50 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 5 год 53 хв. Тривалість її видимості зменшується з 2 год 30 хв до 1 год 05 хв. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Скорпіона, Змієносія і Стрільця. Видимий діаметр планети становить на початку місяця $14.3''$, наприкінці місяця зменшиться до $12.4''$.

У лютому Венера як зоря -3.9 зоряної величини сходить перед світанком на південному сході (наприкінці місяця — ближче до сходу) приблизно о 6 год за київським часом. Тривалість її видимості зменшується з 1 год 05 хв до 14 хв. Планета переміщується прямим рухом сузір'ями Стрільця і Козорога. Наприкінці місяця її видимий діаметр становить $11.2''$.

У першій декаді березня Венера як зоря -3.9 зоряної величини сходить на південному сході (ближче до сходу) приблизно о 6 год за київським часом. Її можна спостерігати впродовж короткого часу перед світанком. Після першої декади планета сходитиме вже на тлі вранішньої зорі, за півгодини (наприкінці місяця — за 20 хв) перед сходом Сонця. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Козорога і Водоля. Її видимий діаметр наприкінці березня становить $10.3''$.

Упродовж квітня—червня та більшої частини липня Венеру не можна спостерігати — на 7 червня припадає її верхнє сполучення зі Сонцем.

Планету знову можна спостерігати в останній тиждень липня на заході, після настання темряви, — розпочнеться *вечірній період* видимості Венери (він триватиме до кінця року). Планету видно впродовж короткого часу як зорю -3.9 зоряної величини. У попередні дні вона заходить ще на тлі вечірньої заграви через 30—40 хв після заходу Сонця. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Рака й Лева. Її видимий діаметр становить $10.1''$.

У серпні Венеру як зорю -3.9 зоряної величини видно впродовж короткого часу після настання темряви в західній ділянці неба. Тривалість її видимості збільшується з 5 хв до 12. Планета переміщується прямим рухом сузір'ями Лева й Діви. Її видимий діаметр наприкінці серпня становить $10.9''$.

Венеру можна спостерігати у вересні в західній ділянці неба після настання темряви як зорю -3.9 зоряної величини. Тривалість видимості планети збільшиться з 12 хв до 24. Венера переміщується прямим рухом сузір'ям Діви. Наприкінці вересня видимий діаметр планети становить $12.1''$.

У жовтні Венеру видно після настання темряви як зорю -4.0 зоряної величини на південному заході. Тривалість видимості планети

збільшиться з 24 хв до 1 год. Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Терезів, Скорпіона й Змієноця. Видимий діаметр Венери на кінець жовтня становить 14.0".

У листопаді Венеру можна спостерігати після настання темряви на південному заході (наприкінці місяця — ближче до півдня) як зорю -4.1 зоряної величини. Тривалість видимості планети поступово збільшується з 1 год до 2 год 15 хв. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Змієноця і Стрільця. Її видимий діаметр наприкінці місяця становить 16.8".

Венеру в грудні видно після настання темряви на південному заході, ближче до півдня, як зорю -4.2 зоряної величини. Тривалість видимості планети збільшується з 2 год 15 хв до 3 год 25 хв. Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Стрільця й Козорога. Видимий діаметр Венери на кінець року становитиме 21.6".

МАРС

У 2016 р. Марс доступний для спостережень упродовж усього року. У січні—лютому його можна спостерігати у східній ділянці неба з 1 год 50 хв за київським часом на початку січня, наприкінці лютого — з 0 год 40 хв. Видно планету до світанку. Тривалість видимості впродовж січня зростає з 5 год 30 хв до 5 год 40 хв, а впродовж лютого знову зменшиться до 5 год 30 хв. Блиск збільшується з $+1.3$ зоряної величини до $+0.3$. Видимий діаметр планети збільшиться з 5.6" до 8.6". Марс переміщується прямим рухом сузір'ями Діви й Терезів.

У березні Марс сходить на південному сході (ближче до сходу) в 0 год 35 хв за київським часом на початку місяця, наприкінці місяця — в 0 год 30 хв за літнім часом. Видно планету до світанку. Тривалість видимості до середини місяця зменшується, потім знову збільшується і становить у середньому 5 год 30 хв. Блиск збільшується з $+0.3$ зоряної величини до -0.5 . Марс переміщується прямим рухом сузір'ями Терезів, Скорпіона, Змієноця. Видимий діаметр планети збільшуватиметься й наприкінці березня становитиме 11.7".

У квітні Марс сходить у південно-східній ділянці неба в 0 год 25 хв за літнім часом на початку місяця, наприкінці — о 22 год 35 хв. Видно планету до світанку. Тривалість видимості збільшується з 5 год 35 хв до 6 год 15 хв. Блиск збільшується з -0.5 зоряної величини до -1.4 . До стояння (17 квітня) Марс переміщується прямим рухом, а після — назаднім сузір'ям Змієноця. Видимий діаметр планети збільшиться впродовж місяця до 16.1".

Марс у травні сходить на південному сході о 22 год 30 хв за літнім часом на початку місяця, у середині місяця — о 21 год 20 хв.

Видно його до світанку. А впродовж наступної п'ятиденки планета сходитиме вже на тлі вечірньої заграви, а потім — ще перед заходом Сонця, тож її можна буде спостерігати всю ніч. Блиск збільшується з -1.5 зоряної величини до -2.0 . На 22 травня припадає протистояння Марса. Він переміщується назаднім рухом сузір'ями Змієноця та Скорпіона. Видимий діаметр планети наприкінці травня становить $18.6''$.

У червні Марс видно на південному сході, ближче до півдня (наприкінці місяця — на півдні), після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — о 4 год 05 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 1 год 55 хв. Блиск Марса зменшується з -2.0 зоряної величини до -1.4 . До стояння (30 червня) планета переміщується назаднім рухом сузір'ями Скорпіона й Терезів, а після — прямим рухом сузір'ям Терезів. Її видимий діаметр упродовж місяця зменшиться до $16.4''$.

Марс видно в липні на півдні (наприкінці місяця — на південному заході) після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — о 1 год 50 хв за літнім часом, наприкінці місяця — в 0 год 10 хв. Блиск Марса зменшується з -1.4 зоряної величини до -0.8 . Планета переміщується прямим рухом сузір'ями Терезів і Скорпіона. Видимий діаметр її наприкінці липня становитиме $13.0''$.

У серпні—вересні Марс видно після настання темряви на південному заході. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку серпня — близько півночі за літнім часом, наприкінці місяця — о 22 год 50 хв, наприкінці вересня — о 22 год 10 хв. Блиск Марса зменшується з -0.8 зоряної величини до $+0.1$. Видимий діаметр планети впродовж серпня—вересня зменшиться до $8.8''$. Марс переміщується прямим рухом сузір'ями Скорпіона, Змієноця, Стрільця.

У жовтні Марс видно (після настання темряви) на південному заході, ближче до півдня. Планету можна спостерігати до її заходу — приблизно о 22 год за літнім часом; 30 і 31 жовтня Марс заходить о 21 год вже за київським часом. Блиск планети зменшується з $+0.1$ зоряної величини до $+0.4$. Видимий діаметр Марса зменшиться до $7.5''$. Планета переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця.

Марс можна спостерігати в листопаді, після настання темряви, у південній ділянці неба як зорю $+0.5$ зоряної величини. Планета заходить за горизонт о 21 год за київським часом. Марс переміщується прямим рухом сузір'ями Стрільця й Козорога. Його видимий діаметр наприкінці листопада становить $6.5''$.

У грудні Марс видно на півдні, після настання темряви, як зорю $+0.7$ зоряної величини. Планету можна спостерігати до її заходу о 21 год 10 хв (наприкінці місяця — о 21 год 20 хв) за київським часом.

Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Козорога й Водоля. Видимий діаметр Марса на кінець грудня зменшиться до $5.7''$.

ЮПІТЕР

У 2016 р. буде два періоди видимості Юпітера: перший триватиме впродовж січня — першої п'ятиденки вересня, а другий — з кінця першої п'ятиденки жовтня до кінця року. Блиск планети буде не менший за -1.7 зоряної величини, а тому її можна спостерігати не лише вночі, але й на тлі ранкової зорі та вечірньої заграви. Це слід мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості Юпітера тільки в темному пору доби.

У січні Юпітер можна спостерігати в східній ділянці неба як зорю -2.3 зоряної величини. На початку місяця він сходить о 22 год 30 хв за київським часом, наприкінці — о 20 год 30 хв. Планету видно до сходу Сонця. До стояння (8 січня) планета переміщується прямим рухом, а після — назаднім сузір'ям Діви. Видимі діаметри Юпітера за січень збільшаться: екваторіальний від $39''$ до $42.3''$, полярний — від $36.5''$ до $39.6''$.

Юпітер у лютому як зоря -2.4 зоряної величини сходить на сході: на початку місяця — о 20 год 20 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 18 год 15 хв. Видно його до сходу Сонця. Юпітер переміщується назаднім рухом сузір'ями Діви й Лева. Видимі діаметри планети наприкінці лютого становитимуть: екваторіальний $44.2''$, полярний — $41.4''$.

У березні впродовж першої п'ятиденки Юпітер сходить на сході на світлому небі (під час вечірніх присмерків). Завдяки яскравості планети (блиск Юпітера становить -2.5 зоряної величини) її видно навіть на тлі вечірньої заграви. У наступні дні Юпітер сходить ще перед заходом Сонця. Після настання темряви в перші дні місяця планету видно над горизонтом на сході, а наприкінці місяця — на південному сході (ближче до сходу). У першій половині місяця Юпітер можна спостерігати до сходу Сонця, а в другій половині місяця планета заходить за горизонт ще перед сходом Сонця. На 8 березня припадає протистояння Юпітера. Він переміщується назаднім рухом сузір'ям Лева. На кінець березня видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний $43.7''$, полярний — $40.8''$.

Юпітер у квітні видно після настання темряви як зорю -2.4 зоряної величини на південному сході (наприкінці місяця — на півдні). Його можна спостерігати до заходу планети: на початку місяця о 6 год за літнім часом, наприкінці місяця — о 4 год 05 хв. Юпітер переміщується

назаднім рухом сузір'ям Лева. Наприкінці квітня видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний 40.9", полярний — 38.2".

У травні Юпітер можна спостерігати після настання темряви на півдні (наприкінці місяця — на південному заході) як зорю — 2.2 зоряної величини. На початку місяця планета заходить о 4 год 05 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 2 год 05 хв. До стояння (9 травня) Юпітер переміщується назаднім рухом, а після — прямим сузір'ям Лева. Видимі діаметри планети наприкінці травня становитимуть: екваторіальний 37.3", полярний — 34.9".

Як зорю — 2.0 зоряної величини в південно-західній ділянці неба можна спостерігати, після настання темряви, Юпітер у червні. На початку місяця планета заходить о 2 год за літнім часом, наприкінці місяця — в 0 год 10 хв. Вона переміщується прямим рухом сузір'ям Лева. Її видимі діаметри наприкінці червня становитимуть: екваторіальний 34.3", полярний — 32.1".

Юпітер у липні видно після настання темряви на південному заході як зорю — 1.8 зоряної величини. Планету можна спостерігати до її заходу впродовж 2 год 05 хв — на початку місяця й тільки 55 хв — наприкінці місяця. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Лева. Його видимі діаметри на кінець липня становитимуть: екваторіальний 32.1", полярний — 30".

У серпні Юпітер видно на південному заході (ближче до заходу) після настання темряви як зорю — 1.7 зоряної величини. Планету можна спостерігати до її заходу впродовж 50 хв на початку місяця й упродовж кількох хвилин наприкінці місяця. Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Лева й Діви. Видимі діаметри Юпітера на кінець серпня становитимуть: екваторіальний 30.8", полярний — 28.8".

Юпітер можна спостерігати у вересні впродовж першої п'ятиденки. Планета сяє на тлі вечірньої заграви як зоря — 1.7 зоряної величини на південному заході (ближче до заходу). Заходить Юпітер на ще світлому небі, приблизно через 25 хв після заходу Сонця. В ці дні він переміщується прямим рухом сузір'ям Діви. На 26 вересня припадає сполучення Юпітера.

Наприкінці першої п'ятиденки жовтня можна знову спостерігати Юпітер. Його видно в східній ділянці неба як зорю — 1.7 зоряної величини (на початку місяця на тлі вранішньої зорі, у наступні дні — на темному небі). На початку місяця планета сходить о 6 год 35 хв за літнім часом, 29 жовтня — о 5 год 19 хв за літнім часом, а 30 й 31 жовтня — о 4 год 16 хв і 4 год 13 хв відповідно вже за київським часом. Тривалість видимості планети швидко збільшується з кількох хвилин до 2 год. Вона переміщується прямим рухом сузір'ям Діви. На початку жовтня видимі діаметри планети становлять: екваторіальний 30.5", полярний 28.5", наприкінці місяця — відповідно 31.2" і 29.1".

Юпітер у листопаді видно в східній ділянці неба як зорю -1.7 зоряної величини. На початку місяця він сходить о 4 год 10 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 2 год 45 хв. Тривалість видимості планети збільшується з 2 год 05 хв до 4 год 10 хв. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Діви. Наприкінці листопада видимі діаметри планети становлять: екваторіальний $32.7''$, полярний $30.6''$.

У грудні Юпітер можна спостерігати на сході як зорю -1.9 зоряної величини. На початку місяця планета сходить о 2 год 45 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 1 год 10 хв. Тривалість видимості Юпітера збільшується з 4 год 15 хв до 6 год 10 хв. Він переміщується прямим рухом сузір'ям Діви. Видимі діаметри планети наприкінці грудня становлять: екваторіальний $35.4''$, полярний $33.1''$.

САТУРН

У 2016 р. буде два періоди видимості планети. Перший період (він триватиме до кінця листопада) є продовженням періоду видимості Сатурна, який розпочався ще торік. Другий період видимості планети розпочнеться в третій декаді грудня.

У січні Сатурн видно як зорю $+0.5$ зоряної величини у південно-східній ділянці неба. Планета сходить перед світанком, тривалість її видимості впродовж місяця збільшується з 1 год 40 хв до 3 год 05 хв. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ям Змієносця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети на початку січня становлять приблизно $15.2''$ і $13.6''$, а наприкінці місяця — $15.7''$ і $14.0''$.

Сатурн у лютому як зоря $+0.5$ зоряної величини сходить на південному сході: на початку місяця — о 3 год 55 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 2 год 10 хв. Планету можна спостерігати до світанку. Тривалість її видимості збільшується з 3 год 05 хв до 4 год. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ям Змієносця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці лютого становлять приблизно $16.4''$ і $14.6''$.

У березні Сатурн можна спостерігати як зорю $+0.4$ зоряної величини у південно-східній ділянці неба. На початку місяця планета сходить о 2 год 05 хв за київським часом, 27 березня — в 0 год 27 хв за київським часом; в останні ж чотири дні місяця моменти сходу збільшаться на 1 год, бо 27 березня відбудеться перехід на літній час. Планету можна спостерігати до світанку. Тривалість її видимості збільшується з 4 год до 4 год 50 хв. До стояння (25 березня) Сатурн переміщується прямим рухом, а після — назадним сузір'ям Змієносця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети на кінець березня становлять приблизно $17.3''$ і $15.4''$.

Сатурн у квітні видно у південно-східній ділянці неба як зорю +0.3 зоряної величини. Планета сходить на початку місяця о 1 год 10 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 23 год 05 хв. Її можна спостерігати до світанку. Тривалість видимості Сатурна збільшується з 4 год 50 хв до 5 год 50 хв. Планета переміщується назаднім рухом сузір'ям Змієносця. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри на кінець квітня становлять приблизно 18" і 16.1".

Упродовж перших двох декад травня Сатурн як зоря +0.1 зоряної величини сходить після настання темряви на південному сході: на початку місяця — о 23 год за літнім часом, 21 травня — о 21 год 35 хв. Видно його до світанку. На початку третьої декади планета сходить уже під час вечірніх присмерків. У два останні дні місяця Сатурн сходить ще перед заходом Сонця, тому після настання темряви його вже видно над горизонтом. Планету можна спостерігати всю ніч. Тривалість її видимості збільшується з 5 год 50 хв до 6 год 45 хв (23 травня), а потім меншає до 6 год 25 хв. Сатурн переміщується назаднім рухом сузір'ям Змієносця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці травня становлять приблизно 18.4" і 16.4".

У червні впродовж перших двох десятиденок Сатурн як зорю +0.1 зоряної величини можна спостерігати цілу ніч, бо моменти його сходів і заходів припадають на світлу частину доби. Третього червня відбудеться протистояння Сатурна. Упродовж третьої десятиденки планета заходитиме вже перед світанком: 21 червня — о 4 год за літнім часом, 30 червня — о 3 год 20 хв. Сатурн переміщується назаднім рухом сузір'ям Змієносця. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці червня становлять приблизно 18.2" і 16.2".

Після настання темряви в липні на півдні видно Сатурн як зорю +0.2 зоряної величини. Заходить планета о 3 год 15 хв за літнім часом — на початку місяця й о 1 год 15 хв — наприкінці місяця. Сатурн переміщується назаднім рухом сузір'ям Змієносця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри на кінець липня становлять приблизно 17.5" і 15.6".

У серпні після настання темряви у південній ділянці неба сяє Сатурн як зоря +0.4 зоряної величини. Заходить він о 1 год 10 хв за літнім часом на початку місяця й о 23 год 10 хв — наприкінці місяця. Тривалість видимості Сатурна скорочується з 3 год 45 хв до 2 год 50 хв. До стояння (13 серпня) планета переміщується назаднім рухом, а після — прямим сузір'ям Змієносця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри на кінець серпня становлять приблизно 16.6" і 14.8".

Сатурн у вересні можна спостерігати після настання темряви на південному заході, ближче до півдня, як зорю +0.5 зоряної величини. Наприкінці місяця планету видно на південному заході. Заходить вона о 23 год 05 хв за літнім часом на початку місяця й о 21 год 15 хв —

наприкінці місяця. Тривалість видимості планети скорочується з 2 год 50 хв до 2 год 05 хв. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ям Змієноця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці вересня становлять приблизно $15.9''$ і $14.2''$.

У жовтні Сатурн видно після настання темряви у південно-західній ділянці неба як зорю $+0.5$ зоряної величини. Заходить він на початку місяця о 21 год 10 хв за літнім часом, 29 жовтня — о 19 год 29 хв за літнім часом, а 30 й 31 жовтня відповідно — о 18 год 25 хв і 18 год 22 хв за київським часом. Тривалість видимості планети скорочується з 2 год 05 хв до 1 год 15 хв. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ям Змієноця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці жовтня становлять приблизно $15.3''$ і $13.6''$.

Упродовж листопада на південному заході після настання темряви видно Сатурн як зорю $+0.5$ зоряної величини. Тривалість видимості планети зменшується з 1 год 10 хв до нуля — планета зникає у променях вечірньої заграви. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ям Змієноця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці листопада становлять приблизно $15.0''$ і $13.4''$.

На 10 грудня припадає сполучення Сатурна зі Сонцем.

Планету знову можна спостерігати в останню десятиденку грудня на південному сході як зорю $+0.5$ зоряної величини. Вона сходить перед світанком, тривалість її видимості збільшується з кількох хвилин до 45 хв. Видимі діаметри планети на кінець року становитимуть: екваторіальний — $15.1''$ і полярний — $13.5''$. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ям Змієноця.

УРАН

У 2016 р. буде два періоди видимості Урана. Перший період є продовженням торішнього періоду видимості планети, закінчиться він наприкінці березня.

У січні—лютому Уран можна спостерігати після смеркання у південній ділянці неба. На початку року планета заходить в 0 год 52 хв за київським часом, наприкінці січня — о 22 год 54 хв, наприкінці лютого — о 21 год 06 хв. Тривалість видимості Урана за цей період скоротиться з 8 год 11 хв до 2 год 55 хв.

Упродовж березня Уран видно з вечора у південно-західній ділянці неба. На початку місяця він заходить о 21 год 02 хв за київським часом. Поступово тривалість видимості планети зменшуватиметься, й наприкінці місяця Уран зникне у світлі вечірньої заграви.

Увесь квітень Уран недоступний для спостережень: 10 квітня відбудеться сполучення планети зі Сонцем.

Уран можна бачити знову, вже на ранковому небі, в перші дні травня — настане *другий період видимості* планети, який закінчиться наступного року. П'ятого травня Уран зійде о 4 год 44 хв за літнім часом. Наприкінці травня він з'являтиметься над обрієм вже після 3 год, наприкінці червня — о 1 год 08 хв, наприкінці липня — о 23 год 03 хв, наприкінці серпня — о 21 год. Наприкінці вересня Уран сходитиме ще під час вечірніх присмерків — приблизно о 19 год. Планету видно до світанку. Тривалість видимості впродовж травня—вересня збільшиться з кількох хвилин до 11 год 24 хв.

На 15 жовтня припадає протистояння Урана зі Сонцем. Тривалість видимості планети збільшується і 22 жовтня становитиме 12 год 24 хв. Далі вона стане меншати, бо планета заходитиме ще до світанку: 23 жовтня — приблизно о 7 год за літнім часом, 29 жовтня — о 6 год 30 хв; 30 та 31 жовтня відповідно — о 5 год 27 хв і 5 год 23 хв уже за київським часом, наприкінці листопада — о 3 год 20 хв, наприкінці грудня — о 1 год 16 хв. До кінця року тривалість видимості Урана зменшиться до 8 год 33 хв.

Блиск Урана впродовж року становитиме приблизно +5.8 зоряної величини, видимий діаметр — 3.5". Уран переміщується прямим рухом до 30 липня, коли відбудеться стояння, потім назаднім до стояння 29 грудня, і знову прямим. Планета цілий рік перебуватиме в сузір'ї Риб.

НЕПТУН

Цю планету можна спостерігати лише за допомогою бінокля чи телескопа. У 2016 р. Нептун матиме два періоди видимості. *Перший період*, який розпочався ще торік на початку третьої декади березня, охоплює січень і дві перші декади лютого.

Планету видно у південно-західній ділянці неба після настання темряви й до її заходу. На початку січня вона зникає за горизонтом о 21 год 10 хв за київським часом, на початку лютого — о 19 год 13 хв, а після 21 лютого сезає в променях вечірньої заграви. За цей період тривалість видимості планети скоротиться з 4 год 27 хв до нуля. Двадцять восьмого лютого відбудеться сполучення Нептуна зі Сонцем.

Нептун знову буде доступним для спостережень на початку третьої декади березня вже перед світанком — настане *другий період* видимості, котрий закінчиться наступного року. На початку другого періоду видимості планета зійде о 5 год 20 хв за київським часом, на початку квітня — о 5 год 45 хв за літнім часом, на початку наступних чотирьох місяців моменти сходу будуть такі: травень — 3 год 49 хв, червень — 1 год 48 хв, липень — 23 год 46 хв, серпень — 21 год 43 хв. Тривалість видимості Нептуна збільшується з кількох хвилин до 7 год 04 хв.

На початку другої декади серпня планета сходить на тлі вечірньої заграви, тобто до настання темряви, тому на щойно потемнілому небі її видно над горизонтом уже на певній висоті. До кінця серпня й упродовж першої п'ятиденки вересня Нептун можна спостерігати всю ніч — тривалість видимості становить 9 год 34 хв. На 2 вересня припадає його протистояння зі Сонцем. З початку другої декади вересня планета заходитиме ще до настання ранкових присмерків (10 вересня — о 5 год 51 хв за літнім часом), унаслідок чого тривалість видимості скорочуватиметься й наприкінці місяця становитиме 6 год 19 хв.

Упродовж наступних місяців моменти заходу будуть такими: 1 жовтня — 4 год 24 хв (за літнім часом), 1 листопада — 1 год 20 хв за київським часом, 1 грудня — 23 год 18 хв, 31 грудня — 21 год 23 хв. Планету видно після закінчення вечірніх присмерків. Тривалість її видимості далі скорочуватиметься й наприкінці року становитиме 4 год 40 хв.

Блиск Нептуна впродовж року становитиме приблизно $+7.9$ зоряної величини; його видимий діаметр дорівнює в середньому $2.3''$. Планета весь час перебуватиме в сузір'ї Водоля. Вона переміщуватиметься прямим рухом до 14 червня, коли відбудеться стояння, потім — назаднім до 20 листопада (стояння), і знову прямим.

ВИДИМІ ШЛЯХИ ПЛАНЕТ

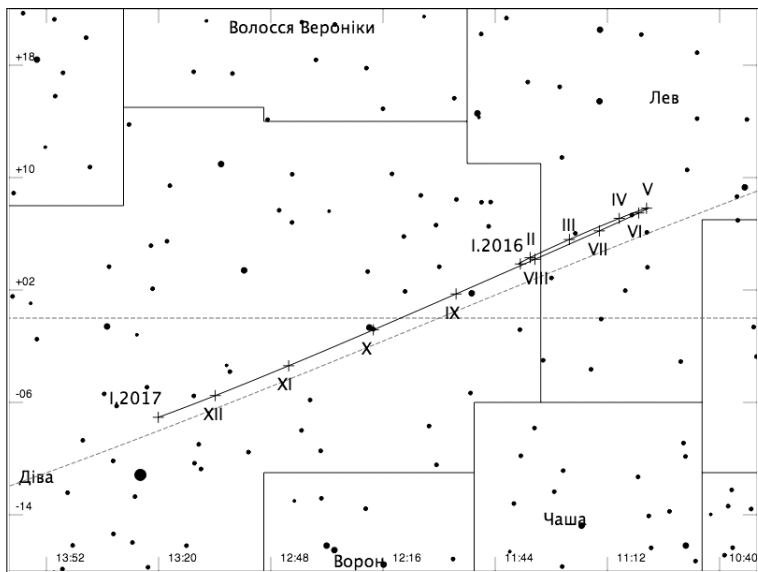


Рис. 1. Видимий шлях Юпітера

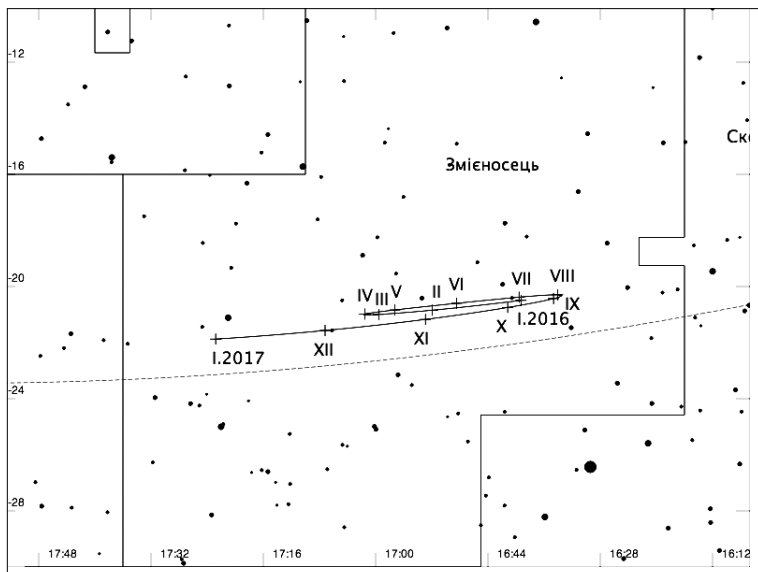


Рис. 2. Видимий шлях Сатурна

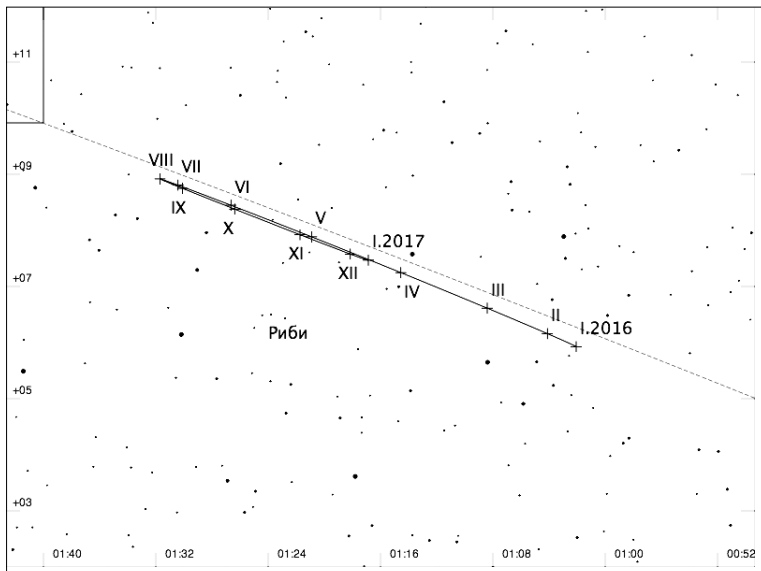


Рис. 3. Видимый шлях Урана

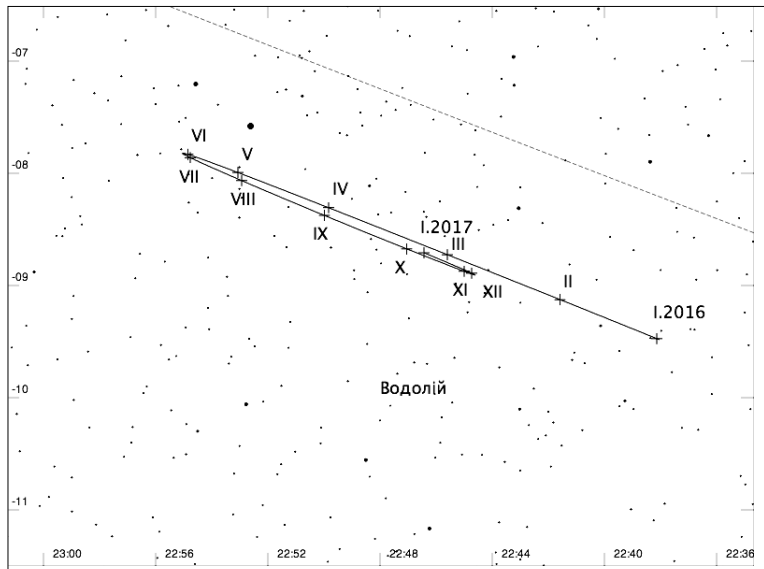


Рис. 4. Видимый шлях Нептуна

ПЛАНЕТНІ КОНФІГУРАЦІЇ
(за всесвітнім часом)

Меркурій			
Січень	5	4:49	стояння
	14	14:05	нижнє сполучення
	25	19:03	стояння
Лютий	7	0:51	найбільша західна елонгація W 25°33'
Березень	23	20:11	верхнє сполучення
Квітень	18	13:58	найбільша східна елонгація E 19°56'
	29	3:15	стояння
Травень	9	15:13	нижнє сполучення
	21	22:09	стояння
Червень	5	8:46	найбільша західна елонгація W 24°11'
Липень	7	3:26	верхнє сполучення
Серпень	16	21:11	найбільша східна елонгація E 27°26'
	30	1:08	стояння
Вересень	12	23:41	нижнє сполучення
	21	9:57	стояння
	28	19:48	найбільша західна елонгація W 17°52'
Жовтень	27	16:20	верхнє сполучення
Грудень	11	5:10	найбільша східна елонгація E 20°46'
	19	6:57	стояння
	28	18:48	нижнє сполучення
Венера			
Червень	6	21:42	верхнє сполучення
Марс			
Квітень	17	2:08	стояння
Травень	22	11:18	протистояння
Червень	30	8:22	стояння
Юпітер			
Січень	8	19:35	стояння
Березень	8	10:58	протистояння
Травень	9	23:14	стояння
Вересень	26	7:01	сполучення
Сатурн			
Березень	25	12:48	стояння
Червень	3	6:39	протистояння
Серпень	13	17:55	стояння
Грудень	10	11:52	сполучення
Уран			
Квітень	9	21:28	сполучення
Липень	30	2:03	стояння
Жовтень	15	10:44	протистояння
Грудень	29	16:21	стояння
Нептун			
Лютий	28	15:49	сполучення
Червень	14	8:21	стояння
Вересень	2	16:39	протистояння
Листопад	20	10:26	стояння

Таблиця 16

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час, год хв		Сполучення	Видима відстань
Січень	9	3 57	Венера зі Сатурном	0° 05' N
Березень	10	22 09	Меркурій з Нептуном	1 29 S
	20	13 48	Венера з Нептуном	0 31 S
	31	23 44	Меркурій з Ураном	0 37 N
Квітень	22	14 19	Венера з Ураном	0 52 S
Травень	13	2 51	Меркурій з Венерою	0 25 S
Липень	16	17 48	Меркурій з Венерою	0 31 N
Серпень	25	17 50	Сатурн із Марсом	4 23 N
	27	4 50	Меркурій з Венерою	5 15 S
	27	21 49	Венера з Юпітером	0 04 N
Жовтень	11	4 17	Меркурій з Юпітером	0 52 N
	30	8 25	Венера зі Сатурном	3 02 S
Листопад	24	0 38	Сатурн із Меркурієм	3 28 N

Примітка. Літери N (або S) в останньому стовпчику таблиці вказують, що перша планета міститься північніше (або південніше), ніж друга.

Таблиця 17

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

Дата	Час		Планета	Видима відстань
	год	хв		
Січень				
3	18	43	Марс	1° 31' S
6	23	57	Венера	3 05 S
7	4	33	Сатурн	3 22 S
10	18	21	Меркурій	2 13 S
13	14	46	Нептун	2 18 S
16	6	17	Уран	1 29 N
28	1	19	Юпітер	1 25 N

Примітка. Буква S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься нижче (або вище), ніж центр диска Місяця.

Продовження табл. 17

Дата	Час		Планета	Видима відстань
	год	хв		
Лютий				
1	8	44	Марс	2° 48' S
3	18	40	Сатурн	3 33 S
6	7	29	Венера	4 25 S
6	16	46	Меркурій	3 53 S
10	0	20	Нептун	2 04 S
12	13	45	Уран	1 45 N
24	4	05	Юпітер	1 41 N
29	18	13	Марс	3 38 S
Березень				
2	6	28	Сатурн	3 39 S
7	10	53	Венера	3 35 S
8	5	09	Меркурій	3 56 S
8	12	25	Нептун	2 02 S
11	0	35	Уран	1 54 N
22	4	04	Юпітер	2 04 N
28	18	43	Марс	4 14 S
29	14	32	Сатурн	3 35 S
Квітень				
5	0	53	Нептун	1 52 S
6	8	28	Венера	0 41 S
7	13	42	Уран	2 03 N
8	10	32	Меркурій	5 14 N
18	4	49	Юпітер	2 13 N
25	4	13	Марс	4 58 S
25	19	04	Сатурн	3 23 S
Травень				
2	11	27	Нептун	1 44 S
5	2	58	Уран	2 11 N
6	3	40	Венера	2 46 N
7	0	05	Меркурій	5 13 N
15	9	39	Юпітер	2 01 N
21	20	21	Марс	6 04 S
22	21	35	Сатурн	3 14 S
29	19	10	Нептун	1 27 S
Червень				
1	14	10	Уран	2 27 N
3	9	44	Меркурій	0 51 N
5	1	08	Венера	4 58 N
11	19	43	Юпітер	1 30 N
17	10	19	Марс	7 10 S
19	0	18	Сатурн	3 15 S
26	0	35	Нептун	1 11 S
28	22	32	Уран	2 42 N

Примітка. Буква S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься нижче (або вище), ніж центр диска Місяця.

Продовження табл. 17

Дата	Час		Планета	Видима відстань
	год	хв		
Липень				
4	5	21	Меркурій	5° 44' N
5	2	44	Венера	5 09 N
9	10	18	Юпітер	0 52 N
14	18	22	Марс	7 51 S
16	4	45	Сатурн	3 29 S
23	5	38	Нептун	1 05 S
26	4	28	Уран	2 57 N
Серпень				
4	6	25	Венера	2 56 N
4	22	14	Меркурій	0 34 N
6	3	34	Юпітер	0 13 N
11	21	49	Марс	8 10 S
12	11	42	Сатурн	3 45 S
19	12	05	Нептун	1 08 S
22	9	56	Уран	3 03 N
Вересень				
2	17	29	Меркурій	6 01 S
2	21	57	Юпітер	0 22 S
3	10	35	Венера	1 07 S
8	20	59	Сатурн	3 50 S
9	13	42	Марс	8 02 S
15	20	30	Нептун	1 11 S
18	16	46	Уран	2 59 N
29	10	48	Меркурій	0 43 N
30	16	14	Юпітер	0 54 S
Жовтень				
3	17	28	Венера	5 04 S
6	7	40	Сатурн	3 53 S
8	12	05	Марс	7 06 S
13	6	00	Нептун	1 12 S
16	1	31	Уран	2 51 N
28	9	36	Юпітер	1 25 S
30	18	59	Меркурій	4 21 S
Листопад				
2	19	16	Сатурн	3 46 S
3	4	15	Венера	6 54 S
6	12	08	Марс	5 24 S
9	14	53	Нептун	1 03 S
12	10	58	Уран	2 53 N
25	1	50	Юпітер	1 56 S
30	7	34	Сатурн	3 42 S

Примітка. Буква S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься нижче (або вище), ніж центр диска Місяця.

Дата	Час		Планета	Видима відстань
	год	хв		
Грудень				
1	3	50	Меркурій	7° 09' S
3	12	35	Венера	5 54 S
5	10	41	Марс	3 01 S
6	22	04	Нептун	0 42 S
9	19	29	Уран	3 01 N
22	16	42	Юпітер	2 25 S
27	20	40	Сатурн	3 38 S
29	4	56	Меркурій	1 50 S

Примітка. Буква S (або N) в останньому стовпчику таблиці вказує, що центр планетного диска міститься нижче (або вище), ніж центр диска Місяця.

Таблиця 18

ЕФЕМЕРИДИ ПЛАНЕТ

Дата	α	δ	Зоряна величина <i>m</i>	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	$\Delta\phi$
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\phi = 50^\circ$				
	год хв	° ' "		"		°	°	год хв	год хв	год хв	хв

МЕРКУРІЙ

I	1 20	06.4-21 03	-0.3	7.3	0.49	91.29	57	9 11	13 25	17 40	4.2
	5 20	12.7-19 40	0.4	8.2	0.30	113.17	59	8 52	13 14	17 37	3.8
	9 20	06.9-18 42	1.8	9.2	0.12	139.04	61	8 23	12 51	17 20	3.6
	13 19	49.4-18 20	4.1	9.9	0.02	165.62	61	7 46	12 17	16 47	3.5
	17 19	27.4-18 31	3.6	10.1	0.03	160.04	61	7 10	11 40	16 09	3.5
	21 19	10.5-19 01	1.7	9.6	0.14	136.39	60	6 42	11 08	15 35	3.6
	25 19	03.6-19 38	0.8	8.8	0.28	116.55	59	6 24	10 47	15 10	3.8
	29 19	06.2-20 14	0.3	8.1	0.41	100.92	58	6 15	10 34	14 54	3.9
II	2 19	15.9-20 41	0.1	7.4	0.51	88.64	57	6 12	10 29	14 46	4.1
	6 19	30.7-20 55	0.0	6.9	0.60	78.82	57	6 13	10 29	14 44	4.1
	10 19	48.9-20 52	0.0	6.5	0.67	70.76	57	6 16	10 31	14 47	4.1
	14 20	09.3-20 31	0.0	6.1	0.72	63.94	57	6 18	10 36	14 54	4.0
	18 20	31.5-19 50	-0.1	5.8	0.77	57.97	59	6 21	10 43	15 04	3.8
	22 20	54.7-18 49	-0.1	5.6	0.80	52.53	60	6 22	10 50	15 18	3.6
	26 21	18.8-17 28	-0.2	5.4	0.84	47.38	63	6 23	10 59	15 34	3.3
III	1 21	43.5-15 46	-0.3	5.3	0.87	42.27	65	6 23	11 08	15 52	2.9
	5 22	08.7-13 43	-0.4	5.1	0.90	36.99	69	6 21	11 17	16 13	2.5
	9 22	34.4-11 21	-0.6	5.0	0.93	31.28	73	6 19	11 27	16 35	2.0
	13 23	00.7 -8 38	-0.8	5.0	0.95	24.85	77	6 16	11 38	16 59	1.5
	17 23	27.6 -5 36	-1.2	4.9	0.98	17.40	82	6 13	11 49	17 25	1.0

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

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Азимутний точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\varphi$	
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$					
	год хв	° ' "	"	"	"	°	°	год хв	год хв	год хв	хв	
III	21 23	55.3	-2 16	-1.6	5.0	0.99	8.74	87	6 09	12 01	17 53	0.4
	25 0	23.6	1 19	-1.9	5.0	1.00	4.76	93	6 04	12 14	18 23	-0.2
	29 0	52.7	5 04	-1.7	5.2	0.98	16.76	98	6 00	12 27	18 54	-0.9
IV	2 1	21.9	8 49	-1.4	5.4	0.92	32.15	104	5 55	12 41	19 26	-1.5
	6 1	50.5	12 23	-1.1	5.7	0.83	49.35	110	5 49	12 53	19 57	-2.2
	10 2	17.2	15 30	-0.8	6.2	0.69	67.16	115	5 43	13 04	20 25	-2.9
	14 2	40.6	18 02	-0.4	6.9	0.55	84.46	119	5 36	13 11	20 46	-3.4
	18 2	59.4	19 50	0.1	7.7	0.41	100.72	122	5 28	13 13	20 59	-3.9
	22 3	12.9	20 54	0.8	8.6	0.28	115.98	124	5 18	13 10	21 02	-4.2
	26 3	20.5	21 13	1.6	9.6	0.17	130.65	125	5 07	13 01	20 55	-4.3
	30 3	22.2	20 49	2.6	10.5	0.09	145.12	124	4 55	12 46	20 38	-4.2
V	4 3	18.6	19 46	3.9	11.4	0.03	159.64	122	4 41	12 27	20 12	-3.9
	8 3	11.4	18 13	5.5	12.0	0.00	174.17	120	4 27	12 03	19 39	-3.5
	12 3	03.0	16 26	5.2	12.1	0.01	171.59	117	4 14	11 39	19 05	-3.1
	16 2	55.8	14 48	3.8	11.9	0.04	158.08	114	4 00	11 17	18 34	-2.7
	20 2	51.8	13 34	2.8	11.4	0.09	145.64	112	3 47	10 57	18 08	-2.5
	24 2	51.9	12 56	2.0	10.6	0.15	134.33	111	3 35	10 42	17 49	-2.3
	28 2	56.4	12 55	1.4	9.8	0.22	124.03	111	3 25	10 32	17 38	-2.3
VI	1 3	05.0	13 28	1.0	9.0	0.29	114.43	112	3 15	10 25	17 35	-2.4
	5 3	17.6	14 29	0.6	8.3	0.37	105.18	113	3 07	10 22	17 37	-2.6
	9 3	33.9	15 52	0.3	7.6	0.45	95.85	116	3 00	10 23	17 46	-2.9
	13 3	53.8	17 29	0.0	7.0	0.54	86.02	118	2 56	10 28	17 59	-3.3
	17 4	17.5	19 14	-0.3	6.4	0.63	75.20	121	2 54	10 36	18 18	-3.7
	21 4	45.0	20 57	-0.6	6.0	0.73	62.95	124	2 56	10 48	18 40	-4.2
	25 5	16.3	22 29	-1.0	5.6	0.83	48.98	127	3 02	11 04	19 06	-4.6
	29 5	51.1	23 36	-1.4	5.3	0.92	33.40	129	3 14	11 24	19 33	-5.0
VII	3 6	28.3	24 08	-1.8	5.1	0.98	17.09	130	3 32	11 45	19 58	-5.2
	7 7	06.4	23 56	-2.1	5.1	1.00	4.48	130	3 56	12 08	20 19	-5.1
	11 7	43.6	23 01	-1.7	5.1	0.98	15.34	128	4 23	12 29	20 35	-4.8
	15 8	18.6	21 30	-1.2	5.1	0.94	27.83	125	4 52	12 48	20 44	-4.4
	19 8	50.8	19 30	-0.8	5.3	0.89	38.49	122	5 20	13 04	20 47	-3.8
	23 9	20.2	17 11	-0.5	5.4	0.84	47.48	118	5 47	13 17	20 47	-3.2
	27 9	46.8	14 40	-0.3	5.6	0.79	55.22	114	6 12	13 28	20 44	-2.7
	31 10	10.8	12 02	-0.1	5.9	0.73	62.08	109	6 33	13 36	20 38	-2.1
VIII	4 10	32.5	9 23	0.0	6.2	0.68	68.43	105	6 53	13 41	20 30	-1.6
	8 10	51.9	6 47	0.1	6.5	0.63	74.57	101	7 09	13 45	20 20	-1.2
	12 11	09.1	4 17	0.2	6.9	0.58	80.81	97	7 22	13 46	20 09	-0.7
	16 11	23.8	1 58	0.4	7.3	0.52	87.44	94	7 32	13 44	19 57	-0.3
	20 11	35.9	-0 06	0.5	7.8	0.46	94.79	90	7 37	13 40	19 43	0.0

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\varphi$	
	на 0 год усвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$					
	год хв	'	"	"	"	"	год хв	год хв	год хв	хв		
VIII	24 11 44.7	-1 47	0.7	8.4	0.39	103.22	88	7 38	13 33	19 27	0.3	
	28 11 49.5	-2 57	0.9	9.0	0.30	113.19	86	7 32	13 21	19 10	0.5	
IX	1 11 49.5	-3 27	1.4	9.6	0.21	125.20	85	7 18	13 05	18 51	0.6	
	5 11 44.1	-3 03	2.2	10.2	0.12	139.69	86	6 54	12 43	18 31	0.5	
	9 11 33.5	-1 38	3.5	10.6	0.04	156.63	88	6 21	12 16	18 11	0.3	
	13 11 20.2	0 36	5.0	10.5	0.01	170.67	91	5 41	11 47	17 53	-0.1	
	17 11 08.4	3 06	3.4	9.9	0.04	156.28	95	5 02	11 20	17 38	-0.5	
	21 11 03.1	5 05	1.5	9.0	0.15	133.72	98	4 33	11 00	17 28	-0.9	
	25 11 06.9	5 59	0.3	7.9	0.32	110.68	100	4 17	10 49	17 21	-1.0	
	29 11 19.3	5 39	-0.4	7.0	0.51	88.58	99	4 16	10 47	17 17	-1.0	
X	3 11 38.3	4 12	-0.8	6.3	0.68	68.47	97	4 27	10 50	17 14	-0.7	
	7 12 01.1	1 59	-1.0	5.7	0.81	51.15	94	4 45	10 58	17 10	-0.3	
	11 12 25.7	-0 42	-1.1	5.4	0.90	36.82	89	5 07	11 07	17 06	0.1	
	15 12 50.9	-3 36	-1.1	5.1	0.95	25.17	85	5 30	11 16	17 02	0.6	
	19 13 16.1	-6 32	-1.2	4.9	0.98	15.71	80	5 54	11 26	16 57	1.1	
	23 13 41.2	-9 24	-1.3	4.8	0.99	7.93	76	6 17	11 35	16 53	1.6	
	27 14 06.1	-12 09	-1.4	4.7	1.00	1.68	71	6 40	11 44	16 48	2.1	
	31 14 31.0	-14 43	-1.2	4.7	1.00	4.71	67	7 03	11 53	16 44	2.7	
XI	4 14 55.9	-17 04	-0.9	4.7	0.99	9.88	63	7 25	12 02	16 40	3.2	
	8 15 21.0	-19 12	-0.8	4.7	0.98	14.79	60	7 46	12 12	16 37	3.7	
	12 15 46.3	-21 04	-0.6	4.7	0.97	19.61	56	8 07	12 21	16 36	4.2	
	16 16 11.8	-22 40	-0.5	4.8	0.95	24.55	54	8 27	12 31	16 36	4.6	
	20 16 37.6	-23 58	-0.5	5.0	0.93	29.81	51	8 45	12 41	16 37	5.0	
	24 17 03.6	-24 57	-0.4	5.1	0.91	35.62	49	9 02	12 51	16 41	5.3	
	28 17 29.3	-25 34	-0.4	5.3	0.87	42.28	48	9 16	13 01	16 46	5.6	
XII	2 17 54.6	-25 50	-0.5	5.6	0.82	50.16	48	9 27	13 11	16 54	5.7	
	6 18 18.4	-25 43	-0.5	6.0	0.75	59.76	48	9 34	13 19	17 03	5.6	
	10 18 39.7	-25 13	-0.4	6.5	0.66	71.75	49	9 36	13 24	17 11	5.4	
	14 18 56.3	-24 25	-0.3	7.2	0.53	86.96	50	9 31	13 24	17 17	5.2	
	18 19 05.3	-23 24	0.2	8.0	0.36	106.32	52	9 16	13 15	17 15	4.8	
	22 19 02.9	-22 19	1.2	8.9	0.18	130.43	54	8 49	12 56	17 02	4.5	
	26 18 47.7	-21 21	3.4	9.7	0.04	158.26	56	8 11	12 23	16 36	4.2	
	30 18 24.8	-20 36	4.3	10.0	0.01	167.44	57	7 27	11 45	16 02	4.0	
I	3 18 05.1	-20 14	2.0	9.5	0.11	141.37	58	6 51	11 10	15 30	3.9	

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Азимут точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	$\Delta\varphi$
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$				
	год хв	° ′		″		°	°	год хв	год хв	год хв	

ВЕНЕРА

I	1 16 01.5	-18 37	-4.0	14.3	0.77	57.12	61	4 53	9 22	13 50	3.5
	9 16 42.1	-20 29	-3.9	13.7	0.79	53.95	58	5 13	9 31	13 49	4.0
	17 17 23.7	-21 46	-3.9	13.2	0.81	50.88	55	5 31	9 41	13 51	4.4
	25 18 06.1	-22 24	-3.9	12.7	0.83	47.88	54	5 45	9 52	13 58	4.5
II	2 18 48.7	-22 19	-3.8	12.3	0.85	44.96	54	5 56	10 03	14 09	4.5
	10 19 31.2	-21 32	-3.8	11.9	0.87	42.10	56	6 02	10 14	14 25	4.3
	18 20 13.1	-20 04	-3.8	11.6	0.89	39.28	58	6 04	10 24	14 44	3.9
III	26 20 54.0	-17 59	-3.8	11.3	0.90	36.50	62	6 01	10 33	15 06	3.4
	5 21 33.9	-15 20	-3.7	11.0	0.92	33.74	66	5 55	10 42	15 29	2.8
	13 22 12.6	-12 15	-3.7	10.8	0.93	31.00	71	5 45	10 49	15 52	2.2
IV	21 22 50.3	-8 47	-3.7	10.6	0.94	28.25	77	5 34	10 55	16 16	1.5
	29 23 27.3	-5 05	-3.7	10.4	0.95	25.50	83	5 21	11 00	16 39	0.9
	6 0 03.7	-1 13	-3.7	10.2	0.96	22.73	89	5 08	11 05	17 02	0.2
	14 0 40.0	2 41	-3.7	10.1	0.97	19.93	95	4 54	11 10	17 26	-0.5
V	22 1 16.4	6 33	-3.8	10.0	0.98	17.09	101	4 40	11 15	17 49	-1.1
	30 1 53.3	10 16	-3.8	9.8	0.98	14.21	107	4 27	11 20	18 13	-1.8
	8 2 31.1	13 44	-3.8	9.8	0.99	11.29	112	4 15	11 26	18 38	-2.5
VI	16 3 09.8	16 51	-3.8	9.7	0.99	8.33	117	4 06	11 34	19 02	-3.2
	24 3 49.7	19 30	-3.9	9.6	1.00	5.32	122	3 59	11 42	19 26	-3.8
	1 4 30.8	21 37	-3.9	9.6	1.00	2.27	125	3 55	11 52	19 48	-4.4
VII	9 5 12.8	23 04	-3.9	9.6	1.00	0.82	128	3 56	12 02	20 08	-4.8
	17 5 55.6	23 49	-3.9	9.6	1.00	3.94	129	4 03	12 14	20 25	-5.1
	25 6 38.6	23 50	-3.9	9.7	1.00	7.08	129	4 14	12 25	20 36	-5.1
VIII	3 7 21.4	23 05	-3.8	9.7	0.99	10.24	128	4 30	12 36	20 42	-4.8
	11 8 03.4	21 37	-3.8	9.8	0.99	13.41	125	4 50	12 47	20 43	-4.4
	19 8 44.4	19 29	-3.8	9.9	0.98	16.58	122	5 13	12 56	20 40	-3.8
	27 9 24.2	16 46	-3.8	10.0	0.97	19.74	117	5 37	13 04	20 32	-3.1
IX	4 10 02.7	13 34	-3.8	10.2	0.96	22.88	112	6 01	13 11	20 21	-2.5
	12 10 40.1	9 59	-3.7	10.4	0.95	25.99	106	6 25	13 17	20 09	-1.7
	20 11 16.6	6 08	-3.7	10.6	0.94	29.08	100	6 49	13 22	19 54	-1.0
	28 11 52.5	2 05	-3.7	10.8	0.92	32.14	94	7 13	13 26	19 39	-0.4
X	5 12 28.1	-2 02	-3.7	11.1	0.91	35.16	87	7 37	13 30	19 24	0.3
	13 13 03.8	-6 07	-3.8	11.3	0.89	38.15	81	8 01	13 34	19 08	1.0
	21 13 39.9	-10 05	-3.8	11.7	0.88	41.12	75	8 25	13 39	18 53	1.8
	29 14 16.8	-13 49	-3.8	12.0	0.86	44.07	69	8 49	13 44	18 40	2.5

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина <i>m</i>	Видимий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Азимут точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	$\Delta\varphi$	
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$					
	год хв	'	"	"	"	"	год хв	год хв	год хв	хв		
X	7 14 54.7	-17 13	-3.8	12.4	0.84	47.01	63	9 14	13 51	18 28	3.2	
	15 15 33.8	-20 09	-3.8	12.9	0.82	49.95	58	9 39	13 59	18 19	3.9	
	23 16 14.2	-22 33	-3.9	13.4	0.80	52.90	54	10 02	14 07	18 13	4.6	
	31 16 55.6	-24 18	-3.9	13.9	0.78	55.88	51	10 24	14 17	18 11	5.1	
XI	8 17 37.7	-25 19	-3.9	14.6	0.76	58.90	49	10 41	14 28	18 15	5.5	
	16 18 20.1	-25 35	-4.0	15.3	0.73	62.00	48	10 54	14 39	18 24	5.6	
	24 19 02.0	-25 03	-4.0	16.1	0.71	65.18	49	11 01	14 49	18 38	5.4	
XII	2 19 43.0	-23 47	-4.1	17.0	0.68	68.47	52	11 01	14 59	18 56	5.0	
	10 20 22.5	-21 49	-4.2	18.0	0.66	71.90	55	10 57	15 06	19 16	4.4	
	18 21 00.1	-19 16	-4.2	19.2	0.62	75.51	60	10 47	15 12	19 37	3.7	
	26 21 35.6	-16 14	-4.3	20.5	0.59	79.35	65	10 34	15 16	19 58	3.0	
I	3 22 08.9	-12 49	-4.4	22.1	0.56	83.45	70	10 17	15 18	20 18	2.3	

МАРС

I	1 13 48.3	-9 34	1.2	5.6	0.91	34.21	76	1 50	7 07	12 24	1.7
	9 14 05.1	-11 05	1.1	5.8	0.91	35.08	73	1 43	6 53	12 02	1.9
	17 14 21.6	-12 31	1.0	6.1	0.91	35.82	71	1 36	6 38	11 40	2.2
	25 14 37.9	-13 51	0.9	6.5	0.90	36.43	69	1 27	6 22	11 17	2.5
II	2 14 53.7	-15 04	0.8	6.9	0.90	36.87	67	1 18	6 07	10 55	2.7
	10 15 09.1	-16 10	0.6	7.3	0.90	37.13	65	1 08	5 51	10 33	3.0
	18 15 23.9	-17 10	0.5	7.8	0.90	37.15	63	0 57	5 34	10 11	3.2
	26 15 37.8	-18 02	0.3	8.4	0.90	36.92	62	0 44	5 16	9 48	3.4
III	5 15 50.7	-18 48	0.1	9.0	0.90	36.37	60	0 30	4 58	9 25	3.6
	13 16 02.3	-19 28	0.0	9.7	0.91	35.46	59	0 14	4 38	9 02	3.7
	21 16 12.3	-20 02	-0.2	10.6	0.91	34.09	58	23 55	4 16	8 37	3.9
	29 16 20.4	-20 30	-0.5	11.5	0.92	32.22	57	23 35	3 53	8 10	4.0
IV	6 16 26.0	-20 54	-0.7	12.5	0.93	29.73	57	23 11	3 27	7 42	4.1
	14 16 28.8	-21 14	-0.9	13.6	0.95	26.52	56	22 45	2 58	7 11	4.2
	22 16 28.4	-21 30	-1.2	14.8	0.96	22.51	56	22 14	2 26	6 38	4.3
	30 16 24.6	-21 41	-1.4	16.0	0.98	17.66	55	21 40	1 51	6 01	4.3
V	8 16 17.3	-21 46	-1.7	17.0	0.99	11.96	55	21 02	1 12	5 22	4.4
	16 16 07.2	-21 45	-1.9	17.9	1.00	5.57	55	20 20	0 31	4 41	4.4
	24 15 55.4	-21 37	-2.0	18.5	1.00	1.57	56	19 31	23 42	3 53	4.3
VI	1 15 43.4	-21 25	-2.0	18.6	0.99	8.40	56	18 46	22 59	3 11	4.3
	9 15 32.8	-21 11	-1.9	18.4	0.98	15.12	56	18 03	22 17	2 31	4.2
	17 15 25.0	-21 01	-1.7	17.8	0.97	21.27	57	17 23	21 38	1 53	4.2
	25 15 20.7	-20 59	-1.6	17.0	0.95	26.65	57	16 48	21 03	1 18	4.1

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр	Фаза	Фазовий кут	Азимуті точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\phi$	
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\phi = 50^\circ$					
	год хв	'	"	"	"	°	°	год хв	год хв	год хв		хв
VII	3 15 20.0-21 07	-1.4	16.1	0.93	31.21	56	16	17	20 31	0 45	4.2	
	11 15 23.1-21 25	-1.2	15.2	0.91	34.97	56	15	51	20 03	0 15	4.3	
	19 15 29.4-21 52	-1.1	14.3	0.89	38.00	55	15	29	19 38	23 48	4.4	
VIII	27 15 38.7-22 25	-0.9	13.5	0.88	40.41	54	15	10	19 16	23 22	4.5	
	4 15 50.7-23 03	-0.8	12.7	0.87	42.28	53	14	55	18 57	22 59	4.7	
	12 16 04.9-23 42	-0.6	12.0	0.86	43.69	52	14	42	18 40	22 38	4.9	
IX	20 16 21.2-24 21	-0.5	11.3	0.85	44.72	51	14	31	18 25	22 18	5.1	
	28 16 39.3-24 56	-0.4	10.7	0.85	45.44	50	14	22	18 11	22 01	5.3	
	5 16 58.9-25 24	-0.3	10.2	0.85	45.88	49	14	13	18 00	21 46	5.5	
X	13 17 19.8-25 44	-0.2	9.7	0.85	46.09	48	14	05	17 49	21 33	5.6	
	21 17 41.9-25 54	-0.1	9.3	0.85	46.11	48	13	57	17 40	21 23	5.7	
	29 18 04.8-25 52	0.0	8.9	0.85	45.96	48	13	48	17 31	21 14	5.7	
XI	7 18 28.5-25 36	0.1	8.5	0.85	45.65	48	13	39	17 24	21 08	5.6	
	15 18 52.7-25 06	0.2	8.2	0.85	45.22	49	13	28	17 16	21 05	5.4	
	23 19 17.3-24 21	0.2	7.8	0.86	44.68	51	13	16	17 09	21 03	5.1	
XII	31 19 41.9-23 21	0.3	7.5	0.86	44.04	52	13	02	17 02	21 02	4.8	
	8 20 06.5-22 07	0.4	7.2	0.86	43.31	55	12	48	16 55	21 03	4.5	
	16 20 31.0-20 39	0.5	7.0	0.87	42.50	57	12	31	16 48	21 05	4.1	
I	24 20 55.3-18 59	0.5	6.7	0.87	41.62	60	12	14	16 41	21 08	3.6	
	2 21 19.2-17 06	0.6	6.5	0.88	40.67	63	11	56	16 33	21 11	3.2	
	10 21 42.7-15 04	0.7	6.3	0.89	39.66	67	11	37	16 25	21 14	2.7	
I	18 22 05.9-12 53	0.7	6.1	0.89	38.60	70	11	17	16 17	21 17	2.3	
	26 22 28.8-10 36	0.8	5.9	0.90	37.50	74	10	57	16 08	21 20	1.9	
	3 22 51.3 -8 12	0.9	5.7	0.90	36.35	78	10	36	15 59	21 23	1.4	

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр		Фазовий кут	Азимуті точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\phi$
	на 0 год усесвітнього часу			для $\lambda = 0$ год, $\phi = 50^\circ$							
	год хв	'	"	"	°	°	год хв	год хв	год хв	хв	

ЮПІТЕР

I	1 11 36.8	3 51	-2.2	39.04	36.48	10.01	97	22	34	4 56	11 17	-0.7
	17 11 36.8	3 56	-2.3	40.92	38.23	8.74	97	21	31	3 53	10 15	-0.7

