

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР

2020

Випуск шістдесят шостий

Видається з 1948 р.

ВИДАВНИЧИЙ ДІМ  АКАДЕМ ПЕРІОДИКА

КИЇВ • 2019

УДК 52(059)

Астрономічний календар. 2020 / ред. кол.: А.П. Відьмаченко (гол. ред.) та ін.; ГАО НАН України. — Київ : Академперіодика, 2019. — 304 с., 2 с. іл.

У довідковій частині щорічника наведено таблиць-календар на 2020 рік, відомості про хронологію за найуживанішими календарями народів світу, основні величини для Сонця, Землі, Місяця й планет, ефемериди Сонця, Місяця і планет, час сходу та заходу Сонця й Місяця, моменти кульмінації і фази Місяця, планетні конфігурації, відомості про видимість на небі великих планет і галілеєвих супутників Юпітера, про 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), *О. В. Клименко* (відповідальний секретар), доктор фізико-математичних наук, професор *В. Г. Кручиненко*, кандидат фізико-математичних наук *Л. М. Свачій*, кандидат фізико-математичних наук *В. Г. Іванчук*, кандидат фізико-математичних наук *В. М. Клименко*, кандидат фізико-математичних наук *Г. У. Ковальчук*, кандидат фізико-математичних наук *В. Я. Чолій*, *К. М. Ненахова*

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

*Друкується за рішенням Ученої ради ГАО НАН України
(протокол від 19.09.2019 № 11)*

На першій сторінці обкладинки — логотип Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

ISBN 978-966-360-395-7

© Головна астрономічна обсерваторія
НАН України, 2019
© Академперіодика, оформлення, 2019

ЗМІСТ

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2020 РОКУ	6
ПЕРЕДМОВА	7
ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАР НА 2020 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
Азимуті точок сходу та заходу Сонця	51
Тривалість громадянських присмерків	51
Схід, кульмінація та захід Місяця для широти 50° та східної довготи 2^h02^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	95
Нептун	96
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 2020 р.	132
Комети, які проходять перигелій у 2020 р.	135
Елементи кометних орбіт	136
Ефемериди комет.	138
МЕТЕОРНІ ПОТОКИ	141
Основні метеорні потоки	142
Горизонтальні координати радіантів метеорних потоків	143
ЗОРІ	153
Ппульсуючі змінні зорі	153
Затемнювані зорі	155
Довгоперіодичні змінні зорі типу α Кита (Міриди) та моменти їхніх максимумів	156
Напівправильні та неправильні змінні зорі	157
Моменти мінімумів блиску деяких затемнюваних зір, зручні для спостереження в Україні	158
Первинні UBV - та $UBVRI$ -стандарті	161
Подвійні зорі для спостережень із невеликими телескопами	163
Зорі до 2.5 зоряної величини зі схиленьми від -30° до $+90^\circ$	165
ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ	167
Розсіяні зоряні скупчення	168
Кульові зоряні скупчення	169
Галактики	170
Туманності	170
ЗАТЕМНЕННЯ	172
Півтіньове місячне затемнення 10 січня 2020 р.	172
Півтіньове місячне затемнення 5 червня 2020 р.	173
Кільцеподібне сонячне затемнення 21 червня 2020 р.	175
Півтіньове місячне затемнення 5 липня 2020 р.	178
Півтіньове місячне затемнення 30 листопада 2020 р.	179
Повне сонячне затемнення 14 грудня 2020 р.	180
Покриття зір і планет Місяцем	181
Обставини покриття Венери 19 червня 2020 р. для 13 міст України	182
Зорі до 6.1 зоряної величини, покриття яких можна спостерігати в Україні 2020 р.	184
Обставини покриттів зір і планет Місяцем	185
Покриття зір астероїдами	191

Обставини покриттів зір астероїдами	194
ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ	205
Азимути Полярної зорі для різних широт і поправки до її висот	205
Середня рефракція	206
Переведення часток доби у години, хвилини та секунди	206
Переведення годин і хвилин у частки доби	207
Кількість юліанських днів від початку юліанського періоду до 12 год нульового дня кожного місяця	207
Поправки для перетворення проміжків сонячного середнього часу на зоряний та зоряного часу на середній	208
Широти та довготи деяких міст України	209
ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ	210
ПОДІЇ, ЯВИЩА, ФАКТИ	217
Плутон (до 90-річчя відкриття планети) — <i>А. П. Відьмаченко</i>	217
Варіації світності Сонця — <i>Н. Г. Щукіна</i>	230
З ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ	242
Як Україна стала антарктичною державою, або історія передачі станції «Фарадей» і перша українська зимівля в Антарктиці — <i>Г. П. Міліневський</i>	242
175 років Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка — <i>В. М. Єфіменко</i>	263
Пам'ятні ювілеї 2020 року в історії Київської університетської астрономічної обсерваторії — <i>Л. В. Казанцева</i>	274
Дж. Б. Годіерна — автор першого каталогу небулярних об'єктів — <i>М. В. Лашко</i>	283
Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики — <i>Л. М. Свачій</i>	289