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр		Фазовий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\varphi$
				екват.	поляр.						
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$				
год хв	° ' "	° ' "	"	"	°	°	год хв	год хв	год хв	хв	
II	2 11 33.8	4 20	-2.4	42.60	39.80	6.67	97	20 23	2 47	9 11	-0.7
	18 11 28.2	5 00	-2.5	43.86	40.98	3.91	98	19 11	1 38	8 05	-0.9
III	5 11 21.0	5 48	-2.5	44.42	41.50	0.76	100	17 57	0 28	6 59	-1.0
	21 11 13.4	6 37	-2.5	44.22	41.31	2.58	101	16 38	23 13	5 48	-1.1
IV	6 11 06.7	7 17	-2.4	43.28	40.44	5.56	102	15 26	22 04	4 42	-1.3
	22 11 02.2	7 43	-2.4	41.80	39.05	7.97	103	14 16	20 57	3 37	-1.3
V	8 11 00.4	7 51	-2.3	40.02	37.39	9.65	103	13 11	19 52	2 33	-1.4
	24 11 01.5	7 40	-2.2	38.16	35.65	10.56	102	12 10	18 50	1 31	-1.3
VI	9 11 05.3	7 13	-2.0	36.40	34.01	10.73	102	11 13	17 51	0 29	-1.2
	25 11 11.5	6 31	-2.0	34.82	32.53	10.26	101	10 20	16 55	23 29	-1.1
VII	11 11 19.6	5 37	-1.9	33.46	31.26	9.25	99	9 30	16 00	22 30	-1.0
	27 11 29.4	4 33	-1.8	32.36	30.23	7.81	98	8 42	15 07	21 32	-0.8
VIII	12 11 40.3	3 21	-1.7	31.52	29.45	6.04	96	7 56	14 15	20 34	-0.6
	28 11 52.1	2 03	-1.7	30.94	28.91	4.03	94	7 11	13 24	19 37	-0.3
IX	13 12 04.5	0 42	-1.7	30.62	28.61	1.87	92	6 27	12 33	18 40	-0.1
	29 12 17.2	-0 40	-1.7	30.56	28.55	0.43	89	5 43	11 43	17 43	0.1
X	15 12 29.8	-2 01	-1.7	30.74	28.72	2.62	87	4 59	10 53	16 46	0.3
	31 12 42.2	-3 19	-1.7	31.20	29.15	4.75	85	4 15	10 02	15 49	0.6
XI	16 12 53.8	-4 31	-1.8	31.92	29.82	6.68	83	3 29	9 11	14 52	0.8
XII	2 13 04.5	-5 35	-1.8	32.92	30.76	8.33	82	2 42	8 18	13 55	1.0
	18 13 13.6	-6 28	-1.9	34.20	31.95	9.56	80	1 52	7 24	12 57	1.1
I	3 13 20.9	-7 08	-2.0	35.74	33.39	10.27	79	1 00	6 29	11 58	1.2

САТУРН

I	1 16 39.3-20	30	0.5	15.30	13.59	2.72	57	5 40	9 57	14 15	4.0
	17 16 46.3-20	42	0.6	15.52	13.79	3.88	57	4 45	9 02	13 18	4.1
II	2 16 52.3-20	51	0.6	15.84	14.07	4.81	57	3 49	8 05	12 20	4.1
	18 16 57.0-20	57	0.5	16.20	14.39	5.43	57	2 51	7 06	11 21	4.1
III	5 17 00.2-21	00	0.5	16.64	14.78	5.68	57	1 52	6 07	10 21	4.1
	21 17 01.6-21	00	0.4	17.08	15.17	5.52	57	0 50	5 05	9 20	4.1
IV	6 17 01.2-20	58	0.3	17.54	15.58	4.94	57	23 47	4 02	8 17	4.1
	22 16 59.1-20	53	0.3	17.92	15.92	3.96	57	22 41	2 57	7 12	4.1
V	8 16 55.5-20	47	0.2	18.22	16.19	2.63	57	21 34	1 50	6 06	4.1
	24 16 51.0-20	40	0.1	18.40	16.35	1.08	57	20 26	0 43	5 00	4.1

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр		Фазо- вий кут	Азимут точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	$\Delta\phi$
				екват.	поляр.						
	на 0 год унесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\phi = 50^\circ$				
год хв	° ' "	° ' "	"	"	°	°	год хв	год хв	год хв	хв	
VI	9 16 46.0-20	32	0.0	18.42	16.36	0.62	57	19 13	23 31	3 48	4.0
	25 16 41.2-20	25	0.1	18.30	16.26	2.21	58	18 05	22 23	2 41	4.0
VII	11 16 37.2-20	20	0.2	18.04	16.03	3.62	58	16 57	21 16	1 35	4.0
	27 16 34.6-20	18	0.3	17.66	15.69	4.72	58	15 52	20 11	0 30	4.0
VIII	12 16 33.5-20	19	0.4	17.24	15.32	5.44	58	14 48	19 07	23 26	4.0
	28 16 34.2-20	24	0.5	16.78	14.91	5.76	58	13 46	18 05	22 23	4.0
IX	13 16 36.6-20	32	0.5	16.34	14.52	5.66	57	12 47	17 04	21 22	4.0
	29 16 40.6-20	43	0.6	15.96	14.18	5.20	57	11 49	16 05	20 22	4.1
X	15 16 46.0-20	56	0.6	15.62	13.88	4.41	57	10 53	15 08	19 23	4.1
	31 16 52.5-21	09	0.6	15.36	13.65	3.36	56	9 58	14 11	18 25	4.2
XI	16 16 59.8-21	23	0.5	15.18	13.49	2.11	56	9 03	13 16	17 28	4.2
XII	2 17 07.7-21	35	0.5	15.08	13.40	0.76	56	8 10	12 21	16 32	4.3
	18 17 15.8-21	45	0.5	15.08	13.40	0.67	55	7 16	11 26	15 36	4.4
I	3 17 23.8-21	53	0.5	15.16	13.47	2.03	55	6 22	10 31	14 40	4.4

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фазо- вий кут	Азимут точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	$\Delta\phi$
	год хв	° ' "	° ' "	"	°	°	год хв	год хв	год хв	

УРАН

I	1	1 02.1	5 56	5.8	3.56	2.80	100	11 47	18 19	0 50	-1.0
		17 1 02.8	6 01	5.8	3.50	2.78	100	10 45	17 17	23 49	-1.0
II	2	1 04.2	6 10	5.9	3.46	2.55	100	9 42	16 15	22 48	-1.1
		18 1 06.4	6 24	5.9	3.42	2.14	100	8 40	15 14	21 48	-1.1
III	5	1 09.1	6 41	5.9	3.40	1.58	101	7 39	14 14	20 50	-1.1
		21 1 12.3	7 01	5.9	3.38	0.91	101	6 38	13 14	19 51	-1.2
IV	6	1 15.6	7 21	5.9	3.36	0.18	102	5 36	12 15	18 53	-1.3
		22 1 19.0	7 42	5.9	3.36	0.56	103	4 35	11 15	17 56	-1.3
V	8	1 22.3	8 01	5.9	3.38	1.26	103	3 34	10 16	16 58	-1.4
		24 1 25.3	8 19	5.9	3.40	1.89	104	2 32	9 16	15 59	-1.4
VI	9	1 27.9	8 34	5.9	3.44	2.39	104	1 31	8 15	15 00	-1.5
		25 1 29.9	8 45	5.8	3.48	2.74	104	0 29	7 14	14 00	-1.5

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

Продовження табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина <i>m</i>	Види- мий діаметр	Фазо- вий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмі- нація	Захід	$\Delta\phi$	
	на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 0$ год, $\phi = 50^\circ$					
	год хв	'	"	"	"	"	год хв	год хв	год хв		хв
VII 11	1 31.2	8 52	5.8	3.52	2.91	104	23 27	6 13	12 59	-1.5	
27	1 31.7	8 55	5.8	3.56	2.87	104	22 24	5 10	11 57	-1.6	
VIII 12	1 31.5	8 53	5.8	3.62	2.63	104	21 21	4 07	10 53	-1.5	
28	1 30.5	8 47	5.7	3.66	2.19	104	20 18	3 03	9 49	-1.5	
IX 13	1 28.8	8 37	5.7	3.68	1.58	104	19 14	1 59	8 44	-1.5	
29	1 26.7	8 25	5.7	3.72	0.84	104	18 10	0 54	7 38	-1.5	
X 15	1 24.3	8 10	5.7	3.72	0.04	103	17 02	23 44	6 27	-1.4	
31	1 21.9	7 56	5.7	3.72	0.79	103	15 58	22 39	5 21	-1.4	
XI 16	1 19.7	7 44	5.7	3.68	1.54	103	14 54	21 34	4 15	-1.3	
XII 2	1 18.1	7 34	5.7	3.66	2.15	102	13 50	20 30	3 09	-1.3	
18	1 17.1	7 29	5.8	3.62	2.58	102	12 47	19 26	2 05	-1.3	
I 3	1 16.9	7 28	5.8	3.56	2.80	102	11 44	18 23	1 02	-1.3	

НЕПТУН

I 1	22 38.1	-9 28	7.9	2.24	1.59	76	10 38	15 55	21 13	1.6
17	22 39.8	-9 19	8.0	2.22	1.25	76	9 36	14 54	20 12	1.6
II 2	22 41.7	-9 07	8.0	2.22	0.82	76	8 34	13 53	19 12	1.6
18	22 43.9	-8 54	8.0	2.20	0.34	77	7 32	12 52	18 12	1.5
III 5	22 46.2	-8 40	8.0	2.20	0.17	77	6 30	11 52	17 13	1.5
21	22 48.4	-8 27	8.0	2.22	0.67	77	5 29	10 51	16 13	1.5
IV 6	22 50.5	-8 15	8.0	2.22	1.12	78	4 27	9 50	15 13	1.4
22	22 52.2	-8 04	7.9	2.24	1.49	78	3 25	8 49	14 13	1.4
V 8	22 53.6	-7 56	7.9	2.26	1.77	78	2 22	7 47	13 12	1.4
24	22 54.6	-7 51	7.9	2.26	1.92	78	1 20	6 45	12 11	1.4
VI 9	22 55.0	-7 49	7.9	2.28	1.93	78	0 17	5 43	11 08	1.3
25	22 54.9	-7 50	7.9	2.32	1.80	78	23 15	4 40	10 05	1.3
VII 11	22 54.4	-7 55	7.8	2.32	1.55	78	22 11	3 36	9 01	1.4
27	22 53.3	-8 01	7.8	2.34	1.17	78	21 08	2 32	7 57	1.4
VIII 12	22 52.0	-8 10	7.8	2.36	0.71	78	20 04	1 28	6 52	1.4
28	22 50.4	-8 20	7.8	2.36	0.19	77	19 01	0 24	5 47	1.4
IX 13	22 48.8	-8 30	7.8	2.36	0.35	77	17 53	23 15	4 37	1.5
29	22 47.2	-8 39	7.8	2.36	0.85	77	16 49	22 11	3 32	1.5
X 15	22 45.9	-8 47	7.8	2.34	1.29	77	15 46	21 07	2 27	1.5
31	22 45.0	-8 52	7.9	2.32	1.62	77	14 42	20 03	1 23	1.5
XI 16	22 44.6	-8 54	7.9	2.30	1.83	77	13 39	19 00	0 20	1.5

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

Закінчення табл. 18

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Види- мий діаметр	Фазо- вий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід		Верхня кульмі- нація		Захід		$\Delta\varphi$ хв	
	на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$								
	год хв	° ' "	"	°	°	год хв	год хв	год хв	год хв	год хв	год хв	хв		
XII	2 22 44.8	-8 53	7.9	2.28	1.89	77	12 37	17 57	23 17	1.5				
	18 22 45.4	-8 49	7.9	2.26	1.80	77	11 34	16 55	22 15	1.5				
I	3 22 46.6	-8 41	7.9	2.24	1.58	77	10 32	15 53	21 14	1.5				

ПЛУТОН

I	1 19 04.6	-21 00	14.0	0.10		57	8 07	12 22	16 37			
II	2 19 09.2	-20 56	14.0	0.10		57	6 06	10 21	14 36			
III	5 19 12.9	-20 52	14.0	0.10		57	4 03	8 19	12 35			
IV	6 19 14.8	-20 50	14.0	0.10		57	1 59	6 15	10 31			
V	8 19 14.6	-20 52	14.0	0.10		57	23 53	4 09	8 25			
VI	9 19 12.5	-20 58	14.0	0.10		57	21 46	2 01	6 16			
VII	11 19 09.3	-21 06	14.0	0.10		56	19 34	23 48	4 02			
VIII	12 19 06.2	-21 15	14.0	0.10		56	17 26	21 39	1 52			
IX	13 19 04.4	-21 22	14.0	0.10		56	15 19	19 32	23 44			
X	15 19 04.6	-21 26	14.0	0.10		56	13 14	17 26	21 38			
XI	16 19 06.9	-21 26	14.0	0.10		56	11 10	15 22	19 35			
XII	18 19 10.9	-21 23	14.0	0.10		56	9 08	13 21	17 33			

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

Таблиця 19

ВИДИМІСТЬ МЕРКУРІЯ НА ШИРОТІ 50°

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості		α	δ	Зоряна величина m	Максимальна висота	$\Delta\varphi$
	час місцевий			на 0 год усесвітнього часу					
	год хв	год хв	год хв	год хв	год хв	° ′		°	хв

Вечірня видимість

I	1	16 46	17 40	0 54	20 06.4	-21 03	-0.3	6.8	4.2
	5	16 50	17 37	0 47	20 12.7	-19 40	0.4	6.2	3.8
	9	16 54	17 20	0 26	20 06.9	-18 42	1.8	3.4	3.6

Ранкова видимість

I	17	7 10	7 15	0 05	19 27.4	-18 31	3.6	0.7	3.5
	21	6 42	7 12	0 30	19 10.5	-19 01	1.7	4.1	3.6
	25	6 24	7 08	0 44	19 03.6	-19 38	0.8	5.8	3.8
	29	6 15	7 04	0 49	19 06.2	-20 14	0.3	6.3	3.9
II	2	6 12	6 59	0 47	19 15.9	-20 41	0.1	5.9	4.1
	6	6 13	6 53	0 40	19 30.7	-20 55	0.0	5.1	4.1
	10	6 16	6 47	0 31	19 48.9	-20 52	0.0	4.1	4.1
	14	6 18	6 40	0 22	20 09.3	-20 31	0.0	2.9	4.0
	18	6 21	6 33	0 12	20 31.5	-19 50	-0.1	1.7	3.8
	22	6 22	6 26	0 04	20 54.7	-18 49	-0.1	0.5	3.6

Вечірня видимість

IV	2	19 06	19 26	0 20	1 21.9	8 49	-1.4	3.3	-1.5
	6	19 12	19 57	0 45	1 50.5	12 23	-1.1	7.0	-2.2
	10	19 19	20 25	1 06	2 17.2	15 30	-0.8	10.0	-2.9
	14	19 26	20 46	1 20	2 40.6	18 02	-0.4	11.9	-3.4
	18	19 32	20 59	1 27	2 59.4	19 50	0.1	12.6	-3.9
	22	19 39	21 02	1 23	3 12.9	20 54	0.8	11.9	-4.2
	26	19 46	20 55	1 09	3 20.5	21 13	1.6	9.8	-4.3
	30	19 53	20 38	0 45	3 22.2	20 49	2.6	6.3	-4.2
V	4	20 00	20 12	0 12	3 18.6	19 46	3.9	1.6	-3.9

Ранкова видимість

VI	5	3 07	3 10	0 03	3 17.6	14 29	0.6	0.4	-2.6
	9	3 00	3 08	0 08	3 33.9	15 52	0.3	1.1	-2.9
	13	2 56	3 06	0 10	3 53.8	17 29	0.0	1.5	-3.3
	17	2 54	3 06	0 12	4 17.5	19 14	-0.3	1.6	-3.7
	21	2 56	3 06	0 10	4 45.0	20 57	-0.6	1.4	-4.2
	25	3 02	3 07	0 05	5 16.3	22 29	-1.0	0.7	-4.6

Закінчення табл. 19

Дата	Початок і кінець видимості		Тривалість видимості	α	δ	Зоряна величина m	Максимальна висота	$\Delta\varphi$
	час місцевий			на 0 год усвітнього часу				
	год хв	год хв	год хв	год хв	° '		°	хв
Вечірня видимість								
VII 19	20 42	20 47	0 05	8 50.8	19 30	-0.8	0.8	-3.8
23	20 36	20 47	0 11	9 20.2	17 11	-0.5	1.6	-3.2
27	20 30	20 44	0 14	9 46.8	14 40	-0.3	2.0	-2.7
31	20 23	20 38	0 15	10 10.8	12 02	-0.1	2.2	-2.1
VIII 4	20 16	20 30	0 14	10 32.5	9 23	0.0	2.1	-1.6
8	20 09	20 20	0 11	10 51.9	6 47	0.1	1.8	-1.2
12	20 01	20 09	0 08	11 09.1	4 17	0.2	1.3	-0.7
16	19 53	19 57	0 04	11 23.8	1 58	0.4	0.6	-0.3
Ранкова видимість								
IX 17	5 02	5 06	0 04	11 08.4	3 06	3.4	0.7	-0.5
21	4 33	5 12	0 39	11 03.1	5 05	1.5	6.4	-0.9
25	4 17	5 19	1 02	11 06.9	5 59	0.3	9.8	-1.0
29	4 16	5 25	1 09	11 19.3	5 39	-0.4	10.9	-1.0
X 3	4 27	5 31	1 04	11 38.3	4 12	-0.8	10.2	-0.7
7	4 45	5 37	0 52	12 01.1	1 59	-1.0	8.3	-0.3
11	5 07	5 43	0 36	12 25.7	-0 42	-1.1	5.8	0.1
15	5 30	5 49	0 19	12 50.9	-3 36	-1.1	3.0	0.6
19	5 54	5 55	0 01	13 16.1	-6 32	-1.2	0.3	1.1
Вечірня видимість								
XI 28	16 40	16 46	0 06	17 29.3	-25 34	-0.4	0.7	5.6
XII 2	16 38	16 54	0 16	17 54.6	-25 50	-0.5	1.8	5.7
6	16 37	17 03	0 26	18 18.4	-25 43	-0.5	3.0	5.6
10	16 37	17 11	0 34	18 39.7	-25 13	-0.4	4.0	5.4
14	16 37	17 17	0 40	18 56.3	-24 25	-0.3	4.7	5.2
18	16 38	17 15	0 37	19 05.3	-23 24	0.2	4.5	4.8
22	16 39	17 02	0 23	19 02.9	-22 19	1.2	2.9	4.5

Таблиця 20

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

Дата	Венера		Марс		Юпітер		Сатурн		
	Початок і кінець видимості	Тривалість	Початок і кінець видимості	Тривалість	Початок і кінець видимості	Тривалість	Початок і кінець видимості	Тривалість	
	год								
XII	24	4.6—7.3	2.7	2.0—7.3	5.3	23.1—7.3	8.2	6.1—7.3	1.2
I	1	4.9—7.3	2.4	1.8—7.3	5.5	22.6—7.3	8.7	5.7—7.3	1.6
	9	5.3—7.3	2.0	1.7—7.3	5.6	22.1—7.3	9.2	5.2—7.3	2.1
	17	5.6—7.3	1.7	1.6—7.2	5.6	21.5—7.3	9.8	4.8—7.2	2.4
	25	5.8—7.2	1.4	1.5—7.1	5.6	21.0—7.1	10.1	4.3—7.1	2.8
II	2	6.0—7.0	1.0	1.3—7.0	5.7	20.4—7.0	10.6	3.8—7.0	3.2
	10	6.1—6.8	0.7	1.1—6.8	5.7	19.8—6.8	11.0	3.3—6.8	3.5
	18	6.1—6.6	0.5	1.0—6.6	5.6	19.2—6.6	11.4	2.9—6.6	3.7
	26	6.1—6.4	0.3	0.7—6.3	5.6	18.6—6.3	11.7	2.4—6.3	3.9
III	5	6.0—6.1	0.1	0.5—6.1	5.6	18.3—6.0	11.7	1.9—6.0	4.1
	13	—	—	0.2—5.8	5.6	18.6—5.8	11.2	1.4—5.6	4.2
	21	—	—	23.9—5.5	5.6	18.8—5.5	10.7	0.8—5.4	4.6
	29	—	—	23.6—5.2	5.6	19.0—5.2	10.2	0.3—5.2	4.9
IV	6	—	—	23.2—4.9	5.7	19.2—4.7	9.5	23.8—4.9	5.1
	14	—	—	22.8—4.6	5.8	19.4—4.2	8.8	23.2—4.6	5.4
	22	—	—	22.2—4.3	6.1	19.7—3.6	7.9	22.7—4.3	5.6
	30	—	—	21.7—4.0	6.3	19.9—3.1	7.2	22.1—4.0	5.9
V	8	—	—	21.0—3.8	6.8	20.1—2.6	6.5	21.6—3.8	6.2
	16	—	—	20.3—3.6	7.3	20.3—2.0	5.7	21.0—3.5	6.5
	24	—	—	20.5—3.4	6.9	20.5—1.5	5.0	20.4—3.4	7.0
	VI	1	—	—	20.7—3.2	6.5	20.7—1.0	4.3	20.7—3.2
VI	9	—	—	20.9—2.5	5.6	20.9—0.5	3.6	20.9—3.1	6.2
	17	—	—	20.9—1.9	5.0	20.9—24.0	3.1	20.9—3.1	6.2
	25	—	—	21.0—1.3	4.3	21.0—23.5	2.5	21.0—2.7	5.7
	VII	3	—	—	20.9—0.8	3.9	20.9—23.0	2.1	20.9—2.1
VII	11	—	—	20.8—0.3	3.5	20.8—22.5	1.7	20.8—1.6	4.8
	19	—	—	20.7—23.8	3.1	20.7—22.0	1.3	20.7—1.0	4.3
	27	20.5—20.6	0.1	20.5—23.4	2.9	20.5—21.5	1.0	20.5—0.5	4.0
	VIII	4	20.3—20.4	0.1	20.3—23.0	2.7	20.3—21.1	0.8	20.3—24.0
VIII	12	20.1—20.2	0.1	20.0—22.6	2.6	20.0—20.6	0.6	20.0—23.5	3.5
	20	19.8—19.9	0.1	19.8—22.3	2.5	19.8—20.1	0.3	19.8—22.9	3.1
	28	19.5—19.7	0.2	19.5—22.0	2.5	19.5—19.6	0.1	19.5—22.4	2.9
	IX	5	19.2—19.4	0.2	19.2—21.8	2.6	—	—	19.2—21.9
IX	13	18.9—19.2	0.3	18.9—21.6	2.7	—	—	18.9—21.4	2.5
	21	18.6—18.9	0.3	18.6—21.4	2.8	—	—	18.5—20.9	2.4
	29	18.3—18.7	0.4	18.3—21.2	2.9	—	—	18.3—20.4	2.1
	X	7	18.0—18.5	0.5	18.0—21.1	3.1	5.4—5.6	0.2	18.0—19.9
X	15	17.8—18.4	0.6	17.7—21.1	3.4	5.0—5.8	0.8	17.7—19.4	1.7

Дата	Венера		Марс		Юпітер		Сатурн		
	Початок і кінець видимості	Тривалість	Початок і кінець видимості	Тривалість	Початок і кінець видимості	Тривалість	Початок і кінець видимості	Тривалість	
	год								
X	23	17.5—18.3	0.8	17.5—21.0	3.5	4.6—6.0	1.4	17.5—18.9	1.4
	31	17.3—18.2	0.9	17.2—21.0	3.8	4.3—6.2	1.9	17.2—18.4	1.2
XI	8	17.1—18.3	1.2	17.0—21.1	4.1	3.9—6.5	2.6	17.0—18.0	1.0
	16	16.9—18.4	1.5	16.9—21.1	4.2	3.5—6.7	3.2	16.9—17.5	0.6
	24	16.8—18.7	1.9	16.7—21.1	4.4	3.1—6.8	3.7	16.7—17.0	0.3
XII	2	16.7—19.0	2.3	16.6—21.2	4.6	2.7—7.0	4.3	—	—
	10	16.7—19.3	2.6	16.6—21.2	4.6	2.3—7.2	4.9	—	—
	18	16.7—19.7	3.0	16.6—21.3	4.7	1.9—7.3	5.4	—	—
	26	16.8—20.0	3.2	16.7—21.3	4.6	1.4—7.3	5.9	6.8—7.3	0.5
I	3	16.9—20.3	3.4	16.8—21.4	4.6	1.0—7.3	6.3	6.4—7.3	0.9

Таблиця 21

**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 2016	1	30.6	0.325	0.921	184.9	0.720	1.166	
	5	54.2	0.312	0.818	191.4	0.721	1.192	
	9	79.2	0.308	0.730	197.8	0.721	1.216	
	13	104.3	0.313	0.677	204.3	0.722	1.241	
	17	127.9	0.328	0.669	210.7	0.722	1.264	
	21	149.1	0.348	0.702	217.1	0.723	1.288	
	25	167.9	0.371	0.761	223.5	0.723	1.310	
	29	184.3	0.394	0.831	229.9	0.724	1.333	
	Лютий	2	199.0	0.415	0.904	236.3	0.725	1.355
		6	212.3	0.433	0.974	242.7	0.725	1.376
10		224.5	0.448	1.039	249.0	0.726	1.397	
14		236.1	0.458	1.099	255.4	0.726	1.417	
18		247.3	0.465	1.153	261.7	0.726	1.437	
22		258.3	0.467	1.201	268.1	0.727	1.456	
26		269.3	0.464	1.243	274.4	0.727	1.475	
Березень		1	280.6	0.457	1.280	280.7	0.727	1.493
	5	292.4	0.446	1.311	287.1	0.728	1.511	
	9	305.0	0.431	1.336	293.4	0.728	1.528	
	13	318.6	0.412	1.353	299.7	0.728	1.545	
	17	333.6	0.390	1.361	306.0	0.728	1.561	
	21	350.4	0.367	1.358	312.4	0.728	1.576	
	25	9.4	0.345	1.340	318.7	0.728	1.591	
	29	30.8	0.325	1.305	325.0	0.728	1.605	

Продовження табл. 21

Дата	Меркурій			Венера			
	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	
Квітень	2	54.4	0.312	1.250	331.4	0.728	1.619
	6	79.4	0.308	1.174	337.7	0.728	1.632
	10	104.4	0.313	1.081	344.1	0.727	1.644
	14	128.0	0.328	0.980	350.4	0.727	1.656
	18	149.3	0.348	0.879	356.8	0.727	1.666
	22	168.0	0.371	0.786	3.1	0.726	1.677
	26	184.4	0.394	0.704	9.5	0.726	1.686
Травень	30	199.1	0.415	0.639	15.9	0.725	1.695
	4	212.4	0.433	0.591	22.2	0.725	1.703
	8	224.6	0.448	0.563	28.6	0.724	1.710
	12	236.2	0.458	0.554	35.0	0.724	1.716
	16	247.4	0.465	0.565	41.4	0.723	1.721
	20	258.4	0.467	0.592	47.8	0.723	1.726
	24	269.4	0.464	0.632	54.2	0.722	1.730
Червень	28	280.7	0.457	0.684	60.7	0.722	1.732
	1	292.5	0.446	0.745	67.1	0.721	1.734
	5	305.1	0.431	0.813	73.5	0.721	1.735
	9	318.7	0.412	0.887	80.0	0.720	1.735
	13	333.7	0.390	0.965	86.4	0.720	1.734
	17	350.6	0.367	1.046	92.9	0.720	1.733
	21	9.6	0.345	1.126	99.4	0.719	1.730
Липень	25	31.0	0.325	1.200	105.9	0.719	1.726
	29	54.6	0.312	1.262	112.3	0.719	1.721
	3	79.6	0.308	1.307	118.8	0.719	1.716
	7	104.6	0.313	1.329	125.3	0.718	1.709
	11	128.2	0.328	1.329	131.8	0.718	1.702
	15	149.4	0.348	1.311	138.3	0.718	1.693
	19	168.1	0.371	1.280	144.8	0.719	1.684
Серпень	23	184.6	0.394	1.240	151.3	0.719	1.674
	27	199.2	0.415	1.193	157.8	0.719	1.663
	31	212.5	0.433	1.143	164.3	0.719	1.651
	4	224.7	0.448	1.090	170.8	0.720	1.638
	8	236.3	0.459	1.035	177.3	0.720	1.625
	12	247.5	0.465	0.978	183.8	0.720	1.610
	16	258.5	0.467	0.920	190.2	0.721	1.595
Вересень	20	269.5	0.464	0.861	196.7	0.721	1.579
	24	280.8	0.457	0.803	203.1	0.722	1.563
	28	292.6	0.446	0.748	209.6	0.722	1.546
	1	305.2	0.430	0.698	216.0	0.723	1.528
	5	318.8	0.412	0.659	222.4	0.723	1.510
	9	333.9	0.390	0.637	228.8	0.724	1.490
	13	350.7	0.367	0.642	235.2	0.724	1.471
Вересень	17	9.7	0.344	0.680	241.6	0.725	1.451
	21	31.1	0.325	0.752	247.9	0.725	1.430
	25	54.8	0.312	0.849	254.3	0.726	1.409
	29	79.8	0.308	0.961	260.6	0.726	1.387

Продовження табл. 21

Дата	Меркурій			Венера			
	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	
Жовтень	3	104.8	0.313	1.072	267.0	0.727	1.365
	7	128.4	0.328	1.172	273.3	0.727	1.342
	11	149.6	0.348	1.255	279.6	0.727	1.319
	15	168.3	0.371	1.320	286.0	0.728	1.295
	19	184.7	0.394	1.370	292.3	0.728	1.271
	23	199.3	0.415	1.405	298.6	0.728	1.247
	27	212.6	0.433	1.427	304.9	0.728	1.222
Листопад	31	224.8	0.448	1.439	311.3	0.728	1.197
	4	236.4	0.459	1.440	317.6	0.728	1.172
	8	247.6	0.465	1.433	323.9	0.728	1.146
	12	258.6	0.467	1.417	330.3	0.728	1.120
	16	269.6	0.464	1.392	336.6	0.728	1.093
	20	280.9	0.457	1.358	342.9	0.727	1.067
	24	292.7	0.446	1.315	349.3	0.727	1.040
Грудень	28	305.3	0.430	1.262	355.7	0.727	1.012
	2	318.9	0.411	1.198	2.0	0.726	0.985
	6	334.0	0.390	1.122	8.4	0.726	0.957
	10	350.8	0.367	1.036	14.8	0.726	0.928
	14	9.9	0.344	0.941	21.1	0.725	0.900
	18	31.3	0.325	0.842	27.5	0.725	0.871
	22	55.0	0.312	0.753	33.9	0.724	0.842
Січень 2017	26	80.0	0.308	0.691	40.3	0.723	0.813
	30	105.0	0.314	0.675	46.7	0.723	0.784
	3	128.6	0.328	0.705	53.1	0.722	0.755

Дата	Земля		Марс			
	l , град.	r , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	
Січень 2016	1	100.0	0.983	174.3	1.658	1.684
	9	108.1	0.983	177.9	1.654	1.605
	17	116.3	0.984	181.4	1.650	1.525
	25	124.4	0.984	185.0	1.645	1.444
Лютий	2	132.6	0.985	188.6	1.640	1.362
	10	140.7	0.987	192.2	1.634	1.280
	18	148.8	0.988	195.8	1.628	1.198
	26	156.8	0.990	199.5	1.621	1.118
Березень	5	164.8	0.992	203.2	1.614	1.038
	13	172.8	0.994	207.0	1.606	0.961
	21	180.8	0.996	210.7	1.597	0.886
	29	188.7	0.998	214.5	1.589	0.815
Квітень	6	196.6	1.001	218.4	1.580	0.749
	14	204.5	1.003	222.3	1.570	0.688
	22	212.3	1.005	226.3	1.561	0.633
	30	220.1	1.007	230.3	1.551	0.587
Травень	8	227.8	1.009	234.3	1.540	0.550
	16	235.6	1.011	238.4	1.530	0.523

Продовження табл. 21

Дата		Земля		Марс		
		l , град.	r , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Травень	24	243.3	1.013	242.6	1.520	0.507
Червень	1	250.9	1.014	246.8	1.509	0.503
	9	258.6	1.015	251.1	1.499	0.510
	17	266.2	1.016	255.4	1.488	0.527
	25	273.9	1.016	259.8	1.478	0.551
Липень	3	281.5	1.017	264.3	1.468	0.581
	11	289.1	1.017	268.8	1.458	0.616
	19	296.8	1.016	273.4	1.449	0.655
Серпень	27	304.4	1.016	278.1	1.440	0.696
	4	312.1	1.015	282.8	1.431	0.738
	12	319.7	1.013	287.5	1.423	0.782
	20	327.4	1.012	292.3	1.415	0.827
Вересень	28	335.1	1.010	297.2	1.408	0.872
	5	342.9	1.008	302.1	1.402	0.917
	13	350.6	1.006	307.1	1.397	0.963
	21	358.4	1.004	312.1	1.392	1.009
Жовтень	29	6.3	1.002	317.1	1.388	1.055
	7	14.2	0.999	322.1	1.385	1.102
	15	22.1	0.997	327.2	1.383	1.149
	23	30.0	0.995	332.3	1.382	1.197
Листопад	31	38.0	0.993	337.3	1.381	1.245
	8	46.0	0.991	342.4	1.382	1.294
	16	54.1	0.989	347.5	1.383	1.343
	24	62.1	0.987	352.6	1.386	1.393
Грудень	2	70.2	0.986	357.6	1.389	1.444
	10	78.4	0.985	2.6	1.393	1.496
	18	86.5	0.984	7.6	1.398	1.548
	26	94.6	0.983	12.5	1.404	1.601
Січень 2017	3	102.8	0.983	17.4	1.411	1.654

Дата		Юпітер			Сатурн		
		l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Січень 2016	1	163.1	5.416	5.049	248.4	10.011	10.860
	21	164.7	5.420	4.766	249.0	10.013	10.656
Лютий	10	166.2	5.423	4.553	249.6	10.016	10.378
	Березень	1	167.7	5.427	4.445	250.3	10.018
Квітень	21	169.3	5.430	4.459	250.9	10.021	9.726
	10	170.8	5.433	4.591	251.5	10.023	9.424
Травень	30	172.3	5.436	4.817	252.1	10.025	9.187
	20	173.8	5.439	5.104	252.7	10.027	9.046
Червень	9	175.3	5.441	5.417	253.3	10.029	9.020
	29	176.9	5.443	5.722	253.9	10.032	9.111
Липень	19	178.4	5.446	5.996	254.5	10.034	9.307

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.	
Серпень	8	179.9	5.447	6.217	255.1	10.036	9.582
	28	181.4	5.449	6.370	255.7	10.037	9.902
Вересень	17	182.9	5.451	6.447	256.3	10.039	10.231
Жовтень	7	184.4	5.452	6.439	256.9	10.041	10.536
	27	185.9	5.453	6.347	257.5	10.043	10.785
Листопад	16	187.5	5.454	6.176	258.1	10.044	10.955
Грудень	6	189.0	5.455	5.934	258.7	10.046	11.028
	26	190.5	5.456	5.641	259.3	10.048	10.999

Дата	Уран			Нептун			Плутон			
	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.	<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	19.4	19.975	19.839	339.1	29.960	30.475	285.2	33.014	33.993
	21	19.6	19.973	20.181	339.3	29.959	30.731	285.3	33.027	33.977
Лютий	10	19.8	19.972	20.495	339.4	29.959	30.895	285.4	33.039	33.849
Березень	1	20.0	19.970	20.747	339.5	29.958	30.949	285.5	33.052	33.625
	21	20.2	19.968	20.910	339.6	29.958	30.889	285.6	33.064	33.333
Квітень	10	20.5	19.966	20.968	339.7	29.957	30.722	285.7	33.076	33.007
	30	20.7	19.964	20.917	339.9	29.957	30.470	285.8	33.089	32.688
Травень	20	20.9	19.962	20.763	340.0	29.956	30.158	285.9	33.101	32.414
Червень	9	21.1	19.960	20.524	340.1	29.956	29.823	286.0	33.114	32.217
	29	21.3	19.959	20.222	340.2	29.956	29.500	286.2	33.126	32.121
Липень	19	21.5	19.957	19.890	340.3	29.955	29.227	286.3	33.139	32.141
Серпень	8	21.8	19.955	19.562	340.5	29.955	29.036	286.4	33.152	32.273
	28	22.0	19.953	19.276	340.6	29.954	28.949	286.5	33.164	32.506
Вересень	17	22.2	19.951	19.066	340.7	29.954	28.979	286.6	33.177	32.813
Жовтень	7	22.4	19.949	18.960	340.8	29.953	29.124	286.7	33.189	33.160
	27	22.6	19.947	18.974	341.0	29.953	29.366	286.8	33.202	33.509
Листопад	16	22.8	19.945	19.106	341.1	29.953	29.678	286.9	33.214	33.821
Грудень	6	23.1	19.943	19.341	341.2	29.952	30.022	287.0	33.227	34.060
	26	23.3	19.941	19.649	341.3	29.952	30.355	287.1	33.240	34.201

ГРАФІЧНИЙ КАЛЕНДАР ФАЗ МІСЯЦЯ ТА ВИДИМОСТІ ПЛАНЕТ ДЛЯ ШИРОТИ 50°

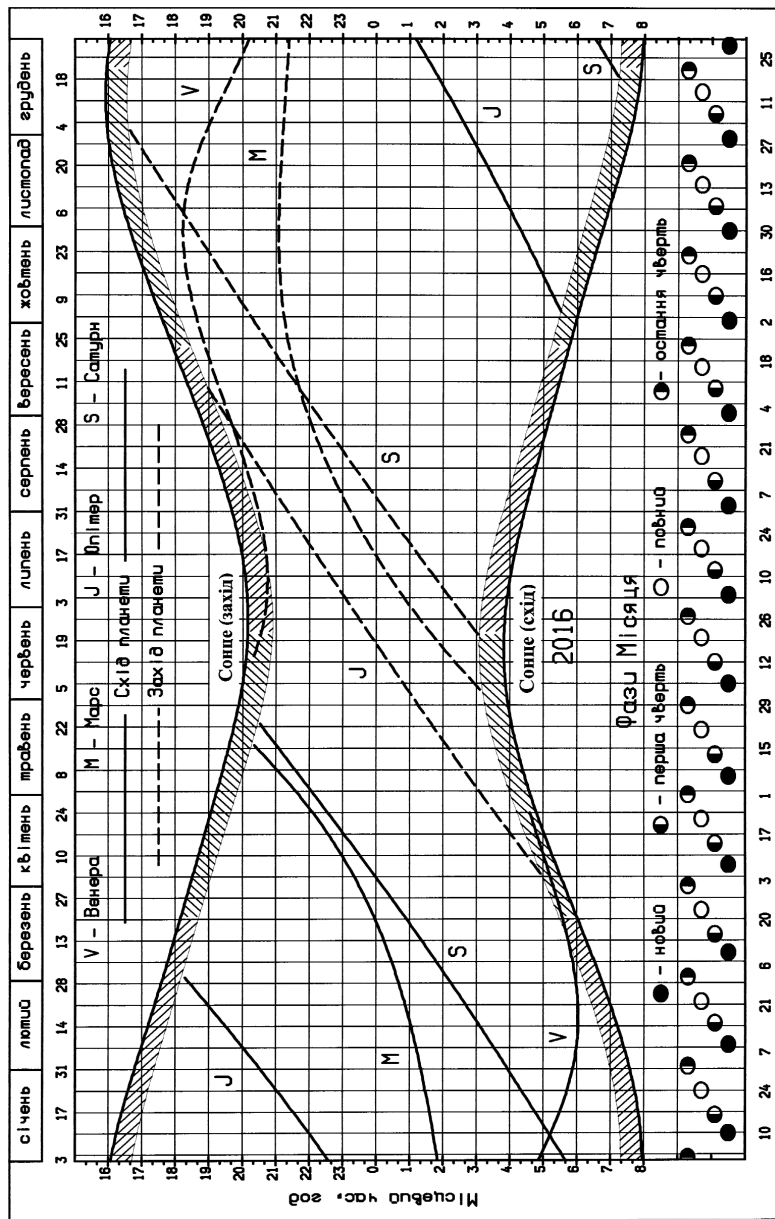
Графічний календар дає змогу встановити дати фаз Місяця, визначити умови видимості яскравих планет для будь-якої календарної дати, а також наочно простежити зміну цих умов протягом року.

У календарі по горизонталі розміщено дати 2016 р. Сітка вертикальних ліній (ліній дати), виконана з інтервалом сім днів, фіксує дати неділь, 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, яку беруть з табл. 50 або з географічної карти. 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 штриховки означає зміну астрономічних пір року і, таким чином, указує на дати сонцестоянь і рівнодень.

Видимість планети умовно обмежують її сходом (або заходом) і присмерками. Реальні моменти початку і кінця видимості планети залежать від багатьох чинників. У календарі враховано певною мірою тільки середні блиски планет. Якщо лінія дати після перетину кривої заходу Сонця перетинає лінію заходу планети, то цю планету буде видно приблизно з моменту закінчення вечірніх присмерків до її заходу, якщо ж лінія дати спочатку перетинає криву сходу планети, а потім криву сходу Сонця, то видимість планети триває з моменту її сходу до ранкових присмерків. Наприклад, у ніч проти 12 грудня 2016 р. Венеру та Марс можна буде спостерігати лише ввечері — після закінчення вечірніх присмерків (приблизно з 16 год 40 хв) і до заходу планет (близько 19 год 20 хв та 21 год 15 хв відповідно). Юпітер зійде о 2 год 20 хв, і його буде видно до ранку 12 грудня, тобто до початку ранкових присмерків (7 год 10 хв).



Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°

Сатурн же цієї ночі буде недоступним для спостереження, у чому неважко переконатися, проекстраполовавши лінії заходу та сходу цієї планети для 11 та 12 грудня — під час вечірніх присмерків планета заходить, а сходить лише вранці, одночасно зі Сонцем.

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 7 грудня припадає фаза «перша чверть», а на 14 — фаза «повний Місяць». Отже, у ніч проти 12 грудня Місяць матиме вигляд диска, щербатого зі східного боку.

Спостереження планет слід починати через півгодини-годину після їхнього сходу та закінчувати дещо раніше заходу, оскільки поблизу горизонту атмосфера дуже послаблює світло небесних тіл. Для умов видимості важливе значення має також блиск світила. Так, яскраву Венеру добре видно навіть у присмерках, а набагато слабший Марс, як правило, — тільки в повній темряві.

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 областей і Автономної Республіки Крим). Щоб забезпечити вищу точність моментів, слід звернутися до таблиць.

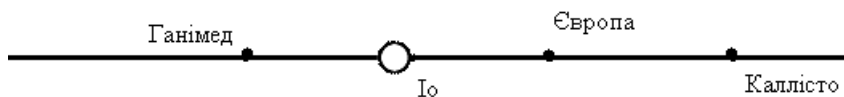
Календар можна використовувати для планування навчальних й аматорських астрономічних спостережень.

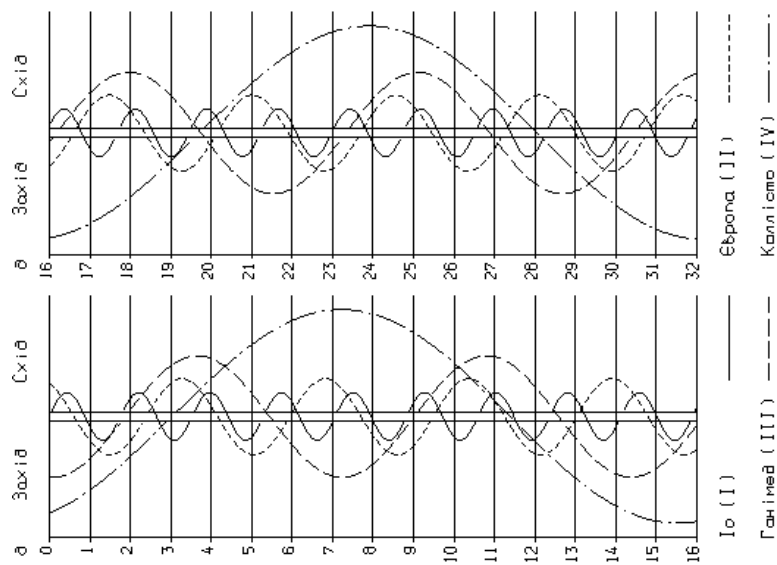
ГАЛЛЕЄВІ СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА

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.

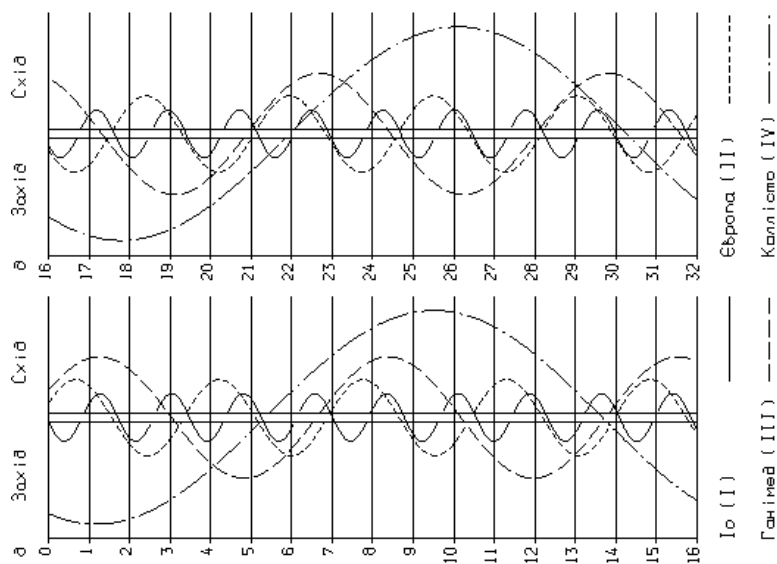
Положення супутників щодо Юпітера зображено кривими різних типів. Конфігурації наведено для спостережень у телескоп-рефрактор, тобто схід — праворуч від диска, а захід — ліворуч від нього. Щоб дізнатися про конфігурації супутників у певний момент усесвітнього часу, слід провести горизонтальну лінію, 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 розміщення супутників відносно диска Юпітера в його екваторіальній площині в 0 год усесвітнього часу 1 квітня 2016 р.

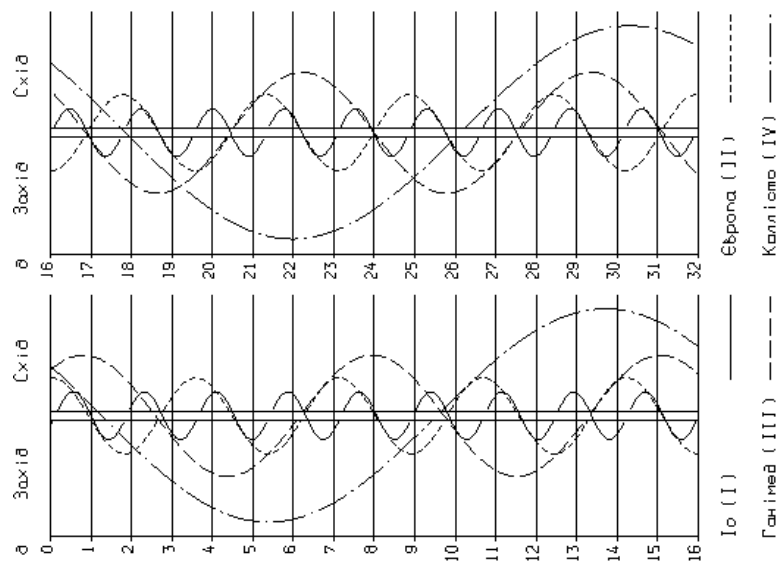




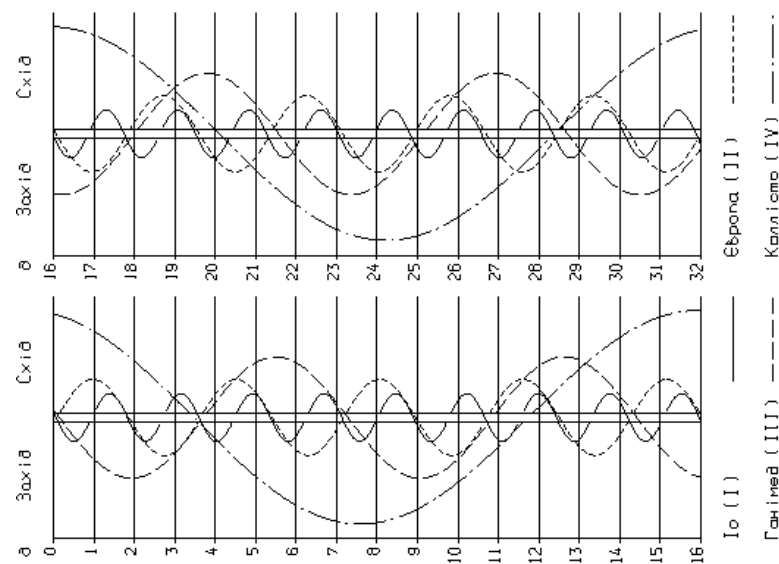
Конфігурації супутників Юпітера в січні 2016 року



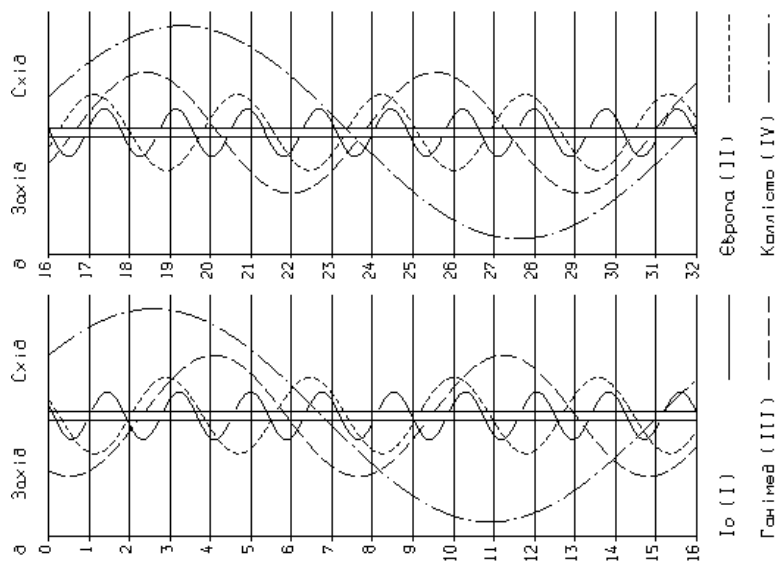
Конфігурації супутників Юпітера в лютому 2016 року



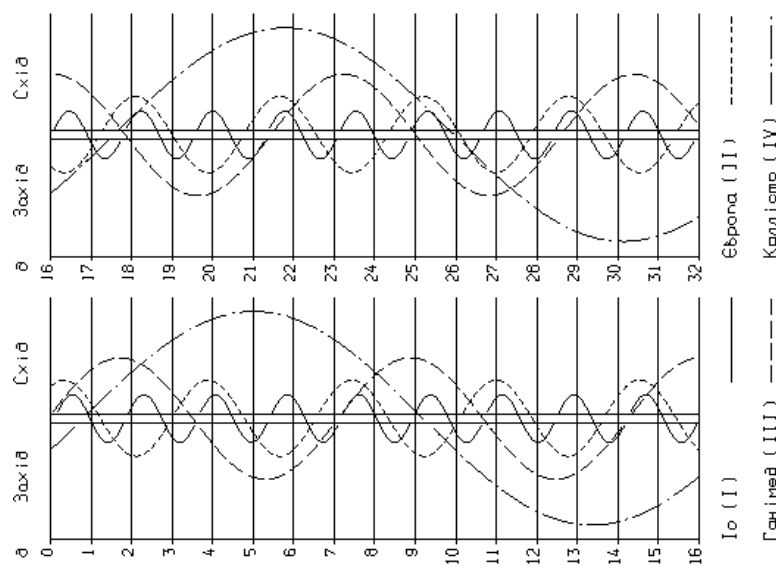
Конфігурації супутників Юпітера в березні 2016 року



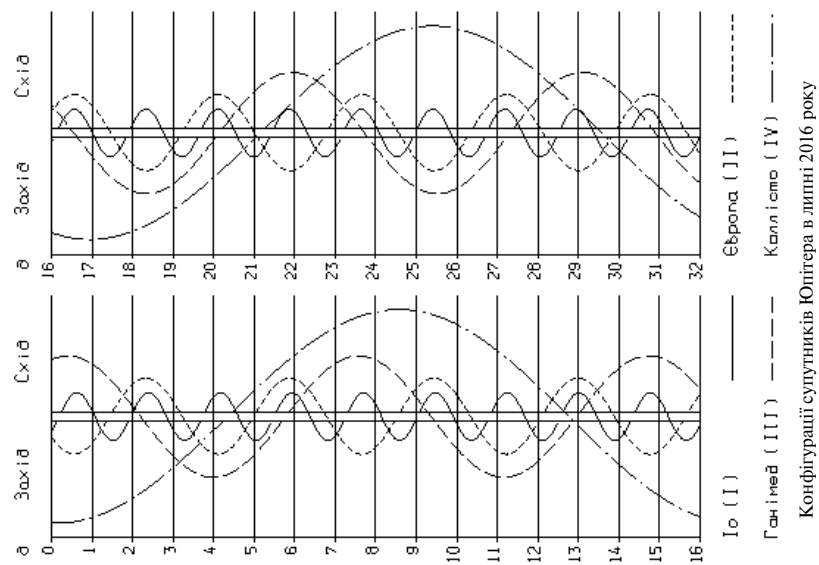
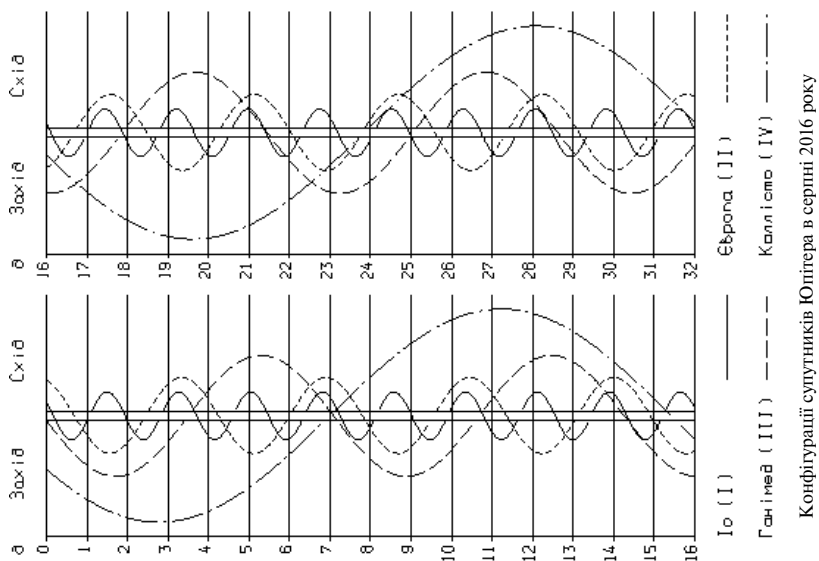
Конфігурації супутників Юпітера у квітні 2016 року

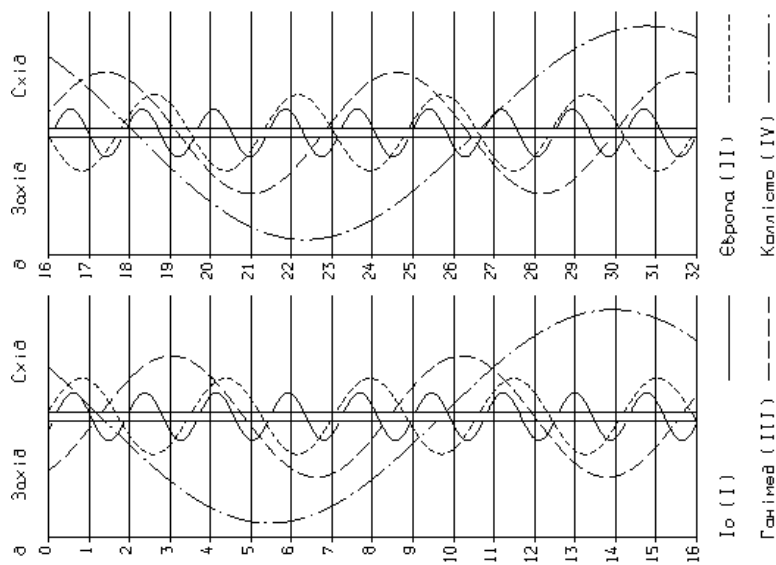


Конфігурації супутників Юпітера в травні 2016 року

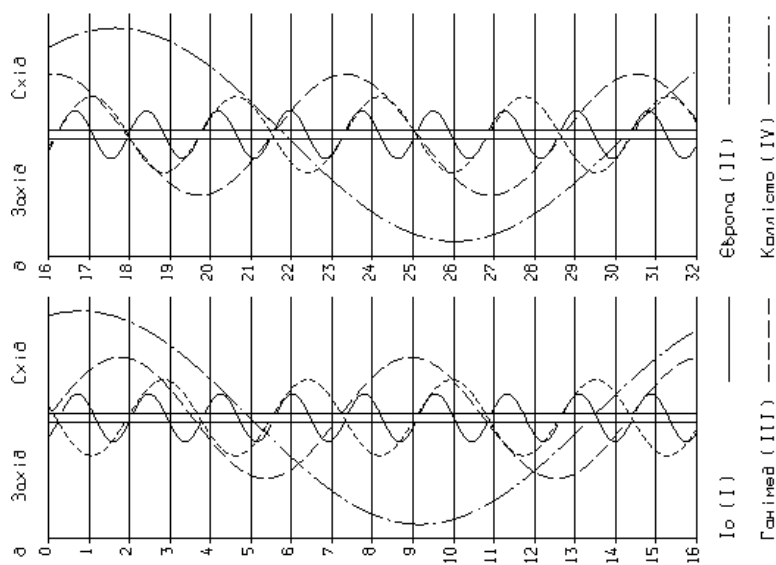


Конфігурації супутників Юпітера в червні 2016 року

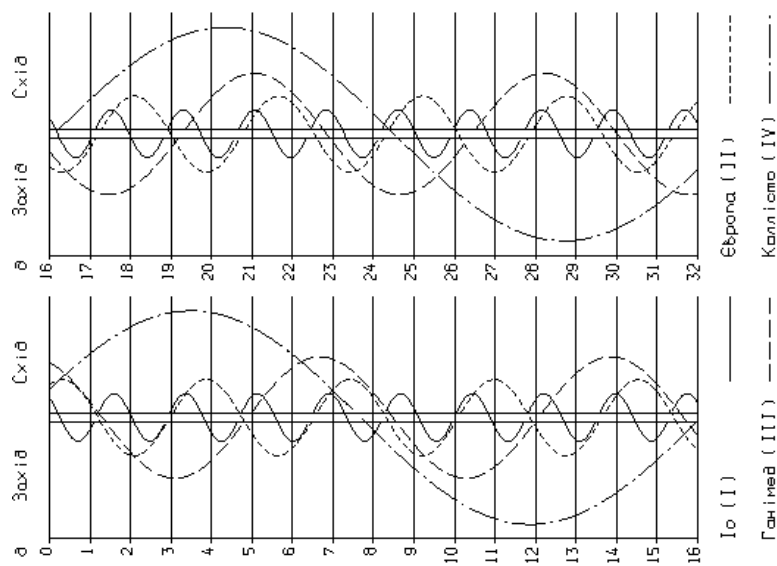




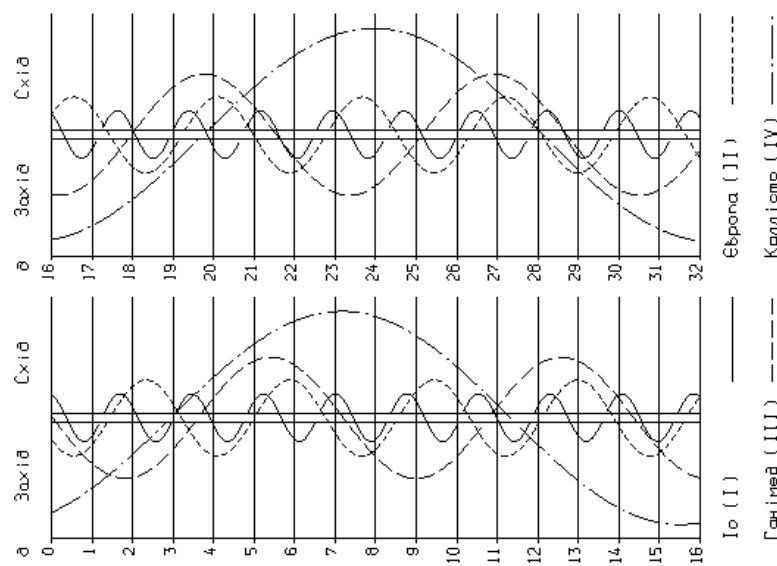
Конфігурації супутників Юпітера у вересні 2016 року



Конфігурації супутників Юпітера в жовтні 2016 року



Конфігурації супутників Юпітера в листопаді 2016 року



Конфігурації супутників Юпітера в грудні 2016 року

Таблиця 22

СЕРЕДНІ ЕЛЕМЕНТИ ОРБІТ ПЛАНЕТ НА ЕПОХУ J2000.0

Планети	Нахил i	Довгота		Добовий рух n	Ексцентриситет e	Середня довгота L
		висхідного вузла	перигелію			
	град.				град.	
Меркурій	7.00	48.33	77.46	4.09	0.21	252.25
Венера	3.39	76.68	131.53	1.60	0.01	181.98
Земля	—	0.00	102.94	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	0.06	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
Плутон*	17.14	110.23	223.87	0.004	0.25	239.30

Таблиця 23

ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Планети	Середній екваторіальний радіус, км	Маса в одиницях маси Землі	Об'єм в одиницях об'єму Землі	Густина, г/см ³	Стиснення геометричне	Сидеричний період обертання в одинах тропічного року
Меркурій	2439.7	0.055	0.056	5.43	0	0.24
Венера	6051.8	0.815	0.858	5.24	0	0.62
Земля	6378.14	1.000	1.000	5.52	0.003	1.00
Марс	3396.2	0.107	0.150	3.93	0.006	1.88
Юпітер	71492	317.833	1317.933	1.33	0.065	11.86
Сатурн	60268	95.163	749.718	0.69	0.098	29.42
Уран	25559	14.536	61.513	1.27	0.023	83.75
Нептун	24764	17.149	53.909	1.64	0.017	163.72
Плутон*	1195	0.002	0.012	1.8	0	248.02

Планети	Середня відстань від Сонця		Мінімальна геоцентрична відстань	Максимальний кутовий екваторіальний діаметр	Візуальний блиск	
	а. о.	млн км			V	V_0
					m	
Меркурій	0.39	57.89	0.549	12.3	-0.42	—
Венера	0.72	108.21	0.265	63.0	-4.40	—
Земля	1.00	149.60	—	—	-3.86	—
Марс	1.52	227.92	0.373	25.1	-1.52	-2.01
Юпітер	5.20	778.57	3.949	49.9	-9.40	-2.70
Сатурн	9.58	1433.53	8.032	20.7	-8.88	+0.67
Уран	19.20	2872.5	17.292	4.1	-7.19	+5.52
Нептун	30.05	4495.1	28.814	2.4	-6.87	+7.84
Плутон*	39.24	5870.0	28.687	0.11	-1.0	+15.12

* Згідно з резолюцією Генеральної асамблеї Міжнародного астрономічного союзу (Прага, серпень 2006 р.) планету Плутон рекомендовано називати карликовою планетою.

ВИДИМІСТЬ КОМЕТ УПРОДОВЖ 2016 РОКУ

У 2016 р. очікується проходження через перигелій 60 раніше відкритих комет (з них 50 — короткоперіодичні)¹. У табл. 25 подано елементи орбіт цих комет, у табл. 26 — ефемериди найяскравіших з них ($m_1 < 12^m$).

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. 24) 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 навколядерного (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 2015 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.

Комети, які не будуть доступні для візуальних аматорських спостережень в Україні

Першою до перигелію наблизиться комета **116P/Вілд 4**, яку відкрив Пауль Вілд 21 січня 1990 р. в обсерваторії Циммервальд (Берн, Швейцарія). Це була вже четверта відкрита ним короткоперіодична комета. Крім того, за своє життя П. Вілд відкрив 94 астероїди.

Наступною перигелій пройде комета **C/2014 Y1 (ПАНСТАРПС)**. Її відкрили 16 грудня 2014 р. за допомогою 1.80-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС¹ (обсерваторія Мауна-Кеа, Гаваї, США).

Наприкінці січня до Сонця наблизиться комета **211P/Гілл**. Комету відкрив Річард Гілл 4 грудня 2008 р. за допомогою 0.68-м телескопа під час спостережень за програмою «Catalina Sky Survey».

У лютому першою пройде перигелій комета **50P/Аренд**. Її виявив Сільвіан Аренд (Королівська обсерваторія, Бельгія) на фотонегативах, отриманих 4 жовтня 1951 р. за допомогою 0.4-м телескопа.

Потім до перигелію наблизиться комета **C/2014 W5 (Леммон — ПАНСТАРПС)**, яку відкрили 16 листопада 2014 р. в обсерваторії Маунт-Леммон за допомогою 1.5-м телескопа. Через кілька днів відкриття було підтвержене за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС, тому комета має подвійну назву.

Наприкінці лютого пройде перигелій комета **147P/Кушида — Мурамацу**. Її виявили на фотознімку, отриманому за допомогою 25-см (f/3.4) рефлектора 8 грудня 1993 р., Йошіо Кушида й Осаму Мурамацу.

На початку березня до Сонця підійде комета **194P/ЛІНЕАР**. Її відкрили 27 січня 2000 р. під час спостережень за проектом ЛІНЕАР

¹ PANSTARRS — **P**anoramic Survey Telescope and **R**apid Response System

(LINEAR — Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research) за допомогою 1-м телескопа.

Згодом до перигелію наблизиться комета **C/2014 W2 (ПАНСТАРПС)**, яку відкрили 17 листопада 2014 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС.

У середині березня має пройти перигелій комета **127P/Голт — Олмстед**. Її відкрили Генрі Голт і Мішель Олмстед (Паломарська обсерваторія, США) на фотонегативах, отриманих у вересні 1990 р. за допомогою 0.46-м телескопа Шмідта.

Наприкінці березня перигелій пройде комета **104P/Ковал 2**. Комету виявив Чарльз Ковал (Паломарська обсерваторія, Каліфорнія, США) на фотонегативах, отриманих 27 січня 1979 р. за допомогою 1.22-м телескопа Шмідта.

На початку квітня до Сонця підійде комета **100P/Гартлі 1**. Малкольм Гартлі (Австралія) відкрив свою першу комету на фотонегативах, отриманих за допомогою 1.2-м телескопа Шмідта 13 червня 1985 р. Яскравість комети становила 16 зоряних величин, вона мала невеликий хвіст завдовжки близько 1'.

Згодом до перигелію підійде комета **190P/Мюллер**. Комету відкрила Джин Мюллер (США) 21 жовтня 1998 р. за допомогою 1.2-м телескопа під час спостережень за програмою POSES (Palomar Outer Solar System Ecliptic Survey).

Потім перигелій пройде комета **53P/Ван Бісбрук**, яку відкрив Джордж ван Бісбрук (Єрська обсерваторія, США) за допомогою 0.6-м рефлектора 1 вересня 1954 р. під час невеликого пошуку астероїда 1953 GC.

Наприкінці квітня перигелій пройде нова короткоперіодична комета **302P/Леммон — ПАНСТАРПС**. Її відкрив Едвард Бешор в обсерваторії Маунт-Леммон 13 вересня 2007 р. У теперішній появі комету перевідкрили 21 травня 2014 р. задовго до проходження перигелію за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС. Тому-то комета має подвійну назву.

На початку травня до перигелію підійде нова комета — **C/2015 B2 (ПАНСТАРПС)**, яку відкрили 29 січня 2015 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС.

Потім до Сонця наблизиться комета **77P/Лонгмор**. Її відкрив Ендрю Лонгмор на фотонегативах, отриманих за допомогою 1.22-м телескопа Шмідта (обсерваторія Сайдінг-Спрінг, Австралія) 10 червня 1975 р. під час проведення фотографічного огляду південного неба.

Наступною перигелій пройде комета **224P/ЛІНЕАР — НЕАТ**. Комета була відкрита 4 грудня 2003 р. за допомогою 1-м телескопа Лінкольнівської спостережної станції (США) за програмою ЛІНЕАР. Через кілька днів відкриття було підтвержене під час спостережень

за програмою HEAT (NEAT — Near Earth Asteroid Tracking), тому комета має подвійну назву.

Двадцять сьомого травня до Сонця підійдуть дві комети: уранці — комета **C/2011 KP36 (Спейсвоч)**, удень — комета **P/2007 R3 (Джиббс)**. Першу з них відкрили 21 травня 2011 р. за допомогою 0.9-м телескопа під час спостережень за програмою «Спейсвоч». Другу відкрив Алекс Джиббс 14 вересня 2007 р. за допомогою 1.5-м телескопа обсерваторії Маунт-Леммон.

В останній день травня перигелій пройдуть дві комети — **216P/ЛІНЕАР** і **136P/Мюллер 3**. Перша була відкрита за допомогою 1-м телескопа 1 лютого 2001 р. під час спостережень за проектом ЛІНЕАР, другу виявила Джин Мюллер (Паломарська обсерваторія, Каліфорнія, США) на фотонегативах, отриманих 24 та 25 вересня 1990 р. за допомогою 1.2-телескопа Шмідта.

Десятого червня три комети наблизяться до Сонця: **C/2015 D3 (ПАНСТАРПС)**, **157P/Тріттон** і **202P/Скотті**. Перша з них — нова: її відкрили 20 лютого 2015 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС. Друга була відкрита Кейт Тріттон 11 лютого 1978 р. за допомогою 1.22-м телескопа Шмідта (Кунабарабран, Австралія). Третю комету відкрив американський астроном Джим Скотті 14 грудня 2001 р. за допомогою 0.9-м телескопа обсерваторії Кітт-Пік (США).

У середині червня дві комети пройдуть перигелій: 14-го червня — комета **P/2011 A2 (Скотті)**, 16-го — комета **118P/Шумейкер — Леві 4**. Першу відкрив 11 січня 2011 р. Дж. Скотті за допомогою 0.9-м телескопа (обсерваторія Кітт-Пік, США). Другу виявили 9 лютого 1991 р. на фотонегативах, отриманих за допомогою 0.46-м телескопа Шмідта (Паломарська обсерваторія, США), подружжя Юджин і Кароліна Шумейкер спільно з Дейвідом Леві. Це була їхня четверта комета.

В останній день червня перигелій пройде комета **146P/Шумейкер — ЛІНЕАР**, яку відкрили 27 вересня 2000 р. під час спостережень за проектом ЛІНЕАР за допомогою 1-м телескопа. У цей же час ПЗЗ-зображення комети дістала Кароліна Шумейкер, тому комета має подвійну назву.

На початку липня до Сонця наблизяться дві комети: 1-го липня — комета **207P/НЕАТ**, 2-го — комета **208P/Мак-Міллан**. Першу з них відкрили 11 травня 2001 р. під час спостережень за проектом НЕАТ за допомогою 1.2-м телескопа. Другу відкрив Роберт Мак-Міллан 19 жовтня 2008 р. за допомогою 1.8-м телескопа обсерваторії Кітт-Пік (США).

Наступною до перигелію підійде комета **P/2010 N1 (ВАЙЗ)**, яку відкрили 5 липня 2010 р. за допомогою 0.4-м телескопа з космічного апарата ВАЙЗ (WISE — Wide field Infrared Survey Explorer).

Потім до Сонця підійде комета **279P/Ла-Сагра**. Комету відкрили 12 жовтня 2009 р. за допомогою 0.45-м телескопа обсерваторії Ла-Сагра (Іспанія).

Далі перигелій пройде комета **56P/Слотер — Бернхем**. Її виявили Чарльз Слотер і Роберт Бернхем (Ловеллівська обсерваторія, Аризона, США) на фотонегативах, отриманих 10 грудня 1958 р. за допомогою 0.32-м телескопа.

Двадцять четвертого липня до Сонця наблизяться дві комети: **P/2009 K1 (Джиббс)** і **150P/ЛОНЕОС**. Першу відкрив А. Джиббс 16 травня 2009 р. за допомогою 1.5-м телескопа обсерваторії Маунт-Леммон. Друга була відкрита 25 листопада 2000 р. за допомогою 0.6-м телескопа під час спостережень за програмою ЛОНЕОС.

Шостого серпня до перигелію наблизиться нова комета — **C/2014 R3 (ПАНСТАРРС)**, яку відкрили 6 вересня 2014 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРРС.

Наступною перигелій пройде комета **225P/ЛІНЕАР**. Її виявили 3 жовтня 2002 р. як дифузний об'єкт 12-ї зоряної величини на ПЗЗ-зображеннях, отриманих за допомогою 1-м телескопа Лінкольнівської спостережної станції (США) за програмою ЛІНЕАР.

Згодом до перигелію підійде комета **33P/Даніель**. Її відкрив 6 грудня 1909 р. в Принстоні (США) Закхеус Даніель як яскраву туманність приблизно 9^m .

Далі до Сонця наблизяться комета **P/1999 V1 (Каталіна)**, яку відкрили 5 листопада 1999 р. за допомогою 0.4-м телескопа під час спостережень за програмою «Каталіна».

Наприкінці серпня до Сонця підійде комета **144P/Кушида**. Її відкрив 8 січня 1994 р. японський аматор Йошію Кушида під час фотографування неба за допомогою 0.10-м телескопа.

На початку вересня пройде перигелій комета **226P/Піготт — ЛІНЕАР — Ковальський**. Едвард Піготт (Йорк, Англія) відкрив комету 19 листопада 1783 р. Відтоді комету дуже тривалий час не спостерігали в жодній появі. Лише 5 січня 1995 р. комету перевідкрили за допомогою 1-м телескопа під час спостережень за програмою ЛІНЕАР. У черговій появі 10 вересня 2009 р. комету перевідкрив Річард Ковальський під час спостережень за програмою «Каталіна». Ось чому комета має потрійну назву.

Наступною перигелій пройде комета **212P/НЕАТ**, яку відкрили 26 грудня 2000 р. за допомогою 1.2-м телескопа під час спостережень за програмою НЕАТ.

Наприкінці вересня пройде перигелій нова комета — **C/2015 B1 (ПАНСТАРРС)**. Її відкрили 19 січня 2015 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРРС.

У жовтні першою до Сонця наблизиться комета **314P/Монтані**. Комету відкрив 9 квітня 1997 р. Джозеф Монтані (Аризона, США) за допомогою 0.9-м телескопа обсерваторії Кітт-Пік.

Потім до перигелію підійде комета **237P/ЛІНЕАР**, яку відкрили 6 червня 2002 р. за допомогою 1-м телескопа під час спостережень за програмою ЛІНЕАР.

Згодом перигелій пройде комета **238P/Рід**. Комету відкрив 24 жовтня 2005 р. Майкл Рід за допомогою 0.9-м телескопа під час пошуку за програмою «Спейсвоч».

Комета **94P/Рассел 4** пройде перигелій наприкінці жовтня. Її виявив Кеннет Рассел (Австралія) на фотонегативах, отриманих 7 березня 1984 р. за допомогою 1.22-м телескопа Шмідта.

Першого листопада до перигелію підійде комета **P/2005 S3 (Рід)**. Її відкрив М. Рід (США) 30 вересня 2005 р. за допомогою 0.9-м телескопа під час спостережень за програмою «Спейсвоч».

За тиждень до Сонця наблизиться комета **P/2010 A2 (ЛІНЕАР)**, яку відкрили 6 січня 2010 р. за допомогою 1-м телескопа під час спостережень за програмою ЛІНЕАР.

Потім до Сонця підійде комета **P/2008 T1 (Боаттіні)**. Її відкрив Андреа Боаттіні 1 жовтня 2008 р. за допомогою 1.5-м телескопа обсерваторії Маунт-Леммон (США).

Далі до перигелію наблизиться комета **P/2008 J3 (Мак-Нот)**, яку відкрив Роберт Мак-Нот 10 травня 2008 р. за допомогою 0.5-м телескопа обсерваторії Сайдінг-Спрінг (Австралія).

У грудні першою пройде перигелій комета **315P/ЛОНЕОС**. Комета була відкрита 3 листопада 2004 р. за допомогою 0.6-м телескопа під час спостережень за програмою LONEOS.

Десятого грудня перигелій пройде нова комета — **C/2014 OE4 (ПАНСТАРРС)**, яку відкрили 26 липня 2014 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРРС.

Потім до Сонця підійде комета **89P/Рассел 2**. Це друга комета, відкрита К. Расселом (Австралія). Комета була виявлена 19 травня 1980 р. на фотонегативах, отриманих за допомогою 1.2-м телескопа Шмідта обсерваторії Сайдінг-Спрінг.

Комети, які будуть доступними для візуальних аматорських спостережень в Україні

На початку року для візуальних аматорських спостережень стане доступною комета **C/2013 US10**, яка пройшла перигелій у 2015 р. — 15 листопада (див. «Астрономічний календар» на 2015 р.). Комета бу-

ла відкрита 31 жовтня 2013 р. за допомогою 0.68-м телескопа під час спостережень за програмою «Catalina Sky Survey». У січні комету можна буде спостерігати за допомогою невеликого телескопа чи навіть бінокля впродовж майже цілої ночі. Вона міститиметься неподалік зеніту. Від лютого яскравість комети меншає і настає період її вечірньої видимості. Уже у квітні комету буде видно невдовзі після заходу Сонця. Її висота над горизонтом зменшуватиметься, а яскравість значно впаде. Наприкінці травня комета перестане бути видимою через близьке розташування до Сонця.

Уже з початку року аматори зможуть далі спостерігати комету **P/2010 V1 (Ікейя — Муракамі)** (див. «Астрономічний календар» на 2015 р.). Комету відкрив 2 листопада 2010 р. візуально за допомогою 0.25-м рефлектора японський аматор Каору Ікейя. До того часу він вже відкрив дві комети [C/1965 S1 (Ікейя — Секі) та 153P/Ікейя — Жанг], а 10-км астероїд 4037 назвали його іменем. Незалежно від нього комету візуально відкрив наступного дня японський аматор Шигекі Муракамі за допомогою 0.46-м рефлектора. Таким чином комета дістала подвійну назву. Комета пройде перигелій у березні. У січні—квітні комету можна буде спостерігати за допомогою невеликого телескопа майже цілу ніч.

Наприкінці березня аматори зможуть спостерігати комету **252P/ЛІНЕАР**, яка була відкрита 7 квітня 2000 р. за допомогою 1-м телескопа під час спостережень за програмою ЛІНЕАР. Період видимості комети триватиме всього близько десяти днів. Вона швидко підніматиметься з південної півсфери, а втім її яскравість уже буде спадати. Висота комети над горизонтом у цей час не перевищить 30°. У квітні комета ще підніметься, але через низьку яскравість вона стане недоступною для аматорських спостережень.

Наприкінці квітня аматорам стане доступною для візуальних спостережень із невеликими телескопами відома короткоперіодична комета **9P/Темпель 1**. Її відкрив 3 квітня 1867 р. Ернст Вільгельм Темпель. Історія комети багата на численні зближення з Юпітером, які дещо змінили її орбіту. Комету краще буде видно звечора, коли вона перебуватиме досить високо над горизонтом. А втім її яскравість не перевищить 10.9^m, тож для спостережень буде потрібний телескоп з діаметром, більшим за 15 см. Уже в липні комета стане спускатися до горизонту. У серпні її яскравість поволі слабшатиме, 2 серпня вона пройде перигелій. У вересні комета зовсім сховається за горизонт, і далі спостерігати її стане неможливо.

З початку травня аматори зможуть спостерігати комету **C/2013 X1 (ПАНСТАРПС)**. Її відкрили 4 грудня 2013 р. за допомогою 1.8-м телескопа під час спостережень за програмою ПАНСТАРПС. В Україні

комету можна буде спостерігати лише близько місяця, вже у червні вона сховається за горизонтом. Яскравість комети не перевищить 10.5^m .

Наприкінці травня для аматорів стане доступною комета **81P/Вілд 2**, яку відкрив Пауль Вілд (Берн, Швейцарія) 6 січня 1978 р. У січні 2004 р. космічний апарат «Stardust» пройшов на відстані 240 км від ядра комети з боку Сонця. За його допомогою на Землю були доставлені зразки кометного пилу. Комету можна буде спостерігати вже в другій половині травня відразу після заходу Сонця. А втім її яскравість не перевищить 11.8^m , тож для спостережень буде потрібний телескоп з діаметром, більшим від 25 см. Уже наприкінці червня комета зникне за горизонтом.

У липні доступною для аматорських спостережень стане комета **43P/Вольф — Гаррінгтон**. Її виявив Макс Вольф (обсерваторія Кенігштуль, Гайдельберг, Німеччина) на фотонегативах, які були отримані 22 грудня 1924 р. Комета мала зоряну величину 16^m і перебувала в сузір'ї Тельця. Наступні повернення комети були несприятливі для спостережень. Лише в 1952 р. Роберт Гаррінгтон виявив її як дифузний об'єкт на фотопластинках, отриманих під час Паломарського огляду неба 4 жовтня 1951 р. Історія комети багата на численні зближення з Юпітером. У березні 2019 р. очікується наближення її до Юпітера на відстань 0.065 а. о., через що період обертання комети може збільшитись із шести років до дев'яти. Комету можна буде спостерігати вже з липня безпосередньо перед сходом Сонця. Світле тло вранішнього неба ускладнюватиме спостереження. Наприкінці серпня комета перебуватиме над горизонтом трохи вище, а втім її яскравість не перевищить 11.5^m , тож для спостережень буде потрібний телескоп з діаметром, більшим за 25 см. Для візуальних спостережень за допомогою телескопа комета буде доступною до кінця жовтня.

Наприкінці року аматори зможуть спостерігати відому короткоперіодичну комету **45P/Хонда — Мркос — Пайдушакова**. Її відкрив аматор астрономії Мінору Хонда 3 грудня 1948 р. під час цілеспрямованого пошуку комет за допомогою 0.15-м рефлектора (м. Курасікі, Японія). Незалежно комету відкрили також Людмила Пайдушакова й Антонін Мркос під час пошуку комет з 0.1-м бінокулярном в обсерваторії Скалнате Плесо (Словаччина). Історія комети багата на численні зближення з Юпітером та Землею. Саме завдяки зближенню комети з Юпітером у 1935 р. до 0.08 а. о. стало можливим її відкриття. Упродовж усього грудня комету можна спостерігати відразу після заходу Сонця, низько над горизонтом. А втім її буде досить важко відшукати на тлі вечірнього неба. Наприкінці грудня яскравість комети стрімко збільшуватиметься, але вечірня заграва суттєво ускладнить спостереження.

КОМЕТИ, ЯКІ ПРОХОДЯТЬ ПЕРИГЕЛІЙ У 2016 р.

Комета	P , роки	N	T		H_y
116Р/Вілд 4	6.51	5	Січень	11.5952	2.5
С/2014 Y1 (ПАНСТАРРС)	—	1	Січень	17.8072	9.5
211Р/Гілл	6.71	2	Січень	27.2214	12.5
50Р/Аренд	8.26	9	Лютий	8.1625	9.5
С/2014 W5 (Леммон—ПАНСТАРРС)	—	1	Лютий	11.8090	10.0
147Р/Кушіда—Мурамацу	7.41	4	Лютий	27.5454	14.0
194Р/ЛІНЕАР	8.00	3	Березень	2.4075	16.0
Р/2010 V1 (Ікейя—Муракамі)	5.40	2	Березень	10.1726	8.0
С/2014 W2 (ПАНСТАРРС)	—	1	Березень	10.4967	7.5
252Р/ЛІНЕАР	5.33	4	Березень	15.3059	17.5
127Р/Голт—Олмстед	6.41	5	Березень	17.8646	11.0
104Р/Ковал 2	5.89	7	Березень	26.2302	12.5
100Р/Гарглі 1	6.34	6	Квітень	2.1655	9.0
190Р/Мюллер	8.74	3	Квітень	7.8771	13.0
С/2013 X1 (ПАНСТАРРС)	—	1	Квітень	20.7992	5.5
53Р/Ван Бісбрук	12.6	6	Квітень	29.8800	7.7
302Р/Леммон—ПАНСТАРРС	8.86	1	Квітень	30.4886	12.5
С/2015 B2 (ПАНСТАРРС)	—	1	Травень	6.5339	9.5
77Р/Лонгмор	6.88	7	Травень	13.6472	7.0
224Р/ЛІНЕАР—НЕАТ	6.31	3	Травень	24.5528	15.5
С/2011 KR36 (Спейсвоч)	—	1	Травень	27.1935	4.5
Р/2007 R3 (Джиббс)	8.91	2	Травень	27.6093	13.5
216Р/ЛІНЕАР	7.63	3	Травень	31.1710	13.0
136Р/Мюллер 3	8.61	4	Травень	31.5290	11.0
С/2015 D3 (ПАНСТАРРС)	—	1	Червень	10.1416	5.7
157Р/Тріттон	6.30	7	Червень	10.2702	10.0
202Р/Скотті	7.33	3	Червень	10.7328	13.5
Р/2011 A2 (Скотті)	5.47	2	Червень	14.0073	16.5
118Р/Шумейкер—Леві 4	6.45	5	Червень	16.8100	12.0
146Р/Шумейкер—ЛІНЕАР	8.11	5	Червень	30.1414	15.0
207Р/НЕАТ	7.64	3	Липень	1.2076	16.0
208Р/Мак-Міллан	8.15	2	Липень	2.0000	12.5
Р/2010 N1 (ВАЙЗ)	5.97	2	Липень	13.1155	17.0
279Р/Ла-Сагра	6.77	2	Липень	14.7185	14.0
56Р/Слотер—Бернхем	11.5	6	Липень	18.4645	8.5
81Р/Вілд 2	6.41	7	Липень	20.3155	7.0
Р/2009 K1 (Джиббс)	7.09	2	Липень	24.5137	17.0
150Р/ЛОНЕОС	7.66	3	Липень	24.9379	13.5
9Р/Темпель 1	5.57	26	Серпень	2.4235	5.5
С/2014 R3 (ПАНСТАРРС)	—	1	Серпень	6.8204	6.5
225Р/ЛІНЕАР	6.98	3	Серпень	16.9554	18.0
43Р/Вольф—Гаррінгтон	6.13	15	Серпень	19.5674	8.0

Закінчення табл. 24

Комета	P , роки	N	T	H_y
33P/Даніель	8.08	16	Серпень 22.3039	10.0
P/1999 V1 (Каталіна)	16.9	2	Серпень 30.4244	10.0
144P/Кушида	7.58	4	Серпень 30.8502	8.5
226P/Піотт—ЛІНЕАР—Ковальський	7.32	36	Вересень 5.1230	12.5
212P/HEAT	7.76	3	Вересень 10.2978	17.0
C/2015 B1 (ПАНСТАРРС)	—	1	Вересень 25.4429	8.5
314P/Монтані	19.6	2	Жовтень 7.1781	9.5
237P/ЛІНЕАР	6.60	3	Жовтень 10.4002	14.5
238P/Рід	5.63	3	Жовтень 22.8991	14.5
94P/Рассел 4	6.58	6	Жовтень 27.6697	9.0
P/2005 S3 (Рід)	10.8	2	Листопад 1.6686	12.0
P/2010 A2 (ЛІНЕАР)	3.47	3	Листопад 8.1470	15.5
P/2008 T1 (Боаттіні)	8.75	2	Листопад 18.8341	11.0
P/2008 J3 (Мак-Нот)	7.71	2	Листопад 23.0769	12.0
315P/ЛОНЕОС	11.2	2	Грудень 6.6397	11.0
C/2014 OE4 (ПАНСТАРРС)	—	1	Грудень 10.3019	11.0
89P/Рассел 2	7.30	6	Грудень 14.1214	11.5
45P/Хонда—Мркос—Пайдушакова	5.26	14	Грудень 31.0593	13.5

Таблиця 25

ЕЛЕМЕНТИ КОМЕТНИХ ОРБИТ

Комета	e	q	ω	Ω	i
116P/Відл 4	0.372435	2.187146	173.3119	20.9937	3.6091
C/2014 Y1 (ПАНСТАРРС)	1.001457	2.239170	182.2650	19.5872	14.9197
211P/Гілл	0.339301	2.350997	4.3865	117.2711	18.8878
50P/Аренд	0.530449	1.918465	49.2259	355.1806	19.1377
C/2014 W5 (Леммон — ПАНСТАРРС)	1.000000	2.595752	276.9066	245.5565	146.3252
147P/Кушида — Мурамацу	0.277541	2.746907	346.9969	93.7356	2.3689
194P/ЛІНЕАР	0.575493	1.698255	130.6791	351.9928	11.1372
P/2010 V1 (Ікейя—Муракамі)	0.489130	1.573054	152.3849	3.7775	9.3869
C/2014 W2 (ПАНСТАРРС)	0.998129	2.670723	84.9968	69.9608	81.9983
252P/ЛІНЕАР	0.673506	0.996622	343.2800	190.9782	10.4028

Комета	e	q	ω	Ω	i
127P/Голт — Олмстед	0.360797	2.205288	6.7336	13.6593	14.3020
104P/Ковал 2	0.638462	1.179080	200.6470	235.4733	10.2683
100P/Гартлі 1	0.413779	2.009024	181.9011	37.7817	25.5871
190P/Мюллер	0.520952	2.032531	50.4462	335.5570	2.1728
C/2013 X1 (ПАНСТАРРС)	1.000801	1.314561	164.4575	130.9498	163.2303
53P/Ван Бісбрук	0.551339	2.428482	134.1470	148.9214	6.6081
302P/Леммон — ПАНСТАРРС)	0.228400	3.302605	208.2679	121.7817	6.0309
C/2015 B2 (ПАНСТАРРС)	0.999603	3.370720	284.7331	341.8852	105.0646
77P/Лонгмор	0.353668	2.337722	196.7271	14.8034	24.3459
224P/ЛІНЕАР — НЕАТ	0.416203	1.992829	16.3146	40.4903	13.4254
C/2011 KP36 (Спейсвоч)	0.872883	4.882394	180.6327	173.4070	18.9842
P/2007 R3 (Джиббс)	0.413700	2.520028	312.2628	30.0792	3.7939
216P/ЛІНЕАР	0.445106	2.150554	151.5727	359.8715	9.0477
136P/Мюллер 3	0.291284	2.978171	225.2504	137.4540	9.4161
C/2015 D3 (ПАНСТАРРС)	1.000000	8.035665	5.624500	157.1038	128.2768
157P/Трігтон	0.601775	1.357894	148.8807	300.0071	7.2863
202P/Скотті	0.332345	2.518706	255.6727	194.5275	2.1875
P/2011 A2 (Скотті)	0.499713	1.553723	94.6014	54.6834	4.4745
118P/Шумейкер — Леві 4	0.428364	1.980254	302.2954	151.7272	8.5138
146P/Шумейкер — ЛІНЕАР	0.646036	1.429288	317.0144	53.4606	23.0801
207P/НЕАТ	0.758316	0.937496	271.2434	200.5687	10.1573
208P/Мак-Міллан	0.372017	2.543521	310.5831	36.4263	4.4083
P/2010 N1 (ВАЙЗ)	0.498679	1.650527	160.6587	106.2482	15.4237
279P/Ла-Сагра	0.396931	2.158261	5.9422	346.2579	5.0467
56P/Слотер — Бернхем	0.506917	2.507655	44.2514	345.9913	8.1475
81P/Вілд 2	0.538389	1.592167	41.6978	136.1256	3.2390
P/2009 K1 (Джиббс)	0.636846	1.340161	27.4480	172.7684	5.7436
150P/ЛОНЕОС	0.546956	1.759703	245.6783	272.4267	18.5061
9P/Темпель 1	0.510559	1.538394	179.2426	68.8522	10.4864
C/2014 R3 (ПАНСТАРРС)	1.001403	7.275560	113.3398	334.0976	90.8297
225P/ЛІНЕАР	0.637659	1.323541	3.9509	14.1981	21.3398
43P/Вольф — Гаррінгтон	0.594801	1.357421	191.5737	249.8582	15.9685
33P/Даніель	0.463393	2.160243	19.0203	66.5114	22.3925
P/1999 V1 (Каталіна)	0.550854	2.954347	186.8547	294.3858	15.5635
144P/Кушида	0.629119	1.431402	216.0931	245.5253	4.1148
226P/Піготт — ЛІНЕАР — Ковальський	0.528970	1.775600	341.1459	54.0226	44.0134
212P/НЕАТ	0.580272	1.645049	15.0207	98.9053	22.4294
C/2015 V1 (ПАНСТАРРС)	1.000000	3.720716	250.8133	352.2101	20.9078
314P/Монтані	0.417103	4.235659	213.6259	267.7103	3.9774
237P/ЛІНЕАР	0.436052	1.983332	24.3213	245.9970	14.0508
238P/Рід	0.252602	2.364622	325.0584	51.6572	1.2649

Комета	e	q	ω	Ω	i
94P/Рассел 4	0.364832	2.229988	92.7736	70.8816	6.1855
P/2005 S3 (Рід)	0.422423	2.819761	140.5935	273.2124	3.4899
P/2010 A2 (ЛІНЕАР)	0.124777	2.004364	132.8385	320.2281	5.2566
P/2008 T1 (Боаттіні)	0.278931	3.061896	35.9179	291.7423	2.0789
P/2008 J3 (Мак-Нот)	0.410630	2.300362	4.6341	9.8266	25.3531
315P/ЛОНЕОС	0.517240	2.422146	67.0924	69.5658	17.9096
C/2014 OE4 (ПАНСТАРРС)	0.999499	6.245971	65.6950	240.4160	81.3776
89P/Рассел 2	0.407315	2.230266	249.5167	41.6453	12.0464
45P/Хонда — Мркос — Пайдушакова	0.824180	0.531577	326.3004	88.9981	4.2520

Таблиця 26

ЕФЕМЕРИДИ КОМЕТ

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
Комета C/2013 US10 (Каталіна)							
2016							
I 01	14 13 59.1	+18 22 17	0.898	1.180	77.5	4.9	5, 346, 58
I 06	14 10 37.3	+27 41 52	0.815	1.243	86.9	4.9	5, 356, 68
I 11	14 04 23.6	+38 57 32	0.754	1.307	96.7	4.9	4, 322, 77
I 16	13 52 20.4	+51 42 40	0.726	1.372	105.8	5.1	4, 216, 88
I 21	13 26 33.0	+64 41 40	0.736	1.438	112.7	5.3	3, 190, 75
I 26	12 19 09.1	+75 56 24	0.785	1.505	116.1	5.6	2, 179, 64
I 31	9 02 26.9	+81 37 16	0.866	1.572	116.0	6.1	22, 178, 59
II 05	5 52 58.5	+78 21 06	0.973	1.639	113.5	6.5	19, 177, 63
II 10	4 49 23.5	+72 52 39	1.098	1.706	109.7	6.9	17, 184, 68
II 15	4 25 24.9	+68 03 09	1.235	1.773	105.3	7.3	17, 174, 73
II 20	4 14 52.4	+64 06 36	1.380	1.839	100.6	7.7	17, 159, 75
II 25	4 10 15.1	+60 55 27	1.530	1.906	95.9	8.1	17, 142, 76
III 01	4 08 44.9	+58 20 29	1.683	1.972	91.3	8.5	17, 129, 74
III 06	4 09 05.6	+56 14 01	1.837	2.038	86.8	8.8	17, 120, 72
III 11	4 10 37.9	+54 30 08	1.992	2.104	82.3	9.1	17, 114, 70
III 16	4 12 58.9	+53 04 17	2.145	2.169	78.0	9.4	17, 111, 67
III 21	4 15 54.2	+51 52 58	2.297	2.234	73.8	9.7	18, 115, 56
III 26	4 19 14.3	+50 53 27	2.446	2.298	69.7	10.0	18, 115, 53
III 31	4 22 53.3	+50 03 40	2.593	2.363	65.6	10.2	18, 115, 50
IV 05	4 26 46.9	+49 21 56	2.735	2.426	61.7	10.4	18, 116, 48
IV 10	4 30 51.8	+48 47 02	2.874	2.490	57.8	10.7	18, 117, 45
IV 15	4 35 05.2	+48 17 56	3.009	2.552	54.1	10.9	18, 119, 43
IV 20	4 39 24.7	+47 53 46	3.138	2.615	50.4	11.1	18, 120, 40
IV 25	4 43 48.6	+47 33 50	3.263	2.677	46.8	11.2	19, 129, 30
IV 30	4 48 15.6	+47 17 36	3.382	2.739	43.4	11.4	19, 131, 28

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
V 05	4 52 44.7	+47 04 38	3.496	2.800	40.0	11.6	19, 133, 26
V 10	4 57 14.7	+46 54 33	3.604	2.861	36.9	11.7	19, 135, 24
V 15	5 01 44.3	+46 47 03	3.706	2.921	33.9	11.9	19, 137, 22

Комета P/2010 V1 (Ікейя — Муракамі)

2016

I 01	9 44 50.2	+32 34 48	0.835	1.703	138.9	9.9	1, 358, 72
I 06	9 47 38.3	+32 44 05	0.795	1.686	142.7	9.8	1, 10, 72
I 11	9 49 23.4	+32 52 39	0.758	1.670	146.6	9.6	0, 341, 72
I 16	9 50 04.0	+32 59 13	0.726	1.655	150.5	9.5	0, 354, 73
I 21	9 49 41.7	+33 02 13	0.698	1.641	154.2	9.4	0, 8, 73
I 26	9 48 20.4	+33 00 04	0.674	1.628	157.6	9.3	0, 22, 72
I 31	9 46 06.9	+32 51 06	0.654	1.616	160.4	9.2	23, 359, 73
II 05	9 43 11.8	+32 33 39	0.639	1.606	162.1	9.1	23, 15, 72
II 10	9 39 50.3	+32 06 21	0.628	1.597	162.5	9.0	22, 350, 72
II 15	9 36 20.6	+31 28 17	0.622	1.589	161.2	9.0	22, 5, 71
II 20	9 33 01.9	+30 39 18	0.621	1.583	158.8	9.0	21, 342, 70
II 25	9 30 10.8	+29 39 55	0.624	1.578	155.5	9.0	21, 356, 69
III 01	9 28 01.0	+28 31 09	0.631	1.575	151.8	9.0	21, 9, 68
III 06	9 26 43.4	+27 14 21	0.642	1.573	147.8	9.0	20, 346, 66
III 11	9 26 25.7	+25 51 00	0.657	1.573	143.9	9.1	20, 357, 65
III 16	9 27 12.0	+24 22 40	0.676	1.574	140.0	9.1	20, 7, 64
III 21	9 29 02.2	+22 50 51	0.698	1.576	136.2	9.2	19, 346, 62
III 26	9 31 53.0	+21 16 51	0.724	1.580	132.6	9.3	19, 354, 61
III 31	9 35 39.8	+19 41 41	0.752	1.585	129.1	9.4	19, 2, 59
IV 05	9 40 17.9	+18 06 06	0.784	1.592	125.9	9.5	18, 342, 57
IV 10	9 45 42.3	+16 30 39	0.818	1.600	122.7	9.6	18, 348, 56
IV 15	9 51 48.0	+14 55 45	0.855	1.609	119.8	9.7	18, 356, 54
IV 20	9 58 29.1	+13 21 44	0.895	1.620	117.0	9.9	18, 0, 53
IV 25	10 05 40.2	+11 48 50	0.937	1.632	114.3	10.0	18, 5, 51
IV 30	10 13 16.8	+10 17 10	0.981	1.645	111.7	10.1	19, 31, 46
V 05	10 21 15.0	+8 46 49	1.027	1.660	109.2	10.3	19, 34, 43
V 10	10 29 32.0	+7 17 47	1.076	1.675	106.8	10.4	19, 37, 41
V 15	10 38 04.6	+5 50 06	1.127	1.692	104.5	10.5	19, 39, 39
V 20	10 46 50.0	+4 23 49	1.179	1.709	102.2	10.7	19, 42, 36
V 25	10 55 45.6	+2 58 58	1.234	1.728	100.0	10.8	19, 44, 34
V 30	11 04 49.5	+1 35 34	1.291	1.747	97.9	11.0	20, 60, 24
VI 04	11 14 00.6	+0 13 36	1.349	1.767	95.7	11.1	20, 62, 21
VI 09	11 23 17.8	-1 06 57	1.409	1.788	93.6	11.3	20, 63, 19
VI 14	11 32 40.0	-2 26 04	1.471	1.810	91.5	11.4	20, 65, 16
VI 19	11 42 06.1	-3 43 43	1.534	1.832	89.5	11.6	20, 66, 14
VI 24	11 51 35.1	-4 59 52	1.599	1.855	87.4	11.7	20, 68, 11
VI 29	12 01 06.6	-6 14 29	1.655	1.878	85.3	11.8	20, 69, 9
VII 04	12 10 40.6	-7 27 35	1.732	1.902	83.2	12.0	20, 70, 6

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$\Upsilon(t, A, h)$
Комета 252P/ЛІНЕАР							
2016							
III 26	17 29 22.6	-35 40 28	0.045	1.008	101.6	10.8	3, 358, 5
III 27	17 30 49.6	-29 57 52	0.049	1.010	102.8	11.0	3, 358, 10
III 28	17 31 53.0	-25 08 09	0.053	1.012	103.9	11.2	3, 359, 15
III 29	17 32 39.9	-21 03 08	0.058	1.015	104.9	11.4	2, 345, 18
III 30	17 33 14.7	-17 35 05	0.062	1.018	105.8	11.6	2, 345, 21
III 31	17 33 40.0	-14 37 24	0.068	1.021	106.7	11.7	2, 345, 24
IV 01	17 33 57.8	-12 04 35	0.073	1.024	107.6	11.9	2, 346, 27
IV 02	17 34 09.4	-9 52 12	0.078	1.027	108.5	12.1	2, 346, 29
IV 03	17 34 15.5	-7 56 43	0.083	1.030	109.3	12.2	2, 347, 31
Комета 9P/Темпель 1							
2016							
IV 20	11 44 39.7	+20 13 48	0.983	1.839	135.4	12.1	20, 7, 60
IV 25	11 42 12.2	+19 39 35	0.989	1.814	130.8	11.9	19, 349, 59
IV 30	11 40 39.6	+18 55 56	0.999	1.791	126.4	11.8	19, 359, 59
V 05	11 40 05.3	+18 03 34	1.011	1.768	122.2	11.7	19, 8, 58
V 10	11 40 30.9	+17 03 10	1.025	1.746	118.2	11.6	19, 16, 56
V 15	11 41 56.4	+15 55 33	1.041	1.725	114.4	11.5	19, 23, 54
V 20	11 44 19.6	+14 41 28	1.058	1.704	110.8	11.4	19, 29, 51
V 25	11 47 37.7	+13 21 36	1.076	1.685	107.5	11.3	19, 34, 49
V 30	11 51 47.8	+11 56 31	1.096	1.666	104.3	11.2	20, 56, 39
VI 04	11 56 47.0	+10 26 45	1.116	1.649	101.3	11.2	20, 59, 36
VI 09	12 02 32.7	+08 52 45	1.136	1.633	98.6	11.1	20, 61, 32
VI 14	12 09 01.8	+07 15 00	1.158	1.617	96.0	11.0	20, 63, 29
VI 19	12 16 11.2	+05 34 00	1.179	1.604	93.5	11.0	20, 65, 26
VI 24	12 23 58.0	+03 50 12	1.202	1.591	91.3	10.9	20, 66, 23
VI 29	12 32 20.0	+02 04 00	1.224	1.580	89.1	10.9	20, 68, 20
VII 04	12 41 15.6	+00 15 51	1.248	1.570	87.2	10.9	20, 69, 17
VII 09	12 50 43.4	-01 33 48	1.272	1.562	85.3	10.9	20, 70, 14
VII 14	13 00 41.7	-03 24 26	1.296	1.555	83.5	10.9	20, 70, 11
VII 19	13 11 08.9	-05 15 31	1.322	1.549	81.9	10.9	20, 71, 8
VII 24	13 22 03.8	-07 06 30	1.348	1.545	80.3	10.9	19, 60, 14
VII 29	13 33 25.7	-08 56 50	1.375	1.543	78.8	10.9	19, 60, 11
VIII 03	13 45 14.2	-10 45 56	1.404	1.543	77.4	10.9	19, 61, 9
VIII 08	13 57 28.7	-12 33 14	1.433	1.543	76.1	11.0	19, 61, 6
VIII 13	14 10 08.1	-14 18 06	1.464	1.546	74.8	11.1	18, 49, 12
VIII 18	14 23 11.5	-15 59 55	1.496	1.550	73.5	11.1	18, 50, 10
VIII 23	14 36 38.0	-17 38 04	1.530	1.556	72.3	11.2	18, 50, 7
VIII 28	14 50 26.8	-19 11 59	1.565	1.563	71.0	11.3	18, 51, 5
IX 02	15 04 37.3	-20 41 07	1.602	1.571	69.8	11.4	18, 51, 3
IX 07	15 19 08.0	-22 04 57	1.640	1.581	68.6	11.6	18, 51, 2

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
Комета С/2013 Х1 (ПАНСТАРПС)							
2016							
V 05	23 25 51.7	-3 03 54	1.650	1.332	53.8	12.2	1, 278, 2
V 10	23 22 24.8	-4 36 34	1.528	1.346	60.0	12.1	1, 283, 5
V 15	23 17 46.3	-6 29 16	1.400	1.364	66.6	11.9	1, 289, 7
V 20	23 11 28.7	-8 49 01	1.269	1.385	73.8	11.7	1, 296, 9
V 25	23 02 49.5	-11 45 34	1.138	1.410	81.7	11.5	1, 303, 11
V 30	22 50 41.3	-15 32 21	1.009	1.439	90.7	11.3	1, 310, 11
VI 04	22 33 12.6	-20 26 22	0.886	1.470	101.1	11.1	0, 310, 4
VI 09	22 07 16.4	-26 43 37	0.778	1.504	113.3	10.8	0, 322, 4
VI 14	21 27 48.8	-34 20 41	0.694	1.540	127.5	10.6	0, 337, 2
Комета 81P/Вілд 2							
2016							
V 20	7 41 08.0	+21 41 15	2.085	1.704	54.2	12.1	19, 96, 24
V 25	7 54 08.0	+21 15 06	2.101	1.687	52.4	12.0	19, 97, 22
V 30	8 07 22.0	+20 44 14	2.117	1.672	50.8	12.0	19, 98, 21
VI 04	8 20 48.1	+20 08 33	2.132	1.657	49.2	11.9	20, 109, 10
VI 09	8 34 24.7	+19 28 03	2.147	1.644	47.7	11.9	20, 110, 9
VI 14	8 48 09.4	+18 42 44	2.162	1.633	46.2	11.9	20, 111, 7
VI 19	9 02 00.5	+17 52 44	2.176	1.623	44.8	11.8	20, 111, 6
VI 24	9 15 56.4	+16 58 08	2.191	1.614	43.5	11.8	20, 112, 4
VI 29	9 29 55.6	+15 59 07	2.206	1.606	42.2	11.8	20, 112, 2
Комета 43P/Вольф — Гаррінгтон							
2016							
VII 09	4 46 57.6	+25 58 11	2.170	1.437	33.6	12.0	0, 236, 6
VII 14	5 05 26.5	+25 48 40	2.141	1.420	34.2	11.9	0, 236, 6
VII 19	5 24 01.3	+25 29 54	2.115	1.405	34.7	11.8	1, 247, 14
VII 24	5 42 37.4	+25 01 46	2.091	1.391	35.3	11.8	1, 248, 14
VII 29	6 01 10.1	+24 24 18	2.069	1.380	35.8	11.7	1, 248, 14
VIII 03	6 19 34.7	+23 37 40	2.049	1.371	36.4	11.6	1, 249, 13
VIII 08	6 37 46.7	+22 42 14	2.031	1.364	37.0	11.6	1, 250, 13
VIII 13	6 55 41.9	+21 38 27	2.015	1.360	37.5	11.5	1, 251, 12
VIII 18	7 13 17.1	+20 26 54	2.001	1.358	38.2	11.5	2, 263, 21
VIII 23	7 30 29.8	+19 08 16	1.989	1.358	38.8	11.5	2, 265, 21
VIII 28	7 47 17.8	+17 43 18	1.979	1.361	39.5	11.5	2, 266, 20
IX 02	8 03 39.4	+16 12 48	1.971	1.366	40.3	11.5	2, 268, 19
IX 07	8 19 33.1	+14 37 35	1.963	1.374	41.1	11.5	2, 270, 19
IX 12	8 34 58.3	+12 58 28	1.957	1.383	42.0	11.6	2, 272, 18
IX 17	8 49 54.8	+11 16 16	1.952	1.395	42.9	11.6	2, 274, 18
IX 22	9 04 22.9	+9 31 43	1.948	1.409	43.9	11.7	3, 288, 27

Закінчення табл. 26

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
IX 27	9 18 22.7	+7 45 31	1.945	1.425	45.0	11.8	3, 291, 26
X 02	9 31 54.6	+5 58 21	1.942	1.443	46.2	11.8	3, 293, 26
X 07	9 44 58.6	+4 10 50	1.939	1.463	47.5	11.9	3, 296, 25
X 12	9 57 35.3	+2 23 30	1.936	1.484	48.9	12.0	3, 299, 25

Комета 45P/Хонда — Мркос — Пайдусакова

2016

XII 01	19 21 15.7	-24 41 23	1.275	0.811	39.5	12.2	15, 32, 9
XII 06	19 37 22.6	-24 09 34	1.201	0.742	38.1	11.3	15, 33, 9
XII 11	19 54 09.9	-23 28 19	1.118	0.678	37.0	10.4	15, 34, 9
XII 16	20 11 17.0	-22 36 49	1.027	0.621	35.9	9.4	15, 35, 10
XII 21	20 28 07.8	-21 35 01	0.927	0.575	34.9	8.5	15, 36, 11
XII 26	20 43 46.0	-20 24 14	0.822	0.544	33.6	7.8	15, 38, 11
XII 31	20 56 57.9	-19 07 06	0.713	0.533	31.8	7.3	15, 40, 12

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Табл. 27 містить список найінтенсивніших метеорних потоків. У табл. 28 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. 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. 28.

Таблиця 27

ОСНОВНІ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Назва потоку	Період активності	Дата максимуму	Радіант	
			$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$
Квадрантиди	1 — 4. I	3. I	15 ^h 24 ^m	+ 50°
Ліриди	19 — 25. IV	21. IV	18 02	+ 32
η -Аквариди	1 — 8. V	5. V	22 26	0
δ -Аквариди (південні)	21. VII — 15. VIII	27. VII	22 00	- 17
δ -Аквариди (північні)	15. VII — 18. VIII	27. VII	22 36	0
α -Каприкорніди	15. VII — 20. VIII	2. VIII	20 36	- 10
Персеїди	15. VII — 17. VIII	13. VIII	3 07	+ 58
Цигніди	3 — 25. VIII	20. VIII	19 20	+ 55
Драконіди	6 — 10. X	9. X	17 21	+ 56
Оріоніди	2. X — 7. XI	22. X	6 20	+ 15
Південні Тауриди	15. IX — 26. XI	1. XI	3 28	+ 14
Північні Тауриди	19. X — 1. XII	13. XI	3 31	+ 21
Леоніди	7 — 21. XI	17. XI	10 13	+ 22
Гемініди	7 — 17. XII	14. XII	7 35	+ 32
Урсиди	17 — 26. XII	22. XII	13 44	+ 76

Таблиця 28

ГОРИЗОНТАЛЬНІ КООРДИНАТИ РАДІАНТІВ МЕТЕОРНИХ ПОТОКІВ

$T_{\text{П}}$, год	z_{R} , град.	A_{R} , град.	Примітки
КВАДРАНТИДИ			
0	71	212	Інтенсивний потік із максимумом 2—4 січня протягом кількох годин. Радіант завжди над горизонтом і займає ділянку неба діаметром до 20°. Назва метеорного потоку походить від назви сузір'я Стінного Квадранта, яку ввів 1795 р. Жозеф Лаланд на честь свого улюбленого інструмента. Це сузір'я існувало на зоряних картах у XIX ст. Містилося воно на межі теперішніх сузір'їв Дракона, Геркулеса та Волопаса.
1	65	220	
2	59	228	
3	51	235	
4	43	242	
5	34	249	
6	25	255	
7	15	261	
8	6	267	
8.6	0	0 В.К.	
9	4	92	
11	23	104	
13	42	117	
15	58	131	
17	70	147	
18	75	156	
19	78	165	
20	79.8	175	
20.5	80.0	180 Н.К.	
21	79.8	185	
22	78	194	
23	75	204	

$T_{\text{П}}$, год	z_{R} , град.	A_{R} , град.	Примітки
ЛІРИДИ			
19	94	204	Давно відомий потік, у минулому дуже активний.
20	90	215 С.Р.	Тепер активність спала і становить здебільшого
21	83	226	5—10 метеорів за годину. Останні найбільші зорепади
22	76	237	зареєстровано 1803 р. та 1922 р. (близько 2000 метеорів
23	67	247	за годину). 21 квітня 1922 р. метеорний дощ
0	58	257	Лірид спостерігався над Україною. Інтенсивний зорепад
1	48	267	тривав менше ніж 1 год. Середня швидкість метеорів
2	40	278	становить 48 км/с. Метеори швидкі, жовтуваті, часто
3	30	295	залишають сліди. Імовірний зв'язок із кометою
4	22	318	Тетчер (Thatcher, 1861 I), в якої період обертання
5	18.1	354	навколо Сонця становить 415 років. Кожен 29.5 року
5.15	18.0	0 В.К.	Сатурн проходить на відстані приблизно 0.1 а. о. від
6	20	32	орбіти рою Лірид і збурує найближчу його частину.
7	27	59	Унаслідок цього зоряні дощі Лірид відбуваються
8	36	77	приблизно кожні 30 років.
10	56	100	
12	74	120	
14	88	142	
14.34	90	146 З.Р.	
15	93	153	
η-АКВАРИДИ			
2	96	263	Метеорний рій, утворений кометою Галлея, відкрито
2.6	90	270 С.Р.	1848 р. Проте стародавні записи (Корея, Китай, Японія)
3	86	275	свідчать, що потік спостерігали ще 401 р.
4	77	286	Радіант у сузір'ї Водоля (латинською мовою Акваріус).
5	68	299	У північній півкулі кількість метеорів за годину
6	60	314	близька до 10, що в два-три рази менше, ніж у південній.
7	54	330	Метеори яскраві та швидкі, після них залишаються
8	50.5	350	густі довготривалі сліди. Швидкість метеорів
8.6	50	0 В.К.	близько 67 км/с. У північній півкулі радіант
10	53	28	сходить над ранок, тому час спостереження потоку
12	67	59	обмежений. Тисячу років тому мінімальна відстань
14	85	84	між орбітами комети й Землі була вдвічі меншою,
14.6	90	90 З.Р.	але поступово збільшилася внаслідок планетних збурень.
15	94	95	
18	120	134	
20.6	130	180 Н.К.	
0	113	239	

T_{II} , год	z_R , град.	A_R , град.	Примітки
δ-АКВАРИДИ (ПІВДЕННІ)			
21.5	96	290	Найінтенсивніший потік південного неба з південною та північною вітками. Звідси два радіанти δ-Акварид. Умови спостережень радіанта головної (південної) вітки сприятливіші на півдні. Швидкість метеорів 41 км/с. Кількість метеорів за годину близька до 20. Максимуму активності потік досягає досить швидко, а спадає його інтенсивність повільно.
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	
δ-АКВАРИДИ (ПІВНІЧНІ)			
21	92	267	Друга вітка рою. Кількість метеорів за годину близька до 10. Швидкість метеорів 41 км/с. Унікальною характеристикою рою є дуже мала перигелійна відстань (0.08 а. о.), тому температура частинок рою під час наближення до Сонця сягає 1000 К. Ця обставина зумовлює структурні та фізичні властивості метеороїдів.
21.3	90	270 С.Р.	
22	83	278	
23	74	290	
0	65	303	
1	58	318	
2	53	334	
3	50.2	353	
3.3	50	0 В.К.	
4	51	13	
5	54	31	
6	60	48	
8	77	74	
9.3	90	90 З.Р.	
10	96	98	

$T_{\text{П}}$, год	z_{R} , град.	A_{R} , град.	Примітки
α-КАПРИКОРНІДИ			
19	96	278	Щорічний потік з невеликою кількістю метеорів (приблизно 5 за годину). Швидкість метеорів становить 23 км/с. Назва потоку походить від слова Каприкорнус — латинської назви сузір'я Козоріг.
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	
ПЕРСЕЇДИ			
1	47	226	Регулярно спостережуваний метеорний потік, відомий понад 1200 років. З 1840 р. його спостерігають щорічно. Кількість метеорів за годину близька до 50. Радіант має діаметр $10-15^\circ$, не заходить. Швидкість метеорів 60 км/с. У радіанті є декілька активних центрів. Метеори білі та жовті, швидкі, з яскравими слідами. Дж. Скіапареллі 1866 р. 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.	Примітки
ЦИГНІДИ			
10	74.8	174	Належить до так званих малих потоків. Радіант не заходить. Назва потоку походить від слова Цигнус — латинської назви сузір'я Лебідь. Швидкість метеорів дорівнює 26 км/с.
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	Метеорний рій утворено кометою 1900 III, яку відкрив Джакобіні. Комета була загублена, потім її знову виявив у листопаді 1913 р. Ціннер. Комета Джакобіні—Ціннера має період обертання навколо Сонця 6.5 року. Метеорний рій молодий і займає на орбіті невелику ділянку поблизу самої комети. Тому потік спостерігається періодично під час проходження Землі крізь хмару метеорних частинок. Невеликі метеорні дощі спостерігалися в 1926, 1952, 1985, 1998 рр. Найбільші у минулому столітті зорепади були 1933 р. та 1946 р. (близько 10000 метеорів за годину). Радіант не заходить. Метеори мають червонуватий колір, їхня швидкість становить 23 км/с.
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.	Примітки
ОРІОНІДИ			
22	91	245	Метеорний потік пов'язаний, як і η -Аквариди, з кометою Галлея. На подібність роїв першим звернув увагу Олів'є 1911 р. Земля перетинає в цьому разі дальшу й більш розріджену частину рою порівняно з η -Акваридами. Швидкість метеорів становить 66 км/с. Метеори яскраві, білі, часто залишають сліди, що довго існують.
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	
ПІВДЕННІ ТАУРИДИ			
17	94	242	З 15 вересня до 1 грудня з двох радіантів у сузір'ї Тельця (латинською мовою Таурус) спостерігаються два потоки метеорів — Південні та Північні Тауриди. Рій утворено кометою Енке. Перигелій його орбіти (велика піввісь 2.0—2.5 а.о.) міститься ближче до Сонця, ніж Венера, афелій же — біля Юпітера. Середня швидкість метеорів 29 км/с. Кількість метеорів становить 5—10 за годину. Рій, можливо, зумовлює метеорні явища в атмосферах Венери та Марса.
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	

$T_{\text{П}}$, год	z_{R} , град.	A_{R} , град.	Примітки
ПІВНІЧНІ ТАУРИДИ			
16	92	232	Метеорний потік з радіантом у сузір'ї Тельця (див. Південні Тауриди). Середня швидкість метеорів дорівнює 30 км/с. Кількість метеорів за годину не перевищує 30. Метеори з невеликою кутовою швидкістю, час від часу з'являються яскраві боліди. Можливе падіння метеоритів.
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	Дуже швидкі метеори, серед них багато яскравих метеорів-болідів, які залишають довготривалі сліди. Швидкість метеорів 71 км/с. Метеорний рій утворено кометою Темпеля—Туттля (Tempel—Tuttle, 1866 I). Період обертання комети навколо Сонця має значення 33.25 року. Така ж і повторюваність зорепаду Леонід. 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.
22.4	90	234 С.Р.	
23	85	241	
0	76	252	
1	67	263	
2	57	274	
3	48	287	
4	39	303	
5	32	323	
6	28.3	350	
6.4	28.0	0 В.К.	
7	29	19	
8	34	44	
10	51	78	
12	70	101	
14.2	90	126 З.Р.	
16	102	147	
18.3	108	180 Н.К.	

T_{II} , год	z_R , град.	A_R , град.	Примітки
ГЕМІНІДИ			
16	94	205	Один з найактивніших щорічних потоків із великою кількістю дуже яскравих метеорів. Відкрита 1983 р. мала планета 3200 Фаетон (1983 ТВ), ймовірно, є батьківським тілом рою. Швидкість метеорів становить 35 км/с. Частинки рою підходять досить близько до Сонця (перигелійна відстань 0.14 а. о.). Орбіта рою має невеликі розміри (велика піввісь 1.4 а. о.). Потік уперше спостерігали 1862 р. одночасно в Англії й США. З кінця XIX ст. він постійно перебуває в центрі уваги дослідників. Радіант міститься в сузір'ї Близнят (латинська назва Геміні).
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), коли кількість метеорів за годину досягла 170. Тепер вона становить 10—20. Метеорний потік мало досліджений, тому подальші спостереження матимуть важливе значення. Радіант міститься в сузір'ї Малої Ведмедиці (латинською мовою Урса Мінор) і весь час перебуває над горизонтом. Метеорний рій утворено кометою Туттля (Tuttle, 1939 X). Швидкість метеорів дорівнює 33 км/с.
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	

ПУЛЬСУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Зоряна величина m		Максимум $JD_{2457...}$	Період, доба
	год	хв	°	'	максимум	мінімум		
ТИПУ RR ЛІРИ								
X Овна	3	09	10	30	8.97	9.95	388.732	0.6511426
RR Ліри*	19	26	42	29	7.06	8.12	388.751	0.56686776
XZ Лебедя*	19	33	56	25	8.90	10.16	388.842	0.46670
RZ Цефея*	22	30	64	57	9.11	9.75	388.679	0.3086853
ТИПУ δ ЩИТА								
IM Тельця	4	12	26	31	5.37	5.58	388.632	0.145067
V474 Однорога*	6	00	-9	23	5.93	6.36	388.620	0.136126
VZ Рака	8	42	9	46	7.18	7.91	388.661	0.1783630
v В.Ведмедиці	9	52	58	58	3.68	3.86	388.610	0.1327
δ Щита	18	43	-9	02	4.60	4.79	388.599	0.1937697
ТИПУ δ ЦЕФЕЯ								
SU Кассіопеї	2	53	68	57	5.7	6.2	388.775	1.949322
SZ Тельця	4	38	18	35	6.3	6.8	390.739	3.14838
T Однорога	6	26	7	05	5.6	6.6	405.038	27.024649
RT Візничого	6	30	30	29	5.0	5.8	389.186	3.728115
W Близнят	6	36	15	19	6.5	7.4	395.682	7.913779
ζ Близнят	7	05	20	33	3.6	4.2	397.754	10.15073
U Орла	19	30	-7	01	6.1	6.9	391.862	7.02393
SU Лебедя	19	45	29	18	6.4	7.2	391.863	3.8455473
SV Лисички	19	52	27	30	6.7	7.8	400.738	44.994772
η Орла	19	53	1	03	3.5	4.4	392.103	7.176735
S Стріли	19	57	16	41	5.2	6.0	389.353	8.382086
T Лисички	20	52	28	19	5.4	6.1	388.915	4.435462
δ Цефея	22	30	58	30	3.5	4.4	390.551	5.366270
КЛАСИЧНІ ПУЛЬСУЮЧІ ЗОРІ (ЦЕФЕЇДИ)								
TU Кассіопеї	0	27	51	22	6.88	8.18	390.172	2.139298
XX Стрільця	18	26	-16	47	8.41	9.28	394.642	6.424140
V1154 Лебедя	19	48	43	10	8.95	9.37	389.167	4.925537
AU Пегаса	21	25	18	21	8.98	9.47	389.833	2.4015

Примітка. У зір, позначених зірочкою, спостерігається сильно виражений і недостатньо досліджений ефект Блажка, тому особливу увагу слід звернути на спостереження поблизу моментів максимумів блиску.