ОСНОВНІ АСТРОНОМІЧНІ ПОДІЇ 2020 РОКУ

63—64-й роки космічної ери

- Початок тропічного року 2020.0** — 31 грудня 2019 р.
о 21 год 03 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в перигелії** — 5 січня о 8 год (за всесвітнім часом).
- Весняне рівнодення** (початок астрономічної весни) — 20 березня
о 7 год 35 хв (за всесвітнім часом).
- Літнє сонцестояння** (початок астрономічного літа) — 21 червня
о 1 год 48 хв (за всесвітнім часом).
- Земля в афелії** — 4 липня о 13 год (за всесвітнім часом).
- Осіньне рівнодення** (початок астрономічної осені) — 22 вересня
о 17 год 28 хв (за всесвітнім часом).
- Зимове сонцестояння** (початок астрономічної зими) — 21 грудня
о 13 год 37 хв (за всесвітнім часом).

ЗАТЕМНЕННЯ

- Північне місячне затемнення* 10 січня (в Україні видно).
- Північне місячне затемнення* 5 червня (в Україні видно).
- Кільцеподібне сонячне затемнення* 21 червня (в Україні видно).
- Північне місячне затемнення* 5 липня (в Україні не видно).
- Північне місячне затемнення* 30 листопада (в Україні не видно).
- Повне сонячне затемнення* 14 грудня (в Україні не видно).

КОМЕТИ

289P/Blanpain (січень — квітень), *C/2017 T2 (PANSTARRS)* (січень — жовтень), *210P/Kristensen* (квітень), *249P/LINEAR* (червень — липень), *141P/Mezger* 2 (листопад — грудень).

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

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

ПЕРЕДМОВА

У 66-му випуску «Астрономічного календаря» подано відомості довідкового й інформаційного характеру про небесні світила та явища впродовж 2020 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 2020 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), **А. П. Відьмаченко** та **В. Г. Кручиненко** (метеорні потоки), **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), **К. М. Ненахова** (довідник спостерігача; таблиць-календар; дані про Землю; схід і захід Сонця та Місяця; азимути точок сходу й заходу Сонця та Місяця; тривалість громадянських присмерків; фази Місяця; проходження Місяця через апогей і перигей; азимути 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 «Плутон (до 90-річчя відкриття планети)» (**А. П. Відьмаченко**), «Варіації світності Сонця» (**Н. Г. Шукіна**). У розділі «З історії астрономії» подано статті «Як Україна стала антарктичною державою, або історія передачі станції «Фарадей» і перша українська зимівля в Антарктиці» (**Г. П. Міліневський**), «175 років Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка» (**В. М. Єфіменко**), «Пам'ятні ювілеї 2020 року в історії Київської університетської астрономічної обсерваторії» (**Л. В. Казанцева**), «Дж. Б. Годіерна — автор першого каталогу небулярних об'єктів» (**М. В. Лашко**) і «Пам'ятні дати в історії астрономії та космонавтики» (**Л. М. Свацій**).

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:

03143, 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 2020 рік**

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2458 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2458 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2458 ...
Січень				Лютий				Березень			
1	Ср	1	849.5	1	Сб	32	880.5	1	Нд	61	909.5
2	Чт	2	850.5	2	Нд	33	881.5				
3	Пт	3	851.5					2	Пн	62	910.5
4	Сб	4	852.5	3	Пн	34	882.5	3	Вт	63	911.5
5	Нд	5	853.5	4	Вт	35	883.5	4	Ср	64	912.5
				5	Ср	36	884.5	5	Чт	65	913.5
6	Пн	6	854.5	6	Чт	37	885.5	6	Пт	66	914.5
7	Вт	7	855.5	7	Пт	38	886.5	7	Сб	67	915.5
8	Ср	8	856.5	8	Сб	39	887.5	8	Нд	68	916.5
9	Чт	9	857.5	9	Нд	40	888.5				
10	Пт	10	858.5					9	Пн	69	917.5
11	Сб	11	859.5	10	Пн	41	889.5	10	Вт	70	918.5
12	Нд	12	860.5	11	Вт	42	890.5	11	Ср	71	919.5
				12	Ср	43	891.5	12	Чт	72	920.5
13	Пн	13	861.5	13	Чт	44	892.5	13	Пт	73	921.5
14	Вт	14	862.5	14	Пт	45	893.5	14	Сб	74	922.5
15	Ср	15	863.5	15	Сб	46	894.5	15	Нд	75	923.5
16	Чт	16	864.5	16	Нд	47	895.5				
17	Пт	17	865.5					16	Пн	76	924.5
18	Сб	18	866.5	17	Пн	48	896.5	17	Вт	77	925.5
19	Нд	19	867.5	18	Вт	49	897.5	18	Ср	78	926.5
				19	Ср	50	898.5	19	Чт	79	927.5
20	Пн	20	868.5	20	Чт	51	899.5	20	Пт	80	928.5
21	Вт	21	869.5	21	Пт	52	900.5	21	Сб	81	929.5
22	Ср	22	870.5	22	Сб	53	901.5	22	Нд	82	930.5
23	Чт	23	871.5	23	Нд	54	902.5				
24	Пт	24	872.5					23	Пн	83	931.5
25	Сб	25	873.5	24	Пн	55	903.5	24	Вт	84	932.5
26	Нд	26	874.5	25	Вт	56	904.5	25	Ср	85	933.5
				26	Ср	57	905.5	26	Чт	86	934.5
27	Пн	27	875.5	27	Чт	58	906.5	27	Пт	87	935.5
28	Вт	28	876.5	28	Пт	59	907.5	28	Сб	88	936.5
29	Ср	29	877.5	29	Сб	60	908.5	29	Нд	89	937.5
30	Чт	30	878.5								
31	Пт	31	879.5					30	Пн	90	938.5
								31	Вт	91	939.5

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2458 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2458 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...
Квітень				Травень				Червень			
1	Ср	92	940.5	1	Пт	122	970.5	1	Пн	153	001.5
2	Чт	93	941.5	2	Сб	123	971.5	2	Вт	154	002.5
3	Пт	94	942.5	3	Нд	124	972.5	3	Ср	155	003.5
4	Сб	95	943.5					4	Чт	156	004.5
5	Нд	96	944.5	4	Пн	125	973.5	5	Пт	157	005.5
				5	Вт	126	974.5	6	Сб	158	006.5
6	Пн	97	945.5	6	Ср	127	975.5	7	Нд	159	007.5
7	Вт	98	946.5	7	Чт	128	976.5				
8	Ср	99	947.5	8	Пт	129	977.5	8	Пн	160	008.5
9	Чт	100	948.5	9	Сб	130	978.5	9	Вт	161	009.5
10	Пт	101	949.5	10	Нд	131	979.5	10	Ср	162	010.5
11	Сб	102	950.5					11	Чт	163	011.5
12	Нд	103	951.5	11	Пн	132	980.5	12	Пт	164	012.5
				12	Вт	133	981.5	13	Сб	165	013.5
13	Пн	104	952.5	13	Ср	134	982.5	14	Нд	166	014.5
14	Вт	105	953.5	14	Чт	135	983.5				
15	Ср	106	954.5	15	Пт	136	984.5	15	Пн	167	015.5
16	Чт	107	955.5	16	Сб	137	985.5	16	Вт	168	016.5
17	Пт	108	956.5	17	Нд	138	986.5	17	Ср	169	017.5
18	Сб	109	957.5					18	Чт	170	018.5
19	Нд	110	958.5	18	Пн	139	987.5	19	Пт	171	019.5
				19	Вт	140	988.5	20	Сб	172	020.5
20	Пн	111	959.5	20	Ср	141	989.5	21	Нд	173	021.5
21	Вт	112	960.5	21	Чт	142	990.5				
22	Ср	113	961.5	22	Пт	143	991.5	22	Пн	174	022.5
23	Чт	114	962.5	23	Сб	144	992.5	23	Вт	175	023.5
24	Пт	115	963.5	24	Нд	145	993.5	24	Ср	176	024.5
25	Сб	116	964.5					25	Чт	177	025.5
26	Нд	117	965.5	25	Пн	146	994.5	26	Пт	178	026.5
				26	Вт	147	995.5	27	Сб	179	027.5
27	Пн	118	966.5	27	Ср	148	996.5	28	Нд	180	028.5
28	Вт	119	967.5	28	Чт	149	997.5				
29	Ср	120	968.5	29	Пт	150	998.5	29	Пн	181	029.5
30	Чт	121	969.5	30	Сб	151	999.5	30	Вт	182	030.5
				31	Нд	152	000.5*				

* Увага! Для 31 травня перші чотири цифри юліанської доби мають бути 2459...