Закінчення табл. 29

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Зоряна величина m		Максимум $JD_{2457...}$	Період, доба
	год	хв	°	'	максимум	мінімум		
ТИПУ W ДІВИ								
RU Жирафа	7	24	69	38	8.10	9.79	—	19.4—23.5
W Діви	13	27	-3	28	9.46	10.75	399.031	17.2736
AL Діви	14	12	-13	23	9.10	9.92	398.521	10.30256
TX Дельфіна	20	51	3	43	8.84	9.54	393.729	6.165907
V351 Цефея	22	34	57	24	9.25	9.70	390.589	2.80591
(максимум)								
ТИПУ β ЦЕФЕЯ								
UW Овна	3	08	17	57	6.10	6.23	388.575	0.15275
KP Персея	3	34	44	55	6.37	6.51	388.564	0.2017782
v Еридана	4	34	-29	44	3.92	4.06	388.553	0.17790414
BW Лисички	20	55	28	35	6.52	6.76	388.662	0.20104117
β Цефея	21	29	70	38	3.16	3.27	388.542	0.1904881
DD Ящірки	21	42	40	19	5.16	5.28	388.523	0.1930924
ТИПУ RV ТЕЛЬЦЯ								
Зоря	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Зоряна величина m		Період, доба	Моменти мінімумів
	год	хв	°	'	максимум	мінімум		
U Однорога	7	32	-9	49	6.10	8.80	91.32	12 I; 12 IV; 12 VII; 12 X
AC Геркулеса	18	1	21	52	6.85	9.00	75.01	3 III; 17 V; 31 VII; 14 X; 28 XII
R Щита	8	48	-5	41	4.20	8.60	146.501	23 III; 17 VIII

ЗАТЕМНЮВАНІ ЗОРІ

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Зоряна величина m			D , год	d , год	Мінімум, $JD_{2457...}$	Період, доба
	год	хв	°	'	M	m_1	m_2				
ТИПУ АЛГОЛЯ (β ПЕРСЕЯ)											
YZ Кассіопеї	0	47	75	05	5.7	6.1	5.78	16.1	4.8	390.663	4.467224
U Цефея	1	04	81	58	6.8	9.2	6.9	9.6	2.3	390.770	2.4930475
RZ Кассіопеї	2	50	69	42	6.2	7.7	6.3	4.8	0.0	389.083	1.195247
β Персея	3	09	41	01	2.1	3.4	2.2	9.6	0.0	388.859	2.867304
λ Тельця	4	02	12	32	3.4	3.9	3.6	14.2	0.0	392.041	3.9529478
AG Персея	4	08	33	29	6.6	7.0	7.0	—	—	389.794	2.0287090
HU Тельця	4	39	20	43	5.8	6.7	6.2	7.7	1.0	390.540	2.0562997
CD Тельця	5	18	20	09	6.8	7.3	—	6.5	0.0	390.121	3.435137
AR Візничого	5	19	33	47	6.2	6.8	—	6.9	0.0	388.703	4.134695
										390.222	
VV Оріона	5	34	-1	09	5.3	5.7	5.5	—	—	388.917	1.4853784
WW Візничого	6	33	32	26	5.8	6.5	6.4	6.0	0.0	388.988	2.525019
										389.778	
R Великого Пса	7	20	-16	26	5.7	6.3	5.8	4.4	0.0	389.027	1.1359405
TX В. Ведмедиці	10	46	45	29	7.1	8.8	7.1	9.4	0.0	388.946	3.063238
ZZ Волопаса	13	57	25	50	7.0	7.8	7.4	—	—	393.241	4.991744
δ Терезів	15	02	-8	35	4.9	5.9	5.0	12.8	0.0	390.296	2.3273543
U Зміносяця	17	17	1	12	5.8	6.6	6.5	7.0	0.0	388.982	1.677347
и Геркулеса	17	18	33	05	4.7	5.4	4.9	—	—	388.749	2.051027
U Стріли	19	20	19	38	6.4	9.3	6.7	11.4	1.6	390.207	3.380619
Y Лебедя	20	52	34	43	7.3	7.9	—	7.2	0.0	389.474	2.996378
AR Ящірки	22	09	45	49	6.1	6.8	6.4	8.4	1.9	389.837	1.983192
										389.815	
ТИПУ β ЛІРИ											
ζ Андромеди	0	48	24	21	3.92	4.02	4.14	—	—	389.795	17.7695
SX Візничого	5	13	42	11	8.38	8.87	9.14	—	—	389.037	1.2100802
LY Візничого	5	31	35	23	6.66	7.35	7.26	—	—	388.885	4.0024943
β Ліри	18	51	33	23	3.25	3.85	4.36	—	—	398.002	12.913834
V822 Орла	19	32	-2	04	6.87	7.07	7.44	—	—	392.603	5.2949508
V367 Лебедя	20	49	39	21	6.67	7.16	7.60	—	—	402.012	18.59773
DV Водоля	21	00	-14	25	5.89	6.19	6.25	—	—	389.100	2.0287090
AN Андромеди	23	19	41	52	6.00	6.16	6.09	—	—	389.939	3.2195665
ТИПУ W ВЕЛИКОЇ ВЕДМЕДИЦІ											
AA Кита	2	00	-22	50	6.20	6.70	6.70	—	0.83	388.639	0.53619996
W В.Ведмедиці	9	45	55	52	7.75	8.48	8.43	0.28	0.22	388.668	0.33363749
AW В.Ведмедиці	11	31	29	52	6.83	7.13	7.08	0.62	1.15	388.844	0.4387299
ι Волопаса	14	17	51	17	5.80	6.40	6.29	—	—	388.816	0.2678159
GR Діви	14	46	-6	48	7.80	8.25	8.21	—	—	388.540	0.419757
V566 Зміносяця	17	58	4	59	7.46	7.96	7.89	0.47	0.58	388.880	0.40964569

Примітка. У переважній частині пульсуючих і затемнюваних зір періоди зміни блиску нестабільні, тому під час спостережень слід звернути особливу увагу на точне фіксування моментів оцінок блиску.

**ДОВГОПЕРІОДИЧНІ ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ α КИТА (МІРИДИ)
ТА МОМЕНТИ ЇХНІХ МАКСИМУМІВ**

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Зоряна величина m		Період, доба	Моменти максимумів
	год	хв	°	'	макси- мум	мінімум		
W Кита	0	03	-14	35	7.1	14.8	351.31	9.VI
R Андромеди	0	25	38	40	5.8	14.9	409.3	1.I
R Риб	1	31	2	58	7.0	14.8	344.5	5.X
W Андромеди	2	19	44	23	6.7	14.6	395.93	14.III
α Кита	2	20	-2	54	2.0	10.1	331.96	6.III
R Трикутника	2	38	34	20	5.4	12.6	266.9	30.VII
R Зайця	5	00	-14	47	5.5	11.7	427.07	6.III
R Візничого	5	19	53	36	6.7	13.9	457.5	7.XII
U Оріона	5	57	20	11	4.8	13	368.3	20.I
V Однорога	6	24	-2	12	6.0	13.9	340.5	1.VII
R Близнят	7	08	22	41	6.0	14	369.91	3.IV
R Рака	8	17	11	40	6.1	11.8	361.6	10.VIII
R Лева	9	48	11	21	4.4	11.3	309.95	14.IV
R В. Ведмедиці	10	46	68	41	6.5	13.7	301.62	27.IX
T В. Ведмедиці	12	37	59	24	6.6	13.5	256.6	8.II; 22.X
R Діви	12	39	6	54	6.1	12.1	145.63	14.V; 7.X
R Гідри	13	31	-23	22	3.5	10.9	388.97	26.VII
S Діви	13	34	-7	17	6.3	13.2	375.1	6.II
R Волопаса	14	38	26	40	6.2	13.1	223.4	28.III; 6.XII
R Змії	15	51	15	05	5.2	14.4	356.41	7.IX
U Геркулеса	16	27	18	51	6.4	13.4	406.1	14.VII
R Дракона	16	32	66	43	6.7	13.2	245.6	11.VI
T Геркулеса	18	10	31	01	6.8	13.7	164.98	6.V; 18.X
X Змієносія	18	39	8	51	5.9	9.2	328.85	15.VI
R Орла	19	07	8	15	5.5	12	284.2	7.X
R Стрільця	19	18	-19	17	6.7	12.8	269.84	15.I; 11.X
R Лебедя	19	37	50	14	6.1	14.4	426.45	1.I
χ Лебедя	19	31	32	56	3.3	14.2	408.05	14.IX
T Цефея	21	10	68	33	5.2	11.3	388.14	—
R Пегаса	23	07	10	38	6.9	13.8	378.1	29.VI
R Водолія	23	45	-15	12	5.8	12.4	386.96	11.IV
R Кассіопеї	23	59	51	29	4.7	13.5	430.46	—

Таблиця 32

НАПІВПРАВИЛЬНІ ТА НЕПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Зоряна величина m		Цикл, доба
	год	хв	°	'	максимум	мінімум	
НАПІВПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ							
RX Цефея	0	51	82	03	7.2	8.2	55
ρ Персея	3	06	38	54	3.3	4.0	50
α Оріона	5	56	7	24	0.0	1.3	35
η Близнят	6	16	22	30	3.2	3.9	232
R Ліри	18	56	43	58	3.88	5.0	46
μ Цефея	21	44	58	51	3.43	5.1	30; 4400
СПАЛАХУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ UV КИТА							
UV Кита	1	40	17	52	6.8	12.95	
AD Лева	10	21	19	47	8.07	11.00	
EV Ящірки	22	48	44	25	8.28	11.83	
EQ Пегаса	23	33	20	02	9.8	10.5	
ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ R ПІВНІЧНОЇ КОРОНИ							
XX Жирафа	4	10	53	24	8.09	9.8	
SU Тельця	5	50	19	05	9.1	16.86	
R Північної Корони	15	49	28	06	5.71	14.8	
ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ U БЛИЗНЯТ							
U Близнят	7	56	21	57	8.2	14.9	103
SS Лебеда	21	43	43	40	7.7	12.4	50
RU Пегаса	22	15	12	47	9.0	13.2	68
ЗОРІ ТИПУ Ae/Be ГЕРБІГА							
AV Візничого	4	57	30	35	6.9	8.4	
SU Візничого	4	57	30	35	9.3	11.8	
UX Оріона	5	05	-3	46	8.7	12.8	
V451 Оріона	5	32	11	02	8.5	9.5	
IU Оріона	5	35	-5	41	6.6	11.1	
T Оріона	5	37	-5	28	8.7	12.6	
CQ Тельця	5	37	24	45	8.7	12.25	
BN Оріона	5	37	6	51	8.8	13.9	
V586 Оріона	5	38	-6	09	9.65	11.2	
BF Оріона	5	38	-6	34	9.69	13.47	
V351 Оріона	5	45	0	09	8.3	11.6	
Z В. Пса	7	04	-11	35	8.8	11.2	
НЕПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ							
KK Персея	2	11	56	38	6.6	7.9	
UY Андромеди	2	39	39	14	7.4	12.3	
V529 Оріона	5	59	20	16	6.0	11.0	
BU Близнят	6	13	22	54	5.7	8.1	
BL Оріона	6	26	14	43	5.9	7.9	
W В. Пса	7	09	-11	57	6.4	7.9	
VY В. Ведмедиці	10	46	67	19	5.9	7.0	
V449 Лебеда	19	54	34	00	7.4	9.1	
ϵ Пегаса	21	45	9	57	0.7	3.5	

Таблиця 33

**ЗРУЧНІ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ МОМЕНТИ
МІНІМУМІВ БЛИСКУ ДЕЯКИХ ЗАТЕМНЮВАНИХ ЗІР
(за всесвітнім часом)**

Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв			
β Персея											
I	7	2	15	IV	7	20	X	14	2	09	
	9	23	04		25	1	14	16	22	58	
	12	19	52		27	22	02	19	19	46	
	27	3	57	V	15	2	56	XI	3	3	51
	30	0	46		17	23	45		6	0	40
II	1	21	35		20	20	34		8	21	29
	19	2	28	VIII	12	0	12		26	2	22
	21	23	17		14	21	01		28	23	11
	24	20	06	IX	1	1	55	XII	1	20	00
III	13	1	00		3	22	44		16	4	05
	15	21	49		21	3	37		19	0	54
IV	2	2	42		24	0	26		21	21	43
	4	23	31		26	21	15		24	18	32
AR Візничого											
Первинні мінімуми											
I	14	18	05	VII	18	19	33	X	17	18	40
	18	21	19		22	22	47		21	21	54
	23	0	33		27	2	01		26	1	08
	27	3	47	VIII	20	21	25	XI	19	20	32
II	16	19	56		25	0	39		23	23	46
	20	23	10		29	3	52		28	3	00
	25	2	24	IX	18	20	02	XII	18	19	09
III	20	21	48		22	23	16		22	22	23
	25	1	02		27	2	30		27	1	37
Вторинні мінімуми											
I	6	20	33	IV	8	21	28	X	9	21	40
	8	22	10		10	23	05		11	23	18
	10	23	48		13	0	42		14	0	55
	13	1	25		15	2	20		16	2	32
	15	3	02		17	3	57	XI	7	20	21
II	6	20	51	VIII	6	19	27		9	21	59
	8	22	29		8	21	04		11	23	36
	11	0	06		10	22	41		14	1	13
	13	1	43		13	0	18		16	2	50
	15	3	20		15	1	56		18	4	28

Продовження табл. 33

Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв			
III	8	21	10	VIII	17	3	33	XII	8	20	40
	10	22	47	IX	8	21	22		10	22	17
	13	0	24		10	22	59		12	23	54
	15	2	01		13	0	37		15	1	31
	17	3	39		15	2	14		17	3	09
IV	6	19	51		17	3	51				
R Великого Пса											
I	3	19	10	III	30	3	07	X	30	19	45
	4	22	25	VIII	2	2	00		31	23	00
	6	1	41		8	21	34	XI	2	2	16
	7	4	57		10	0	50		7	18	35
	12	21	16		16	20	25		8	21	51
	14	0	31		17	23	41		10	01	06
	20	20	06		19	2	56		16	20	41
	21	23	22		25	22	31		17	23	57
	23	2	37		27	1	47		24	19	31
	29	22	12	IX	2	21	21		25	22	47
	31	1	28		4	0	37		27	2	03
II	6	21	02		10	20	11	XII	2	18	21
	8	0	18		11	23	27		3	21	37
	9	3	34		13	2	43		5	0	53
	15	23	08		19	22	17		10	17	12
	17	2	24		21	1	33		11	20	27
	23	21	59		27	21	08		12	23	43
	25	1	14		29	0	23		14	2	59
III	2	20	49		30	3	39		19	19	18
	10	19	39	X	6	23	14		20	22	34
	11	22	55		8	2	29		22	1	49
	13	2	11		14	22	04		27	18	08
	19	21	45		16	1	20		30	0	40
	21	1	01		22	20	54				
	28	23	51		24	0	10				
TX Великої Ведмеді											
I	16	18	17	V	2	23	24	IX	17	19	42
	19	19	48		6	0	55		20	21	13
	22	21	19		9	2	26		23	22	44
	25	22	50		12	3	57		27	0	15
	29	0	21	VI	8	17	37		30	1	46
II	1	1	52		11	19	08	X	3	3	17
	4	3	23		14	20	39	XI	2	18	28

Закінчення табл. 33

Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв			
III	5	18	34	VI	17	22	10	XI	5	19	59
	8	20	05		20	23	41		8	21	30
	11	21	36		24	1	12		11	23	01
	14	23	07		27	2	43		15	0	32
	18	0	39		30	4	14		18	2	03
	21	2	09	VIII	2	20	56		21	3	34
	24	3	40		5	22	27	XII	21	18	45
IV	23	18	51		8	23	58		24	20	16
	26	20	22		12	1	29		27	21	47
	29	21	53		15	3	00		30	23	18
β Ліри											
III	15	1	47	IV	22	19	35	VIII	29	22	55
	27	23	43	VIII	4	23	03	IX	11	20	51
IV	9	21	29		17	0	58		24	18	47
У Стріли											
IV	2	23	36	VII	10	0	31	XI	1	23	06
	13	3	00		26	22	11		8	17	22
	19	21	17	VIII	6	1	35		12	2	30
	30	0	41		22	23	16		18	20	46
V	16	22	21	IX	2	2	40		29	0	11
	27	1	46		8	20	56	XII	5	18	27
VI	2	20	02		19	0	21		9	3	35
	12	23	26	X	5	22	01		15	21	51
	23	2	50		16	1	25		26	1	15
	29	21	06		22	19	42				

ПЕРВИННІ UBV- ТА UBVR1-СТАНДАРТИ

Номер зорі за каталогом BS	Назва зорі	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Спектр	V	U-B	B-V	V-R	V-I	Код
		год	хв	°	'							
21	β Cas	0 10	59 14	F2 III	2.27	0.12	0.34	0.31	0.51	3,v		
39	γ Peg	0 14	15 17	B2 IV	2.84	-0.86	-0.23	-0.1	-0.29	1		
45	χ Peg	0 15	20 18	M2 III	4.8	1.93	1.57	1.34	2.47	1		
63	θ And	0 18	38 46	A2 V	4.61	0.05	0.06	0.08	0.09	3		
130	κ Cas	0 34	63 01	B0.7 Ia	4.16	-0.8	0.14	0.14	0.2	3		
321	μ Cas	1 09	55 00	G5 Vb	5.18	0.09	0.69	0.63	1.04	3		
437	η Psc	1 32	15 26	G7 IIIa	3.62	0.74	0.97	0.72	1.22	3		
493	107 Psc	1 43	20 21	K1 V	5.24	0.49	0.84	0.69	1.12	1		
553	β Ari	1 56	20 53	A4 V	2.65	0.1	0.13	0.14	0.22	3		
617	α Ari	2 08	23 32	K2 IIIab	2.0	1.13	1.15	0.84	1.46	2		
718	ξ^2 Cet	2 29	8 32	A0 III	4.29	-0.11	-0.06	0.02	-0.03	1		
996	κ Cet	3 20	3 26	G5 V	4.84	0.19	0.68	0.57	0.93	v		
1084	ϵ Eri	3 34	-9 24	K2 V	3.73	0.58	0.88	0.72	1.19	1		
1131	\circ Per	3 45	32 20	B1 III	3.83	-0.75	0.05	0.12	0.12	3		
1144	18 Tau	3 46	24 53	B8 V	5.65	-0.36	-0.07	0.03	-0.04	1		
1165	η Tau	3 48	24 09	B7 III _n	2.87	-0.35	-0.09	0.03	-0.01	1		
1228	ξ Per	4 00	35 50	O7.5 III	4.04	-0.93	0.02	0.16	0.15	3		
1346	γ Tau	4 21	15 40	G9.5 III	3.65	0.81	0.99	0.73	1.2	3		
1373	δ Tau	4 24	17 35	G9.5 III	3.76	0.82	0.99	0.73	1.2	3		
1411	θ^1 Tau	4 30	16 00	G9 III	3.83	0.72	0.95	0.71	1.18	1		
1409	ϵ Tau	4 30	19 13	G9.5 III	3.54	0.87	1.01	0.73	1.23			
1412	θ^2 Tau	4 30	15 54	A7 III	3.39	0.12	0.18	0.18	0.27			
1543	π^3 Ori	4 51	6 59	F6 V	3.19	-0.01	0.46	0.42	0.68	1		
1552	π^4 Ori	4 52	5 38	B2 III	3.68	-0.81	-0.17	-0.05	-0.21	3		
1641	π Aur	5 08	41 15	B3 V	3.18	-0.67	-0.18	-0.05	-0.22	1		
1666	θ Eri	5 09	-5 04	A3 IVa	2.79	0.1	0.13	0.14	0.22	3		
1791	β Tau	5 27	28 37	B7 III	1.65	-0.49	-0.13	-0.01	-0.11	3		
1855	ν Ori	5 33	-7 17	B0 V	4.62	-1.07	-0.26	-0.12	-0.38	1		
2010	134Tau	5 50	12 39	B9 IV	4.91	-0.16	-0.07	0.02	-0.06			
2047	χ^1 Ori	5 55	20 17	G0 V	4.41	0.08	0.59	0.51	0.82	3		
2382	12 Mon	6 33	4 51	K0 III	5.83	0.78	1.0	0.72	1.25			
2421	γ Gem	6 39	16 23	A1 IVs	1.92	0.05	0.0	0.06	0.05	3		
2693	δ CMa	7 09	-26 25	F8 Ia	1.84	0.54	0.67	0.51	0.84	3		
2763	λ Gem	7 19	16 31	A4 IV	3.58	0.09	0.12	0.12	0.17	3		
2852	ρ Gem	7 30	31 45	F0 V	4.18	-0.02	0.32	0.32	0.51	1		
2990	β Gem	7 46	27 59	K0 IIIb	1.14	0.86	1.0	0.75	1.25	3		
3249	β Cnc	8 17	9 08	K4 III	3.53	1.77	1.48	1.12	1.9	2		
3427	39 Cnc	8 41	19 57	K0 III	6.39	0.83	0.98	0.72	1.19	1		
3454	η Hya	8 44	3 20	B4 V	4.3	-0.74	-0.2	-0.07	-0.26	2		
3569	ι UMa	9 00	47 59	A7 IV _n	3.14	0.07	0.19	0.22	0.29	3		
3815	11 LMi	9 37	35 44	G8 IV-V	5.41	0.44	0.77	0.62	0.99	1		
3974	21 LMi	10 08	35 10	A7 V	4.49	0.07	0.18	0.18	0.25	1		
3982	α Leo	10 09	11 53	B7 Vn	1.35	-0.36	-0.11	-0.02	-0.12	1		
4031	ζ Leo	10 18	23 20	F0 IIIa	3.44	0.19	0.31	0.31	0.5	3		
4033	λ UMa	10 18	42 50	A1 IV	3.45	0.06	0.03	0.08	0.07	3		

Номер зорі за каталогом BS	Назва зорі	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Спектр	V	U-B	B-V	V-R	V-I	Код
		год	хв	°	'							
4054	40 Leo	10 21		19 23		F6 IV	4.8	0.01	0.45	0.45	0.68	
4112	36 UMa	10 32		55 54		F8 V	4.84	-0.01	0.52	0.48	0.76	
4133	ρ Leo	10 34		9 13		B1 Iab	3.85	-0.95	-0.14	-0.05	-0.21	3
4456	90 Leo	11 36		16 42		B3 V	5.95	-0.65	-0.16	-0.06	-0.24	1
4534	β Leo	11 50		14 29		A3 Va	2.14	0.08	0.08	0.06	0.08	
4554	γ UMa	11 55		53 36		A0 Vnn	2.44	0.03	0.0	0.0	-0.03	
4623	α Crv	12 09		-24 49		F0 IV-V	4.02	-0.02	0.32	0.3	0.48	3
4660	δ UMa	12 16		56 56		A2 Vnn	3.31	0.07	0.08	0.06	0.06	3
4662	γ Crv	12 17		-17 38		B8p Hg Mn	2.58	-0.35	-0.11	-0.04	-0.13	1
4707	12 Com	12 23		25 45		G5 III+A5	4.81	0.27	0.49	0.47	0.8	1
4752	17 Com	12 30		25 49		A0p (Si)	5.29	-0.1	-0.06	0.02	-0.06	1
4785	β CVn	12 35		41 16		G0 V	4.27	0.05	0.59	0.54	0.85	3
4983	β Com	13 13		27 47		F9.5 V	4.26	0.08	0.58	0.49	0.79	1
5062	80 UMa	13 26		54 54		A5 Vn	4.02	0.08	0.16	0.17	0.24	
5185	τ Boo	13 48		17 22		F7 V	4.5	0.05	0.48	0.41	0.65	3
5235	η Boo	13 55		18 19		G0 IV	2.68	0.2	0.58	0.44	0.73	3
5264	τ Vir	14 02		1 28		A3 IV	4.26	0.13	0.1	0.15	0.21	3
5340	α Boo	14 16		19 06		K1.5 III	-0.02	1.28	1.23	0.97	1.62	3
5359	λ Vir	14 20		-13 27		A5m:	4.52	0.09	0.13	0.1	0.14	3
5447	σ Boo	14 35		29 40		F2 V	4.47	-0.08	0.37	0.34	0.53	3
5511	109 Vir	14 47		1 49		A0 IVnn	3.73	-0.03	-0.01	0.07	0.05	
5570	16 Lib	14 58		-4 25		F0 IV	4.49	0.04	0.32	0.32	0.49	
5634	45 Boo	15 08		24 48		F5 V	4.93	-0.02	0.43	0.4	0.61	
5685	β Lib	15 18		-9 27		B8 IIIIn	2.61	-0.37	-0.11	-0.04	-0.14	2
5854	α Ser	15 45		6 22		K2 IIIb	2.64	1.25	1.17	0.81	1.37	2
5868	λ Ser	15 47		7 18		G0 V	4.43	0.1	0.6	0.51	0.83	3
5933	γ Ser	15 57		15 37		F6 V	3.86	-0.03	0.48	0.49	0.73	3
5947	ϵ CrB	15 58		26 50		K2 IIIab	4.15	1.28	1.23	0.89	1.51	2
6092	ζ Her	16 20		46 16		B5 IV	3.9	-0.57	-0.15	-0.09	-0.26	2,v
6175	ζ Oph	16 38		-10 36		O9.5 Vn	2.56	-0.85	0.02	0.1	0.06	v
6603	β Oph	17 44		4 34		K2 III	2.77	1.24	1.17	0.82	1.39	1
6629	γ Oph	17 49		2 42		A0 Vnn	3.75	0.04	0.04	0.04	0.04	1
6705	γ Dra	17 57		51 29		K5 III	2.22	1.88	1.52	1.14	1.99	3
7178	γ Lyr	19 00		32 43		B9 II	3.24	-0.08	-0.05	-0.03	-0.04	3
7235	ζ Aql	19 06		13 54		A0 Vann	2.99	-0.01	0.01	0.01	0.01	3
7377	δ Aql	19 26		3 09		F2 IV-V	3.36	0.04	0.32	0.25	0.41	3
7446	κ Aql	19 38		-6 59		B0.5 III	4.96	-0.87	0.0	0.06	0.02	1
7602	β Aql	19 56		6 27		G8 IV	3.72	0.49	0.86	0.66	1.15	1
7906	α Del	20 40		15 58		B9 IV	3.77	-0.21	-0.06	0.0	-0.04	1
7950	ϵ Aqr	20 49		-9 26		A1 III	3.77	0.02	0.0	0.07	0.07	3
8469	λ Cep	22 12		59 30		O6 If	5.05	-0.74	0.24	0.28	0.43	3
8622	10 Lac	22 40		39 08		O9 V	4.88	-1.05	-0.2	0.09	-0.3	2
8781	α Peg	23 06		15 18		A0 III-IV	2.48	-0.06	-0.04	0.01	-0.02	3

Код: 1 — первинний UBVRI-стандарт; 2 — первинний UBVR-стандарт; 3 — вторинний UBVR-стандарт; v — змінна зоря.

Таблиця 35

ПОДВІЙНІ ЗОРІ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ІЗ НЕВЕЛИКИМИ ТЕЛЕСКОПАМИ

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$	$\delta_{J2016.5}$	Зоряні величини та спектри компонентів	Позиційний кут	Кутова відстань між компонентами
	год хв	° ′		°	″
η Кассіопеї	0 50	57 54	3.4m F9 V — 7.5m M0 V	320*	13.18*
ψ^1 Риб	1 07	21 34	5.3 A1 Vn — 5.5 A0 Vn	159	30.0
γ Овна (Мезартім)	1 54	19 22	3.9 A1h — 4.6 B9 V	0	7.5
λ Овна	1 59	23 41	4.8 F0 V — 7.4 F7 V	47	38.5
α Риб (Алріша)	2 03	2 51	3.8 A0p — 4.7 A3m	267*	1.74*
γ Андромеди (Аламак)	2 05	42 24	2.2 K3 Ib — 4.8 A0 V+B8 V	64	9.8
ι Кассіопеї, Aa—B	2 30	67 29	4.6 A3 Vp — 6.7 F5	231*	2.54*
γ Кита (Алькаф)	2 44	3 18	3.4 A3 V — 4.4 A2	297	2.9
η Персея	2 52	55 58	3.8 K3 Ib — 8.5 A4	301	28.33
32 Еридана	3 55	2 54	4.7 G8 III — 6.1 A2 V	347	6.82
23 Оріона	5 24	3 34	5.0 B1 V — 7.2 A3 V	29	31.9
λ Оріона (Меїсса)	5 36	9 57	3.4 O8 III — 5.6 B0.5 V	43	4.4
θ^1 Оріона CD	5 36	-5 23	5.1 O6p — 6.7 B0.5 Vp	57	13.2
θ^1 Оріона CA	5 36	-5 23	4.4 B0.5 — 6.7 B0.5 V	310	12.5
θ^2 Оріона	5 36	-5 24	5.1 O9.5 Vp — 6.4 B1 V	87	52.5
ι Оріона (Наїр аль-Саїф)	5 36	-5 54	2.8 O9 III — 6.9 B8	141	11.4
ζ Оріона (Альнітак)	5 42	-1 56	1.7 O9.7 Ib — 4.2 B0 III	164*	2.24*
θ Візничого	6 01	37 13	2.6 A0p — 7.2 B1	314	3.5
ϵ Однорога	6 25	4 35	4.4 A5 IV — 6.6 F5 V	27	12.7
β Однорога АВ	6 30	-7 03	4.6 B3 V — 5.0 B3ne	132	7.2
β Однорога АС	6 30	-7 02	5.0 B5 — 5.3 B3e	125	9.93
38 Близнят	6 56	13 09	4.7 F0 Vp — 7.7 G6 V	346	5.11*
α Близнят (Кастор)	7 36	31 51	1.6 A1 V — 2.9 A2 Vm	65*	4.66*
ι Рака	8 48	28 42	4.0 G8 II-III — 6.5 A3 V	307	30.4
ϵ Гідри	8 48	6 21	3.4 K1 III — 7.8 dF0 V	311*	2.72*
38 Риси	9 20	36 44	3.8 A3 V — 6.0 A4	229	2.7
γ Лева (Алгеба)	10 21	19 45	2.0 K1 IIIb — 3.5 G7 III	127*	4.65*
54 Лева	10 57	24 40	4.5 A1 V — 6.3 A2 V	254*	1.97*
ι Лева	11 24	10 26	4.0 F4 IV — 6.6 A3 V	108*	1.94*
α Гончих Псів (Серце Карла)	12 57	38 14	2.9 A0p — 5.5 F0 V	228	19.3
ζ В. Ведмедиці (Мішар)	13 25	54 50	4.5 A8 IV — 6.6 F1 V	153	14.5
κ Волопаса	14 14	51 43	2.2 A1 Vp — 3.9 A1m	236	13.4
π Волопаса	14 42	16 21	4.9 B9p — 5.8 A6 V	109	5.6
ϵ Волопаса (Мірак)	14 46	27 00	2.4 K0 II-III — 5.1 A2 V	343	2.6
ξ Волопаса	14 52	19 02	4.7 G8 Ve — 6.9 K4 Ve	312*	6.1*
δ Змії	15 36	10 29	3.8 F0 IV — 4.8 F0	176*	4.21*
α Скорпіона (Антарес)	16 30	-26 28	1.1 M1.5 Ib — 5.5 B2.5 V	276*	2.48*

Закінчення табл. 35

Зоря	$\alpha_{J2016.5}$	$\delta_{J2016.5}$	Зоряні величини та спектри компонентів	Позиційний кут	Кутова відстань між компонентами
	год хв	° ′		°	''
λ Змієноця (Марфік)	16 32	1 57	3.9 A0 V — 6.0 A4 V	34*	1.6 *
μ Дракона (Арракіс)	17 06	54 27	5.6 F7 V — 5.6 F7 V	19	2.2
α Геркулеса (Рас Альгеті)	17 15	14 22	2.7 M5 Ib-II — 5.4 G5 III+F2V	105*	4.64*
ψ Дракона (Дзібан)	17 42	72 08	4.6 F5 IV-V — 5.7 G0 V	15	30.38
95 Геркулеса	18 02	21 36	4.9 A5 III _n — 5.1 G8 III	258	6.28
70 Змієноця	18 06	2 30	4.0 K0 V — 6.0 K0 V	134*	5.5 *
ϵ^1 Ліри АВ	18 45	39 41	5.0 A4 V — 6.0 F1 V	349	2.7*
ϵ^2 Ліри CD	18 45	39 38	5.2 A8 V _n — 5.4 F0 V _n	80*	2.47 *
о Дракона	18 51	59 25	4.6 G9 III — 8.2 F4	324	34.6
θ Змії АВ	18 57	4 14	4.6 A5 V — 5.0 A5 V _n	104	22.3
θ Змії ВС	18 57	4 13	4.5 F6 V — 7.9 A2	58	26.0
β Лебеда (Альбірео)	19 31	28 00	3.1 K3 II — 5.1 B8 V _e	150	34.5
δ Лебеда	19 45	45 10	2.9 B9.5 IV — 6.3 F1 V	218*	2.66 *
γ Дельфіна	20 47	16 11	4.3 K1 IV — 5.1 F7 V	184*	13.8*
61 Лебеда	21 08	38 49	5.2 K5 V — 6.1 K7 V	152*	31.2 *
ξ Цефея (Аль-Кірдах)	22 04	64 42	4.4 A3/6 V _m — 6.4 F3 III/IV275*		8.2 *
ζ Водоля	22 30	0 04	3.6 F3 V — 3.6 F6 IV	180*	2.5 *
о Цефея	23 19	68 12	4.9 G8.5 III — 8.0 F6 V	228*	2.5*

Примітка. Кутові відстані та позиційні кути з позначкою «*» обчислено для $J2016.5$ за відомими елементами орбіт зір.

ЗОРІ ДО 2.5 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИННИ ЗІ СХИЛЕННЯМИ ВІД -30° ДО $+90^\circ$

Зоря	Зоряна величина m_V	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Проме- нева швид- кість км/с	Пара- лакс 0.001''	Спектр
		год	хв	°	'			
α Андромеди (Альфарет)	2.06	0	09	+29	11	-11.8	34	B9 IV
β Кассіопеї (Шаф)	2.28	0	10	+59	14	11.4	60	F2 III
α Кассіопеї (Шедар)	2.25	0	41	+56	38	-4.0	14	K0 III
β Кита (Діфта)	2.05	0	44	-17	54	13.2	34	G9.5 III
γ Кассіопеї	1.6—3.0	0	58	+60	48	-6.9	5	B0 IV
β Андромеди (Мірах)	2.08	1	11	+35	42	0.3	16	M0 III
γ^1 Андромеди (Аломак)	2.17	2	05	+42	24	-11.5	9	K3 II
α Овна (Гамаль)	2.02	2	08	+23	32	-14.3	50	K2 III
α Кита (Міра)	2.0—10.1	2	20	-2	54	57.8	13	M7 III
α Малої Ведмедиці (Полярна)	2.00	2	52	+89	20	-17.4	8	F7 I-II
β Персея (Алголь)	2.1—3.4	3	09	+41	00	4.0	35	B8 V
α Персея (Мірфак)	1.81	3	26	+49	55	-2.3	5	F5 I
α Тельця (Альдебаран)	0.99	4	37	+16	33	54.1	50	K5 III
β Оріона (Рігель)	0.28	5	15	-8	11	20.7	4	B8 I
α Візничого (Капелла)	0.08	5	18	+46	01	30.2	77	G8 III+ +G1 III
γ Оріона (Беллатрікс)	1.66	5	26	+6	22	18.2	13	B2 III
β Тельця (Нат)	1.68	5	27	+28	37	9.2	25	B7 III
δ Оріона (Мінтака)	2.23	5	33	-0	17	16.0	4	O9.5 II
ϵ Оріона (Альнілам)	1.72	5	37	-1	12	25.9	2	B0 I
ζ Оріон (Альнітак)	1.74	5	42	-1	56	18.6	4	O9.7 I
κ Оріона (Саїф)	2.06	5	49	-9	40	20.5	5	B0.5 I
α Оріона (Бетельгейзе)	0.4—1.3	5	56	+7	25	21.0	8	M1-2 I
β Візничого (Менкалінан)	1.90	6	01	+44	57	-18.2	40	A2 IV
β Великого Пса (Мурзім)	1.96	6	23	-17	58	33.7	7	B1 II-III
γ Близнят (Альхена)	2.02	6	39	+16	23	-12.7	31	A1 IV
α Великого Пса (Сириус)	-1.44	6	46	-16	44	-7.6	379	A1 V
ϵ Великого Пса (Адара)	1.53	6	59	-29	00	27.3	8	B2 II
δ Великого Пса (Везен)	1.84	7	09	-26	25	34.3	2	F8 I
η Великого Пса (Алудра)	2.45	7	25	-29	20	41.1	—	B5 Ia
α Близнят (Кастор)	1.9—2.8	7	36	+31	51	6.0	63	A1 V
α Малого Пса (Прощіон)	0.40	7	40	+5	11	-3.2	286	F5 IV-V
β Близнят (Поллукс)	1.22	7	47	+27	59	3.3	97	K0 III

Зоря	Зоряна величина m_V	$\alpha_{J2016.5}$		$\delta_{J2016.5}$		Проме- нева швид- кість км/с	Пара- лакс 0.001''	Спектр
		год	хв	°	'			
α Гідри (Альфард)	1.99	9	28	-8	44	-4.4	18	K3 II-III
α Лева (Регул)	1.41	10	09	+11	53	5.9	42	B7 V
β Великої Ведмедиці (Мерак)	2.35	11	03	+56	18	-12.0	41	A1 V
α Великої Ведмедиці (Дубхе)	1.82	11	05	+61	40	-8.9	26	K0 III
β Лева (Денебола)	2.13	11	50	+14	29	-0.2	90	A3 V
γ Великої Ведмедиці (Фекда)	2.43	11	55	+53	36	-12.6	39	A0 V
ϵ Великої Ведмедиці (Аліот)	1.76	12	55	+55	52	-9.3	40	A0
ζ Великої Ведмедиці (Міцар)	2.22	13	25	+54	50	-5.6	42	A1 V
α Діви (Спіка)	1.06	13	26	-11	15	1.0	12	B1 III- -IV+B2V
η Великої Ведмедиці (Бенетнаш)	1.86	13	48	+49	14	-13.4	32	B3 V
α Волопаса (Арктур)	0.16	14	16	+19	06	-5.4	89	K1.5 III
β Малої Ведмедиці (Кохаб)	2.06	14	51	+74	05	17.0	26	K4 III
α Північної Корони (Гемма)	2.22	15	35	+26	40	1.7	44	A0 V+ +G5V
δ Скорпіона (Дшубба)	2.30	16	01	-22	40	-7.0	8	B0.3 IV
α Скорпіона (Антарес)	1.07	16	30	-26	28	-3.0	5	M1.5I+ +B2.5 V
η Змієносця (Сабік)	2.43	17	11	-15	45	-2.4	39	A2 V
α Змієносця (Рас Альхаг)	2.09	17	36	+12	33	12.6	70	A5 III
γ Дракона (Етамін)	2.23	17	57	+51	29	-27.6	22	K5 III
α Ліри (Вега)	0.03	18	37	+38	48	-13.9	129	A0 V
σ Стрільця (Нункі)	2.07	18	56	-26	16	-11.2	15	B2.5 V
α Орла (Альгаїр)	0.93	19	52	+8	55	-26.1	194	A7 V
γ Лебеда (Садр)	2.23	20	23	+40	19	-7.5	2	F8 I
α Лебеда (Денеб)	1.33	20	42	+45	20	-4.5	1	A2 I
ϵ Лебеда (Генах)	2.49	20	47	+34	02	-10.6	45	K0 III
α Цефея (Альдерамін)	2.47	21	19	+62	39	-11.5	67	A7 V
ϵ Пегаса (Еніф)	0.7—3.5	21	45	+9	57	5.2	5	K2 I-II
α Південної Риби (Фомальгаут)	1.23	22	59	-29	32	6.1	130	A3 V
β Пегаса (Шеат)	2.1—3.0	23	05	+28	10	8.7	16	M2.5 II-III
α Пегаса (Маркаб)	2.49	23	06	+15	18	-2.2	23	B9 V

ЗОРЯНИ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ

Зоряні скупчення: розсіяне скупчення (cum) має неправильну форму й 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 37—40 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. Дрейером і опублікований 1888 р. Нове видання каталогу (1953 р.) разом з ІС I та ІС II (Index Catalogues I, II — два додаткові каталоги до основного каталогу Дрейера NGC, видані відповідно 1895 р. і 1908 р.) містить 13 673 об'єкти.

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 37

РОЗСІЯНІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск m_V	Відстань пк
		h	m	$^\circ$	$'$			
NGC581 M103	Cas Кассіопея	1	33.2	+60	42	6	4.4	2600
NGC869 h	Per Персей	2	19.0	+57	09	30	4.3	2200
NGC884 χ	Per Персей	2	22.4	+57	07	30	4.4	2300
NGC1039 M34	Per Персей	2	42.0	+42	47	35	5.7	440
Плеяди M45	Tau Телець	3	47.0	+24	07	110	1.2	125
Гіади	Tau Телець	4	18.1	+15	35	1200	0.8	40
NGC1960 M36	Aur Візничий	5	36.1	+34	08	12	6.0	1270
NGC2099 M37	Aur Візничий	5	52.4	+32	33	24	5.6	1350
NGC2168 M35	Gem Близнята	6	08.9	+24	20	28	5.1	870
NGC2287 M41	CMa Великий Пес	6	47.0	-20	44	38	4.5	700
NGC2632 M44	SpC Рак	8	40.1	+19	59	95	3.1	160
NGC2682 M67	SpC Рак	8	50.4	+11	49	30	6.5	800
Сона Com	Com Волосся Вер.	12	23.8	+26	16	30	2.7	80
NGC6405 M6	ScO Скорпіон	17	40.1	-32	13	15	4.2	600
NGC6416	ScO Скорпіон	17	40.2	-32	18	20	7.0	600
NGC6475 M7	ScO Скорпіон	17	53.9	-34	49	80	3.3	240
NGC6494 M23	Sgr Стрілець	17	56.8	-19	01	27	5.5	660
NGC6531 M21	Sgr Стрілець	18	04.6	-22	30	13	5.9	1300
NGC6603 M24	Sgr Стрілець	18	18.4	-18	25	5	11.1	2880
NGC6611 M16	Sgr Стрілець	18	18.8	-13	47	7	6.0	2500
NGC6705 M11	ScI Шит	18	51.1	-06	16	14	5.8	1720
NGC7092 M39	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 М31. Найефективніше в аматорські телескопи спостерігати світлі й темні туманності. До перших належать М42, М20 і М57, проте спостерігати їх потрібно тільки при рівнозінничному збільшенні, як і галактики.

Таблиця 38

КУЛЬОВІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутовий діаметр	Блиск m_V	Відстань кпк
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'			
NGC5271 M3	CVn Гончі Пси	13	42.2	+28	23	16.2	6.35	9.9
NGC5904 M5	Sgr Змія	15	18.6	+2	05	17.4	5.70	7.6
NGC6093 M80	Sco Скорпіон	16	17.0	-22	59	8.9	7.20	8.3
NGC6121 M4	Sco Скорпіон	16	23.6	-26	32	26.3	5.93	2.1
NGC6205 M13	Her Геркулес	16	41.7	+36	28	16.6	5.86	7.2
NGC6218 M12	Orh Змієносець	16	47.2	-1	57	14.5	6.60	5.5
NGC6254 M10	Orh Змієносець	16	57.1	-4	06	15.1	6.57	4.4
NGC6266 M62	Orh Змієносець	17	01.2	-30	07	14.1	6.60	6.0
NGC6273 M19	Orh Змієносець	17	02.6	-26	16	13.5	7.15	10.6
NGC6341 M92	Her Геркулес	17	17.1	+43	08	11.2	6.52	7.8
NGC6626 M28	Sgr Стрілець	18	24.5	-24	52	11.2	6.90	6.1
NGC6656 M22	Sgr Стрілець	18	36.4	-23	54	24.0	5.10	3.1
NGC6723	Sgr Стрілець	18	59.6	-36	38	11.0	7.32	8.7
NGC6809 M55	Sgr Стрілець	19	40.0	-30	58	19.0	6.95	5.2
NGC7078 M15	Peg Пегас	21	30.0	+12	10	12.3	6.35	9.4
NGC7089 M2	Aqr Водолій	21	33.5	-0	49	12.9	6.50	11.3

Таблиця 39

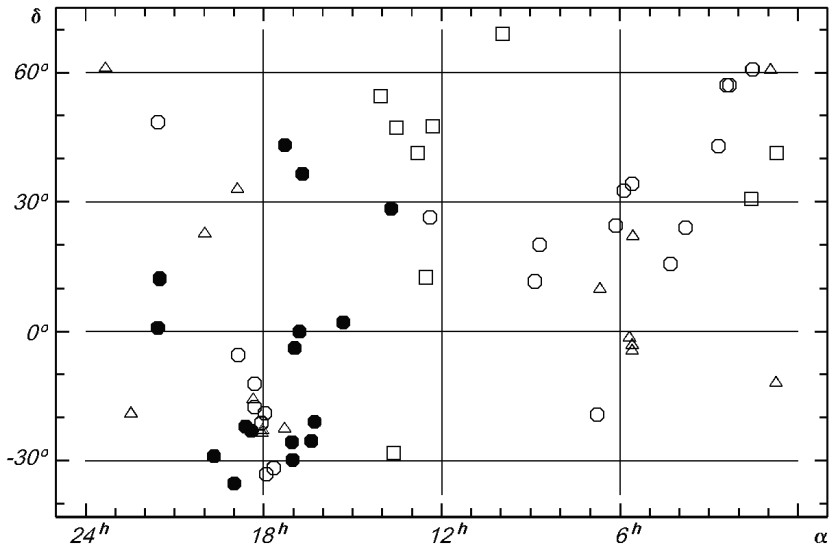
ГАЛАКТИКИ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутові розміри	Блиск m_V		Відстань
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'	'	<i>m</i>	<i>m</i>	Мпк
NGC224 M31	And Андромеда	0	42.7	+41	16	200×30	4.38		0.7
NGC598 M33	Tri Трикутник	1	33.9	+30	39	83×53	6.26		0.7
NGC3031 M81	UMa В. Ведмедиця	9	55.6	+69	04	35×14	7.86		3.2
	M106 CVn Гончі Пси	12	17.7	+47	27	24×6	8.6		
NGC4486 M87	Vir Діва	12	31.0	+12	23	9×6	10.1		13.8
NGC4736 M94	CVn Гончі Пси	12	48.6	+41	23	15×13	8.9		10.0
NGC5194 M51	CVn Гончі Пси	13	29.9	+47	12	14×10	8.98		7.0
NGC5236 M83	Hya Гідра	13	37.0	-29	52	11×9	8.2		3.8
NGC5457 M101	UMa В. Ведмедиця	14	02.3	+54	28	28×28	8.2		7.0

Таблиця 40

ТУМАННОСТІ

Назва за NGC та M	Сузір'я	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		Кутові розміри (діаметр)	Блиск m_V		Від- стань
		<i>h</i>	<i>m</i>	°	'	'	тум.	центр. зорі	кпк
NNC246	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
NGC1973 M1	Tau Телець	5	34.5	+22	01	6×4	16.0		
NGC1976 M42	Ori Оріон	5	35.4	-05	27	66×40	2.9		0.3
NGC1977	Ori Оріон	5	35.5	-04	52	29×10	4.6		0.4
NGC2024	Ori Оріон	5	40.7	-02	27	30×30	2.05		
NGC2264 SMon	Mon Одноріг	6	40.9	+09	54	60×60	4.66		1.0
	B72	Orn Змієносець	17	17.2	-23	27	(20)		
NGC6514 M20	Sgr Стрілець	18	02.6	-23	02	29×27	7.63		0.67
NGC6523 M8	Sgr Стрілець	18	03.8	-24	23	90×40	6.8		0.77
NGC6618 M17	Sgr Стрілець	18	20.8	-16	11	46×37	6.3		1.0
NGC6720 M57	Lyn Ліра	18	52.5	+33	00	1.5×1	9.3	14.7	0.7
NGC6853 M27	Vul Лисичка	19	58.5	+22	38	8×4	7.6	13.4	0.3
NGC7293	Aqr Водолій	22	28.4	-20	58	15×12	6.5	13.3	0.2
NGC7635	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

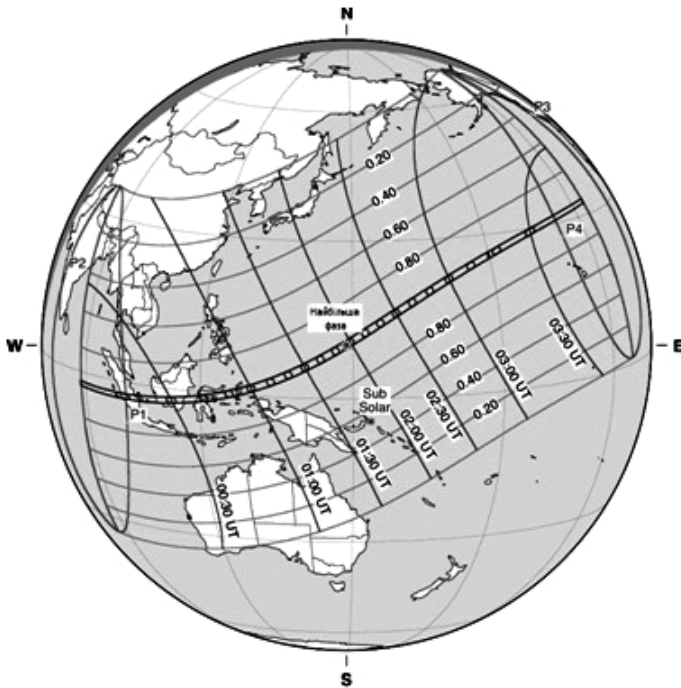
У 2016 р. відбудуться чотири затемнення — два сонячних (повне та кільцеподібне) і два півтіньових місячних, а також проходження Меркурія перед диском Сонця. Нижче наведено докладнішу інформацію про ці явища.

ПОВНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 8—9 БЕРЕЗНЯ 2016 РОКУ

Як повне його буде видно на островах Індонезії — Суматра, Борнео, Сулавесі та в Тихому океані. Як часткове його можна буде спостерігати в східній частині Азії, в Австралії, Тихому океані. Екліптичне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться 9 березня о 1 год 54 хв 29.5 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення — о 1 год 57 хв 11.5 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 23 год 19 хв 17.6 с, схилення $-4^{\circ} 22' 04.4''$, видимий радіус $16' 06.5''$, горизонтальний паралакс $8.9''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 23 год 18 хв 58.7 с, $-4^{\circ} 07' 40.6''$, $16' 33.5''$, $60' 46.2''$. Найбільша фаза — 1.05. Загальні обставини повного сонячного затемнення наведено в таблиці й на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Водоля. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 8—9 БЕРЕЗНЯ 2016 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок часткового затемнення	8.III 23	19	20
Початок повного затемнення	9.III 0	15	57
Максимальна фаза затемнення	1	57	12
Кінець повного затемнення	3	38	21
Кінець часткового затемнення	4	34	55



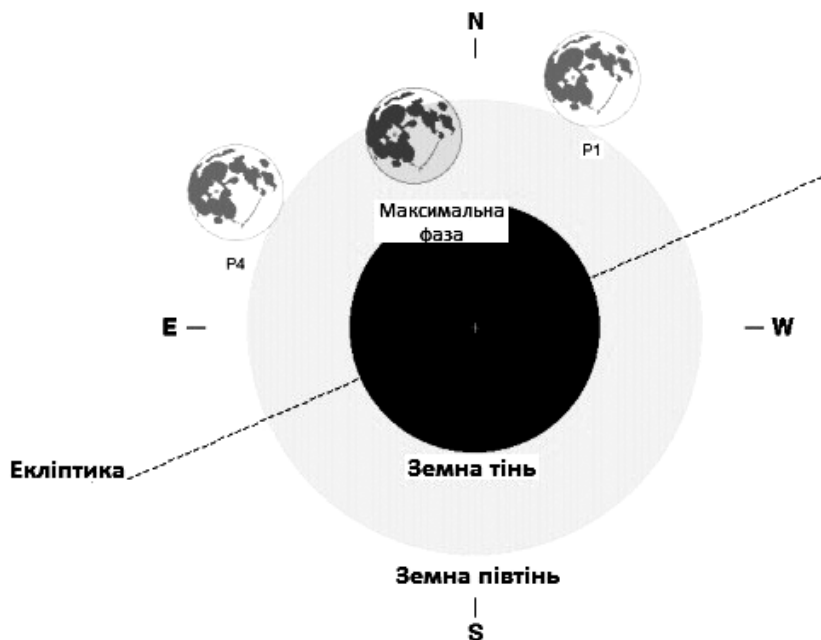
Повне сонячне затемнення 8—9 березня 2016 р.

ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 23 БЕРЕЗНЯ 2016р.

Затемнення можна спостерігати в Азії, Австралії, Тихому океані, в західній частині Америки. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться 23 березня о 12 год 00 хв 49.3 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.77) — об 11 год 47 хв 11.8 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 0 год 12 хв 02.0 с, схилення $+1^{\circ} 18' 11.0''$, видимий радіус $16' 02.7''$, горизонтальний паралакс $8.8''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 12 год 13 хв 18.5 с, $-0^{\circ} 18' 21.3''$, $14' 46.0''$, $54' 11.6''$. Кутовий радіус земної тіні $38.8'$, півтіні — $70.9'$. Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 15 хв 21 с. Місяць перебуватиме у сузір'ї Діви та пройде через північну зону земної тіні. Моменти явищ наведено в таблиці. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

**ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
23 БЕРЕЗНЯ 2016 р.**

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь	9	39	29
Максимальна фаза затемнення	11	47	12
Вихід Місяця з півтіні	13	54	50



Шлях Місяця через земну півтінь 23 березня 2016 р.

**ПРОХОДЖЕННЯ МЕРКУРІЯ
ПЕРЕД ДИСКОМ СОНЦЯ 9 ТРАВНЯ 2016 р.**

Його буде видно в Європі, Африці, Атлантичному океані, Америці. Екліптичне сполучення Меркурія та Сонця по довготі відбудеться о 15 год 11 хв 51.8 с за всесвітнім часом. Для цього моменту Сонце матиме: екліптичну довготу $49^{\circ} 25' 01.0''$, екліптичну широту $-0^{\circ} 00' 0.7''$, видимий радіус $15' 50.4''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Меркурія ці величини становитимуть відповідно: $49^{\circ} 25' 01.0''$, $-0^{\circ} 05' 24.6''$, $6.0''$, $15.8''$. Загальні обставини проходження Меркурія перед диском Сонця наведено в таблиці.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПРОХОДЖЕННЯ МЕРКУРІЯ ПЕРЕД ДИСКОМ СОНЦЯ
(геоцентричні фази)

Явище	Усесвітній час (UT)			Кут положення
	год	хв	с	
Входження, зовнішній контакт	11	12	03	83° 06'
Входження, внутрішній контакт	11	15	15	83 21
Найменша відстань від центра 318.5''	14	57	10	—
Вихід, внутрішній контакт	18	38	58	224 11
Вихід, зовнішній контакт	18	42	10	224 27

Обставини проходження для 34 міст України наведено в наступній таблиці, де прийнято такі позначення: Р — позиційний кут явища; Н — висота Сонця в момент явища (знак «мінус» означає, що Сонце вже зайшло).

ТОПОЦЕНТРИЧНІ ОБСТАВИНИ
ПРОХОДЖЕННЯ МЕРКУРІЯ ПЕРЕД ДИСКОМ СОНЦЯ 9 ТРАВНЯ 2016 р.
(за всесвітнім часом)

Місто	1 контакт			2 контакт			Максимальна фаза		3 контакт			4 контакт		
	год: хв	Р	Н	год: хв	Р	Н	год: хв	Н	год: хв	Р	Н	год: хв	Р	Н
Бердянськ	11:11	83°	54°	11:14	83°	54°	14:54	18°	18:37	224°	-15°	18:40	224°	-15°
Вінниця	11:11	83	55	11:14	84	55	14:54	24	18:37	224	-9	18:40	224	-10
Дніпропетровськ	11:11	83	54	11:14	83	53	14:54	20	18:37	224	-13	18:40	224	-13
Житомир	11:11	83	54	11:14	83	54	14:54	24	18:37	224	-9	18:40	224	-9
Запоріжжя	11:11	83	54	11:14	83	54	14:54	19	18:37	224	-13	18:40	224	-14
Івано-Франківськ	11:11	83	57	11:14	83	57	14:54	26	18:37	224	-8	18:40	224	-8
Ізмаїл	11:11	83	59	11:14	83	58	14:54	24	18:37	224	-12	18:40	224	-12
Ізюм	11:11	83	52	11:14	83	52	14:54	18	18:37	224	-13	18:40	224	-14
Кам'янець-Подільський	11:11	83	56	11:14	84	56	14:54	25	18:37	224	-9	18:40	224	-9
Київ	11:11	83	54	11:14	83	54	14:54	23	18:37	224	-9	18:40	224	-10
Кіровоград	11:11	83	55	11:14	83	54	14:54	21	18:37	224	-12	18:40	224	-12
Ковель	11:11	83	55	11:14	83	54	14:54	26	18:37	224	-6	18:40	224	-6
Кременчук	11:11	83	54	11:14	83	53	14:54	21	18:37	224	-12	18:40	224	-12
Луцьк	11:11	83	55	11:14	83	55	14:54	26	18:37	224	-7	18:40	224	-7
Львів	11:11	83	56	11:14	83	56	14:54	27	18:37	224	-7	18:40	224	-7
Мелітополь	11:11	83	55	11:14	83	54	14:54	19	18:37	224	-14	18:40	224	-14
Миколаїв	11:11	83	56	11:14	83	56	14:54	21	18:37	224	-12	18:40	224	-13

Місто	1 контакт			2 контакт			Максимальна фаза		3 контакт			4 контакт		
	год: хв	Р	Н	год: хв	Р	Н	год: хв	Н	год: хв	Р	Н	год: хв	Р	Н
Мукачеве	11:11	83°	58°	11:14	83°	58°	14:54	28°	18:37	224°	-7°	18:40	224°	-7°
Ніжін	11:11	83	53	11:14	83	52	14:54	22	18:37	224	-10	18:40	224	-10
Новгород-Сіверський	11:11	83	52	11:14	83	51	14:54	21	18:37	224	-10	18:40	224	-10
Одеса	11:11	83	57	11:14	83	57	14:54	22	18:37	224	-12	18:40	224	-13
Полтава	11:11	83	53	11:14	83	53	14:54	20	18:37	224	-12	18:40	224	-12
Рівне	11:11	83	55	11:14	83	55	14:54	25	18:37	224	-7	18:40	224	-8
Ромни	11:11	83	52	11:14	83	52	14:54	21	18:37	224	-10	18:40	224	-11
Суми	11:11	83	52	11:14	83	52	14:54	20	18:37	224	-11	18:40	224	-11
Тернопіль	11:11	83	56	11:14	83	56	14:54	26	18:37	224	-8	18:40	224	-8
Ужгород	11:11	83	57	11:14	83	56	14:54	28	18:37	224	-6	18:40	224	-6
Умань	11:11	83	55	11:14	83	55	14:54	23	18:37	224	-10	18:40	224	-11
Харків	11:11	83	52	11:14	83	52	14:54	19	18:37	224	-12	18:40	224	-13
Херсон	11:11	83	56	11:14	83	56	14:54	21	18:37	224	-13	18:40	224	-13
Хмельницький	11:11	83	56	11:14	83	56	14:54	25	18:37	224	-8	18:40	224	-9
Черкаси	11:11	83	54	11:14	83	54	14:54	22	18:37	224	-11	18:40	224	-11
Чернівці	11:11	83	57	11:14	83	57	14:54	26	18:37	224	-8	18:40	224	-9
Чернігів	11:11	83	53	11:14	83	52	14:54	22	18:37	224	-9	18:40	224	-9

Примітка. Моменти часу наведені з точністю ± 1 хв.

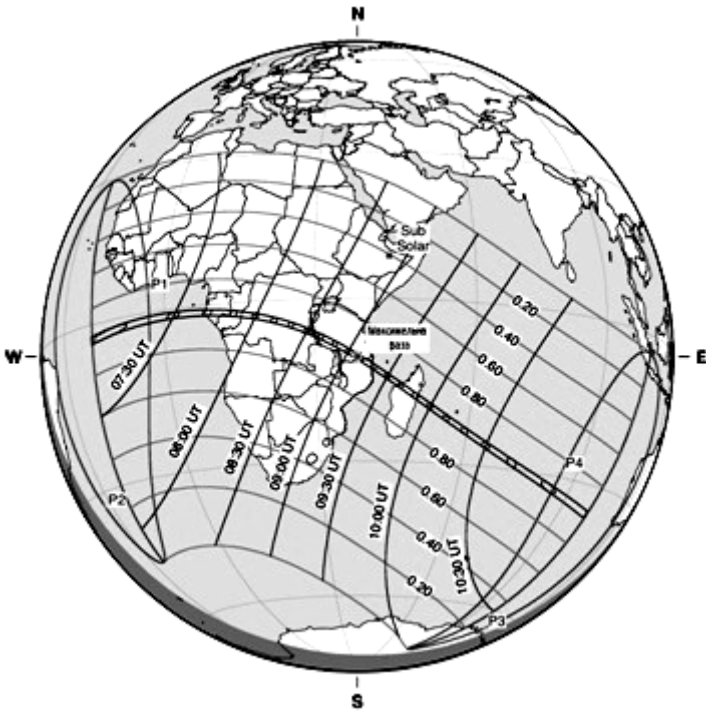
ЗАСТЕРЕЖЕННЯ! Нагадуємо, що спостерігати проходження Меркурія перед диском Сонця треба з темними світлофільтрами. Невиконання цієї вимоги може призвести до травмування очей.

КІЛЬЦЕПОДІБНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 1 ВЕРЕСНЯ 2016 р.

Його буде видно в Атлантичному океані, Африці, на о. Мадагаскар, в Індійському океані. Екліптичне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 9 год 03 хв 06.1 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.97) — о 9 год 06 хв 53.9 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 10 год 43 хв 43.3 с, схилення $+8^{\circ} 03' 38.0''$, видимий радіус $15' 51.0''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 10 год 43 хв 22.2 с, $+7^{\circ} 45' 51.0''$, $15' 12.4''$, $55' 48.6''$. Загальні обставини кільцеподібного сонячного затемнення наведено в таблиці й на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Лева. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

**ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО
СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 1 ВЕРЕСНЯ 2016 р.**

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок часткового затемнення	6	13	08
Початок кільцеподібного затемнення	7	17	50
Максимальна фаза затемнення	9	06	54
Кінець кільцеподібного затемнення	10	55	54
Кінець часткового затемнення	12	00	40



Кільцеподібне сонячне затемнення 1 вересня 2016 р.

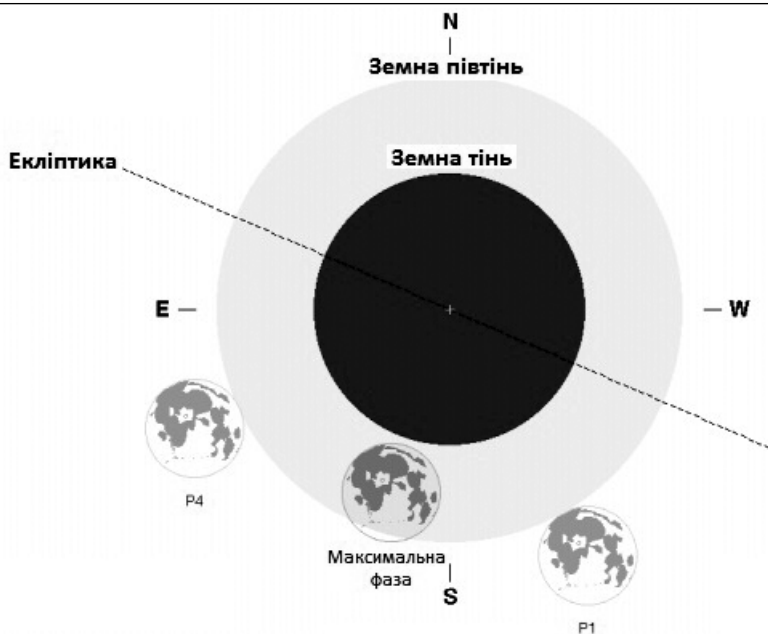
ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 16 ВЕРЕСНЯ 2016 р.

Затемнення можна спостерігати в Європі, Африці, Азії, Австралії, у західній частині Тихого океану. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця по довготі відбудеться о 19 год 05 хв 04.2 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.91) — о 18 год 54 хв 16.8 с. Для

цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 11 год 39 хв 09.7 с, схилення $+2^{\circ} 15' 14.1''$, видимий радіус $15' 54.8''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 23 год 40 хв 27.3 с, $-3^{\circ} 15' 36.6''$, $16' 22.7''$, $60' 06.7''$. Кутовий радіус земної тіні $44.9'$, півтіні — $76.8'$. Тривалість півтіньового затемнення — 3 год 59 хв 17 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Риб і пройде через південну зону земної півтіні. Моменти явищ наведено в таблиці. В Україні можна буде спостерігати практично всі фази півтіньового місячного затемнення.

**ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
16 ВЕРЕСНЯ 2016 р.**

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця у півтінь	16	54	40
Максимальна фаза затемнення	18	54	17
Вихід Місяця з півтіні	20	53	57



Шлях Місяця через земну півтінь 16 вересня 2016 р.

Автор використав ефемериди сонячних і місячних затемнень, які розмішені на сайті NASA Eclipse Home page, та ефемериди проходження Меркурія перед диском Сонця, які розмішені на сайті bdl.fr.

ПОКРИТТЯ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Нижче наведено обставини покриттів зір Місяцем, які можна спостерігати 2016 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.

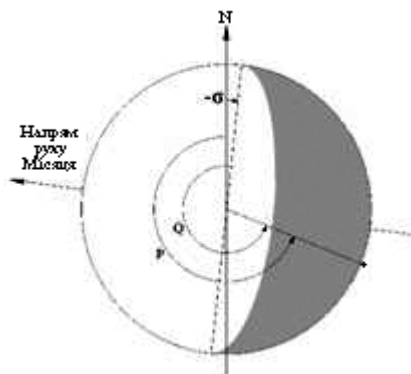
Кутами положень P зручно користуватися під час спостережень за допомогою телескопа з паралактичним монтуванням, який має в полі зору окуляра хрест ниток. Якщо такого окуляра немає або телескоп змонтовано на горизонтальній установці, то зручніше користуватися кутами положення Q (їх вимірюють від рогів 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 (див. рисунок на с. 184).

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:

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

де δ_M , δ_C — схилення Місяця та Сонця з табл. 1, E — елонгація Місяця (табл. 42). Схилення Місяця та Сонця, проінтерпольовані на момент покриття чи відкриття, можна брати з точністю до минут, момент явища — до хвилин.

На рисунку зображені кути положення для відкриття зорі 89 Тельця 21 вересня. Це явище буде видно на всій території України. Для Києва кути положення будуть такі: $P = 248^\circ$, $\sigma = -6^\circ$, $Q = 254^\circ$.



Відкриття Місяцем зорі 89 Тельця (ZC 699) 21 вересня 2016 р.

Удень 6 квітня на всій території України високо над горизонтом можна буде спостерігати покриття Місяцем Венери. Хоча планета матиме блиск -3.8 зоряної величини, денні спостереження цього цікавого явища важкі для виконання. Під час їх слід застосовувати великі збільшення та використовувати червоний окулярний світлофільтр. Треба також мінімізувати вплив на об'єктив побічного освітлення. Для цього слід надіти на об'єктив трубу-насадку відповідної довжини, чорну всередині, в яку вставлені декілька діафрагм. Крім того, інструмент має бути обладнаний пристроями, які забезпечать упевнене наведення його на об'єкт спостереження.

Результати спостережень можна надсилати до Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, де їх збирають і обробляють (04053, Київ-53, вул. Обсерваторна, 3, Астрономічна обсерваторія).

Таблиця 41

**ЗОРІ ДО 6.1 ЗОРЯНОЇ ВЕЛИЧИНИ, ПОКРИТТЯ ЯКИХ МОЖНА
СПОСТЕРІГАТИ В УКРАЇНІ 2016 р.**

Номер зорі за ZC	Назва зорі			Зоряна величина <i>m</i>	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$	
					год	хв	°	'
219	98	μ	Риб	5.1	1	30.2	+ 6	09
327	65	$\xi 1$	Кита	4.5	2	13.0	+ 8	51
462			Овна	5.9	3	10.6	+11	52
508	5	f	Тельця	4.3	3	30.9	+12	56
608	179	V.	Тельця	6.0	4	07.7	+15	10
635	54	γ	Тельця	3.9	4	19.8	+15	38
661	71		Тельця	4.6	4	26.3	+15	37
667	75		Тельця	5.3	4	28.4	+16	22
669	77	$\theta 1$	Тельця	4.0	4	28.6	+15	58
671	78	$\theta 2$	Тельця	3.6	4	28.6	+15	52
677	264	V.	Тельця	4.8	4	30.6	+16	12
678	81		Тельця	5.5	4	30.6	+15	42
682	85		Тельця	6.0	4	31.9	+15	51
692	87	α	Тельця	1.1	4	35.9	+16	31
699	89		Тельця	5.8	4	38.1	+16	02
704	92	$\sigma 2$	Тельця	4.8	4	39.3	+15	55
741	318	V.	Тельця	5.7	4	57.4	+17	09
806	111		Тельця	5.1	5	24.4	+17	23
820	117		Тельця	6.0	5	28.0	+17	14
878	130		Тельця	5.5	5	47.4	+17	44
944	124	H.1	Оріона	5.7	6	14.5	+17	54
1029	26		Близнят	5.1	6	42.4	+17	39
1141	162	V.	Близнят	5.6	7	31.8	+17	05
1197	1		Рака	6.0	7	57.0	+15	47
1210	5		Рака	5.9	8	01.5	+16	27
1409	5	ξ	Лева	5.1	9	31.9	+11	18
1439	18		Лева	5.9	9	46.4	+11	49
1442	68	V.R	Лева	5.0	9	47.6	+11	26
1486	31	A	Лева	4.6	10	07.9	+10	00
1549	48		Лева	5.2	10	34.8	+ 6	57
1589	56	VY	Лева	6.1	10	56.0	+ 6	11
1663	84	τ	Лева	5.2	11	27.9	+ 2	51
1770	13		Діви	5.9	12	19.7	- 0	47
1891	51	θ	Діви	4.4	13	09.9	- 5	32
1941	74	l2	Діви	4.8	13	32.0	- 6	15
2033	98	κ	Діви	4.3	14	12.9	-10	16
2247	44	η	Терезів	5.6	15	44.1	-15	40
2291	49		Терезів	5.5	16	00.3	-16	32
2399	24		Скорпіона	5.0	16	41.6	-17	45
2773	171	V.	Стрільця	6.1	19	03.1	-19	15
2814	43	d	Стрільця	5.0	19	17.6	-18	57
2865	267	V.	Стрільця	5.9	19	37.1	-18	14
3188	48	λ	Козорога	5.4	21	46.6	-11	22
3353	73	λ	Водоля	3.8	22	52.6	- 7	35
3412	90	ϕ	Водоля	4.4	23	14.3	- 6	03
3514	24		Риб	6.1	23	52.9	- 3	09

Таблиця 42

ПОКРИТТЯ ЗІР 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	16	219	5.1	87	П	19	16.1	68	+0.8	-0.6	
	20	669	4.0	129	П	0	18.1	129	-0.1	-2.4	
	20	667	5.3	129	П	0	22.1	31	+0.5	+0.4	
	20	677	4.8	129	П	1	1.9	81	0.0	-1.1	
	20	806	5.1	141	П	23	28.3	109	+0.5	-1.8	
	21	820	6.0	142	П	1	15.7	141	-0.3	-2.6	
	21	944	5.7	152	П	19	14.1	79	+1.5	+0.8	
Лютий	27	1663	5.2	224	В	21	33.7	293	+0.8	+0.6	
	13	327	4.5	70	П	19	50.4	120	+0.1	-2.5	
	15	608	6.0	96	П	20	40.6	115	+0.4	-2.2	
	16	741	5.7	108	П	17	11.2	357	—	—	
	19	1197	6.0	147	П	23	27.5	87	+0.9	-1.3	
Березень	21	1409	5.1	169	П	18	0.4	111	+0.9	+0.7	
	1	2291	5.5	261	В	2	57.9	234	+2.2	+1.2	
	15	878	5.5	92	П	20	48.7	30	+1.1	+1.0	
	16	1029	5.1	104	П	19	58.2	46	+1.5	+0.5	
Квітень	28	2247	5.6	230	В	2	21.5	285	+1.6	-0.8	
	6	Венера	-3.8	344	П	7	50.0	37	+1.7	+1.7	
	6	Венера	-3.8	344	В	8	59.0	272	+2.8	-0.1	
	11	806	5.1	60	П	18	30.3	77	+0.5	-1.0	
	11	820	6.0	60	П	20	3.0	104	0.0	-1.6	
Травень	21	1891	4.4	167	П	1	0.9	48	+1.0	-0.4	
	11	1197	6.0	67	П	18	57.2	131	+0.2	-2.2	
Червень	14	1549	5.2	103	П	21	24.3	111	+0.4	-1.8	
	15	2033	4.3	129	П	22	53.7	104	+0.6	-1.8	
	17	2247	5.6	150	П	19	56.0	88	+1.8	0.0	
	25	3353	3.8	247	В	23	30.4	302	+1.2	+0.6	
	27	462	5.9	283	В	23	2.1	234	0.0	+1.8	
Серпень	19	3412	4.4	200	В	22	50.3	294	+2.0	-0.5	
Вересень	11	2773	6.1	116	П	17	55.2	145	+2.0	-1.7	
	15	3353	3.8	168	П	23	3.2	15	+0.3	+1.5	
	20	508	4.3	236	В	19	26.0	245	-0.1	+1.6	
	21	682	6.0	250	В	20	19.6	284	0.0	+1.1	
	21	699	5.8	251	В	23	6.1	248	+0.6	+1.7	
	21	704	4.8	251	В	23	21.9	205	+0.2	+3.1	
	24	1029	5.1	279	В	2	14.4	218	+0.9	+3.3	
	Жовтень	9	2865	5.9	96	П	18	13.6	42	+0.9	+0.1
		13	3412	4.4	146	П	18	21.0	358	0.0	+3.5
17		462	5.9	204	В	20	35.6	211	+0.4	+2.4	
18		608	6.0	218	В	18	49.4	323	+0.8	-0.2	
20		806	5.1	235	В	2	16.4	222	+1.4	+1.6	
20	944	5.7	246	В	21	4.5	264	+0.2	+1.5		

Продовження табл. 42

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				
Київ										
Листопад	5	2814	5.0	65	П	16	4.0	66	+1.2	-0.4
	10	3514	6.1	128	П	22	16.2	99	+0.8	-1.7
	15	699	5.8	198	В	17	19.8	224	-0.1	+2.0
	16	741	5.7	202	В	2	37.5	282	+0.7	-1.5
	16	878	5.5	213	В	19	50.5	216	0.0	+2.7
	19	1210	5.9	242	В	2	11.5	232	+1.8	+1.8
	20	1439	5.9	266	В	23	15.6	339	+0.7	-1.4
	21	1442	5.0	266	В	0	16.6	264	+0.9	+1.6
Грудень	11	462	5.9	148	П	18	40.8	139	+2.6	-2.7
	12	608	6.0	161	П	16	26.8	55	+0.3	+1.9
	12	635	3.9	164	П	22	27.4	119	+1.3	-1.9
	13	669	4.0	166	П	2	23.7	105	0.0	-1.7
	13	671	3.6	166	П	2	30.5	127	-0.1	-2.3
	13	677	4.8	166	П	3	11.7	65	0.0	-0.7
	23	1941	4.8	292	В	0	56.3	256	+0.6	+2.1
Львів										
Січень	16	219	5.1	87	П	19	10.7	68	+0.9	-0.5
	20	667	5.3	129	П	0	18.5	40	+0.5	0.0
	20	669	4.0	129	П	0	20.9	137	-0.1	-2.9
	20	677	4.8	129	П	1	3.0	87	0.0	-1.2
	20	806	5.1	141	П	23	25.8	115	+0.6	-2.0
	21	820	6.0	142	П	1	20.1	152	-0.4	-3.4
	21	944	5.7	152	П	19	4.1	79	+1.4	+1.1
	27	1663	5.2	224	В	21	28.1	289	+0.7	+0.9
	30	1891	4.4	249	В	4	23.6	2	0.0	-3.9
	Лютий	13	327	4.5	70	П	19	50.4	124	+0.3
15		608	6.0	96	П	20	38.6	120	+0.6	-2.4
19		1197	6.0	147	П	23	22.0	94	+1.0	-1.3
21		1409	5.1	169	П	17	54.4	112	+0.7	+0.7
Березень	1	2291	5.5	261	В	2	41.3	224	+2.6	+2.5
	15	878	5.5	92	П	20	40.9	41	+1.1	+0.3
	16	1029	5.1	104	П	19	47.7	55	+1.6	+0.3
Квітень	6	Венера	-3.8	344	П	7	43.0	31	+1.7	+2.2
	6	Венера	-3.8	344	В	8	48.0	280	+2.4	+0.5
	10	669	4.0	47	П	20	7.6	81	-0.1	-1.0
	10	671	3.6	47	П	20	9.7	100	-0.2	-1.4
	11	806	5.1	60	П	18	26.9	83	+0.7	-1.1
	11	820	6.0	60	П	20	4.2	110	0.0	-1.7
	21	1891	4.4	167	П	0	53.4	54	+1.3	-0.5
	21	1197	6.0	67	П	18	57.0	139	+0.2	-2.4
Травень	14	1549	5.2	103	П	21	22.0	116	+0.6	-1.9
	Червень	15	2033	4.3	129	П	22	50.1	105	+0.8
21		2814	5.0	198	В	23	38.1	243	+1.6	+0.4
25		3353	3.8	247	В	23	22.8	304	+0.9	+0.6
Липень	19	2773	6.1	168	П	0	35.6	139	+1.8	-2.9
	Серпень	19	3412	4.4	200	В	22	37.1	302	+2.1

Продовження табл. 42

Дата	Номер зорі за ЗС	Зоряна величина <i>t</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T_v</i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.		
					год	хв					
Львів											
Серпень	19	3412	4.4	200	В	22	37.1	302	+2.1	-0.4	
Вересень	11	2773	6.1	116	П	17	43.7	144	+1.8	-1.2	
	15	3353	3.8	168	П	23	0.1	7	+0.1	+2.2	
	21	699	5.8	251	В	23	1.1	252	+0.5	+1.7	
	21	704	4.8	251	В	23	18.8	211	+0.1	+2.8	
	24	1029	5.1	279	В	2	7.1	220	+0.7	+3.1	
Жовтень	9	2865	5.9	96	П	18	6.9	37	+1.0	+0.5	
	17	462	5.9	204	В	20	31.3	217	+0.4	+2.2	
	18	608	6.0	218	В	18	43.8	333	+1.1	-1.5	
	19	635	3.9	220	В	0	43.3	250	+1.4	+0.7	
	20	806	5.1	235	В	2	5.9	220	+1.4	+2.0	
	20	944	5.7	246	В	21	2.5	267	0.0	+1.4	
	20	944	5.7	246	В	21	2.5	267	0.0	+1.4	
Листопад	5	814	5.0	65	П	15	55.5	62	+1.4	-0.1	
	10	514	6.1	128	П	22	11.2	96	+1.0	-1.5	
	15	699	5.8	198	В	17	19.9	228	-0.2	+1.8	
	16	741	5.7	202	В	2	32.8	278	+0.9	-1.3	
	16	878	5.5	213	В	19	48.5	221	0.0	+2.4	
	19	1210	5.9	242	В	1	57.8	225	+1.8	+2.9	
	20	1439	5.9	266	В	23	11.9	339	+0.6	-1.3	
	21	1442	5.0	266	В	0	10.2	262	+0.7	+1.7	
	21	1442	5.0	266	В	0	10.2	262	+0.7	+1.7	
Грудень	2	2773	6.1	34	П	15	20.4	33	+0.5	+0.2	
	11	462	5.9	148	П	18	26.7	128	+2.0	-0.9	
	12	608	6.0	161	П	16	24.2	51	+0.1	+1.9	
	12	635	3.9	164	П	22	19.0	120	+1.5	-1.7	
	13	669	4.0	166	П	2	23.9	111	+0.1	-1.8	
	13	671	3.6	166	П	2	32.6	135	0.0	-2.8	
	13	667	5.3	166	П	2	46.0	2	—	—	
	13	677	4.8	166	П	3	11.4	71	+0.1	-0.9	
	14	944	5.7	192	В	16	59.2	182	—	—	
	14	944	5.7	192	В	16	59.2	182	—	—	
Одеса											
Січень	7	2399	5.0	325	В	4	2.8	330	+0.2	0.5	
	16	219	5.1	87	П	19	19.6	81	+0.8	-0.9	
	20	667	5.3	129	П	0	21.8	46	+0.3	-0.1	
	20	669	4.0	129	П	0	28.9	144	-0.4	-3.1	
	20	806	5.1	141	П	23	36.6	120	+0.4	-2.2	
	21	820	6.0	142	П	1	28.0	158	-0.8	-3.8	
	21	944	5.7	152	П	19	12.0	92	+1.7	+0.3	
	27	1663	5.2	224	В	21	30.6	281	+1.0	+1.0	
	30	1891	4.4	249	В	4	38.3	2	+0.1	-4.4	
	Лютий	13	327	4.5	70	П	20	3.0	141	0.0	-4.2
		15	608	6.0	96	П	20	50.7	130	+0.3	-2.8
16		741	5.7	108	П	16	48.6	30	+1.3	+3.2	
19		1197	6.0	147	П	23	33.3	96	+0.8	-1.4	
21		1409	5.1	169	П	17	58.9	124	+1.0	+0.1	

Продовження табл. 42

Дата	Номер зорі за ЗС	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				
Одеса										
Березень	1	2291	5.5	261	В	2	51.7	223	+2.9	+2.3
	14	692	1.1	76	П	13	34.7	12	+0.3	+5.2
	14	692	1.1	76	В	14	5.9	324	+2.6	-3.5
	15	878	5.5	92	П	20	47.2	47	+0.9	0.0
	16	1029	5.1	104	П	19	57.8	60	+1.4	-0.1
Квітень	28	2247	5.6	230	В	2	25.2	280	+1.8	-0.7
	6	Венера	-3.8	344	П	7	44.0	47	+2.1	+1.3
	6	Венера	-3.8	344	В	8	59.0	264	+2.6	+0.1
	11	806	5.1	60	П	18	35.1	87	+0.5	-1.2
	11	820	6.0	60	П	20	9.6	113	-0.1	-1.7
Травень	21	1891	4.4	167	П	1	3.4	58	+1.0	-0.6
	8	741	5.7	27	П	18	1.1	26	+0.6	+0.9
	11	1197	6.0	67	П	19	6.6	140	0.0	-2.4
Червень	14	1549	5.2	103	П	21	32.1	117	+0.4	-1.9
	15	2033	4.3	129	П	23	1.2	110	+0.6	-1.8
	17	2247	5.6	150	П	19	56.5	94	+1.9	-0.1
Липень	25	3353	3.8	247	В	23	28.1	294	+1.2	+0.7
	2	677	4.8	328	В	1	17.1	328	+0.5	-0.8
	27	462	5.9	283	В	22	54.6	228	-0.1	+1.9
Серпень	19	3412	4.4	200	В	22	52.2	284	+2.0	-0.2
	Вересень	11	2773	6.1	116	П	18	6.9	161	+3.0
Жовтень	15	3353	3.8	168	П	22	58.4	29	+0.7	+1.0
	20	508	4.3	236	В	19	19.3	239	-0.1	+1.6
	21	682	6.0	250	В	20	15.1	277	0.0	+1.1
	21	699	5.8	251	В	22	58.8	239	+0.6	+1.9
	21	704	4.8	251	В	23	6.3	185	-0.6	+5.3
	24	1029	5.1	279	В	1	54.4	190	—	—
	9	2865	5.9	96	П	18	13.4	50	+1.1	0.0
	13	3412	4.4	146	П	18	9.1	12	+0.6	+2.7
Листопад	17	462	5.9	204	В	20	25.1	200	+0.2	+2.9
	18	608	6.0	218	В	18	49.0	309	+0.5	+0.3
	19	635	3.9	220	В	0	50.3	236	+1.5	+1.0
	20	806	5.1	235	В	2	6.1	200	+1.5	+4.4
	20	944	5.7	246	В	20	58.2	255	+0.1	+1.6
	5	2814	5.0	65	П	16	6.2	73	+1.4	-0.5
	10	3514	6.1	128	П	22	24.8	115	+1.0	-2.5
Грудень	15	699	5.8	198	В	17	11.3	215	-0.2	+2.2
	16	741	5.7	202	В	2	43.3	270	+0.8	-1.2
	16	878	5.5	213	В	19	38.1	201	-0.3	+3.6
	20	1439	5.9	266	В	23	19.2	321	+0.7	-0.4
	21	1442	5.0	266	В	0	9.1	250	+0.9	+2.2
	12	608	6.0	161	П	16	19.5	63	+0.3	+1.7
	12	635	3.9	164	П	22	38.3	138	+1.5	-3.7
	13	669	4.0	166	П	2	31.0	116	0.0	-1.9
	13	671	3.6	166	П	2	41.2	143	-0.3	-3.1
	13	667	5.3	166	П	2	43.3	19	+0.8	+1.7
13	677	4.8	166	П	3	15.1	75	0.0	-0.9	
23	1941	4.8	292	В	0	45.9	239	+0.8	+3.2	

Продовження табл. 42

Дата	Номер зорі за ЗС	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	7	2399	5.0	325	В	4	4.6	329	+0.3	-0.6
	16	219	5.1	87	П	19	24.2	87	+0.8	-1.2
	20	667	5.3	129	П	0	23.1	48	+0.2	-0.1
	20	806	5.1	141	П	23	41.2	122	+0.2	-2.2
	27	1663	5.2	224	В	21	32.6	278	+1.1	+1.0
Лютий	13	327	4.5	70	П	20	9.9	151	—	—
	15	608	6.0	96	П	20	55.9	134	+0.1	-3.0
	16	741	5.7	108	П	16	49.2	40	+1.5	+2.4
	19	1197	6.0	147	П	23	38.3	96	+0.7	-1.4
	21	1409	5.1	169	П	18	2.6	129	+1.1	-0.2
Березень	1	2291	5.5	261	В	2	58.0	222	+2.9	+2.2
	14	692	1.1	76	П	13	30.5	25	+0.9	+3.5
	14	692	1.1	76	В	14	18.1	311	+2.2	-2.0
	15	878	5.5	92	П	20	50.2	48	+0.8	0.0
	16	1029	5.1	104	П	20	2.9	62	+1.3	-0.2
28	2247	5.6	230	В	2	32.7	278	+1.8	-0.9	
Квітень	6	Венера	-3.8	344	П	7	46.0	53	+2.1	+0.9
	6	Венера	-3.8	344	В	9	5.0	256	+2.7	-0.8
	11	806	5.1	60	П	18	38.6	88	+0.4	-1.2
	18	1663	5.2	143	П	17	6.3	135	+1.1	-0.6
	21	1891	4.4	167	П	1	7.6	61	+0.8	-0.7
Травень	11	1197	6.0	67	П	19	10.5	140	0.0	-2.4
	14	1549	5.2	103	П	21	36.3	117	+0.3	-1.9
Червень	17	2247	5.6	150	П	20	3.5	94	+2.0	-0.2
	21	2814	5.0	198	В	23	52.1	230	+1.5	+0.4
	25	3353	3.8	247	В	23	31.6	289	+1.4	+0.7
Липень	2	677	4.8	328	В	1	19.1	317	+0.3	0.0
	2	692	1.1	329	П	3	8.3	13	-0.5	+3.7
	2	692	1.1	329	В	3	35.9	319	+1.5	-0.8
	27	462	5.9	283	В	22	51.1	223	-0.1	+2.0
Серпень	19	3412	4.4	200	В	22	59.3	276	+2.0	-0.1
Вересень	15	3353	3.8	168	П	22	59.8	38	+0.8	+0.6
	20	508	4.3	236	В	19	16.1	235	-0.1	+1.7
	21	682	6.0	250	В	20	13.3	272	0.0	+1.2
	21	699	5.8	251	В	22	57.7	232	+0.6	+2.1
Жовтень	9	2865	5.9	96	П	18	17.4	57	+1.1	-0.1
	13	3412	4.4	146	П	18	7.8	20	+0.8	+2.3
	17	462	5.9	204	В	20	20.4	188	0.0	+3.8
	18	608	6.0	218	В	18	50.2	300	+0.5	+0.5
	20	806	5.1	235	В	1	59.5	181	—	—
	20	944	5.7	246	В	20	56.1	248	+0.1	+1.7
Листопад	5	2814	5.0	65	П	16	12.0	78	+1.4	-0.7
	10	3514	6.1	128	П	22	32.8	127	+1.0	-3.5
	15	699	5.8	198	В	17	6.6	207	-0.3	+2.5
	16	741	5.7	202	В	2	47.9	268	+0.7	-1.1
	16	878	5.5	213	В	19	27.7	181	—	—
	20	1439	5.9	266	В	23	22.4	314	+0.8	-0.2
	21	1442	5.0	266	В	0	8.9	243	+1.1	+2.6

Продовження табл. 42

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										
Грудень	12	608	6.0	161	П	16	18.4	69	+0.4	+1.6
	12	635	3.9	164	П	22	50.2	150	—	—
	13	669	4.0	166	П	2	33.7	119	-0.1	-1.9
	13	667	5.3	166	П	2	43.7	23	+0.6	+1.2
	13	671	3.6	166	П	2	44.6	147	-0.5	-3.3
	23	1941	4.8	292	В	0	43.9	234	+1.1	+3.8
Харків										
Січень	7	2399	5.0	325	В	3	57.7	355	-0.8	-3.0
	16	219	5.1	87	П	19	20.7	71	+0.6	-0.8
	20	669	4.0	129	П	0	17.8	125	-0.2	-2.2
	20	667	5.3	129	П	0	24.9	26	+0.5	+0.7
	20	671	3.6	129	П	0	34.1	163	-1.3	-5.5
	20	806	5.1	141	П	23	31.8	106	+0.3	-1.8
	21	820	6.0	142	П	1	14.7	137	-0.3	-2.4
27	1663	5.2	224	В	21	38.8	295	+1.0	+0.4	
Лютий	13	327	4.5	70	П	19	52.1	120	0.0	-2.4
	15	608	6.0	96	П	20	43.8	114	+0.3	-2.1
	16	741	5.7	108	П	17	10.3	11	—	—
	19	1197	6.0	147	П	23	32.9	83	+0.7	-1.2
	21	1409	5.1	169	П	18	6.0	112	+1.0	+0.5
Березень	15	878	5.5	92	П	20	55.3	22	+1.4	+2.0
	16	1029	5.1	104	П	20	6.7	40	+1.5	+0.7
	28	2247	5.6	230	В	2	31.1	286	+1.5	-1.1
Квітень	6	Венера	-3.8	344	П	7	56.0	44	+1.6	+1.3
	6	Венера	-3.8	344	В	9	10.0	265	+3.2	-0.6
	11	806	5.1	60	П	18	33.7	74	+0.4	-1.0
	11	820	6.0	60	П	20	3.0	101	-0.1	-1.4
	18	1663	5.2	143	П	17	7.7	118	+1.2	+0.1
	21	1891	4.4	167	П	1	6.2	48	+0.7	-0.4
	21	1197	6.0	67	П	18	59.2	127	+0.1	-2.1
Травень	11	1197	6.0	67	П	18	59.2	127	+0.1	-2.1
	14	1549	5.2	103	П	21	27.5	108	+0.3	-1.8
Червень	17	2247	5.6	150	П	20	6.4	85	+1.8	-0.2
	21	2814	5.0	198	В	23	56.4	238	+1.3	0.0
	25	3353	3.8	247	В	23	37.9	297	+1.4	+0.5
Липень	2	671	3.6	327	В	0	49.2	268	-0.1	+1.2
	27	462	5.9	283	В	23	1.0	230	0.0	+1.9
Вересень	11	2773	6.1	116	П	18	8.7	152	+2.3	-2.8
	15	3353	3.8	168	П	23	5.3	25	+0.5	+0.9
	20	508	4.3	236	В	19	24.7	242	0.0	+1.7
	21	682	6.0	250	В	20	19.6	279	+0.1	+1.2
	21	699	5.8	251	В	23	9.4	242	+0.7	+1.8
	21	704	4.8	251	В	23	21.0	194	0.0	+4.1
	24	1029	5.1	279	В	2	18.3	212	+1.0	+3.9

Продовження табл. 42

Дата		Номер зорі за ЗС	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										
Жовтень	9	2865	5.9	96	П	18	18.9	48	+0.8	-0.1
	17	462	5.9	204	В	20	37.0	203	+0.4	+2.7
	18	608	6.0	218	В	18	54.0	312	+0.7	+0.3
	19	635	3.9	220	В	1	0.9	246	+1.4	+0.3
	20	806	5.1	235	В	2	24.2	220	+1.4	+1.5
	20	944	5.7	246	В	21	5.3	258	+0.3	+1.6
Листопад	5	2814	5.0	65	П	16	11.2	71	+1.1	-0.6
	10	3514	6.1	128	П	22	21.5	105	+0.6	-2.0
	15	699	5.8	198	В	17	18.0	218	-0.1	+2.2
	16	741	5.7	202	В	2	42.3	284	+0.6	-1.6
	16	878	5.5	213	В	19	49.6	208	0.0	+3.2
	19	1210	5.9	242	В	2	21.8	234	+1.9	+1.3
	20	1439	5.9	266	В	23	20.8	335	+0.8	-1.2
	21	1442	5.0	266	В	0	21.6	263	+1.1	+1.5
Грудень	12	608	6.0	161	П	16	28.2	61	+0.4	+1.8
	12	635	3.9	164	П	22	35.9	121	+1.2	-2.2
	13	669	4.0	166	П	2	24.7	102	0.0	-1.5
	13	671	3.6	166	П	2	30.7	124	-0.1	-2.1
	23	1941	4.8	292	В	0	59.8	259	+0.8	+2.0
Донецьк										
Січень	7	2399	5.0	325	В	4	1.6	347	-0.2	-1.8
	16	219	5.1	87	П	19	23.6	77	+0.6	-0.9
	20	669	4.0	129	П	0	21.8	130	-0.3	-2.3
	20	806	5.1	141	П	23	36.0	110	+0.3	-1.8
	21	944	5.7	152	П	19	24.5	88	+1.7	+0.2
	27	1663	5.2	224	В	21	39.4	290	+1.1	+0.5
Лютий	13	327	4.5	70	П	19	57.3	128	-0.1	-2.8
	15	608	6.0	96	П	20	48.6	119	+0.2	-2.2
	16	741	5.7	108	П	17	3.4	26	+1.4	+3.3
	19	1197	6.0	147	П	23	36.7	86	+0.7	-1.3
	21	1409	5.1	169	П	18	7.0	118	+1.1	+0.2
Березень	14	692	1.1	76	П	13	46.1	13	+0.6	+5.1
	14	692	1.1	76	В	14	17.9	325	+2.3	-3.9
	15	878	5.5	92	П	20	54.4	31	+1.0	+0.9
	16	1029	5.1	104	П	20	8.0	47	+1.4	+0.3
Квітень	6	Венера	-3.8	344	П	7	55.0	50	+1.8	+1.1
	6	Венера	-3.8	344	В	9	13.0	259	+3.1	-0.7
	11	806	5.1	60	П	18	36.5	78	+0.3	-1.0
	18	1663	5.2	143	П	17	9.7	122	+1.3	-0.1
	21	1891	4.4	167	П	1	8.4	52	+0.6	-0.5
Травень	11	1197	6.0	67	П	19	3.6	130	0.0	-2.1
	14	1549	5.2	103	П	21	31.6	111	+0.2	-1.8
Червень	17	2247	5.6	150	П	20	9.8	87	+1.8	-0.3
	21	2814	5.0	198	В	23	58.4	234	+1.3	+0.1
	25	3353	3.8	247	В	23	39.1	292	+1.5	+0.5

Закінчення табл. 42

Дата	Номер зорі за ЗС	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				
Донецьк										
Липень	2	692	1.1	329	П	3	18.9	5	-0.8	+4.9
	2	692	1.1	329	В	3	38.7	328	+2.1	-1.9
Вересень	27	462	5.9	283	В	22	57.1	226	0.0	+2.0
	11	2773	6.1	116	П	18	23.3	168	—	—
	15	3353	3.8	168	П	23	4.7	33	+0.6	+0.6
	20	508	4.3	236	В	19	21.2	238	0.0	+1.7
	21	682	6.0	250	В	20	17.4	275	+0.1	+1.2
	21	699	5.8	251	В	23	6.7	236	+0.7	+2.0
	21	704	4.8	251	В	23	7.9	173	—	—
Жовтень	24	1029	5.1	279	В	2	9.1	195	—	—
	9	2865	5.9	96	П	18	20.5	54	+0.9	-0.2
	17	462	5.9	204	В	20	31.3	194	+0.2	+3.2
	18	608	6.0	218	В	18	54.1	302	+0.6	+0.4
	19	635	3.9	220	В	1	1.6	239	+1.4	+0.7
	20	806	5.1	235	В	2	21.8	210	+1.6	+2.6
Листопад	20	944	5.7	246	В	21	2.2	253	+0.3	+1.7
	5	2814	5.0	65	П	16	14.4	75	+1.2	-0.7
	10	3514	6.1	128	П	22	27.0	114	+0.7	-2.4
	15	699	5.8	198	В	17	13.0	212	-0.1	+2.4
	16	741	5.7	202	В	2	46.3	278	+0.6	-1.5
	16	878	5.5	213	В	19	41.6	196	-0.4	+4.6
	19	1210	5.9	242	В	2	20.8	226	+2.2	+2.2
	20	1439	5.9	266	В	23	23.9	326	+0.8	-0.7
	21	1442	5.0	266	В	0	19.6	256	+1.1	+1.9
Грудень	12	608	6.0	161	П	16	25.3	67	+0.5	+1.7
	12	635	3.9	164	П	22	42.8	130	+1.1	-2.9
	13	669	4.0	166	П	2	28.0	107	-0.1	-1.6
	13	671	3.6	166	П	2	35.0	130	-0.3	-2.3
	23	1941	4.8	292	В	0	56.5	252	+1.0	+2.3

ПОКРИТТЯ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

За попередніми розрахунками в 2016 р. з поверхні Землі можна буде спостерігати 4 673 явища покриття астероїдами зір до 11 зоряної величини. У табл. 43 наведено обставини явищ, видимих на території України. Їх відібрали за такими критеріями: тривалість покриття не менша ніж 1 с; зміна блиску зорі впродовж покривання перевищує одну зоряну величину; висота над горизонтом для Києва в цей час не менша від 20° ; покривається зоря до 10 зоряної величини астероїдом з діаметром, більшим за 15 км.

У табл. 43 прийнято такі позначення:

UTC — момент явища за всесвітнім координованим часом;

h_* — висота зорі над горизонтом у момент покриття на широті Києва, град.;

Δt — тривалість явища, с;

Δm — максимальна зміна блиску зорі під час явища, зоряна величина;

m — зоряна величина зорі за каталогом Tycho-2;

$\alpha_{J2000.0}$, $\delta_{J2000.0}$ — пряме піднесення та схилення зорі відповідно.

У таблиці наведено також номер, назву, діаметр і зоряну величину астероїда. Зорю, покриття якої спостерігатимемо, можна ототожнити за поданими далі картами. На них показано напрямок руху астероїда, а зорю, яку він покриватиме, відмічено кружечком. В останньому стовпчику таблиці наведено номер відповідної карти, а також позначено, в якій частині України умови для спостережень будуть сприятливі (N — для північної, S — для південної, W — для західної, E — для східної, C — для центральної).

Ефемериди обчислено за допомогою комплексу програм OCCULT, який розроблений і розповсюджується за сприяння Міжнародної асоціації координації покриттів (International Occultation Timing Association — IOTA).

Спостереження покриттів зір як астероїдами, так і Місяцем проводяться за подібними методиками. Але в разі перших об'єктів треба ретельніше підготуватися до спостережень. Зокрема, слід завчасно відшукати на зоряній карті та на небі зорю, яку покриватиме астероїд. Якщо супроводження зорі буде ручним, то потрібно так установити інструмент, щоб можна було, не переставляючи його, повернути трубу щонайменше на 10° .

Спостерігач реєструє моменти покриттів за допомогою секундоміра (під час візуальних спостережень). Оскільки тривалість покриття та моменти явища треба визначити за певною шкалою часу, то слід ко-

ристанися двома звичайними секундомірами чи одним таким, на якому можна зареєструвати кілька моментів. У разі відсутності секундомірів стане в пригоді звичайний годинник із секундною стрілкою.

Візуальні спостереження слід починати за 5—10 хв до наведеного в ефемериді моменту явища та закінчувати через 5—10 хв після нього. Це зумовлено похибкою координат астероїда (приблизно $1''$) та кутовою швидкістю астероїда відносно зорі (0.002—0.030 /с). Здебільшого зоря помітно яскравіша проти астероїда, який узагалі може бути невидимим. Тому треба пильно стежити за зміною блиску зорі. У момент покриття зорі невидимим астероїдом вона взагалі зникає на деякий час, і завдання полягає у визначенні інтервалу часу від зникнення зорі до її появи. Як правило, цей інтервал становить кілька секунд, але інколи перевищує 10 с. Якщо зникнення чи поява зорі відбувається не одразу, то доцільно хоча би приблизно визначити тривалість цього явища.

Яскравий астероїд може бути видимим під час покриття. У такому разі здається, що блиск зорі раптово зменшився. Через деякий час він збільшуватиметься і стане тим самим. Ці моменти початку зменшення та збільшення блиску і є моментами покриття та відкриття зорі.

Під час фотоелектричних і телевізійних спостережень усю інформацію про явище записують на відповідні магнітні носії. Таке обладнання здебільшого використовують спостерігачі-фахівці, які мають відлагоджений процес запису й обробки інформації.

Закінчивши спостереження, треба зробити прив'язку всіх зареєстрованих моментів до стандартної шкали часу й описати умови спостережень: хмарність, прозорість атмосфери, освітленість, видимість астероїда та зорі й інше, потрібне з погляду спостерігача. Якщо покриття не відбулося, то слід записати моменти початку та закінчення спостережень.

Інформацію про спостереження бажано надіслати в Астрономічну обсерваторію Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Поштова адреса: 04053, Київ-53, вул. Обсерваторна, 3.

Телефон — (044) 486-39-10.

Електронна адреса: : kazl@ukr.net

Ця інформація має містити дату й унесвітній час спостережень; номер зорі за каталогом, її екваторіальні координати й зоряну величину; номер астероїда та його зоряну величину; ім'я та прізвище спостерігача; координати місця спостереження (широту, довготу) і висоту над рівнем моря та спосіб визначення їх; моменти початку та кінця спостережень, відомості про перерви; примітки про те, відбулося покриття чи ні, моменти покриття та відкриття зорі, інтервали зникнення

та появи зорі (якщо їх визначали); назву інструмента і його характеристики (діаметр об'єктива, збільшення, монтування), ведення (автоматичне/ручне); спосіб реєстрації часу; дані про видимість або невидимість астероїда під час спостережень; ту мінімальну відстань від зорі, на якій зміщувався астероїд ($\Delta\alpha$, $\Delta\delta$); умови спостережень: прозорість атмосфери, вітер, температура, стабільність зображення, освітленість; додаткові коментарі.

Слід зазначити, що розраховані обставини явищ можуть змінитися, якщо до моменту спостережень будуть уточнені елементи орбіт зазначених астероїдів. Оперативні дані про очікувані явища можна отримати зі сайтів міжнародних організацій, які координують спостереження покриттів зір астероїдами:

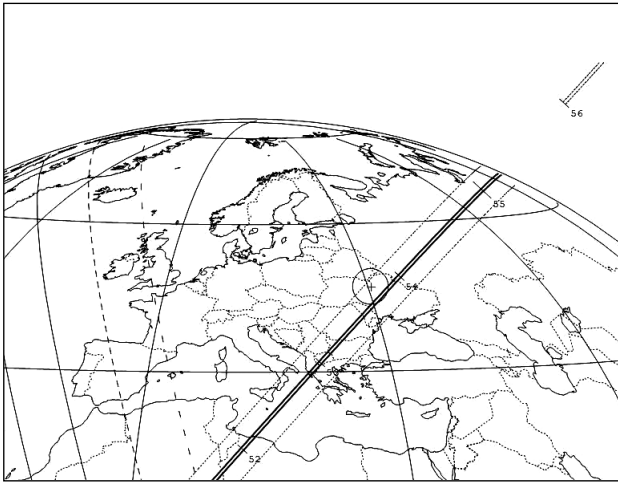
Астероїдне відділення Міжнародної асоціації координації покриттів
(International Occultation Timing Association) —

<http://www.lunar-occultations.com/iota/asteroids/>

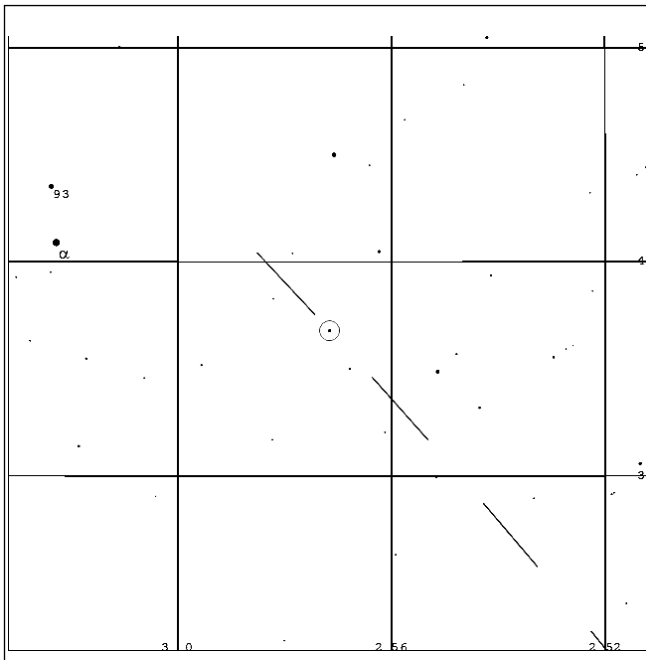
Європейська мережа астероїдних покриттів (European Asteroid Occultation Network) — <http://www.astrosurf.com/eaon>

ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

Дата	UTC		h_*	Δ	Δm	Зоря					Астероїд				Номер карти					
	год	хв				°	с	номер	m	$\alpha_{J2000.0}$			но-мер	назва		діаметр				
			год	хв	с					°	'	''				км	''			
I.25	17	54.0	39	1.7	6.6	HIP 13762	7.6	2	57	09.612	+3	40	43.00	413	Edburga	34	0.03	14.2	1	C, E, S
II.25	0	26.4	44	1.0	9.2	HIP 54423	8.4	11	08	13.505	+6	34	24.35	10080	1990 OF1	16	0.01	17.6	2	W, C, S
III.09	19	9.7	32	1.3	6.4	HIP 17474	8.4	3	44	40.702	+29	49	20.77	1013	Tombecka	37	0.02	14.8	3	W, C, E
III.24	18	32.3	27	1.0	8.6	TYC 0702-00937-1u	9.5	5	06	33.694	+10	10	02.32	26718	2001HPS	24	0.01	18.1	4	W, C, E
IV.28	17	20.8	53	2.9	7.4	TYC 0826-00162-1u	9.9	9	25	11.350	+14	43	29.58	1493	Sigrid	25	0.01	17.3	5	C, E
VII.03	21	5.9	44	1.7	8.5	HIP 94423	7.7	19	13	06.961	+4	56	08.02	4368	Pillmore	22	0.01	16.2	6	W, C, E
VII.06	21	32.7	31	2.4	6.0	HIP 90661	9.2	18	29	55.220	-12	23	22.00	1283	Komsolia	33	0.02	15.2	7	S
VII.20	21	36.8	21	1.6	7.8	TYC 6876-00387-1	8.6	19	24	35.349	-22	41	46.60	15941	Strevgauthier	18	0.02	16.4	8	S
VIII.07	21	19.0	47	2.5	6.6	TYC 0522-00906-1u	9.3	20	37	16.097	+7	19	44.32	4732	Froeschle	30	0.02	15.9	9	E, S
VIII.13	2	28.0	60	4.4	4.4	TYC 2884-01187-1u	9.9	4	35	58.190	39	54	57.94	426	Hippo	121	0.05	14.3	10	C, S
X.06	16	14.8	21	1.7	6.5	TYC 6270-00512-1u	9.8	18	26	28.963	-17	08	47.48	1283	Komsolia	33	0.02	16.3	11	W, C, E, S
X.08	21	48.2	47	6.5	2.4	TYC 0603-00414-1	8.9	0	35	29.774	+8	08	47.34	32	Pomona	84	0.06	11.3	12	W, C, E
XI.13	23	33.8	50	3.8	4.4	TYC 1872-01897-1u	9.8	6	07	30.127	+27	48	50.11	157	Dejanira	23	0.02	14.2	13	E
XI.26	21	21.0	58	1.7	9.4	HIP 36580	8.9	7	31	25.411	+51	31	36.92	68085	2000 YH104	18	0.01	18.3	14	W, C, E
XII.04	5	35.8	21	1.4	7.8	TYC 6096-00323-1u	9.1	11	47	45.448	-19	29	42.85	3139	Shantou	40	0.02	16.9	15	W
XII.17	17	44.7	47	55.5	2.1	TYC 0033-00648-1u	9.9	1	54	08.828	+3	38	09.99	444	Gyptis	193	0.15	12.0	16	S
XII.24	15	54.3	30	5.9	5.8	TYC 2924-01451-1	8.1	5	59	47.824	+43	59	09.38	693	Zerbinetta	80	0.05	13.9	17	W, C

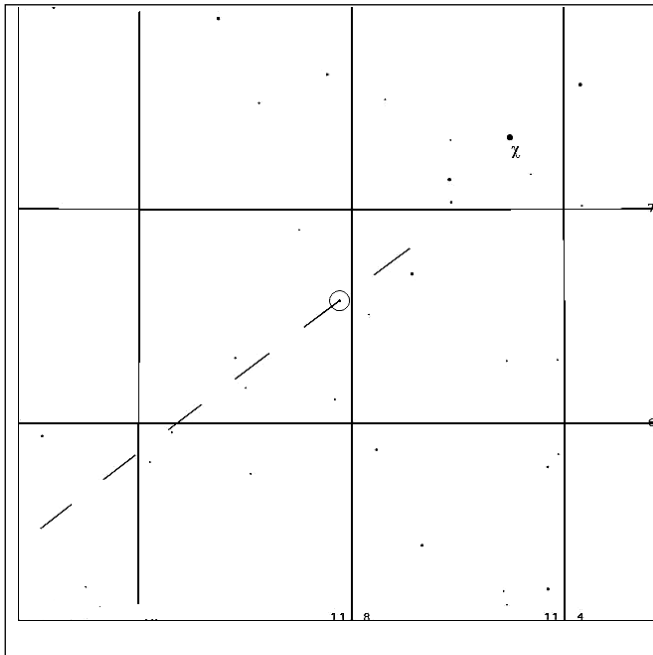


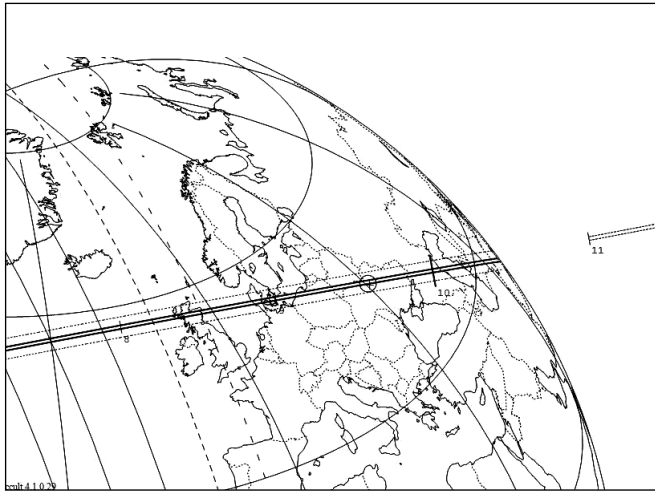
1. 25.01.16 — 413 Едбурга, сузір'я Кита



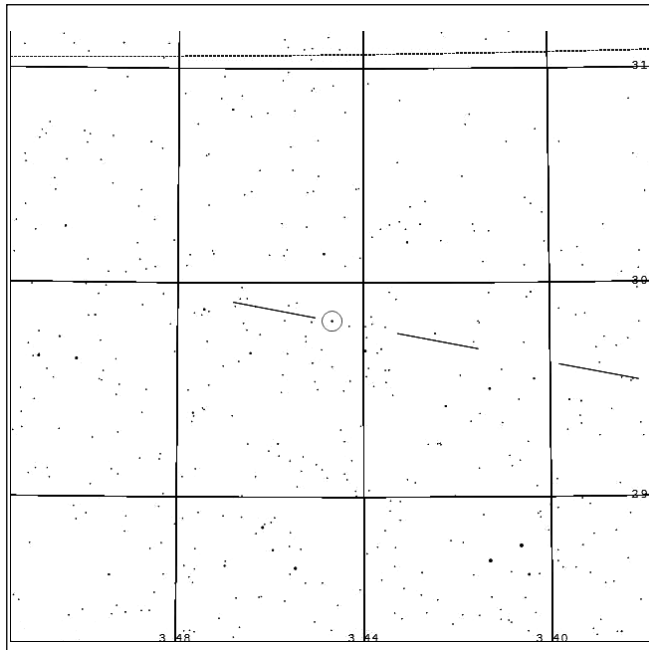


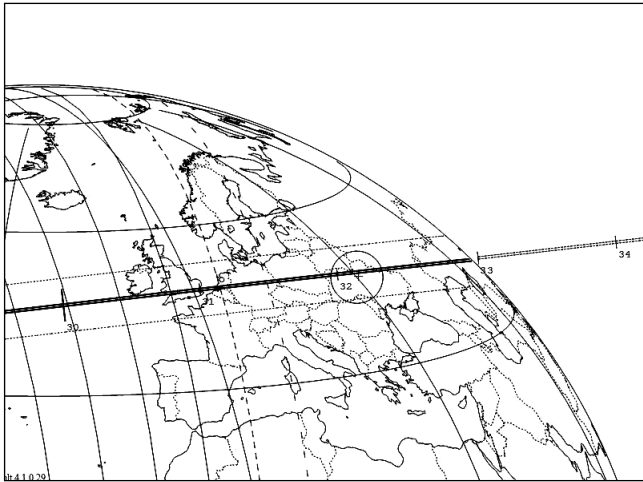
2. 25.02.16 — 10080 1990 OF1, сузір'я Лева



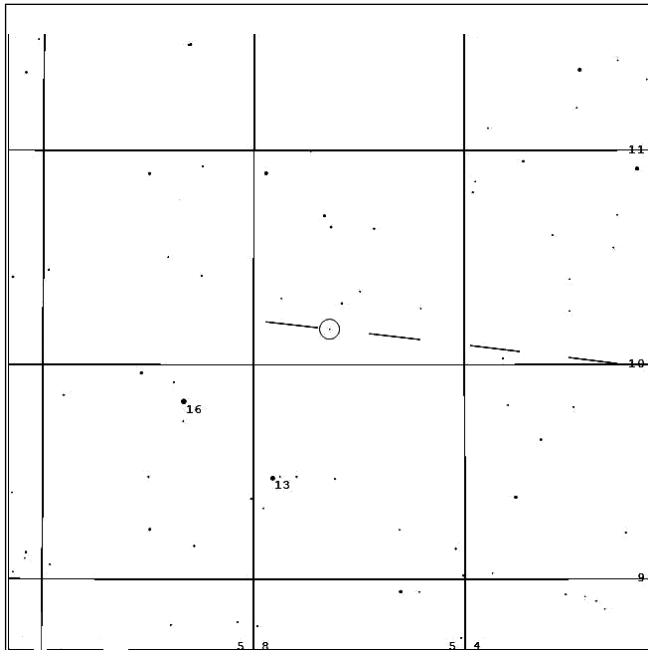


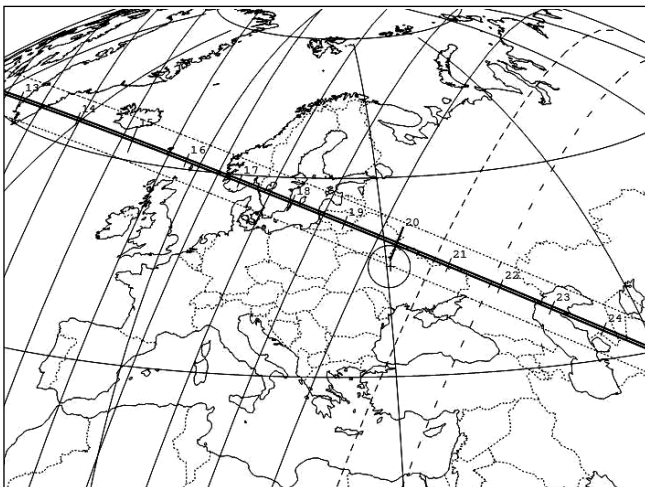
3. 9.03.16 — 1013 Томбека, сузір'я Тельця



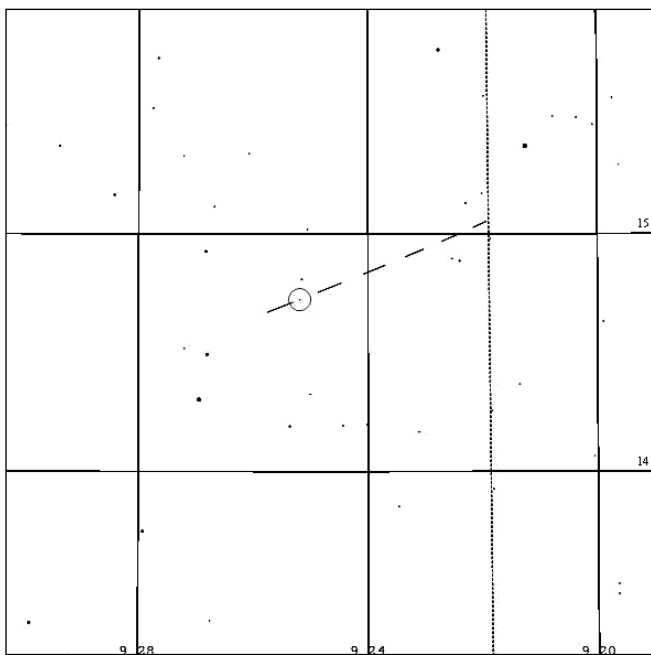


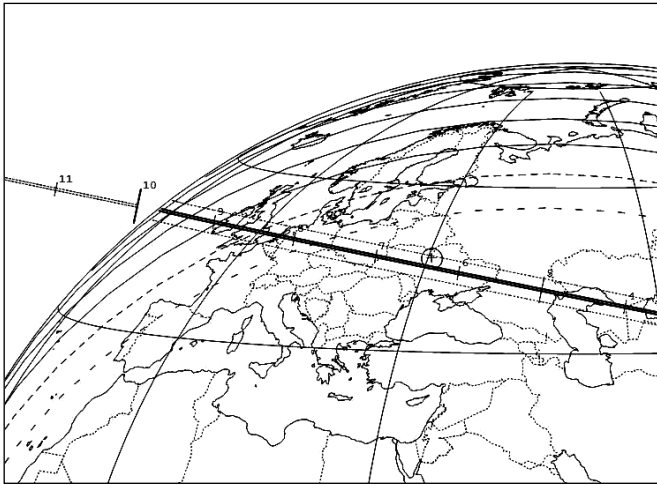
4. 24.03.16 — 26718 2001 HP5, сузір'я Оріона