Продовження таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер лоби від початку року	JD2459 ...
Липень				Серпень				Вересень			
1	Ср	183	031.5	1	Сб	214	062.5	1	Вт	245	093.5
2	Чт	184	032.5	2	Нд	215	063.5	2	Ср	246	094.5
3	Пт	185	033.5					3	Чт	247	095.5
4	Сб	186	034.5	3	Пн	216	064.5	4	Пт	248	096.5
5	Нд	187	035.5	4	Вт	217	065.5	5	Сб	249	097.5
				5	Ср	218	066.5	6	Нд	250	098.5
6	Пн	188	036.5	6	Чт	219	067.5				
7	Вт	189	037.5	7	Пт	220	068.5	7	Пн	251	099.5
8	Ср	190	038.5	8	Сб	221	069.5	8	Вт	252	100.5
9	Чт	191	039.5	9	Нд	222	070.5	9	Ср	253	101.5
10	Пт	192	040.5					10	Чт	254	102.5
11	Сб	193	041.5	10	Пн	223	071.5	11	Пт	255	103.5
12	Нд	194	042.5	11	Вт	224	072.5	12	Сб	256	104.5
				12	Ср	225	073.5	13	Нд	257	105.5
13	Пн	195	043.5	13	Чт	226	074.5				
14	Вт	196	044.5	14	Пт	227	075.5	14	Пн	258	106.5
15	Ср	197	045.5	15	Сб	228	076.5	15	Вт	259	107.5
16	Чт	198	046.5	16	Нд	229	077.5	16	Ср	260	108.5
17	Пт	199	047.5					17	Чт	261	109.5
18	Сб	200	048.5	17	Пн	230	078.5	18	Пт	262	110.5
19	Нд	201	049.5	18	Вт	231	079.5	19	Сб	263	111.5
				19	Ср	232	080.5	20	Нд	264	112.5
20	Пн	202	050.5	20	Чт	233	081.5				
21	Вт	203	051.5	21	Пт	234	082.5	21	Пн	265	113.5
22	Ср	204	052.5	22	Сб	235	083.5	22	Вт	266	114.5
23	Чт	205	053.5	23	Нд	236	084.5	23	Ср	267	115.5
24	Пт	206	054.5					24	Чт	268	116.5
25	Сб	207	055.5	24	Пн	237	085.5	25	Пт	269	117.5
26	Нд	208	056.5	25	Вт	238	086.5	26	Сб	270	118.5
				26	Ср	239	087.5	27	Нд	271	119.5
27	Пн	209	057.5	27	Чт	240	088.5				
28	Вт	210	058.5	28	Пт	241	089.5	28	Пн	272	120.5
29	Ср	211	059.5	29	Сб	242	090.5	29	Вт	273	121.5
30	Чт	212	060.5	30	Нд	243	091.5	30	Ср	274	122.5
31	Пт	213	061.5								
				31	Пн	244	092.5				