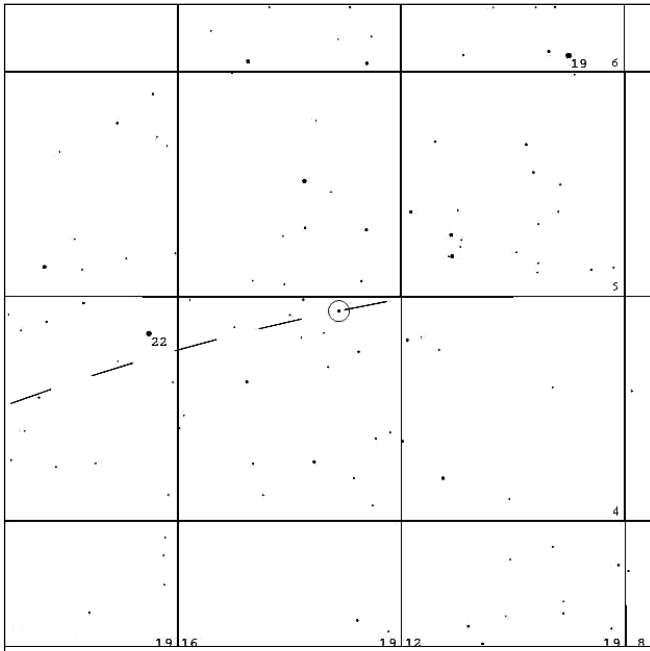


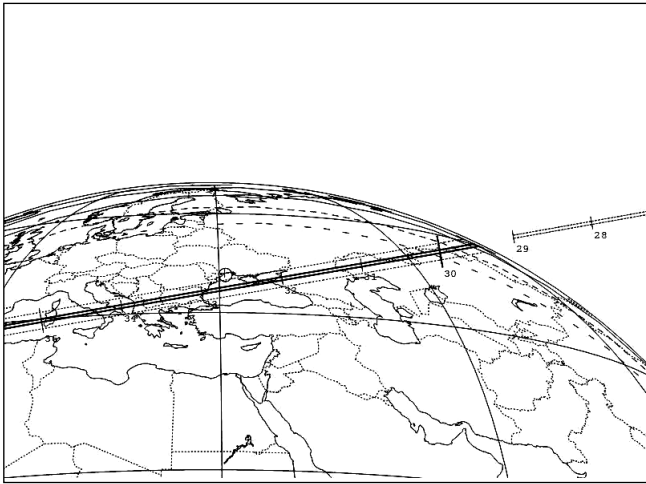
5. 28.04.16 — 1493 Sigrid, сузір'я Лева



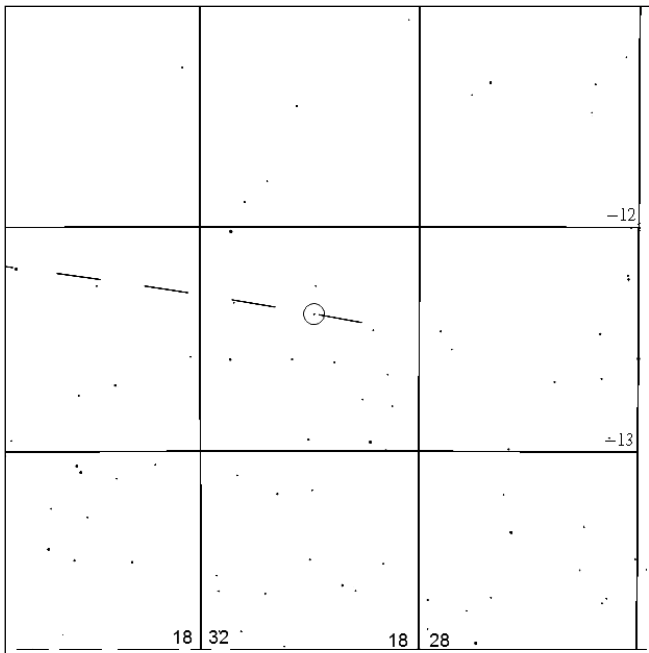


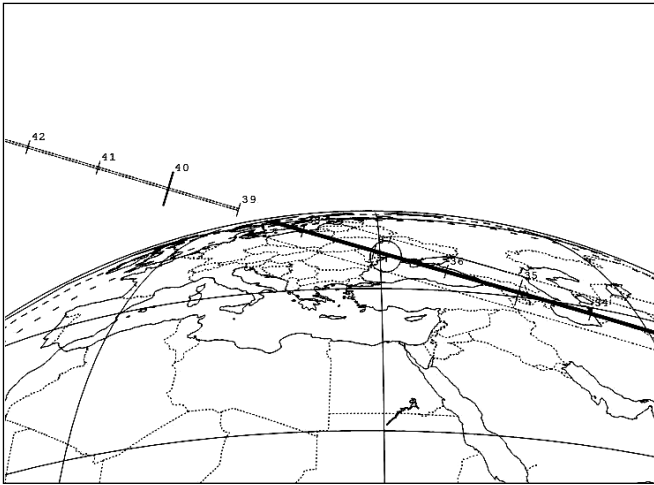
6. 3.07.16 — 4368 Pilmore, сузір'я Орла



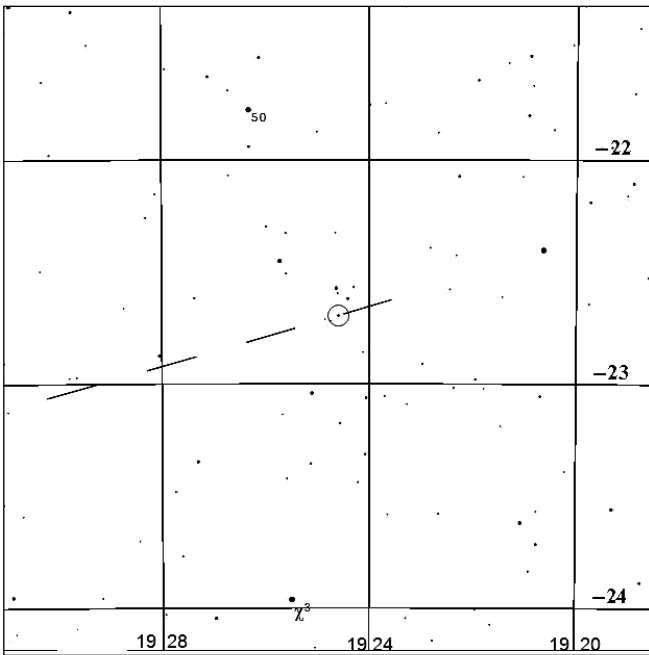


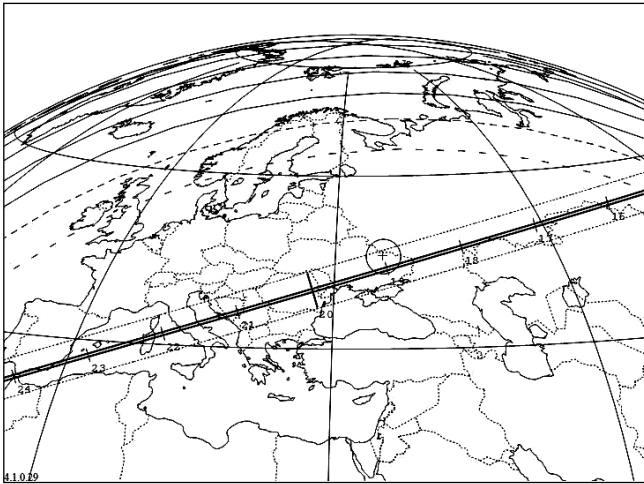
7. 6.07.16 — 1283 Komsomolia, сузір'я Щита



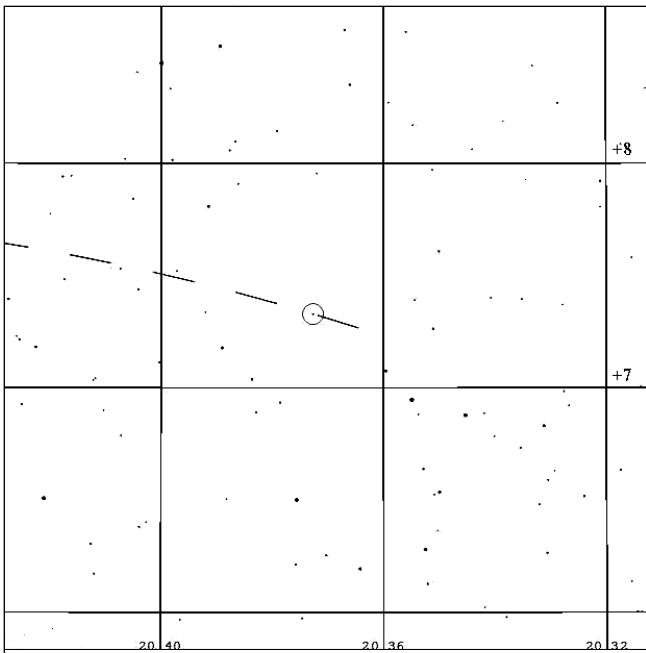


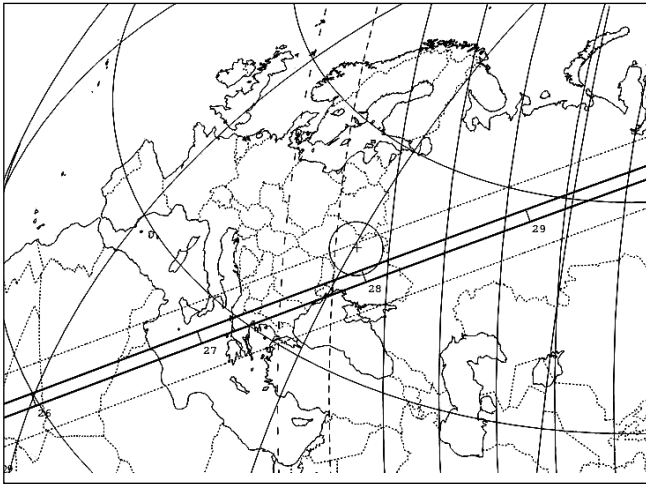
8. 20.07.16 — 15941 Stevegauthier, сузір'я Стрільця



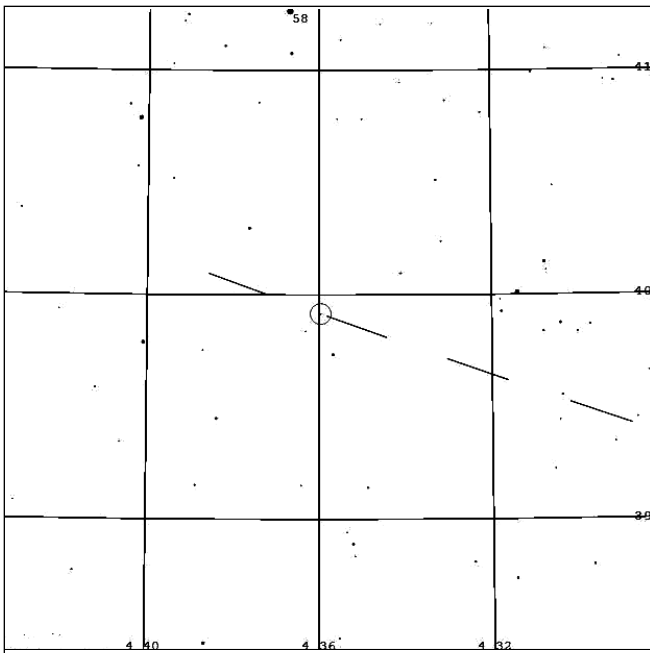


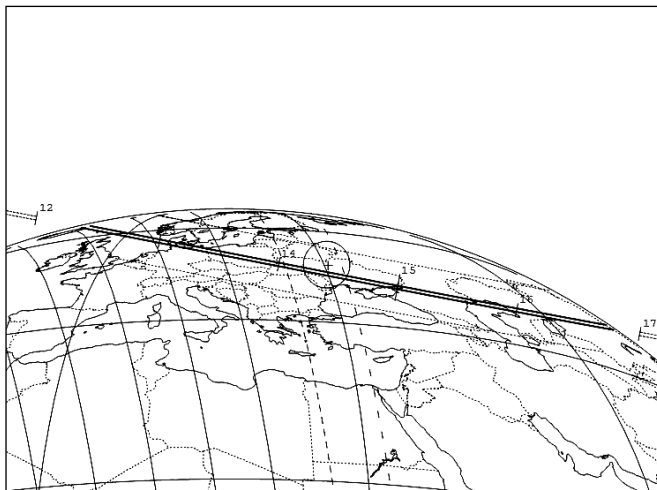
9. 7.08.16 — 4732 Froeschle, сузір'я Дельфіна



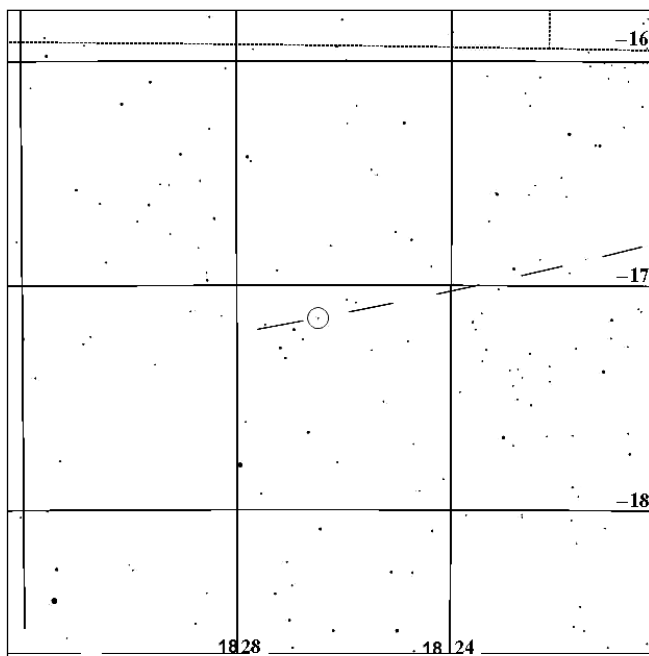


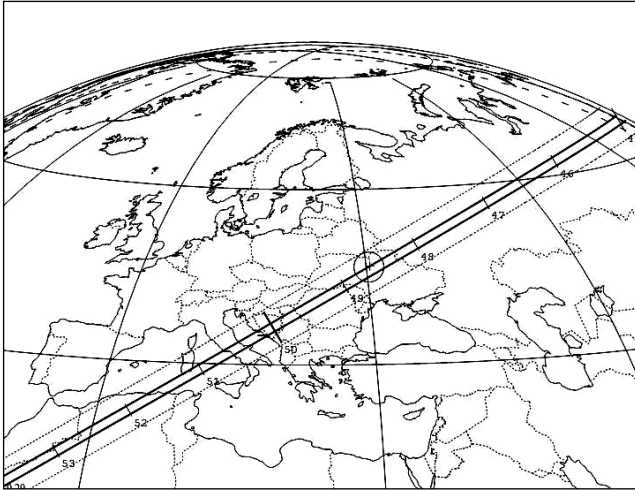
10. 13.08.16 — 426 Нірро, сузір'я Персея



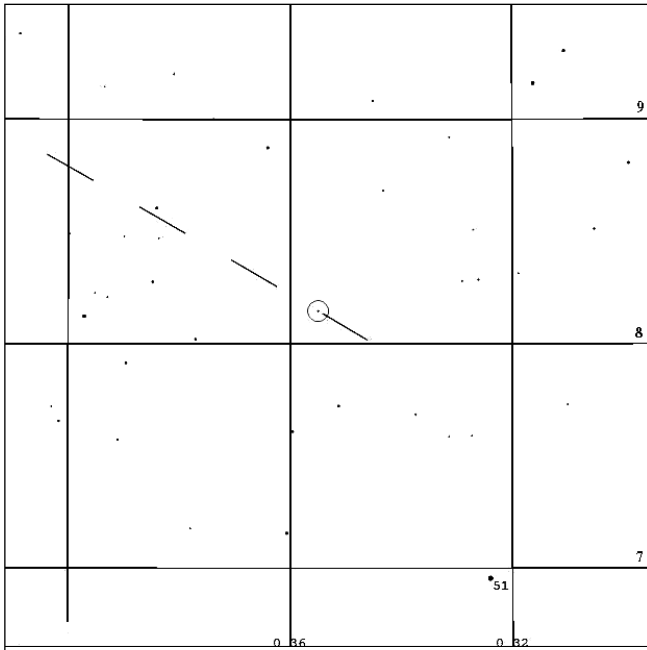


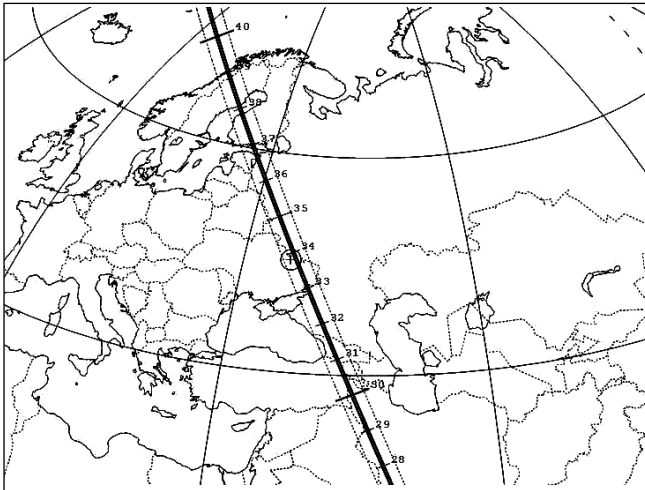
11. 6.10.16 — 1283 Космосолія, сузір'я Стрільця



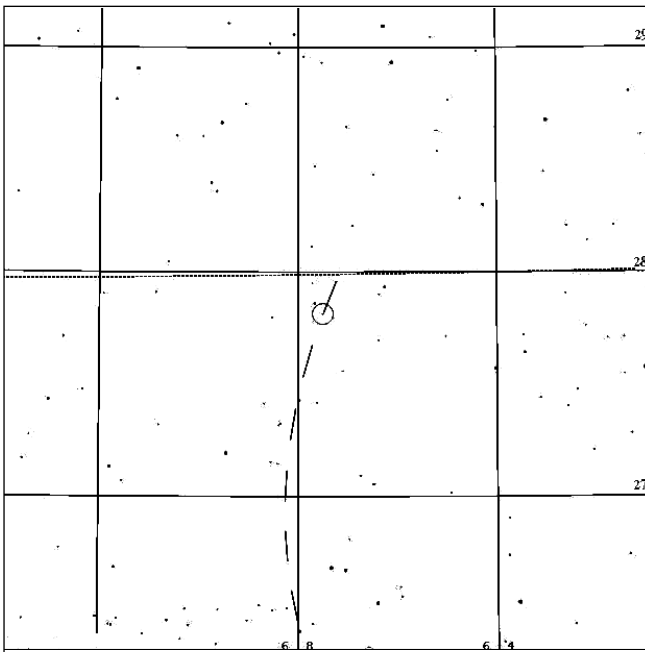


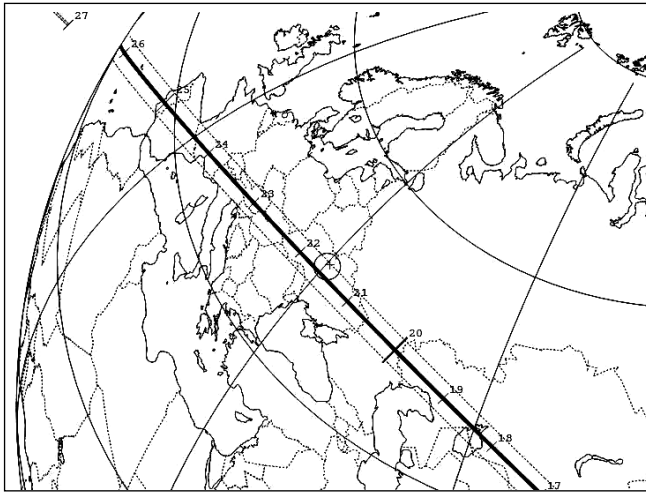
12. 8.10.16 — 32 Ромона, сузір'я Риб



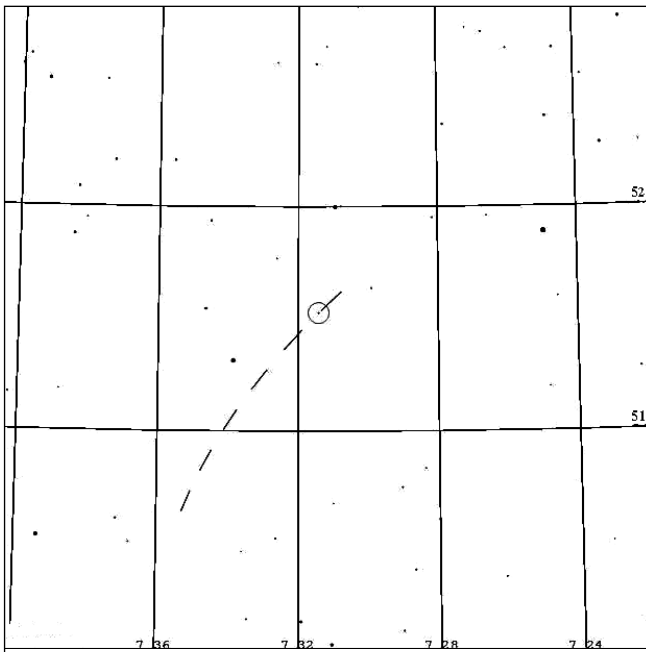


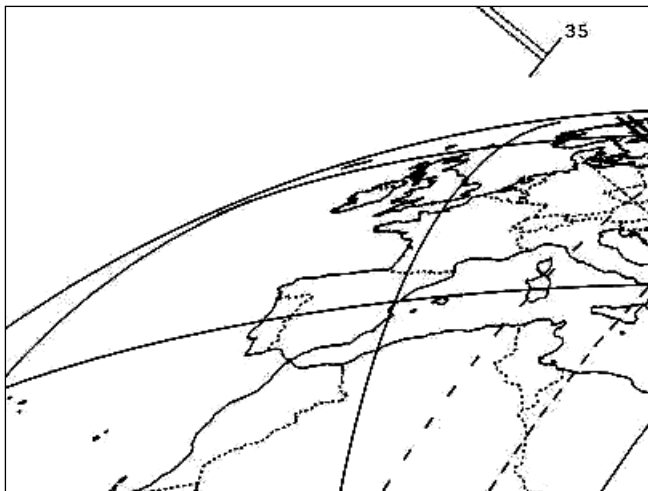
13. 13.11.16 — 157 Дежаніра, сузір'я Близнят



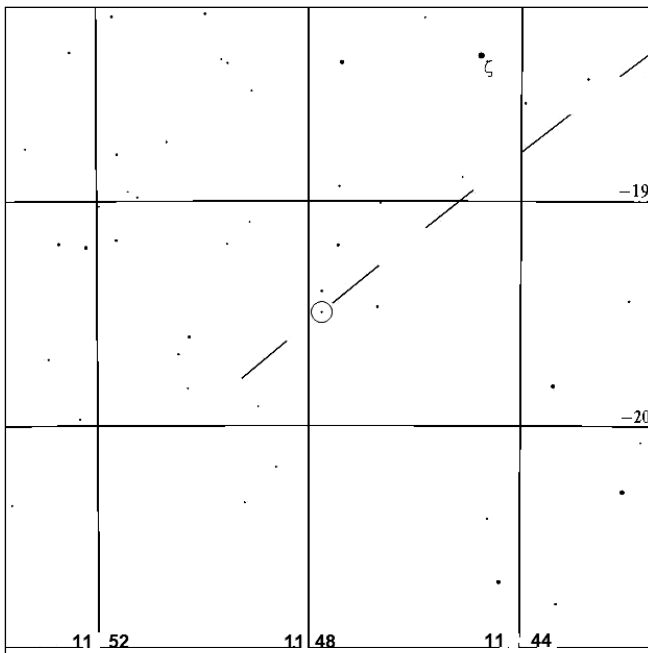


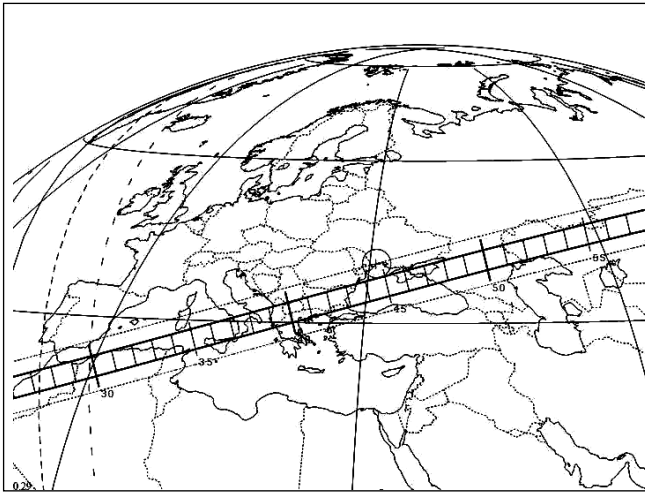
14. 26.11.15 — 68085 2000 УН104, сузір'я Риси



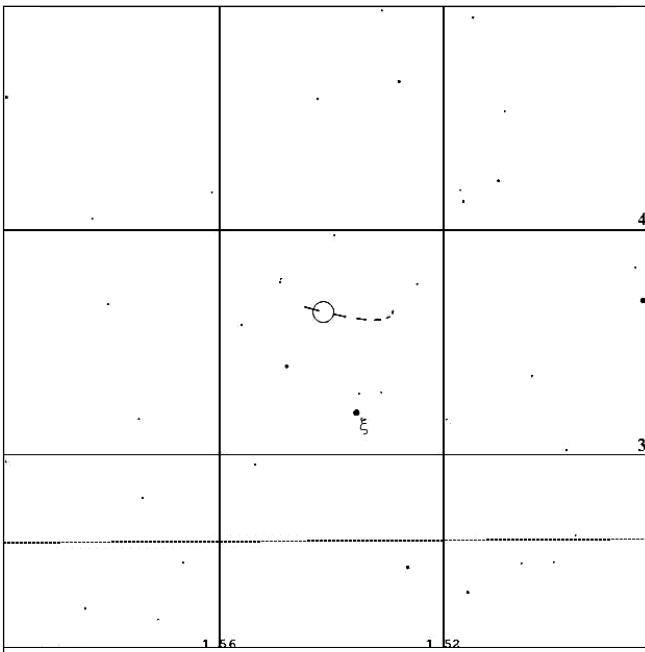


15. 4.12.16 — 3139 Shantou, сузір'я Чаші



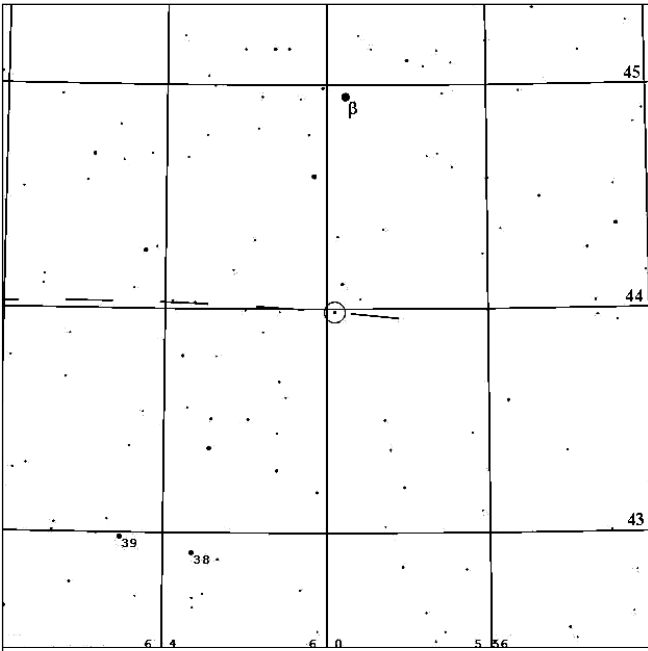


16. 17.12.16 — 444 Gyrtis, сузір'я Риби





17. 24.12.16 — 693 Zerbinetta, сузір'я Візничого



ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця 44

АЗИМУТИ ПОЛЯРНОЇ ЗОРІ ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ І ПОПРАВКИ ДО ЇЇ ВИСОТ

Координати Полярної зорі на 2016.5: $\alpha = 2^h 50^m 25^s$, $\delta = 89^\circ 20' 11''$

Зоряний час S		Широта				Зоряний час S		Поправка висоти
		40°	45°	50°	55°			
h	m	'	'	'	'	h	m	'
2	50	00	00	00	00	2	50	-40
3	10	05	05	05	06	2	30	-40
3	30	09	10	11	12	2	10	-40
3	50	14	15	16	18	1	50	-39
4	10	18	19	21	24	1	30	-38
4	30	22	24	26	29	1	10	-37
4	50	26	28	31	35	0	50	-35
5	10	30	33	36	40	0	30	-33
5	30	34	37	40	45	0	10	-31
5	50	37	40	44	49	23	50	-29
6	10	40	44	48	54	23	30	-26
6	30	43	47	51	57	23	10	-23
6	50	46	49	54	61	22	50	-20
7	10	48	52	57	64	22	30	-17
7	30	50	54	59	66	22	10	-14
7	50	51	55	61	68	21	50	-10
8	10	52	56	62	70	21	30	-7
8	30	53	57	63	70	21	10	-4
8	50	53	57	63	71	20	50	0
9	10	53	57	63	71	20	30	+4
9	30	52	57	62	70	20	10	+7
9	50	51	56	61	69	19	50	+10
10	10	50	54	59	67	19	30	+14
10	30	48	52	58	65	19	10	+17
10	50	46	50	55	62	18	50	+20
11	10	44	47	52	59	18	30	+23
11	30	41	44	49	55	18	10	+26
11	50	37	41	45	51	17	50	+29
12	10	34	37	41	46	17	30	+31
12	30	31	33	37	41	17	10	+33
12	50	27	29	32	36	16	50	+35
13	10	23	25	27	30	16	30	+37
13	30	18	20	22	25	16	10	+38
13	50	14	15	17	19	15	50	+39
14	10	09	10	11	13	15	30	+40
14	30	05	05	06	06	15	10	+40
14	50	00	00	00	00	14	50	+40

Таблиця 45

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

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

Поправки середньої рефракції

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

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

Таблиця 46

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 47

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 48

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

Рік	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	
2013	245	6293	6324	6352	6383	6413	6444
2014		6658	6689	6717	6748	6778	6809
2015		7023	7054	7082	7113	7143	7174
2016		7388	7419	7448	7479	7509	7540
2017		7754	7785	7813	7844	7874	7905
2018		8119	8150	8178	8209	8239	8270
2019		8484	8515	8543	8574	8604	8635

Рік	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2013	245	6474	6505	6536	6566	6597	6627
2014		6839	6870	6901	6931	6962	6992
2015		7204	7235	7266	7296	7327	7357
2016		7570	7601	7632	7662	7693	7723
2017		7935	7966	7997	8027	8058	8088
2018		8300	8331	8362	8392	8423	8453
2019		8665	8696	8727	8757	8788	8818

Таблиця 49

**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.

Таблиця 50

ШИРОТИ ТА ДОВГОТИ ДЕЯКИХ МІСТ УКРАЇНИ

Місто	Широта		Довгота	
	°	'	год	хв
Бердянськ	46	46	2	27.2
Вінниця	49	14	1	54.0
Дніпропетровськ	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
Кіровоград	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 2016 р. різниця дорівнює наближено 70 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_{Π} . Місцевий середній час T визначають за положенням середнього Сонця на небі відносно місцевого меридіану й він буде різним для різних місць земної поверхні. 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.

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. 50); $T_{\Pi} = T_B + Z$; $T_{\Pi} = T + (Z - \lambda)$, де Z — номер годинного поясу.

Зоряний час s у момент місцевого середнього часу T можна обчислити 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 — десятковий дріб, цілою частиною якого є порядковий номер місяця у році, а дробовою — частка місяця, яка визначається заданим числом. Якщо даний місяць передує вересневі (у календарному році), то N треба збільшити на 12. Наприклад, для 10 березня $N = 15.3$, бо березень — третій місяць року й передує 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 12 січня 2016 р. в момент $T = 9$ год 09 хв 21 с, виписуємо з ефемеридної частини календаря (табл. 1) гринвіцький зоряний час у 0 год усесвітнього часу для 12 січня $S_0 = 7$ год 23 хв 44 с, обчислимо різницю $(T - \lambda) = 7$ год 07 хв 21 с = 7.1 год, потім добуток $9.86(T - \lambda) = 70$ с = 1 хв 10 с. За формулою (1) матимемо зоряний час $s = 7$ год 23 хв 44 с + 9 год 09 хв 21 с + 1 хв 10 с = 16 год 34 хв 15 с. За формулою (2) дістанемо: $s = 9.2 + 2(1.4+12) - 19.4 = 16.6$ год.

За величинами рівняння часу, що їх подано в табл. 1, можна взнати істинний сонячний час $T_{\text{іст}}$ у момент місцевого часу T : $T_{\text{іст}} = T$ мінус «рівняння часу» або, визначивши за сонячним годинником $T_{\text{іст}}$, відповідний йому момент T : $T = T_{\text{іст}} +$ «рівняння часу».

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

Схід і захід Сонця

У табл. 2 подано на кожну четверту добу року моменти сходу та заходу Сонця за місцевим часом на широті 50° . 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 взнати моменти сходу та заходу Сонця в Ужгороді 12 січня. З табл. 2 дізнаємося, що цього дня на широті 50° схід Сонця за місцевим часом припадає на 7 год 55 хв, а захід — на 16 год 22 хв. У табл. 50 маємо для Ужгорода $\varphi = 49^\circ 38'$, $\lambda = 1$ год 29.2 хв. За табл. 3 поправка на широту становитиме -1.7 хв для моменту сходу та $+1.7$ хв для моменту заходу. Отже, за місцевим часом Сонце зійде в Ужгороді о 7 год 53 хв, зайде о 16 год 24 хв; за київським часом момент сходу буде 7 год 53.1 хв — 1 год 29.2 хв + 2 год = 8 год 24 хв, момент заходу: 16 год 23.5 хв — 1 год 29.2 хв + 2 год = 16 год 54.7 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; азимуті 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. 50, або з географічної карти, уважаючи східну довготу додатною.

Приклад. Треба взнати моменти сходу, заходу й кульмінації Місяця в Херсоні 11 лютого. На широті 50° Місяць сходить у цей день (див. табл. 6) о 8 год 38 хв ($v = -1.3$), заходить о 21 год 01 хв ($v = -3.2$). З табл. 50 берімо координати Херсона: $\varphi = 46^\circ 38' = 46.6^\circ$; $\lambda = 2$ год 10.5 хв = 2.175 год, різниця довгот буде $2.175 - 2.033 = 0.142$. Поправки Δ_φ інтерполюємо з табл. 7, вони будуть такими: -1.0 хв для сходу та -0.7 хв для заходу. Обчислюємо поправки за довготу: для сходу $\Delta_\lambda = (-1.3)(0.142) = -0.2$ хв, для заходу $\Delta_\lambda = (-3.2)(0.142) = -0.5$ хв. Отже, Місяць зійде за місцевим часом 11 лютого о 8 год 38 хв $- 1.0$ хв $- 0.2$ хв = 8 год 37 хв, а зайде о 21 год 01 хв $- 0.7$ хв $- 0.5$ хв = 21 год 00 хв. За київським часом: схід $- 8$ год 36.8 хв $- 2$ год 10.5 хв + 2 год = 8 год 26 хв, захід $- 21$ год 00.0 хв $- 2$ год 10.5 хв + 2 год = 20 год 49 хв.

Щоб дістати момент кульмінації, треба до табличного моменту додати лише поправку на довготу. З табл. 6 виписуємо годинну зміну моменту кульмінації $v = -134.0$, обчислюємо поправку $\Delta_\lambda = (-134.0)(\lambda - 2.033) = (-134.0)(0.142) = -19$ с, додаємо її до табличного моменту 14 год 43 хв 31 с і маємо 14 год 43 хв 12 с за місцевим часом. Щоб мати

момент кульмінації за київським часом, треба знати довготу місяця спостереження з точністю до секунди.

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця

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

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

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

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

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 планет (табл. 16); сполучення планет із Місяцем (табл. 17); у розділі подано також координати планет, їхні зоряні величини, видимі діаметри, фази, фазові кути, моменти сходу, заходу, кульмінації (табл. 18), тривалості видимості (табл. 19 і 20), геліоцентричні довготи й відстані планет від Сонця та Землі (табл. 21).

Планетними конфігураціями називають положення планет на небі відносно Сонця (точно кажучи — просторові положення планет відносно Сонця та Землі). Під час сполучення планети із Сонцем різниця їхніх екліптичних довгот дорівнює нулеві, під час протистоян-

ня — 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 і 20 наведено видимість планет після настання темряви та перед світанням, тобто на темному небі. Подані в таблицях моменти сходу та заходу планет обчислено для широти $\varphi_0 = 50^\circ$. Щоб узнати ці моменти для пунктів з іншою широтою φ , треба вирахувати поправку $\Delta_\varphi(\varphi - \varphi_0)$ і додати її зі своїм знаком до табличного моменту сходу (від моменту заходу її треба віднімати). Величини Δ_φ наведено в останньому стовпчику табл. 18 і 19.

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

У табл. 23 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).

Змінні зорі

Табл. 29—33 та 46—48 призначено для складання програми спостережень змінних зір і для дальшої обробки виконаних спостережень.

За допомогою табл. 46—48 перетворюють моменти всесвітнього часу T_B у дні та частки доби юліанського періоду, а також виконують зворотнє перетворення. Слід пам'ятати, що нульовий день будь-якого місяця — це останній день того місяця, який передує даному. Наприклад, нульовий день лютого — 31 січня, нульовий день березня — це 28 лютого у звичайному році та 29 лютого у високосному.

Приклад 1. Треба визначити юліанський день і частку доби, що відповідають моментові 2016 р. 25 січня 10 год 20 хв за всесвітнім часом. Із табл. 48 довідаємося, що до полудня нульового дня січня 2016 р. минули 2457388 юліанських доби. Додавши 25, матимемо 2457413 — кількість юліанських діб до півдня 25 січня. Різницю (10 год 20 хв — 12 год = —1 год 40 хв) перетворюємо за допомогою табл. 47 у частки

доби: 1 год дорівнює 0.0417 доби, 40 хв — це 0.0278 доби, тобто -1 год 40 хв = -0.0695 доби. Отже, дістаємо шуканий юліанський день: $2457413 - 0.0695 = 2457412.9305$.

Приклад 2. Знайдімо момент, який відповідає юліанському дневі JD2457456.3456. Із табл. 48 дізнаємося про найближче найменше число 2457448. Воно відповідає нульовому дневі березня 2016 р. Тому дата дорівнює різниці $2457456 - 2457448 = 8$, тобто маємо 2016 р. 8 березня 12 год. За табл. 46 матимемо: 0.3456 юліанського дня відповідають 8 год 17 хв 40 с (0.3 доби це 7 год 12 хв; 0.04 доби — 57 хв 36 с; 0.005 доби — 7 хв 12 с; 0.0006 — 52 с). Таким чином, юліанський день 2457456.3456 відповідає моментові 2016 р. 8 березня 12 год + 8 год 17 хв 40 с за всесвітнім часом, тобто 8 березня 20 год 17 хв 40 с.

У табл. 29 і 30 наведено так звані елементи змінних зір — початкові моменти максимуму чи мінімуму блиску за юліанським ліком діб. Таблиці дають змогу обчислити ефемериду, тобто розклад моментів. Для цього треба до початкового моменту M_0 додати потрібне ціле число періодів P згідно з формулою: $M = M_0 + P \cdot E$, де E — ціле число.

У табл. 30 прийнято такі позначення: M — зоряна величина в максимумі; m_1 — зоряна величина в первинному мінімумі; m_2 — у вторинному мінімумі; D (год) — тривалість затемнення; d (год) — тривалість повної фази затемнення. Риски в колонках m_2 , D , d значать, що відповідна інформація відсутня в «Загальному каталозі змінних зір» («Общий каталог переменных звезд»).

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. 44 за аргументом «зоряний час S » і додаємо до вимірної за допомогою теодоліта висоти Полярної зорі. Спостережену висоту треба виправити за рефракцію.

Приклад. Спостережена о 2 год 50 хв зоряного часу висота Полярної зорі, виправлена за рефракцію, становить $48^\circ 29'$, відповідна поправка висоти дорівнює $-40'$. Отже, широта місця $\varphi = 48^\circ 29' + (-40') = 47^\circ 49'$.

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 наведен-

ня 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. О 4 год 50 хв за зоряним часом на широті 55° азимут Полярної зорі становитиме $35'$, західний.

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, тоді як насправді вони 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. 45 наведено величину середньої рефракції, яка відповідає температурі повітря 0°C й атмосферному тискові 760 мм рт. ст. Поправки до середньої рефракції для інших величин температури повітря й атмосферного тиску визначають за додатковою таблицею.

КАРЛИКОВІ ПЛАНЕТИ (до 10-ї річниці введення нового класу планет)

А.П. ВІДЬМАЧЕНКО

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

1. ПЛУТОН — КОЛИШНЯ ВЕЛИКА ПЛАНЕТА СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Відкриття планети Нептун і уточнення параметрів її орбіти дало змогу в десятки разів зменшити розбіжності (так звані нев'язки) між розрахованими й спостережуваними положеннями Урана, але звести їх до рівня, який визначався б лише похибками, не вдавалося. Першим це помітив у 1848 р. Б. Пірс (1809—1880). А в 1874 р. С. Ньюком (1835—1909) розпочав розробляти нову теорію руху Урана, яка враховувала би вплив ще й Юпітера та Сатурна. Одночасно обговорювалося питання про можливий вплив транснептунової планети. Увагу на цьому акцентував у 1879 р. К. Фламмаріон (1842—1925), який спирався на аналіз руху трьох комет і припустив наявність ще однієї досить масивної планети, яка рухається навколо Сонця по орбіті, у 43 рази віддаленішій ніж земна, з періодом 330 р. У 1915 р. П. Ловелл (1855—1916) опублікував «Трактат про транснептунову планету», в якому підсумував результати розпочатого ним у 1905 р. пошуку «планети X». Цей пошук особливо активізувався після того, як на початку 1929 р. у Ловеллівській обсерваторії був уведений в експлуатацію 32.5-см рефрактор з фокусною відстанню 169 см. Уже 18 лютого 1930 р. аматор астрономії К. Томбо (1906—1997) виявив новий об'єкт, розташований за орбітою Нептуна. Нова планета мала жовтуватий колір, чим помітно відрізнялася від блакитнуватої Нептуна. На честь грецького бога темряви, який часом міг ставати невидимим, її назвали Плутоном (рис. 1, ліворуч). Символом планети обрали знак, складений із латинських букв P і L і схожий на монограму П. Ловелла.

Плутон рухається навколо Сонця по еліптичній орбіті з великим ексцентриситетом ($e = 0.25$). Завдяки цьому в деякі періоди він перебуває ближче до Сонця, ніж Нептун. Велика піввісь орбіти становить 39.49 а. о; середня швидкість руху по орбіті — 4.67 км/с; період обертання навколо Сонця — 247.94 р., навколо власної осі — 6.39 доби; нахил площини екватора до орбіти — 122.5° , нахил площини орбіти до екліптики — 17.14° ; радіус планети — 1186 км; маса — $1.305 \cdot 10^{22}$ кг; густина — 1.88 г/см^3 (є гіпотеза, що Плутон, як і деякі супутники планет-гігантів, складається з льоду, перемішаного зі скелястими породами). За зображеннями, отриманими Космічним телескопом Габбла (КТГ), була побудована карта Плутона, на якій чітко видно сніговий покрив північного полюса, а в 1997 р. виконана реконструкція видимого зображення планети.

Ще в 1978 р. Дж. Крісті (1845—1922) виявив асиметричність розмитого зображення Плутона, що дало підставу припустити наявність у нього супутника. У подальшому це припущення справдилося (рис. 1, праворуч). Супутник назвали Хароном¹. Його діаметр — 1207 км, маса становить приблизно 1/9 маси Плутона, відстань від центра Плутона — 17 536 км, період обертання — 6.39 земної доби. Таким чином, Плутон і Харон обертаються як ціле, синхронно, і тому їх вважають подвійною системою карликових планет, що дає змогу уточнювати їхні маси та густину. Дані про магнітне поле Плутона поки що

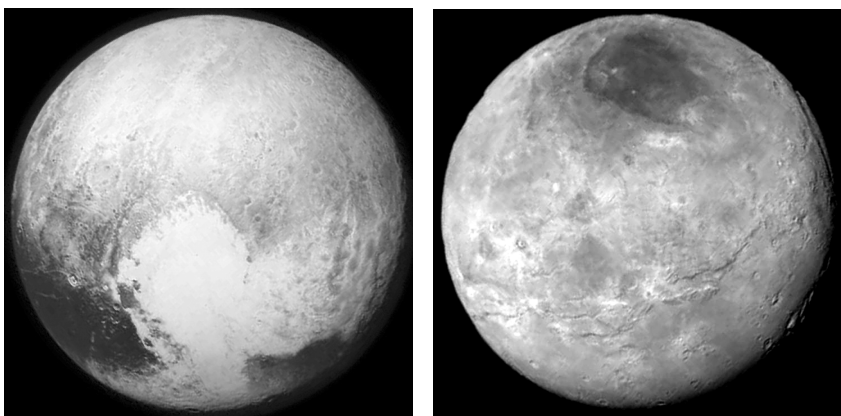


Рис. 1. Зображення Плутона (ліворуч) і Харона (праворуч), які отримані під час прольоту космічного апарата «Нові горизонти» 13 липня 2015 р.

¹ Харон — у грецькій міфології це ім'я перевізника душ у царство Плутона через річку Стікс.

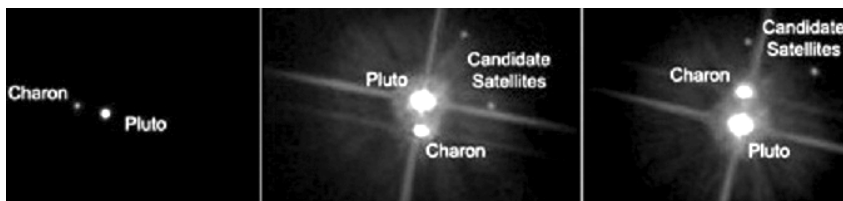


Рис. 2. Знімки Плутона та його супутників за допомогою КТГ (зліва направо: 11.06.2002 — коротка експозиція; 15.05.2005 і 28.05.2005 — довга експозиція)

відсутні, але за теорією бароелектричного ефекту його магнітний момент може бути на порядок менший, ніж земний. Припливні взаємодії Плутона й Харона мають призводити і до виникнення електричного поля. Дещо пізніше на зображеннях, здобутих за допомогою КТГ, дослідники на чолі з А. Стерном виявили ще два супутники Плутона — S/2005 P2 і S/2005 P1 (рис. 2), яким були надані, за рішенням МАС², міфологічні імена Нікс (Nix) і Гідра (Hydra). Їхня світність, як виявилось, приблизно в 5000 разів слабша, ніж у Плутона, — 23 зоряних величини, що дає оцінку їхніх розмірів (залежно від альbedo поверхні) у межах 36—55 км. Нові супутники перебувають на відстанях близько $48\,694 \pm 3$ і $64\,736 \pm 10$ км від Плутона (це у два — три рази далі, ніж Харон). Їхні періоди обертання навколо Плутона становлять 24.9 і 38.2 доби відповідно.

Важливим спостережним фактом є збіг площин орбіт усіх трьох супутників. Це є вірогідною ознакою одночасного утворення їх під час зіткнення Плутона з іншим, поруч розташованим, об'єктом, яке, судячи з наявних ознак, мало місце близько 4 млрд років тому. Такий висновок випливає з того, наскільки віддалилися орбіти супутників від Плутона внаслідок гравітаційної дії Харона.

Двадцятого липня 2011 р. стало відомо про відкриття ще одного супутника — S/2011 P1, розміром 13—34 км. А в 2012 р. був відкритий п'ятий супутник Плутона, розміром 10—25 км. Їх назвали відповідно Кербер і Стікс.

Вибір імен нових супутників — не випадковий. Адже Плутон — це ім'я відповідального за підземний світ грецького бога, а Гідра й Нікс також пов'язані зі світом мертвих. Нагадаймо, що Гідра охороняла вхід у підземний світ доти, доки Геракл не вбив її, а Нікс — це богиня темряви й ночі, яка живе у підземному світі. Символічно й те, що перші букви імен нових супутників «Н» і «Г» (в англійській мові — N і H) збігаються з першими літерами назви космічного апарата

² МАС — Міжнародний астрономічний союз.

«Нові горизонти» («New Horizons»), який відправився до Плутона 19 січня 2006 р. Оскільки ім'я Нікс виявилось вже задіяним у системі астрономічних назв, то вирішили змінити англомовну транскрипцію імені богині «Нух» на трохи іншу назву супутника — «Nix». Марк Шоултер, який очолює групу вчених, які відкрили четвертий і п'ятий супутник, заявив, що відповідно до правил МАС супутникам буде присвоєно імена з грецької міфології, пов'язані з підземним царством мертвих. У голосуванні, яке було проведено на спеціально створеному сайті, перемогли варіанти Цербер (собака, що охороняє підземний світ Плутона) і Стікс (богиня річки з такою ж назвою у пеклі). Другого липня 2013 р. четвертий супутник отримав офіційне ім'я — Kerberos (Кербер): було вирішено дати супутнику назву в грецькій транскрипції імені цього міфологічного персонажа, щоб не виникло плутанини з латинізованою формою, використаною раніше для найменування астероїда (1865) Цербер (Cerberus); а п'ятому — Стікс.

Оскільки Плутон, доволі велике тіло, котре обертається навколо Сонця, не є одиноком на своїй орбіті, то МАС своїм рішенням від 24 серпня 2006 р. надав цій «великій планеті» менший статус — вона стала одним із кількох нових об'єктів, які були названі карликові планети.

ФОТОМЕТРИЧНІ, ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ТА ТЕПЛОВІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛУТОНА

Практично вже перші фотоелектричні вимірювання блиску з UVB-фільтрами виявили зміну його з часом і встановили, що показники кольору є такими: $V-V = 0.79^m$, $U-V = 0.26^m$. Дальші дослідження не лише підтвердили реальність цих змін, але й виявили залежність блиску й показника кольору від довготи центрального меридіану, амплітуди яких сягають відповідно 0.22^m та приблизно 0.03^m . Крім того, було виявлено, що амплітуда зміни зоряної величини на кривій блиску в різні періоди спостережень була різною, а показник кольору залишався практично незмінним.

Якщо довготні залежності блиску зумовлені асиметрією насиченості деталями з різними відбивними властивостями вздовж екватора, то зміни з часом — асиметрією розташування згаданих вище полярних шапок, нахил яких відносно напрямку на Землю змінюється під час руху планети по орбіті. Довготна залежність кольору може бути зумовлена відміною в кольорі півкуль, а саме: ведена півкуля у видимій ділянці спектру на 25—30 % темніша від ведучої та майже на 4 % червоніше у системах фільтрів В і R. Після аналізу зміни блиску системи Плутон—Харон дослідники зробили висновок, що на поверхні Плутона мають бути на широті 23° дві плями круглої форми діаметр-

ром 46° та 28° (відстань між ними по довготі 134°), альbedo яких у два рази менше, ніж у доквілля.

Стосовно так званих вікових (або довготривалих) змін було зроблене припущення про наявність або темної смуги вздовж екватора планети, або ж світлих полярних шапок. У дальшому, щоб докладніше вивчити оптичну неоднорідність диска Плутона, стали використовувати спостережні дані ефектів затемнення в системі Плутон—Харон.

Є думка, що можливий період вікових змін становить 124 р., тобто половину орбітального періоду. Оскільки тепер Плутон перебуває поблизу перигелію, де температурний режим є критичним щодо початку конденсації метану й азоту, то спостереження в цей період є надзвичайно важливими. За картою відбивної здатності поверхневого шару Плутона та Харона Б. Буратті змодельював (2003 р.) криві блиску при їх повному освітленні Сонцем для взаємних конфігурацій планет у 1954, 1974, 1999 рр. і спрогнозував зміни довготної залежності блиску на 2029 р. (рис. 3) та самого блиску з 1954 по 2029 р.

Відзначмо, що геометрія спостережень системи Плутона для наземного спостерігача впродовж 1950—2000 рр. також істотно змінювалася: широта спостереженого центра диска становила $+54^\circ$ в 1954 р., приблизно 0° — у 1988 р. та -26° — у 2000 р.

СПЕКТРОФОТОМЕТРІЯ ТА ПРИРОДА ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПЛУТОНА

Уже на підставі першого інфрачервоного (ІЧ) фотометрування зі стандартними інфрачервоними ЖНК-фільтрами³ та двома вузькосмуговими ($\lambda = 1.55$ і $\lambda = 1.73$ мкм) Д. Крукшенк зі співавторами дійшли висновку (1976 р.), що поверхня Плутона вкрита інеєм. Дальші спостереження в широкому інтервалі довжин хвиль дали змогу виявити смуги поглинання для хвиль завдовжки 0.6 мкм. Смуга для довжини $\lambda = 2.14$ мкм належить азоту N_2 (за температури 40 ± 2 К), для довжини $\lambda = 2.35$ мкм — оксиду вуглецю CO, інші — чистому метанові CH_4 та його суміші з азотом N_2 . Кількісні ж оцінки показують, що концентрація CO і CH_4 на поверхні Плутона в п'ять разів вища, ніж у Тритона.

Крім того, учені намагалися виявити інші складові атмосфери. Тому були розраховані (2005 р.) синтетичні спектри з урахуванням поглинання деякими неметановими вуглеводнями з домішками ме-

³ ЖНК-фільтри — фільтри стандартної фотометричної системи Джонсона з серединою смуг пропускання відповідно для 1.22, 1.63 і 2.19 мкм.

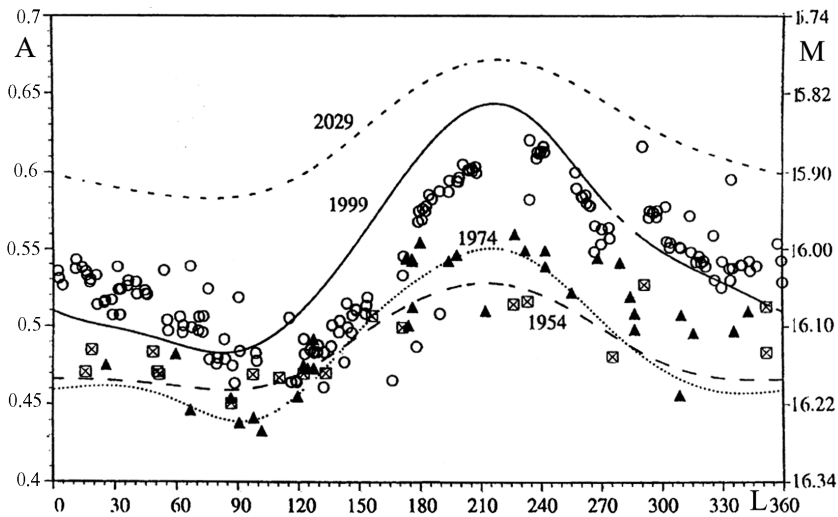


Рис. 3. Модельні криві блиску (геометричне альbedo А та зоряна величина М у фільтрі V) за вимірюваннями системи Плутон—Харон у 1954 р. (квадратики), 1974 р. (трикутнички) і 1999 р. (кружечки)

тану. Бо відтоді, як утворилася система Плутон—Харон, атмосферу Плутона могли забруднити випарування з поверхні Плутона шару твердого азоту завтовшки понад 500 м.

Особливо цінними стали спостереження під час затемнень у системі Плутон—Харон, бо вони дали змогу отримати спектри цих об'єктів. Оскільки замерзлий метан швидко темніє під дією сонячного випромінювання та заряджених частинок, то доволі високе геометричне альbedo свідчить про наявність на поверхні Плутона метанового інею, шар якого оновлюється завдяки сублимації та конденсації летких хімічних складових в атмосфері під час руху планети по орбіті. Саме це пояснює довгоперіодичну зміну блиску Плутона. Низьке ж альbedo Харона пов'язане з відсутністю там летких складових.

АТМОСФЕРА ПЛУТОНА

Плутон перебуває приблизно в 40 разів далі від Сонця, ніж Земля, тому його середня температура становить близько 45 К; узимку вона може знижатися до 33 К, а влітку, опівдні, доходити до 55 К. Низькі температури були зафіксовані під час вимірювань на довжинах

хвиль $\lambda = 25, 60, 100$ мкм за допомогою супутника ІРАС⁴, а також під час радіоастрономічних спостережень на довжинах хвиль $\lambda = 1.2$ мм. У разі інфрачервоних вимірювань яскравісна температура $T_{\text{я}}$ становила 45 К (за випромінювальної здатності 0.9), у разі радіоастрономічних — $T_{\text{я}} = 39 \pm 4$ К. За таких умов в атмосфері не скраплюється тільки неон, а діоксид вуглецю, метан і аміак конденсуються навіть за максимальної для цієї планети температури. Крім того, в атмосфері можуть бути присутніми невеликі домішки аргону й азоту. За оцінками Г. Голицина (1975 р.), тиск можливої атмосфери не перевищує декількох десятих бара, а смуги поглинання метану, виявлені в спектрі Плутона, можуть свідчити про газоподібний метан на планеті. За різними оцінками, кількість метану на промені зору становить від 3 м-атм^5 за тиску $p = 0.01$ бара до $27 \pm 7 \text{ м-атм}$ за тиску $p = 0.00015$ бара.

Принципово нові дані про атмосферу Плутона були отримані 9 червня 1988 р. під час спостережень явища затемнення Плутоном зорі (був використаний швидкісний ПЗЗ-фотометр на 90-см телескопі літаку-обсерваторії імені Койпера) і в 2002 р. Виявилось, що атмосфера є двошаровою; причому нижній сильно поглинаючий світло зорі шар атмосфери складається з невідомого газу і простягається до висоти 46 км, а вище нього — розташовується суто метанова атмосфера. Якщо врахувати температурний режим Плутона, то, ймовірно, ніше за все, в метановій складовій атмосфері з часом відбулися значні зміни, що й сприяло її виявленню при явищах покриття у 1980-х рр., коли Плутон перебував у перигелії орбіти на найближчій відстані від Сонця. Розрахунки за моделлю ізотермічної верхньої атмосфери показали, що атмосферний тиск упродовж 1988—2002 рр. зріс у два рази, а в 2002—2007 рр. відбулася його стабілізація.

Тобто нижче рівня 1215 км від центра планети відмічено велике зростання поглинання, яке було приписане поглинанню так званого стратосферного туману. При цьому вважали, що основною складовою атмосфери Плутона є азот N_2 . Що стосується метану, то його виявили спектроскопічно і наближено оцінили сумарну кількість в атмосферному стовпі — приблизно 0.012 м-атм .

Найдостовірніше експериментальне підтвердження присутності газоподібного метану в атмосфері Плутона дали його спектри, які були отримані у серпні 2008 р. за допомогою криогенного ІЧ-спектрографа на японському 8.2-м телескопі Субару, що знаходиться на Гавайських

⁴ ІРАС (ІРАС — InfraRed Astronomical Satellite) — Інфрачервона орбітальна обсерваторія.

⁵ М-атм — фізична одиниця густини даної складової в атмосфері: товщина у метрах за тиску 1 атмосфера.

островах в обсерваторії Мауна-Кеа. У спектрах із високим спектральним розділенням виявили не менше ніж 17 обертових ліній метану, за якими вдалося визначити обертову температуру і кількість метану на промені зору. Отримали такі результати: $T \approx 90$ К, кількість метану приблизно 0.0075 м-атм для 1 серпня і $T = 80$ К, кількість метану приблизно 0.0065 м-атм — для спостережень 16 серпня 2008 р. Проаналізувавши ефекти покриття зорі, оцінили ще й градієнт температури у стратосфері (3—15 К/км) та встановили, що тропопауза в атмосфері Плутона досить холодна ($T < 38$ К) і має малу протяжність по висоті. Щоб узгодити температуру тропосфери з оцінками обертової температури, запропонували модель, згідно з якою джерело метану має перебувати на поверхні, а велика частина газоподібного метану — у верхній атмосфері планети. Аналіз отриманих результатів показав, що максимальна висота тропосфери не перевищує 17 км, а максимальна оцінка тиску на поверхні — 0.000024 бар. З урахуванням усіх неточностей, атмосферний тиск на поверхні Плутона в 2008 р. мав бути в межах 0.0000065—0.000024 бар, а повна кількість метану у всьому стовпі атмосфери — 0.0065—0.013 м-атм.

2. ЦЕРЕРА

Тим же рішенням МАС від 24 серпня 2006 р. Церера зі статусу «астероїд» була переведена в статус «карликові планети». Спочатку її повна назва була «Церера Фердинанде» — на честь римської богині рослин і материнської любові Церери та короля Сицилії Фердинанда III. Оскільки додаток «Фердинанде» був неприйнятний для інших націй світу, то з часом його відкинули. Крім того, Цереру називали деякий час у Німеччині Гера, а в Греції — Деметра.

Небесно-механічні параметри Церери такі:

екваторіальний діаметр.....	965 км
середня відстань від Сонця	2.77 а. о.
період обертання	4.6 р.
кут між площинами орбіти й екліптики.....	9.65°
ексцентриситет, e	0.116
середня зоряна величина у протистоянні	7.4 ^m

Фотоелектричні спостереження дали змогу виявити невеликі зміни блиску з періодом 9 год 4.5 хв і амплітудою 0.04^m. За розрахунками, нахил до площини екліптики осі Церери не перевищує 4—5°, а маса сягає $9.43 \cdot 10^{20}$ кг. Таким чином, за розміром і масою Церера — єдина карликова планета в Головному поясі астероїдів. Її «портрет» подано на рис. 4.

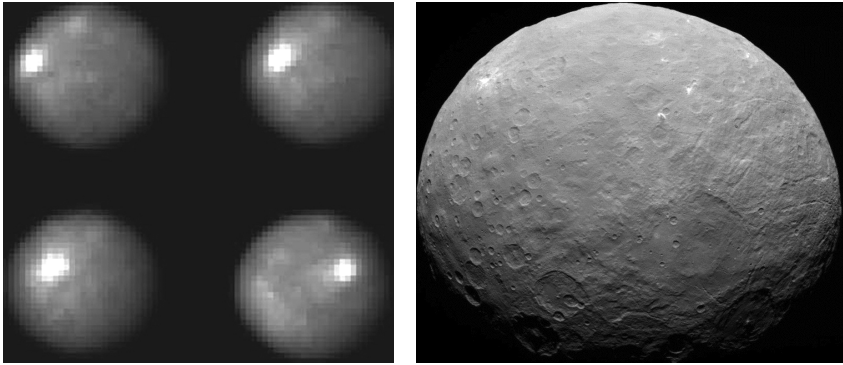


Рис. 4. Чотири послідовних зображення (ліворуч), які були отримані КТГ у грудні 2003 р. та в січні 2004 р. (просторове розділення — 30 км), демонструють зміну видимого положення яскравої плями (вона на декілька відсотків яскравіша від оточення) на поверхні Церери внаслідок повороту планети навколо осі на 93° . Праворуч — зображення Церери, отримане КА Dawn («Світанок») 3 липня 2015 р.

Як видно, Церера має кулясту форму. Можливо, її внутрішня будова диференційована, тобто щільне ядро чітко відділене від порівняно тонкої й набагато меншої зовнішньої мантії. Що стосується запасів води, то якби хоча би чверть об'єму мантії припадала на водяний лід, вони, можливо, не уступали б земним. Є така думка, що Церера — планетний ембріон, який зупинився у своєму розвитку через вплив потужного гравітаційного поля Юпітера, яке не дало змоги йому накопичувати потрібну кількість речовини для того, щоб перетворитися в повноцінну планету. На користь цього говорить те, що навіть із врахуванням перешкод, створюваних Юпітером, Церері вдалося вирости до майже 1000 км в діаметрі та до маси, яка становить майже чверть від загальної маси уламків, що входять до складу Головного астероїдного поясу, розташованого між Марсом і Юпітером. А втім, слід все ж відзначити, що навіть якби Церері вдалося зібрати весь будівельний матеріал Поясу, вона все одно була б у 4—5 разів легша навіть від Плутона.

Є деякі ознаки, що поверхня Церери відносно тепла та, можливо, має незначну атмосферу й паморозь на ґрунті. За оцінками, максимальна температура становить приблизно 235 К, у перигелії може досягати близько 239 К. Дослідження свідчать, що Церера всередині має скельне ядро, яке лежить під крижаною мантією. Над мантією — кора. За деякими оцінками, крижана мантія має товщину до 100 км і може містити до 200 млн куб. км води. А це навіть більше, ніж

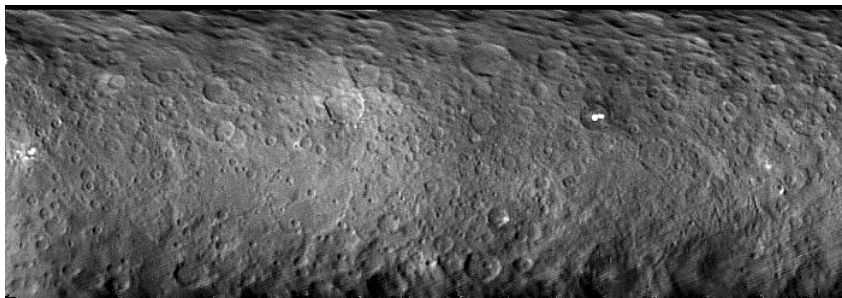


Рис. 5. Мозаїка зображень поверхні Церери, зроблених КА «Світанок» 19 лютого 2015 р. на відстані 46 000 км

кількість прісної води на Землі. Однак точно внутрішня будова Церери достеменно не відома.

Після 2005 р. за спостереженнями в ІЧ ділянці спектру за допомогою телескопа ім. Кека з використанням адаптивної оптики вдалося побудувати перші карти поверхні Церери. Але звичайно найкращі на сьогодні карти поверхні цієї карликової планети вдалося побудувати за допомогою зображень, отриманих у 2015 р. КА «Світанок» (рис. 5). Так, на південь від екватора видно незвично великий ударний басейн майже 300 км діаметром. І особливо виділяються кілька яскравих плям, у тому числі дві дуже яскраві, які лежать в межах одного кратера на північ від екватора.

3. ЕРІДА (2003 UB313, 136199)

Цей транснептуновий об'єкт (ТНО) виявили на пластинці, яка була сфотографована 21 жовтня 2003 р. Йому надали тимчасове позначення 2003 UB313, потім — назвали Ксена (Зена), Еріс й нарешті — Еріда, але до карликових планет віднесли пізніше, коли встановили його великі розміри (2330 км) і масу $(1.67 \pm 0.02) \times 10^{22}$ кг. Періоди його обертання навколо Сонця та власної осі становлять відповідно 561.34 р. та 25.9 год. Орбіта сильно витягнута — ексцентриситет $e = 0.435$ (рис. 6, праворуч) й нахилена до екліптики на 43.82° . Тому під час проходження планети по орбіті температура поверхні змінюється від 30 до 55 К. Блиск її становить 18.7^m . Надзвичайно високим виявилось геометричне альbedo (приблизно 0.96), що характерно для снігового покриву. Це дало змогу припустити, що на мінімальній відстані (38.46 а. о.) в Еріди може з'явитися атмосфера, яка на максимальній відстані (97.63 а. о.) знову вимерзне.

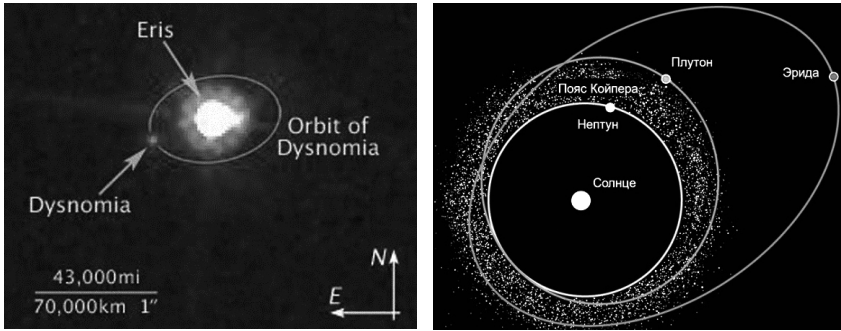


Рис. 6. Ліворуч — зображення Ериди та її супутника Дісномія з КТГ. Праворуч — орбіта планети

Спостереження в ІЧ діапазоні показали, що поверхня цього ТНО тепер може бути вкрита метановим льодом. Комбінація даних про зоряну величину й інтенсивність теплового випромінювання, за спостереженнями, які були проведені за допомогою 30-м радіотелескопа IRAM⁶ в Іспанії, дала змогу оцінити його яскравісну температуру — приблизно 25 К, що практично виключає наявність газоподібного метану на планеті. Пізніше в Ериди був виявлений на відстані 37 350 км супутник (об’єкт S/2005), який спочатку назвали Габріель, а згодом — Дісномія (рис. 6, ліворуч). Саме так звали дочку грецької богині Ериди. Середня величина його діаметра становить 350—490 км, період обертання — 15.774 доби.

4. ХАУМЕА (2003 EL61, 136108)

Об’єкт (136108) Хаумеа (відкритий у 2005 р., тимчасове позначення — 2003 EL61) є карликовою планетою, яку названо на честь гавайської богині родючості й дітородіння Хаумеа. Вона має два супутники (136108 Хаумеа 1 і 136108 Хаумеа 2), названі на честь дочок Хаумеа: Хіїака — богиня танцю і патронеса Великого Острова (місце розташування обсерваторії Мауна-Кеа) у Гавайському архіпелазі та Намака — богиня води й моря, яка створила новий острів, охолодивши лаву своєї сестри Пеле, що текла в морі. Діаметр Хіїаки становить

⁶ IRAM (An international research institute for radioastronomy) — Міжнародний науково-дослідний інститут радіоастрономії, який має 30-м телескоп на Піко Велета в іспанській Сьєрра-Неваді. Телескоп, побудований у 1984 р. на висоті 2 850 м, — один з найбільших і найчутливіших сучасних радіотелескопів міліметрового діапазону.

близько 320 км, період обертання — 49.12 доби, радіус орбіти — 49 880 км. Намака менша, ніж її «сестра», приблизно вдвічі (діаметр менший за 170 км), вона обертається навколо Хаумеа по орбіті з великою піввіссю 25 657 км з періодом 18.278 доби.

Небесно-механічні характеристики планети такі:

перигелійна відстань.....	34.952 а. о
відстань в афелії.....	51.483 а. о.
ексцентриситет, e	0.191
орбітальний період обертання	284.12 р.
період обертання навколо власної осі	3.916 год
нахил орбіти до площини екліптики	28.19°
альbedo	0.70—0.87
маса.....	$(4.006 \pm 0.040) \times 10^{21}$ кг
розміри	1960 × 1518 × 996 км
температура.....	менша за 50 К
зоряна величина в опозицію	17.3 ^m
супутники.....	Хїїака (136108 Хаумеа 1) Намака (136108 Хаумеа 2)

Маса системи Хаумеа, яку визначили за характером їхнього обертання й орбітальних параметрів, становить близько 28 % маси системи Плутона, а густина — дещо менша за 3 г/см³. У планети спостерігають зміни яскравості, які можуть бути зумовлені не лише її еліпсоїдальною формою, але й можливою оптичною неоднорідністю диска. Спектр Хаумеа показує, що її поверхня, як, наприклад, і поверхня Харона, вкрита переважно водяним льодом: дуже помітні смуги водяного льоду та метану. Є припущення, що Хаумеа могла утворитися внаслідок зіткнення двох небесних тіл. Тоді велика частина летких компонентів (серед них — метан і водяний лід) після удару мала б частково випаруватися, а частково була б викинута в навколишній простір. Саме з цієї викинутої речовини згодом і виникли два нововідкритих супутники (можливо, будуть відкриті ще й інші). Цю гіпотезу побічно підтверджує той факт, що на орбітах, схожих з орбітою Хаумеа, обертаються ще, як мінімум, три ТНО трохи меншого розміру зі спектрами, які аналогічні її спектрам. Згідно з іншою гіпотезою, Хаумеа — майже повністю кам'яна, хоча й має льодяний поверхневий шар. Велика частина її початкової крижаної мантії могла бути відірвана під час зіткнення. Саме це надало їй теперішню високу швидкість обертання, а з матеріалу, який відірвався, сформувалися маленькі об'єкти сімейства Хаумеа. Навколо планетоїда цілком імовірна наявність великої кількості менших супутників, які поки що не виявлені.

5. МАКЕМАКЕ (2005 FY9)

Об'єкт Макемаке відкрила 31 березня 2005 р. група М. Брауна. Спочатку він був позначений як 2005 FY9, пізніше — 136472, а остаточно його назвали Макемаке — на честь творця людства і бога достатку в рапануйській міфології корінних жителів острова Пасхи. За оцінками, діаметр цього ТНО становить від 50 до 75 % діаметра Плутона і посідає третє (або четверте) місце серед діаметрів карликових планет. На відміну від інших великих ТНО у нього поки не виявлено супутників, і тому його маса та щільність поки що залишаються оцінковими.

Фізичні характеристики Макемаке:

діаметр	1502 км
перигелійна відстань	38.05 а. о.
відстань в афелії	52.82 а. о.
ексцентриситет, e	близько 0.16
орбітальний період обертання	306.28 р.
період обертання навколо власної осі	22.48 год
нахил орбіти до площини екліптики	28.96°
супутники	не виявлено
маса	3×10^{21} кг
середня густина	1.7 г/см ³
альbedo	0.78±0.09
температура	30—35 К
зоряна величина в опозицію	16.7 ^m

Згідно з рішенням МАС 2006 р. Макемаке був визнаний карликовою планетою, а згодом, у 2008 р., його зарахували (поряд із Плутоном, Ерідою і Хаумеа) ще й до плутоїдів (це підклас карликових планет).

Нагадаймо, що плутоїд — це небесне тіло, яке обертається навколо Сонця по орбіті з радіусом, більшим за радіус орбіти Нептуна, має масу, достатню для того, щоб гравітаційні сили надали йому майже сферичну форму, і яке не розчищає простір навколо своєї орбіти (тобто поблизу нього може перебувати ще безліч дрібних об'єктів).

Макемаке, маючи видиму зоряну величину 16.7^m, посідає друге, після Плутона, місце за видимою яскравістю. Враховуючи альbedo Макемаке, було зроблено висновок, що температура на його поверхні дорівнює приблизно 30 К.

Спостереження у видимому й довгохвильовому ІЧ діапазонах указали на схожість поверхонь Макемаке та Плутона. У спектрі цього ТНО є смуги поглинання метану, тому припускають, що поверхня Макемаке може бути вкрита зернами метану, діаметри яких не менші, ніж 1 см. Можливо, присутні у великій кількості ще й етан і так зва-

ний толін, які виникли внаслідок фотолізу метану під дією сонячного випромінювання, та заморожений азот.

6. ПОЯС КОЙПЕРА — КРИЖАНЕ НАСЕЛЕННЯ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

На початку 1930 р. американський астроном Ф. Леонард висловив думку про можливу наявність позанептунових тіл, одним з представників яких є Плутон. К. Еджворт і Дж. Койпер трансформували її в гіпотезу про існування великої кількості тіл — своєрідного поясу⁷, який є можливим резервуаром потенційних кометних ядер. Тривалий пошук їх увінчався успіхом лише в 1992 р., коли за допомогою 2.2-м телескопа Гавайського університету був відкритий об'єкт 1992 QB₁, велика піввісь орбіти якого становила 44.5 а. о.

Використання нових потужних телескопів на Землі та КТГ сприяло виявленню на околицях Сонячної системи безлічі малих об'єктів, які раніше не вдавалося розглядіти. Так, упродовж 1999—2003 рр. були виявлені близько 800 невідомих раніш астероїдів. Із них можна назвати об'єкт 2003 UB313, який був доволі яскравим і повільно рухався серед зір.

Як часто буває в спостережній астрономії, цей об'єкт, виявилося, був зафіксований на багатьох фотопластинках щонайменше впродовж 16 років перед відкриттям. Це дало змогу розрахувати елементи його орбіти: піввісь — 67.89 а. о., ексцентриситет — 0.4378, нахил орбіти до екліптики — 43.993°. Розрахунки показали, що в 2003 р. цей «новачок» перебував поблизу афелію (відстань від Сонця становила 97.50 а. о.), а перигелію він досягне в 2257 р. (геліоцентрична відстань дорівнюватиме 38.2 а. о.). Такі параметри орбіти дають підставу класифікувати цей об'єкт як типовий член Поясу Койпера. Стало очевидно, що у Плутона є величезна «компанія» з тисяч невеликих небесних тіл.

Слід відзначити, що сам Дж. Койпер уважав, що всі малі планети, якщо такі коли-небудь і перебували поблизу орбіти Плутона, мали б зміститися в дуже віддалені регіони, а простір, який безпосередньо прилягає до Плутона, — вільний від космічних тіл. Зауважмо, що ідею про наявність за орбітою Нептуна численних малих крижаних астероїдів висловлювали впродовж 1930—1980 рр. крім Ф. Леонарда ще й Ф. Віпл (1906—2004), К. Еджворт (1880—1972), Х. Фернандес та ін. МАС рекомендує називати астероїдні тіла цього зовнішнього поясу транснептуновими об'єктами, тобто такими, що розташовані за орбітою Нептуна.

⁷ Цей зовнішній пояс астероїдів, який перебуває за орбітою Нептуна, згодом назвали ім'ям відомого дослідника тіл Сонячної системи Дж. Койпера.

На кінець 2014 р. були відомі понад 1347 астероїдів Поясу Койпера, більша частина яких має в поперечнику кілька сотень кілометрів, а в десяти діаметр перевищує 1000 км. Проте вважається, що їхня загальна маса навряд чи більша за масу Місяця. Припускають, що всього в Поясі Койпера є близько 500 000 астероїдів, розміри яких більші за 30 км. Площа його перевищує в 1.5 рази ту частину Сонячної системи, навколо якої він розташований, тобто обмежену орбітою Нептуна. Поки що достеменно невідомо, з чого складаються астероїди Поясу Койпера, але ясно, що в їхній будові головну роль мають відігравати льоди різної природи (водняний, азотний, метановий, аміачний, метаноловий, вуглекислий та ін.), оскільки температура в цьому надзвичайно віддаленому від Сонця регіоні дуже низька. Саме там могла зберегтися в незміненому вигляді та речовина, з якої у давнину формувалися планети Сонячної системи. Понад 90% нововідкритих об'єктів рухаються по майже кругових орбітах з радіусами від 30 до майже 50 а. о.

Багато які з орбіт крижаних астероїдів дуже нахилені до площини Сонячної системи: у 20 об'єктів нахил перевищує 40° , у декількох досягає майже 90° . Зовнішня границя Поясу Койпера дуже різко закінчується на відстані 47 а. о. від Сонця. З огляду на цю обставину навіть припускали свого часу, що там є досить великий планетний об'єкт (приблизно такого ж розміру, як Марс), який зібрав на себе всю речовину за межами 47 а. о. Однак згодом виявилось, що ця границя не є таким вже непереборним бар'єром: до середини 2009 р. було відомо про майже сто астероїдів, які, маючи дуже витягнуті орбіти, виходять за ці межі. Обчислення розмірів транснептунових об'єктів (за альbedo $A_g = 0.09$) показало, що поміж об'єктів, відомих до початку 2009 р., 45 мали діаметри не менші, ніж 500 км, а 115 — понад 300 км.

Дослідження сімейства крижаних об'єктів Поясу Койпера, яке складається з великого об'єкта 2003 EL61 (Макемаке) і кількох дрібніших тіл, показало, що всі вони сформувалися внаслідок зіткнення понад 1 млрд років тому. Виявилось, що під час спостережень у різних точках земної орбіти їхня яскравість помітно змінюється, на підставі чого запропоновано, що їхня поверхня має бути вкрита свіжим рихлим крижаним шаром, вік якого не перевищує 100 млн років. Наявність такого яскравого «свіжого» льоду на поверхні Макемаке можна пояснити тим, що в неї є сліди атмосфери. Проте таке пояснення важко застосувати до темніших менших об'єктів, які не можуть утримувати хоч якусь помітну атмосферу, здатну періодично кристалізуватися і вкривати їхню поверхню льодом.

Тринадцятого грудня 2005 р. було виявлено малу планету 2004 XR 190 (Баффі, названо на честь знищувачки вампірів) з діаметром, як

припускають, 425—850 км. Дивовижно, що на відміну від розсіяних об'єктів Поясу Койпера, які мають витягнуті орбіти, цей відрізняється майже коловою орбітою (перигелійна відстань 51.41 а. о., афелійна — 63.54 а. о.), а кут нахилу площини орбіти до площини екліптики становить аж 47° . Причина виникнення такої траєкторії поки незрозуміла.

Нарешті відзначмо, що тіла Поясу Койпера розподіляються на такі класи:

1) **класичні тіла** — мають приблизно колові орбіти з невеликим нахилом, не пов'язані з рухом інших планет (зокрема, і з рухом Нептуна). Їхні великі півосі орбіт більші за 39.4 а. о. та менші, ніж 47.8 а. о.;

2) **резонансні тіла** — утворюють орбітальний резонанс із Нептуном 1:2, 2:3, 2:5, 3:4, 3:5, 4:5 або 4:7. Об'єкти з резонансом 2:3 називають плутиною за назвою найвідомішого представника — Плутона.

3) **тіла розсіяного диска** — мають великий ексцентриситет орбіти, в афелії можуть віддалятися від Сонця на кількесот астрономічних одиниць.

ФОТОМЕТРИЧНІ ТА СПЕКТРАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ ПОЯСУ КОЙПЕРА

Спостереження у візуальних променях показали, що оцінки геометричного альбедо об'єктів Поясу Койпера лежать у дуже широких межах (0.4—0.8). Більша частина спектрів мають смуги поглинання метану, а також, можливо, деякі смуги поглинання вуглекислого газу CO_2 і чадного газу CO , азоту й води. Але в деяких тіл, особливо малих розмірів, смуги поглинання метану відсутні взагалі. Це означає, що в більшій частині ТНО є внутрішнє джерело поповнення метану, а в інших — відсутнє. Як механізм почервоніння об'єктів з досить потужними поверхневими метановими шарами вчені пропонують такий: у відкритому космосі льоди метану піддаються бомбардуванню зарядженими частинками та дії жорсткого ультрафіолету, що призводить до утворення складніших вуглеводнів, у тому числі й червонуватого матеріалу — так званого толіно. А міра почервоніння може визначатися площами поверхні, які вкриті толіном. Саме це дає змогу пояснити той факт, що, наприклад, об'єкт 2003 UB313 має набагато менші варіації альбедо, ніж Плутон, а також те, що альбедо цього ТНО мало б бути значно вище, ніж у Плутона тепер.

Крім того, бомбардування зарядженими частинками та дія жорсткого ультрафіолету може впливати й на тепловий режим на поверхнях ТНО. Так, нижча температура об'єкта 2003 UB313, можливо, також пояснює різницю в механізмі утворення метану. Вважають, що на відстані 97 а. о. температура поверхні в підсонячній точці такого

тіла (за альbedo 70 %) становитиме близько 30 К. За такої температури тиск пари азоту над чистим льодом становитиме 420 нанобар, тимчасом як тиск пари над чистим метановим льодом буде нижчий за 1 пікобар. Тому, на відміну від Плутона, на об'єкті 2003 UB313 метан у газовому стані нині практично відсутній. Проте у міру наближення до перигелію орбіти на цьому об'єкті з'явиться атмосфера з газоподібного метану, і об'єкт стане подібним до Плутона. Можливі й моделі, згідно з якими поверхневий шар ТНО складається з такої суміші: до 70 % — вуглець, 3 % — олівін, 12 % — замерзлий толін і т. ін. За такого складу поверхня матиме альbedo всього близько 0.09.

ІЧ-спектри об'єктів 2005 FY9 і 2003 UB313 дуже подібні, але смуги поглинання метану в спектрі першого з них глибші, ніж у спектрі Плутона. Це можна пояснити наявністю на його поверхні потужнішого льодового покриву або різним розміром льодяних частинок. Роботи ряду дослідників у 2004 р. показали, що пошук інших складових, ніж метанові, азотні, вуглекислого CO₂ і чадного СО газів, був невдалим. За спектром Кваора з великим прибільшенням можна говорити про присутність смуг азоту й чадного газу. Але там помітні, подібно до Харона, й сильні смуги поглинання водяного льоду й слабке поглинання гідратованим аміаком на довжині $\lambda = 2.2$ мкм. Це означає, що колись температура на поверхні цього ТНО перевищувала критичну величину ($T \sim 105\text{--}125$ К), за якої відбувалася кристалізація льоду. Оскільки радіаційна рівноважна температура (за альbedo 0.1 на відстані 43 а. о.) становить лише 50 К, то різницю цих температур можна пояснити її суттєвим підвищенням завдяки нагріванню під час, наприклад, радіоактивного розпаду в глибинних шарах Кваора. Тимчасом як нагрівання під впливом мікрометеоритного бомбардування могло б бути суттєвим лише для зовнішньої частини льодової поверхні цих тіл.

Водяний лід присутній лише на деяких великих ТНО, тимчасом як у переважній частині є смуги поглинання метаном. До так званих метаноїдів належать Плутон, Еріда (136199) і 2005 FY9 (136472). Оскільки концентрацію метану зумовлюють теплові швидкості «утікання» молекул, то його присутність буде суттєво стійкіша на великих (з діаметрами понад 1000 км), віддалених і холодніших ТНО, ніж на тепліших і менших за розмірами.

7. НАЙВІДДАЛЕНІШІ ПЛАНЕТОЇДИ ТА ХМАРА ООРТА—ЕПКА

П'ятого березня 2004 р. група дослідників, очолювана відомим спостерігачем М. Брауном, оголосила про своє відкриття під час спостережень у високогірній Паломарській обсерваторії в листопаді

2003 р. найдалшого об'єкта Сонячної системи. Вони відмітили, що на трьох послідовних знімках (інтервал між ними — півтори години) невідомий до цього часу небесний об'єкт перемістився всього на $4.6''$. Оскільки на такому короткому часовому проміжку зсув транснептунового об'єкта, який практично перебуває майже в опозиції до Сонця, повністю визначається паралаксом, зумовленим рухом Землі по її орбіті, то можна оцінити відстань до об'єкта за формулою $R = 150/F$, де R — геліоцентрична відстань об'єкта в а. о., F — його швидкість (у секундах дуги за годину). За вказаною вище величиною F отримуємо, що новий об'єкт віддалений від Сонця майже на 100 а. о.! Це набагато далі, ніж загальноприйнята нині зовнішня межа планетарної зони (50 а. о.), а отже й далі, ніж кожне з відомих тіл Сонячної системи.

Об'єкту надали ім'я ескімоської богині моря Седни, яка, за ескімоськими міфами, живе в темних глибинах холодного Північного Льодовитого океану. Дальші спостереження впродовж кількох місяців дали змогу розрахувати її орбіту. Оскільки виявилось, що отримані різними методами оцінки сильно різняться (що зумовлено обмеженнями методів для визначення орбіт малорухомих об'єктів), то вирішили розширити спостережний інтервал, долучивши архівні знімки за попередні роки. Одержали такі параметри орбіти: велика піввісь — 480 ± 40 а. о.; нахил орбіти до екліптики — 11.93° ; мінімальна відстань від Сонця — 76 а. о., період обертання навколо Сонця — близько 10500 р.

Орбіта Седни трохи нагадує орбіти деяких розсіяних об'єктів Поясу Койпера. Але її перигелій розташований настільки далеко, що виникнення такої орбіти ніяк не можна пояснити розсіюванням на вже відомих планетах Сонячної системи. Щоб пояснити цей феномен, були запропоновані такі три механізми.

1. *Розсіювання на ще не відкритій планеті.* Розсіяні об'єкти Поясу Койпера могли з'явитися на сильно витягнутих орбітах через гравітаційний вплив планет-гігантів Сонячної системи, унаслідок чого вони одержали різні порції енергії і в залежності від цього — різні великі півосі, але практично не змінили перигелійної відстані. Так, розсіяні Нептуном об'єкти можуть мати перигелійні відстані не більші за 38 а. о. Але деякі екстраординарні випадки, які враховують можливу міграцію в минулому самого Нептуна, іноді дають змогу збільшити перигелій розсіяного ним тіла до 50 а. о. Саме цим до відкриття Седни пояснювали всі без винятку орбіти відомих тіл Поясу Койпера, включаючи об'єкт 1999 CL119. Проте Седна з перигелієм близько 76 а. о. відчутно порушила стрункність загальної картини, оскільки вона ніяк не могла бути розсіяна жодною з відомих планет-гігантів Сонячної

системи. Тому відразу ж напрошується думка, що для відновлення порушеної картини потрібна ще не відкрита планета-гігант на відстані близько 75 а. о., яка так само, як Нептун у Поясі Койпера, розсіює більш віддалені об'єкти, але дослідження приблизно 80 % зоряного неба в смузі завширшки 5° навколо екліптики ніякої планети не виявило. Якщо вона дійсно є чи була там колись у минулому, то її ознаки неминуче проявляться в орбітальних параметрах тих нових малих планет, які будуть відкривати в майбутньому в тому віддаленому регіоні. А в 2004 р. лише орбіта Седни наводила на думку, що десь за Нептуном обертається ще одна невідома планета з досить великою масою.

2. *Близький проліт зорі.* Незвична орбіта Седни дуже нагадує можливі орбіти комет із Хмари Оорта, які під час тісних зближень з планетами-гігантами в межах планетарної зони були розсіяні на орбіти з дуже великими ексцентриситетами. Якщо на такій орбіті комета відходить від Сонця на досить велику відстань, то випадкові гравітаційні збурювання з боку сусідніх зір і галактичні припливні сили можуть змінити орбіту так, що перигелій вийде далеко за межі планетарної зони й комета втратить усілякий зв'язок з планетною системою. Виконані ще Я. Оортом (1900—1992) у 1950 р. розрахунки, які враховували очікувані частоти зоряних зближень в околицях Сонця та величину галактичних припливних сил, показують, що для того, щоб згадані зовнішні впливи стали відігравати відчутну роль, велика піввісь комети має бути більша за 104 а. о. Очевидна несумісність такої картини утворення Хмари Оорта й наявної орбіти Седни полягає в явно недостатній величині перигелійної відстані цього ТНО, щоб зовнішні сили могли ефективно зрушити перигелій його орбіти.

Крім того, розрахунки показують, що тільки дуже невелика частина геометрично можливих конфігурацій зоряних зближень у змозі так змінити орбіти розсіяних об'єктів Поясу Койпера, щоб вони стали більше нагадувати орбіти тіл з Хмари Оорта. Наприклад, тільки проліт зорі сонячної маси зі швидкістю 30 км/с перпендикулярно до площини екліптики на відстані всього лише 500 а. о. від Сонця зможе перетворити орбіту з перигелійною відстанню приблизно 30 а. о. і великою піввіссю 480 а. о. в орбіту з перигелійною відстанню 76 а. о., зберігши велику піввісь незмінною; іншими словами, зможе перевести розсіяний об'єкт Поясу Койпера на орбіту Седни. Знову ж таки, оцінки показують, що в умовах нинішнього зоряного оточення Сонячної системи можна вказати лише на одне настільки близьке проходження іншої зорі за весь час існування нашої планетної системи. Щоб підтвердити це, треба відкрити ще хоча б декілька об'єктів з орбітами, схожими на орбіту Седни.

3. *Утворення Сонячної системи в зоряному скупченні.* Тісні зоряні зближення могли б відбуватися набагато частіше в ранню епоху існування Сонячної системи. Тобто тоді, коли процес утворення Сонця з первинної туманності відбувався всередині зоряного скупчення. До того ж, за таких умов відносні швидкості зір під час зближень мали б бути істотно меншими, що призводило б до набагато могутніших динамічних ефектів. Чисельне моделювання показало, що повільні й досить близькі зближення цілком можуть переводити розсіяні об'єкти Поясу Койпера на орбіти, схожі з орбітою Седни. Такі ж процеси можуть відбуватися і в більш віддаленій Хмарі Оорта, з тією лише різницею, що в більш тісному зоряному оточенні кометам (чи планетезималіям) не потрібно мати настільки величезні великі півосі орбіт, щоб почали працювати зовнішні сили. Розрахунки Х. Фернандеса й А. Бруніні показують, що формування Сонячної системи в умовах тісного зоряного оточення могло б наповнити всю внутрішню частину Хмари Оорта дуже великою кількістю об'єктів з великими півосями майже до 100 а. о., з перигеліями від 50 до 103 а. о., з великими ексцентриситетами (у середньому 0.8) і широким розмаїттям нахилів орбіт до площини екліптики. Саме цей сценарій відкривачі Седни вважають за найбільш правдоподібний, щоб пояснити орбіту нововідкритої малої планети. Якщо він виявиться правильним, то орбіти об'єктів, які будуть відкриті згодом у цьому регіоні, безпомилково вказуватимуть на те, що саме відбувалося на ранній стадії утворення Сонячної системи в тісному оточенні сусідніх зір. Як очікується, такі нові малі планети матимуть широкий діапазон нахилів і перигелійних відстаней, але ніяк не будуть укладатися в рамки геометрії одного унікального зоряного зближення.

Більш того, ретельне дослідження точного розподілу орбіт у внутрішній області Хмари Оорта дасть змогу оцінити розміри батьківського зоряного скупчення.

Кожний з описаних сценаріїв ставить досить жорсткі вимоги до динамічних характеристик транснептунових об'єктів, які перебувають за межами Поясу Койпера. Попередні оцінки вказують на те, що, можливо, є ще близько 500 об'єктів, подібних до Седни за своїми геометричними та яскравісними характеристиками. Тому очевидно, що наступні відкриття транснептунових тіл з орбітами, які повністю лежать за межами Поясу Койпера, дадуть змогу не тільки вибрати один з описаних сценаріїв, але й пролити світло на ранню історію утворення Сонячної системи взагалі. Неспроможність спостерігати Седну за допомогою космічного ІЧ-телескопа імені Спітцера дали змогу тільки оцінити верхню межу її діаметра (не більший за 1700 км) і нижню межу альbedo.

Загадкою є незвично червоний колір поверхні Седни, яка є одним з найчервоніших об'єктів у Сонячній системі, згідно зі спостереженнями групи М. Брауна в 2004 р. за допомогою 1.3-м телескопа обсерваторії Сьєрра-Тололо (Чилі). Отримані вченими криві блиску вказують на надзвичайно повільне обертання планети: її «доба» триває понад 20 земних діб, тимчасом як типові періоди обертання будь-яких одиночних астероїдів в Головному поясі чи в Поясі Койпера зазвичай становлять години. Повільне ж обертання відомих тіл Сонячної системи майже завжди зумовлене дією припливних сил розташованого поруч масивного супутника (наприклад, у разі Плутона з Хароном чи деяких подвійних астероїдів). Тому М. Браун не сумнівався, що спостереження за допомогою КТГ відкриють невеликий супутник поруч із Седною та підтвердять його гіпотезу. Але в дійсності виявилось, що супутник (якщо він є) за розміром має бути у понад 10 разів менший, ніж Седна. Тому потрібно шукати інше пояснення для повільного обертання Седни.

У 2006 р. був виявлений ще один аналог Седни — малий комето-подібний об'єкт 2006 SQ372, який складається, найімовірніше, з осколків каменів і льоду. Виявилось, що його орбіта надзвичайно витягнута ($e = 0.967$), велика піввісь становить 1600 а. о.; період обертання навколо Сонця — близько 22 500 р.; діаметр — приблизно 50—100 км. Через велику віддаленість від Сонця у цього об'єкта не утворився помітний хвіст.

До початку 2015 р. були відомі вже три об'єкти, які динамічно пов'язані з внутрішньою частиною Хмари Оорта (90377 Sedna, 2006 SQ372 і 87269 2000 OO67), і всі вони мають ультрачервоний колір матеріалу на їхніх поверхнях. Цей матеріал пов'язують з багатою органікою на поверхнях об'єктів, які перебувають далеко від Сонця.

* * *

Таким чином десятиліття, яке проминуло з часу введення нового класу таких крупних об'єктів у Сонячній системі, як карликові планети, вказало скоріше на правильність цього кроку астрономічної спільноти. Адже більша частина основних методів досліджень таких об'єктів і підходів до них є доволі специфічними та відмінними від методики вивчення класичних великих планет. Суттєво вони відрізняються і основними фізичними параметрами.

* * *

Фото для ілюстрацій взяті з різних сайтів в Інтернеті.
Під час написання статті використана така література:

1. *Видьмаченко А.П.* Космогонія Сонячної системи // Вселенна, прост-ранство, время. — № 8(98). — 2012. — С. 4—10.
2. *Видьмаченко А.П.* Космогонія Сонячної системи. Сучасний стан планетної космогонії // Вселенна, прост-ранство, время. — № 9(99). — 2012. — С. 4—11.
3. *Видьмаченко А., Манько В.* Карликові планети Сонячної системи. «Середній клас» Сонячної системи. В світі карликових планет // Все-ленна, прост-ранство, время. — № 9 (110). — 2013. — С. 22—32.
4. *Видьмаченко А.П.* Магнітне поле планет, супутників і астероїдів // Вісник астрономічної школи. — 2012. — Т. 8, № 1. С.136—148.
5. *Видьмаченко А.П.* Седна: історія відкриття і її особливості // В кн.: Астро-номічний календар 2006. К.: ГАО НАНУ. 2005. — С. 206—211.
6. *Видьмаченко А.П., Видьмаченко Г.А.* Чи такі вже небезпечні астероїди? // В кн.: Астрономічний календар 2007. К.: ГАО НАНУ. 2006. — С. 195—207.
7. *Видьмаченко А.П., Мороженко О.В.* Дослідження поверхні супутників і кільця планет-гігантів // К.: ТОВ ДІА. — 2012. — 255 с.
8. *Видьмаченко А.П., Мороженко О.В.* Магнітні поля планет, супутників та астероїдів // В кн.: Астрономічний календар. 2013. К.: ГАО НАНУ. 2012. — С. 221—243.
9. *Видьмаченко А.П., Мороженко О.В.* Порівняльна планетологія. Навчаль-ний посібник // Національна академія наук України, Головна астрономіч-на обсерваторія НАН України. Київ: ТОВ ДІА. — 2013. — 552 с.
10. *Видьмаченко А.П., Мороженко О.В.* Фізичні характеристики поверхонь планети земного типу, карликових і малих планет та їх супутників за да-ними дистанційних досліджень // Київ: Видавництво «Профі», 2014. — 388 с.

ЗБЛИЖЕННЯ КОМЕТИ З МАРСОМ

С.А. БОРИСЕНКО

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Третього січня 2013 р. австралійський астроном Роберт Мак-Нот в обсерваторії Сайдінг-Спрінг (Кунабарабран, Австралія) за допомогою 0.5-м телескопа Шмідта відкрив у сузір'ї Зайця нову комету приблизно 18.5 зоряної величини. Їй надали назву С/2013 А1 (Сайдінг-Спрінг). Кометна орбіта виявилася майже параболичною. На момент відкриття комета перебувала на геліоцентричній відстані 7.2 а. о. Згодом комету виявили на фотознімках, отриманих в обсерваторії Каталіна (США) ще 8 грудня 2012 р., та на знімках, отриманих за програмою ПАНСТАРРС 4 жовтня 2012 р. Таким чином, маючи три положення, вдалося розрахувати орбіту комети. Виявилось, що 19 жовтня 2014 р. комета пройде дуже близько від Марса — на відстані приблизно 140 тис. км.

Отриманий заздалегідь прогноз дав змогу ретельно підготуватися до події зближення. У першу чергу це стосувалося безпеки космічних апаратів (КА), які перебували на марсіанській орбіті. Як відомо з історії попередніх досліджень, КА «Джотто» в ніч проти 14 березня 1986 р. пройшов на відстані 596 км від ядра комети Галлея і зазнав деяких ушкоджень від пилових частинок кометної атмосфери. Тож потрібно було забезпечити наукові прилади в п'ятьох КА на марсіанській орбіті. До жовтня 2014 р. там були «Mars Reconnaissance Orbiter», «Mars Odyssey», MAVEN (НАСА), «Mars Express» (ЄКА), «Mangalyaan» (Індія). Крім того, два апарати перебували на поверхні Марса — «Opportunity» та «Curiosity».

«Mars Reconnaissance Orbiter» («Марсіанський розвідувальний супутник») — багатофункціональна автоматична міжпланетна станція НАСА, запущена 12 серпня 2005 р. Одним із головних її завдань було створити докладну карту марсіанського ландшафту за допомогою камери з високою роздільною здатністю та вибрати майданчики на поверхні Марса, щоб приймати майбутні місії. Численна апаратура на борту станції призначена для того, щоб вивчати марсіанський клімат, погоду, атмосферу, геологію та шукати знаки рідкої води в полярних шапках і під поверхнею планети. Станція також шукатиме уламки раніше втрачених апаратів «Mars Polar Lander» і «Beagle 2». Додатково її використовують як систему ретрансляції та навігації для КА і марсоходів. Загальна вартість проекту — близько 720 млн доларів.

«Mars Odyssey» — космічний апарат НАСА, запущений 7 квітня 2001 р. Головне його завдання — вивчати геологічну будову планети

та шукати мінерали. За допомогою апарата вдалося отримати дані, які свідчать про великі запаси води на Марсі. Мабуть, у деяких місцях планети на глибині 45 см залягає порода, 70% обсягу якої становить замерзла вода. Апарат використовують і до сьогодні, щоб забезпечувати зв'язок з марсоходом «Opportunity».

MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution — Еволюція атмосфери та летких речовин на Марсі) — американський штучний супутник для дослідження марсіанської атмосфери. Основною метою місії є вивчення сучасного стану та еволюції атмосфери Марса, зокрема, втрачання планетою її атмосфери. Апарат MAVEN має виміряти швидкості втрачання атмосфери, що дасть змогу зрозуміти вплив такого процесу на клімат планети. Також супутник призначений для пошуків і вивчення слідів води та органічних речовин. Загальна вартість проекту становить близько 671 млн доларів.

Апарат має визначити:

- 1) вплив процесу втрачання газів атмосферою на клімат планети тепер і в минулому;
- 2) сучасний стан верхніх шарів атмосфери й іоносфери Марса та їхню взаємодію зі сонячним вітром;
- 3) темпи втрачання атмосфери, а також чинники, які впливають на цей процес;
- 4) співвідношення в атмосфері Марса стабільних ізотопів; ці дані можуть допомогти в дослідженні історії марсіанської атмосфери.

Додатково апарат MAVEN (його ресурсу вистачить до 2023 р.) буде забезпечувати підтримку зв'язку з марсоходами «Opportunity» та «Curiosity», котрі тепер отримують сигнали із Землі та передають на Землю наукову й телеметричну інформацію через апарати «Mars Odyssey» та «Mars Reconnaissance Orbiter», ресурси яких поступово вичерпуються. Від 2016 р. MAVEN буде ретранслювати дані з апарата InSight¹, з 2018 р. — з європейського марсохода проекту «Екзомарс», а від 2020 р. — з марсохода «Марс-2020», який буде наступником «Curiosity».

«Mars Express» — автоматична міжпланетна станція Європейського космічного агентства, призначена для вивчення Марса. Вона скла-

¹ InSight (Interior exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport) — місія НАСА в рамках програми «Discovery» щоб доставити на Марс дослідницький посадковий апарат. Завдання місії — вивчати внутрішню будову та склад Червоної планети. Розрахунковий термін роботи апарата — 720 днів. Зонд створено на основі конструкції посадкового зонда «Фенікс», який успішно працював у біляполярних областях Марса. Вартість місії становить близько 480 млн доларів.

дається з орбітальної станції (штучного супутника Марса) та спускного апарата з автоматичною марсіанською станцією «Бігль-2». На борту є камера, яка дає змогу робити знімки поверхні планети з розділенням 10 м; спектрометр для геологічних досліджень, який може працювати у видимому й інфрачервоному (ІЧ) діапазонах з розділенням 100 м; радар для зондування іоносфери й глибинних шарів марсіанської поверхні; ультрафіолетовий (УФ) та ІЧ спектрометри (для дослідження атмосфери), а також інше наукове обладнання. Автоматична марсіанська станція «Бігль-2» має буровий механізм і прилади, щоб виявляти сліди життєдіяльності мікроорганізмів. Вартість програми — близько 300 млн євро.

«Mangalyaan» — індійський космічний зонд для дослідження Марса, запущений 5 листопада 2013 р. Індійською організацією космічних досліджень (ІОКД). На ньому встановлено кілька наукових приладів: зонд, щоб виявляти метан; камеру кольорового зображення; аналізатор тиску; спектрометр. Апарат важить 1337 кг, однак на наукову апаратуру припадає тільки 15 кг, решта ваги — паливо, окиснювач і корпус «Мангаліяна». Вартість зонда становить близько 24 млн доларів. Головна мета запуску — проєктамувати технології, потрібні для «проєктування, планування, управління та здійснення міжпланетних місій». ІОКД називає місію «технологічною». Науковими завданнями місії є «дослідження поверхні Марса, його мінералогії й атмосфери, використовуючи вітчизняне обладнання».

«Opportunity» — другий після «Spirit» марсохід, запущений у рамках проєкту «Mars Exploration Rover». Перед місією марсохода були поставлені такі наукові цілі:

1. Розшукування й описання розмаїття гірських порід і ґрунтів, які свідчать про минулу водну активність планети. Зокрема, пошук зразків з мінералами, які відклалися під впливом опадів, випарювання, осаджування чи гідротермальної активності.

2. Визначити поширення та склад мінералів, гірських порід і ґрунтів, які оточують місце посадки.

3. Визначити, які геологічні процеси на Марсі сформували рельєф місцевості та хімічний склад. Цими процесами можуть бути водна чи вітрова ерозія, відкладення осадів, гідротермальні механізми, вулканізм і утворення кратерів.

4. Калібрування та перевірка спостережень за поверхнею, які були зроблені за допомогою інструментів «Марсіанського розвідувального супутника». Це допоможе визначити точність і ефективність різних інструментів, які використовують для вивчення з орбіти марсіанської геології.

5. Пошук залізовмісних мінералів, виявлення та кількісна оцінка відносних величин за певними типами мінералів, які містять воду або були сформовані у воді (таких, як залізовмісні карбонати).

6. Класифікація мінералів і геологічних текстур порід і ґрунтів, визначення процесів, які утворили їх.

7. Пошук геологічних чинників, які сформували ті умови навколишнього середовища, котрі існували, коли на планеті була рідка вода. Оцінка того, наскільки ці умови були сприятливими для життя на Марсі.

«Curiosity» — роботизований ровер (розміром з автомобіль), який досліджує Марс, — частина програми НАСА «Марсіанська наукова лабораторія». Метою марсохода є: дослідити клімат і геологію Марса; з'ясувати, чи були у вибраній ділянці кратера Гейла коли-небудь сприятливі для мікробного життя умови навколишнього середовища, включаючи дослідження ролі води та заселення планети в процесі підготовки для подальшого освоєння космосу людиною. Перед марсоходом поставлено вісім головних завдань:

1. Виявити марсіанські органічні вуглецеві сполуки та встановити їхню природу.

2. Виявити речовини, які потрібні для існування життя: вуглець, водень, азот, кисень, фосфор, сірка.

3. Виявити можливі сліди перебігу біологічних процесів.

4. Визначити хімічний склад марсіанської поверхні.

5. Встановити процес формування марсіанських каменів і ґрунту.

6. Оцінити процес еволюції марсіанської атмосфери в довгостроковому періоді.

7. Визначити поточний стан, розподіл і кругообіг води та вуглекислого газу.

8. Визначити спектр радіоактивного випромінювання на поверхні Марса.

Марсохід «Curiosity» за розмірами та вагою більший за «Opportunity» та містить більше наукових приладів. Зокрема, у марсоході розташовані кілька фотокамер (в тому числі — височастотного знімання), ціла низка спектрометрів, а також прилади, щоб аналізувати ґрунт.

Космічні апарати MAVEN і «Mangalyaan» прибули до Марса менше ніж за місяць перед зближенням комети та планети. Для них загроза бути пошкодженими пиловими частинками комети була найбільшою. Точний ступінь небезпеки неможливо було розрахувати, тож у НАСА вирішили заздалегідь застрахуватися. Апарати були відведені на протилежний бік Марса (рис. 1), подалі від комети; крім того, їх переорієнтували таким чином, щоб їхні найбільш уразливі

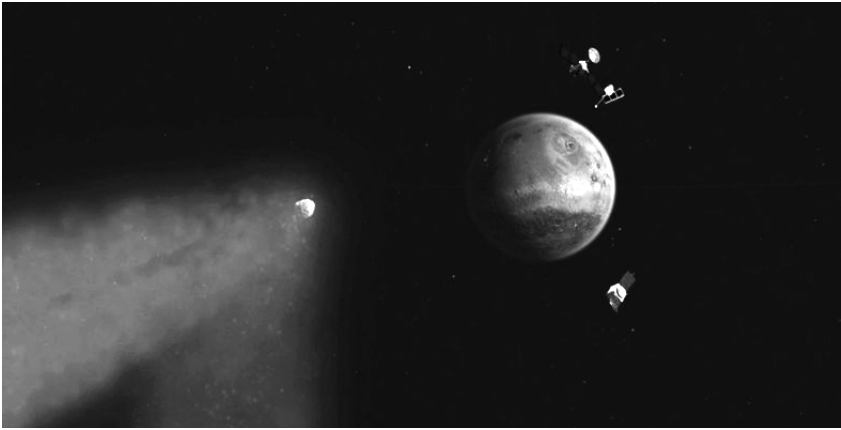


Рис. 1. КА «Mars Reconnaissance Orbiter», «Mars Odyssey» та MAVEN «ховаються» від комети

місця стали недоступними для можливого ураження пиловими частинками. Для цього маневру витратили кілька десятків грамів ракетного палива.

Безпосереднє зближення комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг) і Марса відбулося 19 жовтня 2014 р. приблизно о 18 год 30 хв (за всесвітнім часом) на відстані майже 139 тис. км від ядра комети, а через 100 хв Марс опинився поблизу кометної орбіти на відстані близько 27 тис. км.

Перигелій комета пройшла 25 жовтня 2014 р. на відстані 1.4 а. о. від Сонця.

Під час проходження комети поблизу Марса умови для її дослідження наземними методами були не досить сприятливими. Натомість більшу частину наукових досліджень виконали космічні апарати, які перебували в той час поблизу Червоної планети.

Дослідження комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг) проводили за такими основними напрямками (див. таблицю):

- 1) Спостереження кометного ядра в момент максимального зближення, щоб визначити його розміри, форму та період обертання.
- 2) Спостереження кометної атмосфери та хвоста, щоб отримати інформацію про їхній склад і морфологію (хімічний склад, розмір пилинок, наявність джетів).
- 3) Спостереження марсіанської атмосфери й іоносфери, щоб зафіксувати температурні зміни, хмароутворення та щільність заряджених частинок.

Дослідження комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг) космічними апаратами

Об'єкт досліджень	«Mars Reconnaissance Orbiter»					
	HiRISE	CTX	CRISM	MCS	MARCI	SHARAD
Загальні характеристики комети						
Кометне ядро (розміри, форма, обертання)	Зображення комети з фільтрами					
Кометна активність (джети, зміни яскравості)	Зображення комети з фільтрами	Панорамні знімки	Спектри			
Кометна атмосфера (розмір пилинок, хімічний склад газу)	Зображення комети з фільтрами	Панорамні знімки	Спектри	IR-спектри	Панорамні зображення з фільтрами	
Кометний хвіст (розмір пилинок)		Панорамні знімки	Спектри	IR-спектри	Панорамні зображення з фільтрами	
Явища в атмосфері Марса (іони, метеори)						Зареєстровано метеори

Найбільше результатів отримав «Mars Reconnaissance Orbiter» за допомогою низки наукових приладів:

HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment) — камера з високою роздільною здатністю (розділення — 1 мікрорадіан, тобто з висоти 300 км можна розрізнити на поверхні деталі розміром до 30 см) на базі 0.5-м рефлектора дала змогу отримати зображення в трьох кольорних смугах ($\lambda = 400\text{—}600$ нм — синьо-зелений діапазон; $\lambda = 550\text{—}850$ нм — червоний діапазон; $\lambda = 800\text{—}1000$ нм — ближній інфрачервоний діапазон). Призначення камери — пошук потенційних місць посадок для космічних апаратів майбутніх марсіанських місій. Вона може створювати зображення за допомогою стереопар, що дає змогу отримати підвищене розділення. За допомогою HiRISE-камери були досліджені ядро й атмосфера комети. Більша частина знімків комети в різних спектральних діапазонах була отримана на відстані приблизно 138 тис. км від кометного ядра. Були оцінені його розміри та період обертання.

CTX (ConTeXt Camera) — монохромна камера на базі невеликого телескопа Максудова — Кассегрена з фокусною відстанню $F = 350$ мм. Роздільна здатність її — близько 6 м/піксель. Камеру застосовують в основному для того, щоб картографувати поверхню Марса, використовуючи здобуті панорамні знімки. За допомогою камери от-

«Mars Odyssey»		MAVEN			«Opportunity»	«Curiosity»
THEMIS	HEND	IUVS	LPW MAG SEP	NGIMS STATIC SWEA	MASTCAM	PANCAM
Інфра- червоні знімки Інфра- червоні знімки Інфра- червоні знімки	Зареєст- ровано іони	UV-спектри			Панорамні знімки комети	Панорамні знімки комети
		UV-спектри				
		UV-спектри	Реєстру- вання іонів			
			Реєстру- вання іонів	Зареєстро- вано іони	Панорамні знімки метеор- ів	Панорамні знімки метеор- ів

римали чорно-білі панорамні знімки комети в діапазоні довжин хвиль $\lambda = 500\text{—}800$ нм.

CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars) — спектрометр широкого спектрального діапазону ($\lambda = 370\text{—}3920$ нм). Прилад вимірює спектр у 544 каналах (кожний завширшки 6.55 нм) з максимальним розділенням 18 м/піксель під час знімання з висоти 300 км над поверхнею планети. CRISM використовують для того, щоб ідентифікувати мінерали та хімічні речовини, які могли б свідчити про минулу чи теперішню активність води на поверхні Марса. Це, як правило, — залізо, оксиди, шаруваті силікати та карбонати, спектри яких мають особливості у видимому й ІЧ діапазонах. За допомогою CRISM-спектрометра був досліджений хімічний склад кометної атмосфери (рис. 2). Вона виявилася здебільшого пиловою, були зафіксовані лише слабкі лінії вуглецю C_2 . Зареєстровано також неоднорідний розподіл кольору внутрішньої атмосфери комети. Це може свідчити про різні параметри пилових частинок і про наявність активних зон кометного ядра.

MCS (Mars Climate Sounder) — багатоканальний спектрограф з одним візуальним/ІЧ каналом (від 0.3 до 3 мкм) та вісьмома ІЧ каналами (12—50 мкм). Канали використовують для вимірювання темпе-

CRISM Siding Spring Spectrum

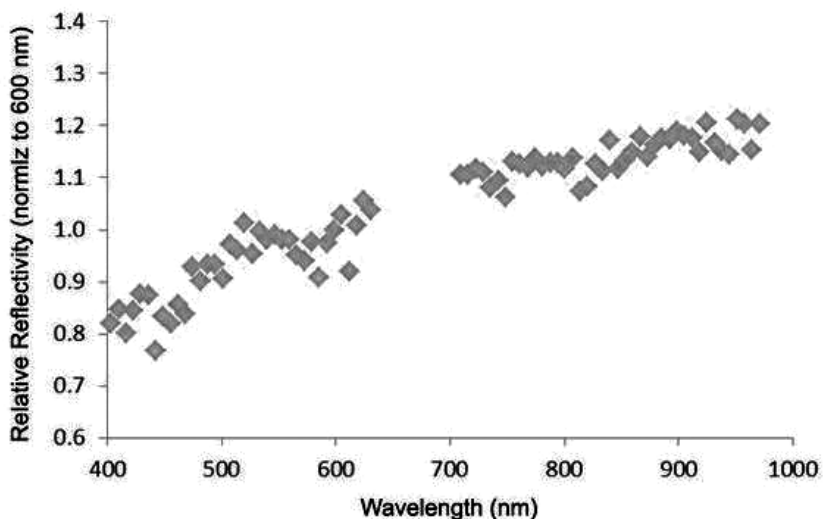


Рис. 2. Спектри комети С/2013 А1 (Сайдінг-Спрінг) практично не містять емісійних ліній (за винятком слабкої емісії вуглецю C_2 на довжині хвилі близько 520 нм)

ратури, тиску, реєстрації водяної пари й пилу в атмосфері. MCS спостерігає атмосферу на горизонті Марса, розбиваючи її на вертикальні ділянки та проводячи виміри в межах кожного сектору по 5 км кожний. Дані, які отримані за допомогою приладу, збирають у щоденні глобальні карти погоди з основними показниками: температурою, тиском, вологістю, густиною пилу. Спектрограф містить два невеликих телескопи з апертурою 4 см та детектори, які призначені для реєстрації випромінювання в різних спектральних діапазонах. За допомогою приладу MCS був досліджений кометний пил і газ. Зокрема, було підтверджене суттєве почервоніння комети, яке зумовлене значною перевагою пилу в кометній атмосфері.

MARCI (MARs Color Imager) — панорамна ширококутна кольорова камера низької роздільної здатності. Щодня MARCI отримує 84 знімки, таким чином створюючи глобальну карту Марса з роздільним 1—10 км/піксель. Ширококутне знімання забезпечує об'єктив з полем зору 180° типу «риб'яче око». Карти, які створені за допомогою такої камери, дають змогу охарактеризувати сезонні та річні коливання температури, а також виявити наявність водяної пари й озону в атмо-

сфері планети. За допомогою MARCI були отримані панорамні UVBRI-зображення та ІЧ-зображення комети.

SHARAD (SHallow Subsurface RADar) — радар, який призначений для того, щоб досліджувати внутрішню структуру марсіанських полярних шапок. Також прилад збирає дані про підземні поклади льоду та, можливо, про воду в рідкому стані, яка іноді може перебувати на поверхні Марса. SHARAD використовує височастотні радіохвилі в діапазоні 15—25 МГц. Це дає змогу розрізняти шари, товстіші за 7 м, на глибині до 1 км. Розділення по горизонталі становить від 300 м до 3 км. Радар SHARAD дав змогу дослідити явища, які виникли в марсіанській атмосфері під час проходження комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг), зокрема, зареєстрував метеорні треки.

Кілька приладів КА «Mars Odyssey» теж були використані для дослідження комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг), зокрема:

THEMIS (Thermal Emission Imaging System) — камера видимого й ІЧ діапазону. Прилад створений на базі камери MARCI, має поле зору $4.6 \times 3.5^\circ$ і $2.9 \times 2.9^\circ$ і роздільну здатність 100 та 20 м в ІЧ та видимому діапазоні відповідно. За допомогою цієї камери отримали точну карту Марса (просторове розділення карти становить 100 м для всієї території Червоної планети). Щоб скласти її, учені використали 21 тис. фотографій, які зробив штучний супутник за вісім років роботи. За допомогою приладу THEMIS була отримана низка знімків комети у видимому та ІЧ діапазоні.

HEND (High Energy Neutron Detector) — детектор частинок високих енергій. Він призначений для того, щоб виявляти підповерхневі запаси водяного льоду та робити елементний аналіз складу поверхні Марса за вимірними потоками нейтронів. Основними реєструвальними пристроями приладу є три пропорційні лічильники² з *гелієм-3* та сцинтиляційний блок. Пропорційні лічильники могли детектувати нейтрони з енергіями 0.4—1 еВ, 1 еВ—1 кеВ, 1 кеВ—1 МеВ. Прилад HEND дав змогу дослідити взаємодію кометної атмосфери з атмосферою Марса.

² Пропорційний лічильник — газорозрядний прилад для реєстрації іонізуючого випромінювання. Заряджена частинка, проходячи крізь газ, котрий заповнює пропорційний лічильник, створює на своєму шляху пари іон—електрон, кількість яких залежить від тої енергії, яку втрачає частинка в газі. У разі повного гальмування частинки в лічильнику імпульс пропорційний її енергії. Газові лічильники, наповнені *гелієм-3*, використовують для детектування нейтронів. У них проходить реакція $n + {}^3\text{He} \rightarrow {}^3\text{H} + {}^1\text{H} + 0.764 \text{ MeV}$. Заряджені продукти реакції — тритон і протон — реєструє газовий лічильник, який працює в режимі пропорційного лічильника.

MAVEN/IUVS Spectrum of Mars Atmosphere After Comet Siding Spring

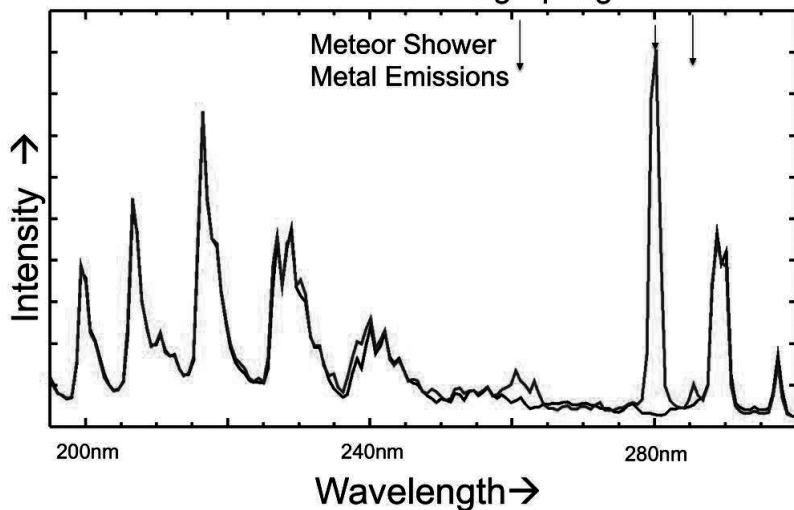


Рис. 3. Емісії заліза та магнію ($\lambda = 280$ нм) в атмосфері Марса під час проходження комети

Окремі знімки комети були отримані панорамними камерами **MASTCAM** і **PANCAM** з «Opportunity» та «Curiosity» відповідно.

MASTCAM — система з двох камер, яка містить багато спектральних фільтрів. Вона може отримувати знімки в природних кольорах розміром 1600×1200 пікселів і відео з розділенням 720p³ (1280×720) з апаратною компресією та частотою до 10 кадрів за секунду. Перша камера має фокусну відстань $F = 34$ мм і поле зору 15° , 1 піксель дорівнює 22 см з відстані 1 км. Друга камера має фокусну відстань $F = 100$ мм, поле зору 5.1° , 1 піксель дорівнює 7.4 см з відстані 1 км. Кожна камера, маючи 8 Гб флеш-пам'яті, здатна зберігати понад 5500 неопрацьованих зображень; є підтримка JPEG-компресії та стиснення без втрат якості. В обох камерах є функція автоматичного фокусування, що дає змогу фокусуватися на об'єктах на відстані від 2.1 м до нескінченності.

³ 720p — скорочена загальна назва одного з форматів відео з високим розділенням (HDTV). Число 720 означає 720 горизонтальних ліній екранного розділення, а літера «p» означає прогресивну розгортку.

PANCAМ — система з двох однакових камер, щоб отримувати стереоскопічні зображення. Фокусна відстань кожної камери становить $F = 43$ мм, поле зору — 16° . Камери розташовані паралельно на відстані 30 см одна від одної.

Інструменти на борту апарата MAVEN [ультрафіолетовий спектрограф (**IUVS**), для того щоб визначати концентрацію природного газу, і мас-спектрометр нейтрального газу та іонів (**NGIMS**), щоб вимірювати співвідношення концентрацій іонів і нейтральних частинок і визначати ізотопний склад атмосфери Марса] виявили сліди потужного метеорного дощу. Спектрограф показав настільки сильні емісії іонів заліза та магнію в УФ спектрі, що вчені дійшли висновку: нічого подібного до цього не спостерігалось ні на Марсі, ні на інших планетах, включаючи Землю (рис. 3).

Спектрометр підтвердив результати спектрографа, що дало змогу визначити склад пилу кометної атмосфери. Зокрема, були виявлені іони восьми металів: магнію, натрію, калію, заліза, мангану, нікелю, хрому, цинку.

Так ученим уперше вдалося виявити частковий хімічний склад об'єкта з Хмари Оорта — гіпотетичного скупчення комет на самому краю Сонячної системи (значно далі, ніж Пояс Койпера), які залишилися з часів формування нашої планетної системи.

Діаметр кометного ядра становить, за різними оцінками, 400—700 м, період обертання ядра — 8 год. Тож виявилось, що комета C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг) — одна з найменших відомих комет. Радіус іонної атмосфери комети, за даними апарата MAVEN, сягав щонайменше 150 тис. км, охоплюючи Марс разом з іншими орбітальними апаратами, які його досліджували.

Для досліджень кометного хвоста використовували такі прилади: **LPW** (**L**angmuir **P**robe and **W**aves), щоб дослідити іоносферні частинки; **MAG** (**MAG**netometer), щоб досліджувати міжпланетний сонячний вітер та іоносферні магнітні поля; **SEP** (**S**olar **E**nergetic **P**article) — досліджував поведінку сонячних енергетичних частинок у верхніх шарах атмосфери.

Спостерігач, перебуваючи на поверхні Марса, міг би побачити кілька десятків метеорів за годину. А втім, найбільш інтенсивними були спалахи в УФ ділянці спектру (200—300 нм), яка невидима для людського ока. Поведінку частинок кометної атмосфери в атмосфері Марса досліджували за допомогою приладів:

STATIC (**S**upra**T**hermal And **T**hermal **I**on **C**omposition) — вимірювач теплових іонів;

SWEA (**S**olar **W**ind **E**lectron **A**nalyzer) — вимірювач сонячного вітру та іоносферних електронів.

* * *

Доповідь про результати досліджень комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг) під час її зближення з Марсом була зроблена 18 грудня 2014 р. на спеціальній сесії Американського геофізичного товариства в Сан-Франциско (США). А втім, перші результати досліджень за допомогою космічних апаратів НАСА оприлюднило на прес-конференції вже 7 листопада 2014 р. За оцінками спеціалістів, кілька тонн кометного пилу потрапило до марсіанської атмосфери, частина якого випарувалася. Також був зафіксований аномальний вміст іонів. Нові результати отримали й щодо динаміки, структури та щільності пилових частинок, їхньої взаємодії з атмосферами планет земного типу. За словами керівника однієї з груп з дослідження комети, Тоні Фарнгама, поведінка пилових частинок підтвердила основні теоретичні розрахунки. А втім, теоретичні моделі, які розраховували раніше, стосувалися переважно геліоцентричних відстаней 3—5 а. о. від Сонця, а в разі нашої комети кількість пилу в кометній атмосфері та розмір пилинок були дещо більшими. Найбільша кількість пилу була зареєстрована під час проходження Марса поблизу кометної орбіти, а втім, і в такому разі ймовірність зіткнення апарата розміром кілька метрів з пилинкою розміром кілька міліметрів була приблизно 1:10 000 000. Тож відведення космічних апаратів подалі від комети не було потрібним. За модельними розрахунками, щільність кометного пилу (частинки розміром кілька міліметрів) у марсіанській атмосфері — приблизно 1 частинка на 10 кв. км, тому-то не відбувся грандіозний метеорний шторм, який прогнозували раніше.

Дослідження комети C/2013 A1 (Сайдінг-Спрінг) за допомогою космічних апаратів виявились одними з найбільш успішних упродовж останніх років. У спостереженнях була задіяна рекордна кількість наукових космічних приладів. Дотепер ще вчені аналізують результати проведених досліджень. Більша частина здобутих результатів є унікальною, позаяк таке явище тісного зближення комети з атмосферою планети земної групи ще не спостерігали.

ПЛАНЕТЫ ДВУХ СОЛНЦ

Б.Е. ЖИЛЯЕВ

доктор физико-математических наук
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Архивы НАСА насчитывают полтора миллиона записей наблюдений прохождений далеких планет перед дисками звезд. Такие прохождения в астрономии называют транзитами. Наблюдать транзиты легко. Бухгалтер из Ганновера садится в пятницу в свой «Лендровер» и выезжает за 40 км, чтобы избавиться от городской засветки. В кузове у него установлен 12-дюймовый автоматизированный телескоп с GPS-приемником и компьютерным управлением. Три ночи он наблюдает транзиты экзопланет, оперативно прямо в поле обрабатывает данные и отправляет по Интернету записи наблюдений в архив в Праге. Что дают такие наблюдения? По ним нетрудно вычислить расстояние планеты от родительской звезды, ее размер, температуру поверхности. Наблюдать транзиты легко, тысячи любителей астрономии еженосно занимаются этим по всему свету. Найти же новую экзопланету трудно. Если все средства, потраченные на поиск экзопланет, поделить на их количество, то можно подсчитать, что одно такое открытие обходится в сотни тысяч долларов.

НА ГРАНИЦЕ ФАНТАСТИКИ И НАУКИ

Астрономический проект *SOLARIS*, рассчитанный на поиск экзопланет, получил свое название от известного романа польского писателя-фантаста Станислава Лема, который предложил концепцию планеты, вращающейся вокруг двух звезд. Десять лет спустя Джордж Лукас в фильме «Звездные войны» изобразил планету *Та-туин*, на небе которой светят два солнца.

Согласно роману С. Лема планета Солярис — спутник двойной звездной системы, который движется по сложной орбите вокруг двух светил. У него есть атмосфера, непригодная для дыхания человека. Солярис привлёк внимание учёных потому, что орбита планеты не соответствует законам небесной механики: по расчётам, Солярис должен был упасть на поверхность одной из звёзд, но из-за необъяснимых флуктуаций этого не происходило.

При дальнейшем исследовании планеты оказалось, что практически всю её площадь покрывает Океан из живой студенистой субстанции, которая и является единственным обитателем планеты. Эта субстанция могла изменять орбиту планеты без каких-либо

инструментов, путём непосредственного моделирования метрики пространства-времени.

Выдвигалось множество гипотез о природе, организации и уровне развития Океана. Но после ряда исследований учёные сделали вывод, что Океан — существо, обладающее высокоразвитым разумом и предпринимающее действия по коррекции орбиты планеты вполне сознательно.

Так фантастика и реальность причудливо переплелись в проблеме поиска планет у других звезд нашей Галактики. Пожалуй, мало найдется на Земле людей, которых не волновал бы вопрос: есть ли во Вселенной другие планеты, подобные нашей Земле, и есть ли на них жизнь.

На текущий момент открыто более 1800 экзопланет. Считается, что общее количество экзопланет в Галактике может достигать до 100 миллиардов, примерно десятая часть из них относится к категории «землеподобных». Несколько миллиардов планет, сравнимых с нашей Землей и располагающихся в обитаемой зоне в окрестности солнцеподобных звезд, способны поразить воображение любого скептика. И кажется поразительным, что до сих пор мы не нашли ни одной обитаемой «земли».

Сейчас модно показывать по телевидению, как известные личности готовят еду в реальном масштабе времени. Следуя моде, можно заглянуть и на астрономическую «кухню» и посмотреть, как ищут и открывают экзопланеты.

Не секрет, что все серьезные научные открытия делаются случайно. Так были открыты и первые «земли» в окрестности совершенно не подходящей для жизни звезды — радиопульсара PSR 1257+12 (PSR B1257+12) в 1991 г.

Польский радиоастроном Александр Вольшан (A. Wolszczan) заметил у пульсара периодическое изменение частоты прихода радиоимпульсов. Вместе с канадским астрономом Дейлом Фрейлом (D. Frail) он разработал довольно сложную методику (*the radio pulsar timing method*) для анализа времени прибытия радиоимпульсов. Вариации во времени прибытия импульсов можно было объяснить, только предположив наличие вокруг пульсара двух планет с массой около четырех масс Земли. Позднее более тщательный анализ позволил обнаружить еще одно тело, масса которого равна приблизительно двум массам Луны.

К сожалению, пульсар — центральная нейтронная звезда радиусом около 14 км, вдобавок совершающая приблизительно 160 оборотов в секунду, — оказался совершенно не пригодным для поддержания жизни на планетах. Однако методика обнаружения экзопланет,

разработанная А. Вольщаном и Д. Фрейлом, легла в основу двух других проектов поиска экзопланет в системах двойных звезд — проектов *СОЛЯРИС* и *ТАТУИН*.

Магистральный путь при поиске экзопланет связан с изучением объектов, располагающихся в окрестности одиночных солнцеподобных звезд. Двойные звезды придают экзотический окрас проблеме поиска экзопланет. Возникают вопросы: зачем усложнять себе жизнь и как действовать в этом случае? Но вспомним слова Иисуса Христа — не ходить путями широкими, а, наоборот, ходить путями узкими, так как они чаще приводят к истине.

ИНКУБАТОРЫ ПЛАНЕТ

Известно, что жизнь зарождается тайно, вдали от глаз. Говоря о планетах, мы должны четко понимать, КАК и ГДЕ они зарождаются и сколько на это требуется времени. Следует помнить еще один принцип: Природа, как всякая мать, заботится о сохранности и безопасности своего потомства. Это легко проследить на примере жизни на Земле. Возникнув однажды, она сохраняется миллиарды лет. Конечно, это гипотеза, в лучшем случае постулат. Но не будем забывать, что вся наука, даже математика, зиждется на постулатах.

В 1990-е гг. было показано, что частота встречаемости двойных звезд старше 1 млрд лет среди звезд поля составляет 57 %. Учитывая высокую частоту встречаемости двойных звезд, можно утверждать, что невозможно оценить общую частоту и свойства экзопланет, не решив проблему существования планет в двойных звездных системах.

Формирование планет происходит в дисках газопылевой материи, окружающих молодые звезды. Рост будущих планет происходит благодаря аккреции (выпадению) вещества на планетезимали (зародыши планет). Численные эксперименты показали, что аккреция планетезималей может происходить и в системах двойных звезд.

Несколько лет назад была проанализирована ближайшая к Солнцу звезда α Центавра, прототип тесной двойной системы звезд солнечного типа, находящихся на расстоянии 23 а. е.¹ друг от друга. Было показано, что планетезимали в этой системе могут превращаться в зародыши планет. Детальное изучение показало, что планетарные эмбрионы могут вырастать в планеты земной группы примерно за 50 млн лет.

¹ Астрономическая единица (а. е.) — среднее расстояние от Земли до Солнца. Размер Солнечной системы составляет около 40 а. е.

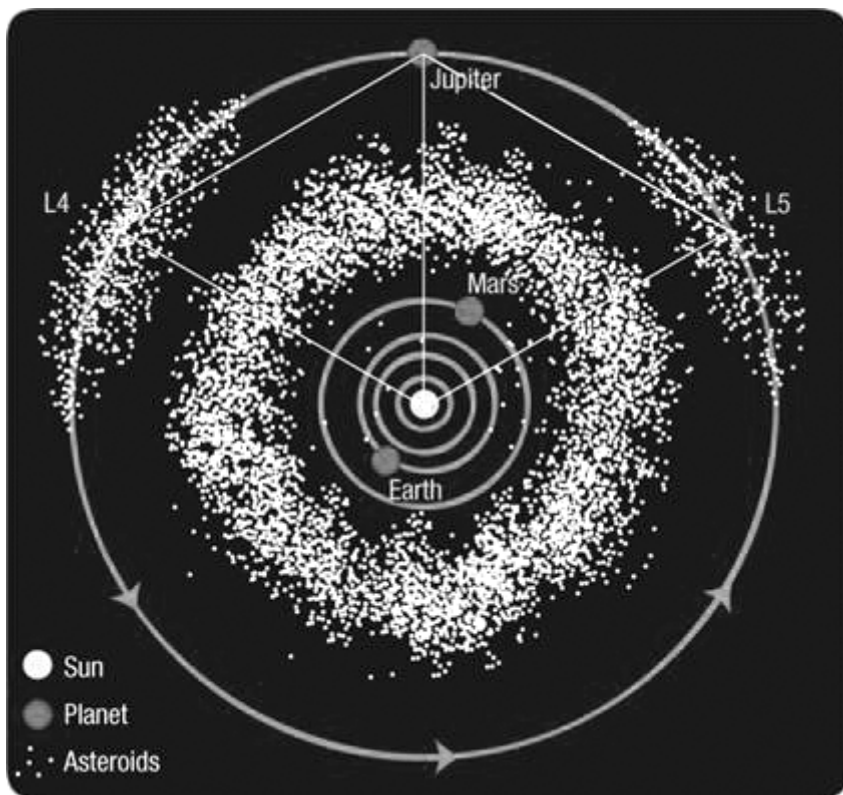


Рис. 1. Астероиды Главного пояса между орбитами Марса и Юпитера, а также «троянцы» и «греки» в окрестности стабильных точек Лагранжа L4 и L5

Планеты в системах двойных и кратных звезд были предметом теоретических работ задолго до того, как были обнаружены экзопланеты. В 80-е гг. небесные механики исследовали динамическую стабильность систем в широком диапазоне планетарных конфигураций в рамках задачи трех тел. Они нашли устойчивые конфигурации планет трех типов: P-типа (планетного типа), S-типа (спутникового типа; планета у первой или второй звезды) и орбиты L-типа (орбиты вокруг так называемых стабильных точек Лагранжа² L4

² О существовании этих точек хорошо известно всем пользователям спутникового телевидения — именно в них направлены телевизионные антенны, именно там на устойчивых орбитах находятся спутники-ретрансляторы.

или L5, рис. 1). Таким образом были получены полезные формулы, позволяющие вычислять стабильные регионы для существования межкомпонентных планет в системах двойных звезд.

Объекты, найденные на орбитах в точках Лагранжа L4 и L5, часто называют «тройняцами» и «греками» по аналогии с тремя крупными астероидами Агамемнон, Ахиллес и Гектор, которые находятся на орбитах в точках L4 и L5 системы Юпитер-Солнце. В Солнечной системе существуют сотни астероидов-«тройняцев» (рис. 1). Подобно этому можно предполагать существование планет вокруг точек Лагранжа и в системах двойных звезд.

Из небесной механики известно, что точки Лагранжа L4 и L5 обеспечивают стабильные орбиты их обитателей, если отношение масс в двойной системе превосходит величину 24.96. Это условие удовлетворяется для систем Юпитер—Солнце, Земля—Солнце, Земля—Луна. Формально наша Земля могла бы спокойно найти приют среди «тройняцев» или «греков» в системе Юпитер—Солнце. Стабильные орбиты L-типа для планет могут существовать только в звездных парах с большой разницей масс, например, горячей звезды спектрального класса В и холодного красного карлика класса М. Именно с такой системой мы имеем дело на планете *Татуин* в фильме Дж. Лукаса «Звездные войны». Мы можем вполне обоснованно предполагать существование планет-«тройняцев» в окрестности точек Лагранжа.

Заметим, однако, что обнаружение экзопланет-«тройняцев», как отмечалось выше на орбитах L-типа, представляется намного более сложной задачей, чем поиск экзопланет в окрестности одиночных звезд. К сожалению, они надежно скрыты от глаз наблюдателя. Планетам-«тройняцам» обеспечены стабильные безбедные условия существования на протяжении миллиардов лет. Окрестности точек Лагранжа — настоящий инкубатор для планет. О существовании таких экзопланет мы можем только догадываться. Открыть их не удалось пока никому.

ТЕЛЕСКОПЫ-РОБОТЫ ДЛЯ ПОИСКА ЭКЗОПЛАНЕТ

Сколько нужно потратить времени, чтобы открыть экзопланету типа Юпитера? Чтобы открыть одно прохождение неизвестной планеты перед диском звезды (транзит), нужно сделать не менее 70 снимков неба площадью 1 кв. градус (это четыре Луны) с высоким качеством изображений. Каждый снимок содержит около тысячи звезд до 15 звездной величины. Нужно найти ослабление блеска звезды (вследствие транзита) примерно на 0.3 %. Время транзита занимает



Рис. 2. Польский телескоп «Солярис-4» для поиска экзопланет (Аргентина)

в среднем несколько часов. Таким образом, нужно провести около семидесяти тысяч высокоточных измерений блеска звезд, чтобы найти один-единственный транзит. Если делать эту работу «вручную», на поиски уйдут годы.

Описанную выше оценку вероятности обнаружения экзопланеты проделали специалисты, готовившие запуск космической обсерватории GAIA, специально предназначенной для поиска экзопланет.

Магистральный путь охотников за экзопланетами лежит через создание автоматизированных систем телескопов-роботов. Любой научный проект в этой области связан с высоким риском и серьезными расходами. Примером таких венчурных проектов являются проекты *СОЛЯРИС* и *ТАТУИН*, которые организовала группа молодых польских астрономов во главе с профессором Мацеєм Конаски (Maciej Konaski) из Торуньского университета.

Молодежный коллектив выиграл грант «FOCUS» Польского научного фонда и престижный грант Европейского исследовательского совета «Идеи». Для реализации своих проектов группа получила 5 млн долларов.

Команда создает глобальную сеть из четырех автоматических телескопов с диаметром зеркала 0.5 м, расположенных в Австралии, Южной Африке и Южной Америке. Одна из высокогорных обсерваторий проекта изображена на рис. 2. Целью проекта является получение высокоточных кривых блеска затменных переменных звезд, в системах которых предполагаются экзопланеты. Точность определения моментов затмений должна составлять порядка одной секунды.

Управление телескопами и сбор данных компьютерами во всех четырех пунктах наблюдений реализовываются автоматически и осуществляются дистанционно из Торуня в Польше. Расположение телескопов по долготе таково, что один телескоп передает эстафету наблюдений следующему, так что объект наблюдается непрерывно. Специфика

наблюдений такова, что для обнаружения экзопланеты потребуется время, сравнимое с периодом обращения ее вокруг родительской звезды. Это может занять годы. Такова астрономическая жизнь.

КАК НАЙТИ ЭКЗОПЛАНЕТУ

Затменные переменные звезды хорошо известны любителям астрономии. Самая известная из них — β Персея (Алголь), видимая невооруженным глазом. Переменность Алголя в 1782 г. открыл англичанин Джон Гудрайк.

Две звезды образуют тесную двойную систему. При вращении звезды Алголя поочередно затмевают друг друга, вызывая эффект переменности с периодом 2.87 суток. Характерная кривая блеска другой затменной переменной — HW Vir приведена на рис. 3. На примере этой системы звезд мы и продемонстрируем технику обнаружения экзопланет.

На первый взгляд трудно поверить, что у этой двойной звезды HW Vir есть два субзвездных компонента с массами близкими к 19.2 и 8.5 массы Юпитера.

В основе метода обнаружения экзопланет лежит так называемый эффект времени путешествия световой волны (light-travel-time effect). Наблюдая блеск переменной звезды (1), звезды сравнения (2) и контрольной звезды (3), мы отмечаем на рис. 3, что моменты наступления минимумов блеска переменной звезды (1) по отношению к звезде сравнения (2) имеют больший разброс (средняя часть рис. 3), чем у звезды сравнения (2) и контрольной звезды (3) на нижней части рис. 3. Кривая построена по данным 24-летних наблюдений и включает 250 минимумов блеска.

Отклонения моментов минимумов блеска от эфемеридных значений, предсказываемых вторым законом Кеплера для периода вращения двойной системы звезд, составляют порой сотни секунд. График этих отклонений представлен на рис. 4. Циклические вариации на рис. 4 вызваны упомянутым выше эффектом времени путешествия световой волны. Наиболее правдоподобное объяснение этого эффекта связано с присутствием в двойной системе двух невидимых компонентов, которые возмущают движение звезд в паре, изменяя видимое наблюдателем время наступления минимума блеска при затмении.

«Волны» на рис. 4 — результат возмущения орбиты родительских звезд со стороны планет. Сколько «волн» — столько планет. Период волны равен периоду обращения планеты. Амплитуда волны пропорциональна массе планеты.

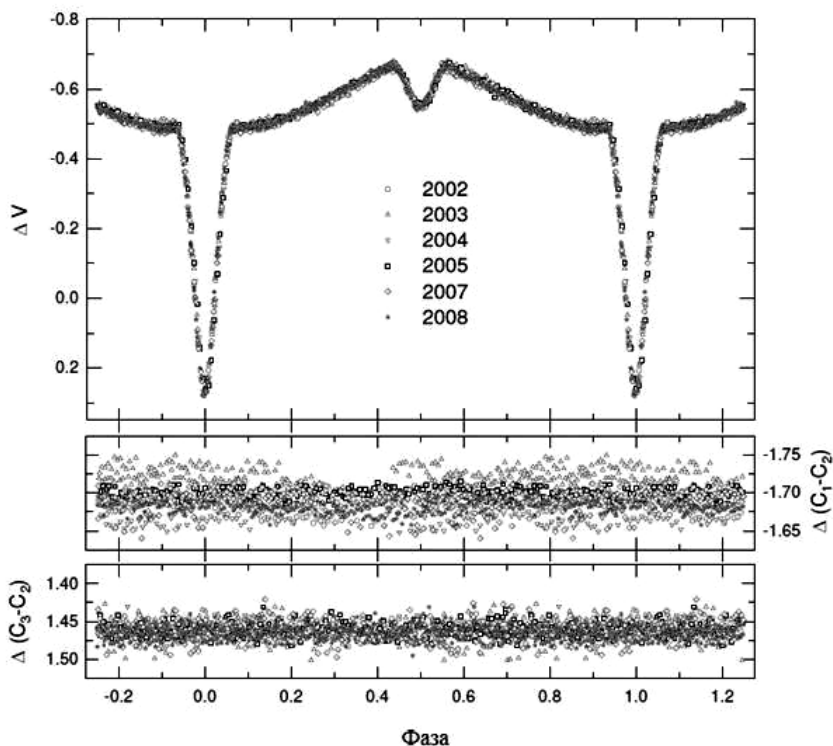


Рис. 3. Кривая блеска затменной переменной звезды HW Vir с периодом 2.8 ч

Вычисления показывают, что периоды обращения планет составляют 15.8 и 9.1 лет, а их массы (с точностью до множителя) — 19.2 и 8.5 массы Юпитера. Неизвестный множитель связан с незнанием угла наклона орбит планет по отношению к наблюдателю.

Как отмечалось выше, отклонения моментов минимумов блеска от эфемеридных значений, своеобразная «болтанка» звезд, вызванная воздействием невидимых планет, могут составлять сотню секунд. Отметим, что радиус Солнца — около двух дуговых секунд. В случае звезды HW Vir «болтанка» её в пространстве может достигать пятидесяти радиусов Солнца, а смещения орбит — десятков миллионов километров. Чем меньше масса планеты, тем меньше «болтанка», тем меньше отклонения моментов минимумов блеска от эфемеридных значений. Когда точность определения моментов затмений

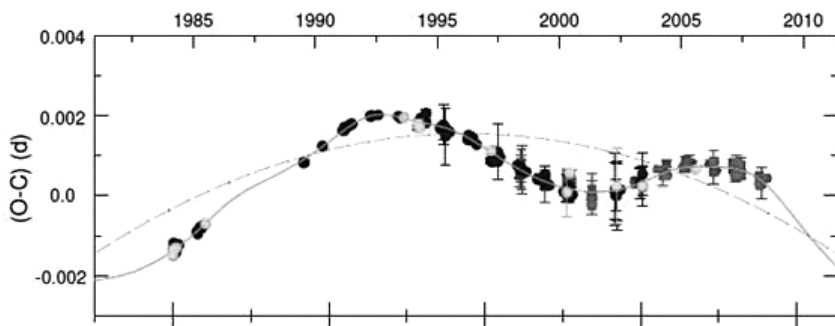


Рис. 4. Отклонения моментов минимумов затмений от эфемеридных значений (в долях суток)

составляет одну секунду времени, можно надеяться обнаружить экзопланету, масса которой сравнима с массой Юпитера.

Основная цель проекта *СОЛЯРИС* состоит в наблюдениях около 300 систем двойных звезд. Телескопы проекта способны обнаруживать экзопланеты с массами примерно от 0.3 до 3 масс Юпитера с орбитальными периодами до 5.3 лет. Отметим, что для обнаружения экзопланет с массами, равными массе Земли, «болтанка» должна составлять около двух миллисекунд времени, а смещение орбиты звезды составит 600 км (около тысячной доли радиуса Солнца).

В основе большинства методов поиска экзопланет лежит поиск отклонений характеристик звезд от их эфемеридных значений. Это может быть отклонение блеска, вызванное транзитом, смещение координат или вариации лучевых скоростей звезды в результате возмущений со стороны планеты.

Космический аппарат «*КЕПЛЕР*» способен улавливать вариации блеска в десятитысячные доли звездной величины. Он способен «засечь» прохождение Земли перед диском Солнца. Космический аппарат «*GAIА*» может измерять координаты небесных объектов с точностью до десяти миллионных долей угловой секунды. Аппарат способен обнаруживать планеты-гиганты на расстоянии до 500 световых лет от Земли.

Проект *ТАГУИН* предназначен для поиска экзопланет в тесных двойных звездных системах, у которых не обнаруживаются видимые затмения. Он ориентирован на поиск вариаций лучевых скоростей. Для высокоточного измерения скорости звезды используется техника йодистой ячейки (рис. 5), которая помещается в спектрографе на пути света звезды. Газообразный йод имеет множество спектральных линий поглощения в видимой области спектра. Эти



Рис. 5. Йодистая ячейка

линии служат реперами для привязки спектральных линий звезды. Скорость движения звезды относительно наблюдателя может быть измерена с точностью до 2 м/с (это скорость легкого ветерка на нашей планете). Как и в проекте *СОЛЯРИС*, техника йодистой ячейки даёт возможность обнаруживать экзопланеты с массами, близкими к массе Юпитера.

В одной из своих научных публикаций группа молодых польских астрономов во главе с профессором М. Конаски, взявшаяся за выполнение венчурных проектов *СОЛЯРИС* и *ТАТУИН*, выразила благодарность «Лукасфильм Лтд», который вдохновил их на поиск планеты Татуин.

ПРІОРИТЕТ О.Я. ОРЛОВА У ВИЗНАЧЕННІ ВІКОВОГО РУХУ ПОЛЮСА ЗЕМЛІ З АСТРОНОМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

А.О. КОРСУНЬ

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

В історії наук завжди належне місце відводиться іменам тих учених, які першими відкрили, визначили або звернули увагу на раніше невідомі явища й закономірності природи. Мета даної публікації — звернути увагу на пріоритет відомого астронома та геофізика, академіка АН УРСР О.Я. Орлова (1880—1954), який уперше в 1954 р. визначив за даними астрономічних спостережень параметри такого глобального явища, як віковий рух географічного полюса Землі.

Ім'я О.Я. Орлова, засновника двох обсерваторій (Полтавської гравіметричної та Головної астрономічної) і вітчизняної наукової школи з глобальної геодинаміки, широко відоме світовій науковій спільноті. А от його стаття, в якій уперше за даними астрономічних спостережень були визначені параметри вікового руху полюса, виявилася маловідомою. Та й сам О.Я. Орлов обережно ставився до здобутих оцінок, мабуть, тому, що точність використаних ним спостережень, проведених у 1900—1950 рр. на зеніт-телескопах, була невисокою. Тепер же ці перші оцінки О.Я. Орлова вікового руху полюса Землі підтверджені даними майже столітніх астрономічних спостережень на різних інструментах багатьох обсерваторій світу та різними методами, серед них і космічними.

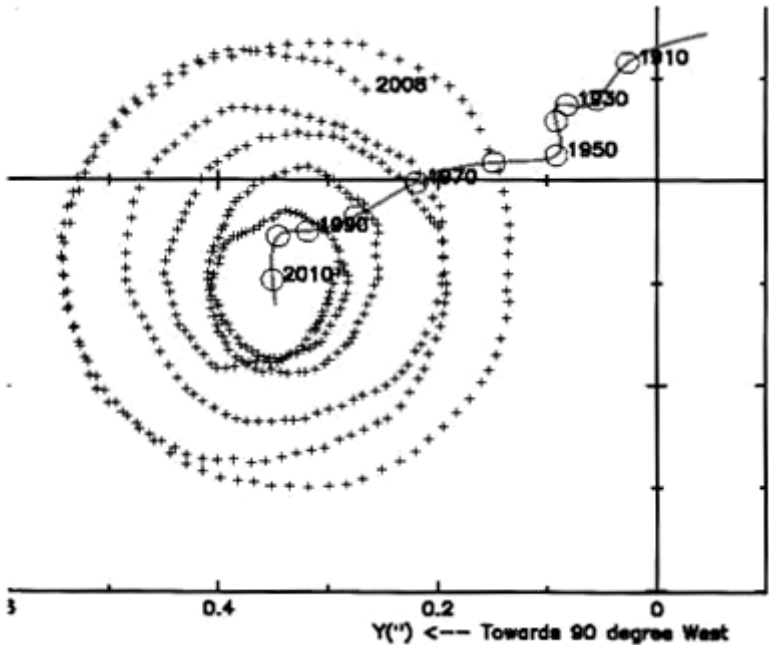
Питання про рух полюсів обертання Землі (рух географічних полюсів) по її поверхні здавна турбувало думки людства. Ще в далекі часи вважали, що полюси колись перебували в сучасній екваторіальній

зоні, тому, звісно, клімат на Землі був зовсім іншим. До цього часу вчені, котрі вивчають історію клімату, відтворюють схеми дрейфу полюсів по поверхні Землі й основою для цього їм служать залишки тропічної фауни та флори, які трапляються в сучасних холодних країнах. Інших підтверджень дрейфу полюсів Землі не було до XIX ст.

Перші спроби виявити дрейф полюсів, використовуючи астрономічні спостереження, з'явилися у другій половині XIX ст. Для цього в багатьох обсерваторіях світу визначали широти та порівнювали їх для різних епох спостережень, бо саме рух полюса Землі призводить до змін координат обсерваторій, зокрема широт. Першим, хто визначив швидкість і напрям вікового руху полюса, був О.Я. Орлов. Підтвердженням цього є стаття Олександра Яковича «О вековом движении полюса» («*Sur le mouvement seculaire des poles*») у збірнику, який був надрукований у 1954 р. російською та французькою мовами — «*O задачах и программе наблюдений Международной службы широты*» («*Sur le but et le programme il'observation du service international de latitude*»).

Цікаво, що подальші визначення вікового руху полюса, які були проведені вченими різних країн на основі нових, більш точних, спостережень і для більш тривалих інтервалів часу, підтвердили перші оцінки О.Я. Орлова. Проте в Інтернеті на сайті Міжнародної служби обертання Землі (International Earth Rotation and Reference Systems Service — IERS) у таблиці «*Secular variation of a polar motion*» з оцінками вікового руху полюса на основі сучасних обробок астрономічних і космічних спостережень відмічено, що вперше про віковий тренд полюса в широтних спостереженнях ішлося в роботі В. Марковіца (Markowitz) 1960 р. Статтю ж О.Я. Орлова, яка була опублікована 1954 р., на жаль, не вказано.

Як відмічав сам О.Я. Орлов, аналізуючи спостереження за змінами широти Пулкова (М.О. Нюрен, 1843—1872 рр.), він звернув увагу на прогресивне зменшення цієї широти. Подібні результати були отримані й в інших обсерваторіях, але вони не завжди підтверджували зроблені висновки щодо руху полюса, тому стало очевидним, що без спеціальних астрономічних спостережень неможливо вивчати рух полюсів Землі, зокрема віковий. У 1899 р. була створена Міжнародна служба широти (МСШ), до складу якої входили до 5 станцій на так званій міжнародній паралелі $38^{\circ} 9'$ (у різні роки кількість станцій змінювалася). На цих станціях спостерігали за допомогою однотипних зеніт-телескопів і за загальною програмою. Саме ці спостереження впродовж 1900—1950 рр. і використав О.Я. Орлов, щоб визначити параметри вікового руху полюса. Проте задача виявилася не простою. Вона ускладнювалася тим, що за цей період змінювалася кількість станцій спостережень, тричі змінювалася і програма. О.Я. Орлов вибрав



Рух полюса Землі: хрестиками (+) позначено періодичний рух полюса впродовж 2008—2011 рр.; суцільна крива — віковий рух полюса впродовж 1910—2011 рр. (IERS Annual Report 2012)

станції, які спостерігали безперервно, дуже ретельно проаналізував програми спостережень, врахував зміни їх і визначив єдину систему схилень зір широтних програм. У цій роботі він уперше ввів поняття середньої широти, тобто широти, звільненої від періодичних коливань (цей метод визначення середньої широти названий ім'ям О.Я. Орлова). Для аналізу були взяті спостереження лише трьох станцій: Мідзусава (Японія), Карлофорте (Італія), Юкайя (США) — усього 258 692 спостереження широти. Саме обробка цих спостережень дала змогу визначити прогресивний (віковий) рух полюса Землі впродовж 1900—1950 рр. і отримати такі його оцінки: швидкість руху полюса — $0.004''$ за рік, напрям руху — 69° на захід від меридіана Гринвіча.

Наведена нижче таблиця зі сайту IERS, в якій вказано оцінки вікового руху полюса впродовж більш тривалого часу та з використанням більш однорідних і точних астрономічних спостережень, а також за даними нових космічних досліджень, підтверджує правильність перших результатів О.Я. Орлова 1954 р.

Сучасні оцінки параметрів вікового руху полюса

Researchers	time span	trend rate	Trend direction
		(<i>mas/year</i>)	(<i>° to the W longitude</i>)
Wilson and Vicente (1980)	1900—1977	3.4	66
Dickman (1981)	1900—1979	3.52	80.1
Gross (1982)	1899—1979	3.96	69.3
Chao (1983)	1900—1979	3.52	79.4
Okamoto and Kikuchi (1983)	1899—1979	3.46	80.6
Poma et al. (1991)	1900—1979	3.4	79
Vondrak et al. (1995)	1900—1990	3.31	78.1
MacCarthy and Luzum (1996)			
ILS+BIH+NEOS	1899—1994	3.33	75
NEOS	1976—1994	3.39	85.4
Gross (1998)			
ILS	1900—1979	3.8	75.5
Space96	1976—1997	4.123	73.9
HIPPARCOS	1899—1992	3.51	79.2
Vondrak (1999)	1899—1998	3.294	75.7
Schuh et al. (2001)	1899—1992	3.31	76.08

Зауважмо, що між першими оцінками О.Я. Орлова 1954 р. й оцінками, опублікованими з 1980 р. і наведеними в таблиці, були ще оцінки, отримані різними авторами переважно в 60—70-ті рр., проте вони менш цікаві через коротші інтервали часу та менш точні й неоднорідні спостереження, використані для обчислення їх. Усі ці оцінки мало відрізнялися між собою, бо базувалися на спостереженнях одних і тих же міжнародних станцій і на використанні схожих методів обчислень. Суттєвим є те, що висновки вказаних авторів однакостайно збігалися з думкою О.Я. Орлова, що потрібно збільшити кількість станцій і реорганізувати діяльність МСШ, щоб отримувати більш достовірні результати про рух полюса Землі. Цікаво також відмітити, що саме в 60—70-ті рр. ХХ ст. з'явилося чимало робіт, в яких висловлювалися сумніви щодо реальності вікового руху полюса Землі через низьку точність спостережень за зміною широт. Автори цих робіт, застосувавши методи математичної статистики, показали, що швидкості лінійних трендів у змінах широт обсерваторій не суперечать належності їх до випадкових величин, а віковий рух полюса є подібним до броунівського руху і являє собою випадкове «блукання». Вище вже відмічалось, що й сам Олександр Якович дуже обережно ставився до здобутих ним результатів, він писав у своїй статті 1954 р.:

«Однако международные наблюдения в настоящее время не дают никакого контроля полученного здесь результата и наблюдений только на трех широтных станциях слишком недостаточно, чтобы иметь полную уверенность в правильности найденного решения. Нужно еще долгие наблюдения на гораздо большем чем теперь числе станций, расположенных хотя бы попарно на одной и той же параллели.»

Саме таке вимогливе ставлення до результатів своїх досліджень зумовило те, що О.Я. Орлов пропонував для практичних цілей геодезії та для визначення поправок до всесвітнього часу вважати неперіодичні зміни широт неполярними змінами та виключати їх під час обчислення положення в системі середнього полюса («система Орлова») епохи спостережень. Як відмітив Я.С. Яцків, спадкоємець наукової школи з геодинаміки О.Я. Орлова, на той час, в епоху класичних спостережень за змінами широт, вибір системи Орлова був виправданим кроком.

Отже, знадобилося багато років, щоб підтвердити реальність першого результату О.Я. Орлова щодо вікового руху полюса і правдивість його міркувань відносно потреби розширяти мережу станцій і вдосконалювати методи спостережень, щоб мати більш достовірні результати про рух полюса Землі.

В успішному вирішенні цього питання є заслуга всіх поколінь дослідників різних країн, і суттєву роль у цьому відіграли новаторські ідеї та праці О.Я. Орлова.

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ

Л.М. СВАЧІЙ

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

125 років тому народився відомий астроном В.О. Альбіцький (1891—1952), який багато років працював в Україні. Основні наукові дослідження цього вченого стосуються обертання й руху зір.

100 років тому народився англійський та австралійський учений Роберт Хенбері Браун (1916—2002), відомий своїми дослідженнями в радіоастрономії.

100 років тому народився добре знаний російський фізик та астрофізик Віталій Лазарович Гінзбург (1916—2009). Його наукові дослідження стосуються теорії випромінювання, теорії елементарних часток, оптики, теорії надпровідності й надтекучості, радіоастрономії, релятивістської астрофізики, походження космічних променів тощо.

50 років тому радянська автоматична станція «Луна-9» здійснила першу м'яку посадку на поверхню Місяця та передала на Землю зображення його ландшафту. Ці панорами місячної поверхні поклали край суперечкам про структуру й міцність верхніх шарів ґрунту Місяця.

50 років тому радянська автоматична станція «Луна-10» стала першим штучним супутником Місяця.

125 років тому, 16 червня 1891 р., в м. Кишиневі (тепер — у Республіці Молдова) народився **Володимир Олександрович Альбіцький**, який згодом став відомим ученим, фахівцем у галузі фізики зір.

Вищу освіту В.О. Альбіцький здобув у Московському університеті. У 1914 р. він закінчив фізико-математичний факультет цього закладу, після чого був залишений там для підготовки до професорського звання. У квітні 1915 р. на запрошення директора обсерваторії Новоросійського (тепер Одеського) університету проф. О.Я. Орлова (1880—1954) В.О. Альбіцький став на посаду астронома-обчислювача в названій обсерваторії. Там він працював до листопада 1922 р. Здобувши звання магістра, вчений водночас викладав астрономію на Вищих жіночих курсах в Одесі.

У 1922 р. В.О. Альбіцький перейшов працювати в Сімеїзьке відділення Пулковської обсерваторії, яке очолив причому 1934 р. У Сімеїзькій обсерваторії вчений пропрацював до кінця своїх днів, тобто три десятиліття.

Основні наукові дослідження В.О. Альбіцького стосуються променевих (радіальних) швидкостей зір і швидкостей обертання зір навколо осі. У середині 1920-х рр. у Сімеїзькій обсерваторії установили рефлектор з діаметром дзеркала 1 м, виготовлений в Англії. В.О. Альбіцький і Г.А. Шайн (1892—1956) активно послуговувалися цим інструментом, здобуваючи спектроскопічний матеріал, зокрема дані щодо променевих швидкостей зір. На основі своїх спостережень ці вчені склали високоточний каталог променевих швидкостей приблизно для 800 зір. Завдяки роботам Г.А. Шайна й В.О. Альбіцького Сімеїзька обсерваторія була визнана одним із найбільших світових центрів щодо вивчення радіальних швидкостей зір. Приблизно для 400 зір В.О. Альбіцький обчислив швидкості обертання навколо осі.

В.О. Альбіцькому належить відкриття зорі, яка має одну з найбільших величин променевої швидкості в Галактиці, а саме 360 км/с. Зоря дістала позначення HD 161817. Крім того, вчений відкрив кілька десятків спектрально подвійних зір та обчислив параметри їхніх орбіт, а також виявив 10 астероїдів (1923—1925 рр.): (1002) Ольберсія, (1007) Павловія, (1022) Олімпіада, (1028) Лідіна, (1030) Вітя, (1034) Моцартія, (1059) Мусоргскія, (1071) Брита, (1283) Комсомолія, (1330) Спиридонія.

В.О. Альбіцький — автор двох розділів «Курса астрофізики и звездной астрономии», складеного колективом співробітників Пулковської обсерваторії (перше видання вийшло 1934 р.). Ці розділи — «Спектрографы» і «Спектральная классификация» — вміщені в т. 1 «Курсу».

Крім астрономії, В.О. Альбіцький захоплювався археологією та краєзнавством, добре знав Крим.

Помер Володимир Олександрович Альбіцький 15 червня 1952 р.

100 років тому, 31 серпня 1916 р., в Індії народився **Роберт Хенбері Браун**, який згодом став відомим фахівцем у галузі радіоастрономії.

Освіту Роберт Браун здобув у Брайтонському технічному коледжі й коледжі Сіті-енд-Гілдз при Лондонському університеті. З 1936 до 1947 рр. він провадив радіотехнічні дослідження в різних британських військових відомствах. Упродовж 1949—1963 р. Р.Х. Браун працював у Манчестерському університеті, причому у 1960 р. здобув звання

професора радіоастрономії. В 1964 р. вчений став на посаду професора астрономії Сіднейського університету.

Спинімося коротко на основних наукових результатах Р. Брауна.

В обсерваторії Джодрелл-Бенк Манчестерського університету вчений провів спостереження багатьох джерел космічного радіовипромінювання. У 1950 р. разом з К. Хезардом уперше виявив радіовипромінювання нормальної галактики — М31 в сузір'ї Андромеди. Крім того, учений показав, що повне випромінювання галактики М31 сумірне за величиною з випромінюванням нашої Галактики (обидві ці зоряні системи належать до одного типу). Згодом Р. Браун відкрив і дослідив радіовипромінювання інших нормальних галактик. Він ототожнив кілька дискретних джерел радіовипромінювання з пекулярними галактиками й залишками наднових зір.

У 1952 р. вчений разом з колегами запропонував новий інтерферометричний метод, щоб визначити розміри протяжних радіоджерел. Послугуючись цим методом, він визначив кутові розміри декількох таких об'єктів.

Р. Браун (разом з Р.К. Твіссом) розробив теорію оптичного інтерферометра інтенсивностей для вимірювання кутових діаметрів зір. У 1956 р. в обсерваторії Джодрелл-Бенк учений сконструював інтерферометр інтенсивностей з дзеркалами діаметром 154 см, а потім в обсерваторії Наррабрі (Новий Південний Уельс) він збудував інтерферометр інтенсивностей з дзеркалами діаметром 6.6 м. Ці інструменти дали змогу виміряти діаметр Сіріуса, а також діаметри кількох десятків найяскравіших гарячих зір. До того ж, інтерферометри Р. Брауна дали змогу визначити температури поверхонь гарячих зір, тобто уточнити шкалу їхніх температур.

За наукові заслуги Р. Браун був обраний членом Лондонського королівського товариства (1960 р.) та Австралійської АН (1967 р.). Упродовж 1982—1985 рр. він був президентом Міжнародного астрономічного союзу. Діяльність ученого відзначено кількома нагородами, зокрема медаллю ім. А.С. Еддінгтона Королівського астрономічного товариства (1968 р.).

Помер Роберт Хенбері Браун 16 січня 2002 р. в Ендовері (Хемпшир, Великобританія).

100 років тому, 4 жовтня 1916 р., в Москві народився **Віталій Лазарович Гінзбург**, який згодом став видатним ученим.

У 1931 р. Віталій закінчив семирічну школу в рідному місті й деякий час після цього працював лаборантом Машинобудівного інституту. У 1934 р. юнак вступив одразу на другий курс фізичного факульту-

тету Московського держуніверситету, який закінчив 1938 р. Після цього В.Л. Гінзбург до 1940 р. навчався в аспірантурі того ж факультету. Спочатку його науковим керівником був Г.С. Ландсберг — фахівець з експериментальної оптики. Але трохи пізніше В.Л. Гінзбург захопився теоретичною фізикою і перейшов до І.Є. Тамма. Своє навчання там завершив достроковим захистом кандидатської дисертації «Деякі питання квантової електродинаміки». Упродовж 1940—1942 рр. молодий учений був докторантом Фізичного інституту ім. П.М. Лебедева АН СРСР (ФІАН) у Москві. У 1942 р., тобто у 26-річному віці (!), він захистив докторську дисертацію «До теорії елементарних частинок». Того ж року вчений став на посаду старшого наукового співробітника ФІАН, а з 1971 р. був завідувачем відділу теоретичної фізики ім. І.Є. Тамма.

Водночас упродовж 1945—1961 рр. В.Л. Гінзбург обіймав посаду професора й очолював кафедру радіофакультету Горьківського держуніверситету. А з 1968 р. завідував кафедрою проблем фізики й астрофізики Московського фізико-технічного інституту, яку сам і створив.

В.Л. Гінзбургу була властива виняткова широта наукових зацікавлень, величезна результативність досліджень. Історики астрономії називають його істинним фізиком. Учений працював над дуже різними проблемами фізики й астрофізики. Його роботи стосуються таких напрямів: квантова електродинаміка й теорія елементарних частинок; теорія випромінювання й оптика конденсованих середовищ; теорія конденсованих середовищ (тверде тіло, надпровідність і надтекучість); теорія плазми й поширення електромагнітних хвиль у плазмі й іоносфері; теорія походження космічних променів; астрофізика й загальна теорія відносності, а також акустика, спектроскопія, термоядерний синтез тощо. Цікавився він також і загальнонауковими та методологічними проблемами.

Перші наукові публікації й обидві дисертації В.Л. Гінзбурга стосуються питань квантової теорії поля й теорії елементарних частинок. У працях з квантової електродинаміки вчений з'ясував цілу низку непростих питань теорії випромінювання. Зокрема, він розробив *квантову теорію* добре відомого *ефекту Вавилова—Черенкова*, який виявили у ФІАН. Що стосується робіт з теорії елементарних частинок, то слід відзначити, що В.Л. Гінзбург розглянув *ефекти інерції та затування механічного моменту спінової частинки* й побудував першу релятивістську модель часточки, котра може перебувати в станах з різними величинами спіна.

Важливе місце в науковій діяльності В.Л. Гінзбурга посідає розроблення *теорії випромінювання й поширення світла в конденсованих середовищах*. Насамперед у цій галузі його цікавила електродинаміка надсвітлових джерел випромінювання. У праці «Квантова теорія

світлового випромінювання електрона, котрий рівномірно рухається в середовищі» (1940 р.) учений виклав свою квантову теорію ефекту Вавилова—Черенкова, а також подав класичну теорію цього ефекту в разі анізотропних середовищ. За роботи в галузі теорії ефекту Вавилова—Черенкова Президія АН СРСР нагородила Віталія Лазаровича премією ім. М.В. Ломоносова (1962 р.).

У 1945 р. В.Л. Гінзбург та І.М. Франк передбачили можливість нового виду випромінювання та запропонували його теоретичне обґрунтування. Це так зване *перехідне випромінювання* — воно виникає, коли частинка перетинає межу двох середовищ. Через 10 років цей ефект виявили на практиці й стали використовувати для вивчення оптичних властивостей поверхонь.

Що стосується досліджень В.Л. Гінзбурга з оптики конденсованих середовищ, то слід сказати про великий цикл робіт з кристалооптики, який охоплює велике коло ефектів.

Дуже багато важливих результатів здобув В.Л. Гінзбург у галузі теорії твердого тіла та квантових рідин. До цієї царини належать основні наукові зацікавлення вченого. Серед найвагоміших результатів у цій галузі назвімо *теорію сегнетоелектричних явищ*, яку він розробив у 1945 р. За дослідження сегнетоелектричних явищ учений був нагороджений премією ім. Л.І. Мандельштама (1947 р.).

Особливе місце в науковій діяльності В.Л. Гінзбурга посідає теорія надпровідності. Учений розглянув навдивовижу широке коло питань у названій царині: від термоелектричних явищ у надпровідниках до проявів надпровідності в Усесвіті. Найбільшим досягненням В.Л. Гінзбурга в дослідженнях цього питання можна вважати *напівфеноменологічну теорію надпровідності*, яку він запропонував разом із Л.Д. Ландау (1908—1968) у праці «До теорії надпровідності» (1950 р.). В.Л. Гінзбург багато уваги приділив пошукам механізму так званої високотемпературної надпровідності.

Велике коло наукових проблем В.Л. Гінзбург розглянув і в царині теорії надтекучості, зокрема досліджував *надтекучість нуклонної рідини в нейтронних зорях* (1964 р.). Добре відомою стала *напівфеноменологічна теорія надтекучості* (її називають теорією *Гінзбурга—Пітаєвського*), уперше викладена в роботі «До теорії надтекучості» (1958 р.). Зазначмо, що у 2003 р. за внесок до розвитку теорії надпровідності й надтекучості В.Л. Гінзбург (разом з О.О. Абрикосовим і Е.Дж. Леггетом) був нагороджений Нобелівською премією.

Дуже важливе значення для науки, зокрема, для астрономії, мають дослідження В.Л. Гінзбурга в царині теорії плазми. Вони вплинули на розвиток теорії поширення електромагнітних хвиль у плазмі, в іоносфері Землі, в короні Сонця. Зокрема, учений передбачив (1942 р.)

ефект потроєння радіосигналів, відбитих від іоносфери. Він досліджував також поглинання й заломлення радіохвиль, нелінійні явища в плазмі. Одним із перших учених звернув увагу на можливість штучного збурення F-області іоносфери радіохвилями. Узагалі, В.Л. Гінзбург вивчав різноманітні питання, пов'язані з поширенням електромагнітних хвиль. Його фундаментальну працю «Поширення електромагнітних хвиль у плазмі», котру видавали кілька разів в СРСР і за кордоном, широко використовували й використовують фахівці в галузі фізики плазми.

Ім'я В.Л. Гінзбурга тісно пов'язане вже з першими дослідженнями *радіовипромінювання Сонця*. Учений запропонував цілу низку методів для радіоастрономічних досліджень, які згодом були широко розвинуті. У 1946 р. В.Л. Гінзбург висунув припущення про існування сильного радіовипромінювання від зовнішніх областей корони Сонця (праця «Про випромінювання Сонця в області радіочастот»). Наступного року цю гіпотезу підтвердили експериментально. У 1952 р. вчений висунув досить продуктивну ідею про магнітогальмівну природу посиленого радіовипромінювання джерел, які містяться над сонячними плямами. В.Л. Гінзбург докладно дослідив питання щодо поширення й виходу електромагнітних хвиль із плазми сонячної корони і пов'язане з ним питання щодо поляризації сонячного випромінювання. Крім того, він запропонував теорію генерації сплесків III типу, які швидко переміщуються (1958 р.). Вони є найпоширенішим явищем у спорадичному радіовипромінюванні Сонця.

Разом з В.В. Писаревою В.Л. Гінзбург запропонував метод для вивчення неоднорідної структури білясонячної плазми за спостереженнями так званих мерехтінь компактних радіоджерел. Ці мерехтіння зумовлює дифракція радіохвиль на неоднорідностях.

Починаючи з 1951 р., немало уваги В.Л. Гінзбург приділив розробленню *теорії походження космічних променів*. Зокрема, учений дослідив зв'язок між електронною компонентою космічних променів та інтенсивністю магнітогальмівного радіовипромінювання, яке космічні промені продукують у галактичних магнітних полях. Ці роботи вченого дали змогу, на основі радіоастрономічних спостережень нетеплового галактичного радіовипромінювання, дослідити релятивістські електрони у віддалених областях Усесвіту. Радіоастрономічна теорія походження космічних променів охоплює велику кількість фактів і є важливим розділом астрофізики.

В.Л. Гінзбургу належать перші дослідження ролі плазмових ефектів під час руху частинок у космічному просторі, а саме — збудження й розкачування хвиль у космічній плазмі та зворотного впливу цих хвиль на потоки космічних променів.

В.Л. Гінзбург відомий і своїми дослідженнями в царині гамма-астрономії та рентгенівської астрономії. Він високо оцінив роль цих, нових на той час, методів познання Всесвіту й доклав немало зусиль для розвитку їх.

В.Л. Гінзбург продуктивно працював у галузі загальної теорії відносності, космології та позагалактичної астрономії. Зокрема, він досліджував явище гравітаційного колапсу, вивчав фізичний стан міжгалактичного середовища, цікавився початковими стадіями розширення Всесвіту. У 1965 р. В.Л. Гінзбург дійшов висновку, що міжгалактичний газ може мати в сучасну епоху досить високі температури й ступінь іонізації внаслідок нагріву активними галактиками через ударні хвилі, космічні промені та ін. Цей висновок згодом був підтверджений спостереженнями. У 1971 р. вчений відмітив важливу роль квантових флуктуацій гравітаційного поля в загальній теорії відносності й космології. Немало уваги В.Л. Гінзбург приділив вивченню пульсарів, зокрема розробленню теорії їхнього радіовипромінювання. Ще до виявлення пульсарів, у 1964 р., він звернув увагу на факт величезного збільшення магнітного поля зорі, коли внаслідок стиснення вона перетворюється в нейтронну зорю. Відкриття пульсарів підтвердило це припущення.

В.Л. Гінзбург створив кілька наукових шкіл, зокрема з космофізики й твердого тіла — у Москві, з радіофізики — у Горькому (тепер м. Нижній Новгород).

В.Л. Гінзбург цікавився історією астрономії, зокрема, не раз публікував праці щодо пріоритетів в астрофізиці. Учений був членом редколегії журналу «Успехи физических наук», а також цілої низки інших радянських і зарубіжних наукових журналів.

За наукові, науково-організаційні й інші заслуги В.Л. Гінзбурга нагороджено медаллю «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.» (1946 р.), медаллю «В память 800-летия Москвы» (1948 р.), орденом Леніна (1954 р.), орденом «Знак Почёта» за вислугу років і зразкову роботу (1954 р.), орденом Трудового Красного Знамени (1956 р.), орденом «Знак Почёта» за заслуги в розвитку радянської науки (1975 р.) тощо.

В.Л. Гінзбург був обраний членом-кореспондентом АН СРСР (1953 р.), членом Міжнародного астрономічного союзу (1961 р.), членом-кореспондентом і дійсним членом Міжнародної академії астронавтики (1965 р., 1969 р.), дійсним членом АН СРСР (1966 р.). Також він був іноземним членом Королівського астрономічного товариства Великобританії (1970 р.), іноземним членом Американської академії мистецтв і наук у Бостоні (1971 р.), почесним членом Індійської академії наук (1977 р.) та іноземним членом Королівської академії наук Данії (1977 р.).

Помер учений 8 листопада 2009 р. в Москві.

50 років тому, 3 лютого 1966 р., радянська автоматична станція (АС) «Луна-9» **уперше** в історії космонавтики **здійснила м'яку посадку на поверхню Місяця**. Це було видатне досягнення радянської науки й техніки.

Місячна ракета складалася з АС з посадковим пристроєм, відсіку управління та контейнерів із різною апаратурою. У рух ракету приводив рідинний реактивний двигун, а для зміни руху служили керувальні двигуни.

АС «Луна-9» була піддана різноманітним наземним випробуванням в умовах, які імітували посадку на Місяць і перебування на його поверхні. Для цього слугували випробувальні стенди, які відтворювали гіпотетичний рельєф району примісячення. На поверхні стенду розкладали різні матеріали (і тверді, і дисперсні), які моделювали ґрунт Місяця. АС спускали із заданої висоти на ці стенди.

На АС «Луна-9» були встановлені прилади для вивчення фізичних і механічних властивостей ґрунту Місяця, для оцінювання оптичних властивостей поверхні, для вимірювання теплових потоків від місячної поверхні, а також телевізійні камери.

КА «Луна-9» стартував 31 січня 1966 р. і спочатку був виведений на орбіту ШСЗ. Маса його становила 1580 кг. У певний момент двигуни ракети-носія «Молния» вимкнулися, а ввімкнувся двигун розгінного ступеня. Досягнувши потрібної швидкості, місячна ракета відділилася від розгінного ступеня й розпочала пасивний політ до Місяця. Під час зближення її з Місяцем фахівці провели гальмування ракети, після чого від неї відділилася АС і спустилася на місячну поверхню. До Місяця ракета підлетіла зі швидкістю 2.6 км/с, а перед відділенням АС гальмувалася майже до нульової швидкості.

До польоту КА «Луна-9» інформація про щільність і міцність поверхневого шару місячного ґрунту була суперечливою. Тому систему м'якої посадки розробили так, щоб за будь-якого ґрунту — чи твердого, чи пухкого — було надійне примісячення АС. Маса тої частини, яка примісячилася, становила приблизно 99 кг.

Корпус автоматичної станції мав кулеподібну форму, зовнішній діаметр становив приблизно 50 см. Корпус був розміщений між двома надувними мішками, тобто всередині м'якої оболонки. М'яка оболонка перед посадкою на Місяць наповнювалася стиснутим газом. Ці два еластичні мішки, наповнені газом, з автоматичною станцією всередині являли собою посадковий пристрій. Мішки роздувалися, утворюючи єдину сферичну пружну оболонку, яка падала на ґрунт з невеликої висоти, робила кілька стрибків, котилась по схилу й урешті-

решт зупинялася в низькому місці рельєфу. Після цього два амортизувальні мішки відкидалися геть. За кілька хвилин після посадки на АС розкривалися пелюсткові й штирові антени, а також приводилися до робочого стану прилади для дослідження ґрунту.

М'яку посадку АС здійснила в районі Океану Штормів, між кратерами Галілей і Кавальєрі, у точці з координатами $7^{\circ}08'$ північної широти й $64^{\circ}22'$ західної довготи. Автоматична станція функціонувала три земних доби.

У роботі, яку провела АС «Луна-9», дуже велике значення мало знімання панорам поверхні Місяця та передавання їх на Землю. Для цього слугували телевізійні камери, робота яких ґрунтувалася на оптико-механічному принципі сканування зображення.

Успішна м'яка посадка АС «Луна-9» дала змогу оцінити фізико-механічний стан місячного ґрунту й остаточно спростити припущення про «місячний пил». Зокрема, вона показала, що поверхневий покрив Місяця достатньо міцний, щоб витримати динамічне навантаження від КА, який спускається. До того ж, він досить міцний, аби витримувати тривалий час без істотних деформацій статичну дію ваги космічного апарата. А густину (щільність) поверхневого шару місячного ґрунту та його опір penetрації¹ вперше визначили дещо пізніше — за допомогою АС «Луна-13».

Як уже зазначалося, «Луна-9» передала на Землю перші панорами місячної поверхні. Панорамні зображення (розділення досягало 1 мм) показали поверхню Місяця поблизу місця посадки АС за різних висот Сонця над горизонтом. Вони дали змогу оцінити характер структури місячного ґрунту й розподілу на ньому дрібних кратерів і каменів. Підтвердилася так звана метеорно-шлакова теорія структури зовнішнього покриву Місяця, яку запропонував В.В. Шаронов (1901—1964) із колегами.

50 років тому, 3 квітня 1966 р., радянська АС «Луна-10» уперше в історії космонавтики вийшла на орбіту навколо Місяця, ставши його штучним супутником.

Запуск АС «Луна-10» був здійснений 31 березня 1966 р. з космодрому Байконур за допомогою ракети-носія «Молнія». Спочатку станцію вивели на навколосемну орбіту, а згодом перевели на траєкторію польоту до Місяця. Наблизившись до нього, АС набула швидкості 2.1 км/с. Щоб вивести автоматичну станцію на навколomisячну (селеноцент-

¹ Пенетрація (проникнення) — характеристика твердості ґрунтів.

ричну) орбіту, потрібно було в певній точці білямісячного простору зменшити її швидкість приблизно до 1.25 км/с, що й було зроблено. АС перейшла на орбіту штучного супутника Місяця з апоселенієм (найбільша відстань від поверхні Місяця) приблизно 1000 км і периселенієм (найменша відстань від поверхні Місяця) приблизно 350 км. Період обертання станції навколо Місяця становив приблизно 3 год.

На АС «Луна-10» був установлений великий комплекс наукової апаратури, який давав змогу вимірювати величину магнітного поля в білямісячному просторі, вивчати хімічний склад поверхні Місяця, досліджувати інтенсивність космічних променів і концентрацію метеорних часток у навколومیсячному просторі, визначати параметри гравітаційного поля Місяця тощо. Зокрема, на цій АС був установлений багатоканальний сцинтиляційний гамма-спектрометр, який міг вимірювати енергії гамма-променів у широкому діапазоні. За його допомогою були виміряні спектри гамма-випромінювання в різних районах місячної поверхні, що допомогло дослідити склад місячних порід.

АС «Луна-10» функціонувала майже два місяці, здійснивши приблизно 460 обертів навколо Місяця. Наприкінці травня 1966 р. вона впала на поверхню нашого природного супутника.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бреус Т.К.* История приоритетов синхротронной концепции в астрономии — Ист.-астр. исследования, вып. XXVI, М., Наука, 2001, С. 88—97.
2. *Виталий Лазаревич Гинзбург.* М.: Наука, 1978. — 126 с. — (Библиография учёных СССР).
3. *Исследование Луны в СССР* (под ред. В. Полякова), — Изд-во Агентства печати «Новости», 48 с.
4. *Келдыш Л.В. и др.* Виталий Лазаревич Гинзбург (к шестидесятилетию со дня рождения). — Успехи физических наук, т. 120, вып. 2, 1976, С. 323—329.
5. *Кемурджиан А.А., Громов В.В.* Автоматические станции для изучения поверхностного покрова Луны, — М., Машиностроение, 1976, 200 с.
6. *Колчинский И.Г., Корсунь А.А., Родригес М.Г.* Астрономы (биографический справочник) // 2-е изд., К.: Наук. думка, 1986, 512 с.
7. *Неяченко И.И.* Звезда в подарок. — 2-е изд., перераб. и доп. — Симферополь: Таврия, 1984 — 128 с.
8. *Страницы истории астрономии в Одессе.* Сборник, часть 1. Одесса, 1994, 112 с.

The first part of the almanac gives the 2016 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 the current state of investigations in some fields of astronomy, and gives some 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
2016**

Випуск шістдесят другий

Видається з 1948 р.

Літературні редактори *К.М. Ненахова, Л.М. Свачій*

Коректори *К.М. Ненахова, Л.М. Свачій*

Комп'ютерна верстка *С.В. Кубарєва*

Підписано до друку 21.12.2015. Формат 60 × 84/16.
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 16,62 + 0,46 вкл.
Обл.-вид. арк. 22,94. Тираж 300 прим. Зам. № 4420

Оригінал-макет виготовлено та тираж надруковано
Видавничим домом «Академперіодика» НАН України
01004, Київ-4, вул. Терещенківська, 4
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.