Закінчення таблиця-календаря

Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...	Дата	Дні тижня	Номер доби від початку року	JD2459 ...
Жовтень				Листопад				Грудень			
1	Чт	275	123.5	1	Нд	306	154.5	1	Вт	336	184.5
2	Пт	276	124.5					2	Ср	337	185.5
3	Сб	277	125.5	2	Пн	307	155.5	3	Чт	338	186.5
4	Нд	278	126.5	3	Вт	308	156.5	4	Пт	339	187.5
				4	Ср	309	157.5	5	Сб	340	188.5
5	Пн	279	127.5	5	Чт	310	158.5	6	Нд	341	189.5
6	Вт	280	128.5	6	Пт	311	159.5				
7	Ср	281	129.5	7	Сб	312	160.5	7	Пн	342	190.5
8	Чт	282	130.5	8	Нд	313	161.5	8	Вт	343	191.5
9	Пт	283	131.5					9	Ср	344	192.5
10	Сб	284	132.5	9	Пн	314	162.5	10	Чт	345	193.5
11	Нд	285	133.5	10	Вт	315	163.5	11	Пт	346	194.5
				11	Ср	316	164.5	12	Сб	347	195.5
12	Пн	286	134.5	12	Чт	317	165.5	13	Нд	348	196.5
13	Вт	287	135.5	13	Пт	318	166.5				
14	Ср	288	136.5	14	Сб	319	167.5	14	Пн	349	197.5
15	Чт	289	137.5	15	Нд	320	168.5	15	Вт	350	198.5
16	Пт	290	138.5					16	Ср	351	199.5
17	Сб	291	139.5	16	Пн	321	169.5	17	Чт	352	200.5
18	Нд	292	140.5	17	Вт	322	170.5	18	Пт	353	201.5
				18	Ср	323	171.5	19	Сб	354	202.5
19	Пн	293	141.5	19	Чт	324	172.5	20	Нд	355	203.5
20	Вт	294	142.5	20	Пт	325	173.5				
21	Ср	295	143.5	21	Сб	326	174.5	21	Пн	356	204.5
22	Чт	296	144.5	22	Нд	327	175.5	22	Вт	357	205.5
23	Пт	297	145.5					23	Ср	358	206.5
24	Сб	298	146.5	23	Пн	328	176.5	24	Чт	359	207.5
25	Нд	299	147.5	24	Вт	329	177.5	25	Пт	360	208.5
				25	Ср	330	178.5	26	Сб	361	209.5
26	Пн	300	148.5	26	Чт	331	179.5	27	Нд	362	210.5
27	Вт	301	149.5	27	Пт	332	180.5				
28	Ср	302	150.5	28	Сб	333	181.5	28	Пн	363	211.5
29	Чт	303	151.5	29	Нд	334	182.5	29	Вт	364	212.5
30	Пт	304	152.5					30	Ср	365	213.5
31	Сб	305	153.5	30	Пн	335	183.5	31	Чт	366	214.5

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 (увечері — останній тиждень місяця), Венера (увечері), Марс (уранці), Юпітер (уранці; увесь місяць, крім першої десятиденки), Сатурн (увечері, перші три дні місяця), Уран (на початку місяця — майже цілу ніч, крім уранішніх годин; наприкінці місяця — перша половина ночі), Нептун (увечері).

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

Земля в перигелії: 5.I, о 8 год.

Фази Місяця: перша чверть — 3.I, повний Місяць — 10.I, остання чверть — 17.I, новий Місяць — 24.I.

Місяць в апогеї — 2.I та 29.I, у перигеї — 13.I.

Півтіньове місячне затемнення 10 січня (в Україні видно).

Комети: 289P/Бланпен, С/2017 Т2 (ПАНСТАРПС).

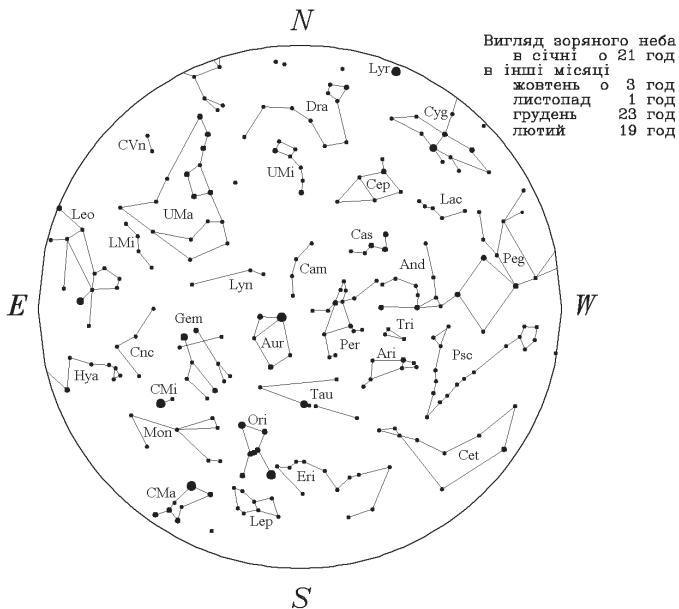
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ Овна, λ , ι , ζ Оріона, ι Рака.

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 (увечері — цілий місяць, крім останнього тижня), Венера (увечері), Марс (уранці), Юпітер (уранці), Сатурн (уранці), Уран (на початку місяця — перша половина ночі, наприкінці місяця — увечері), Нептун (увечері).

Метеорні потоки: Віргініди (друга половина місяця).

Фази Місяця: перша чверть — 2.П, повний Місяць — 9.П, остання чверть — 15.П, новий Місяць — 23.П.

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

Комети: 289P/Бланпен, C/2017 T2 (ПАНСТАРРС).

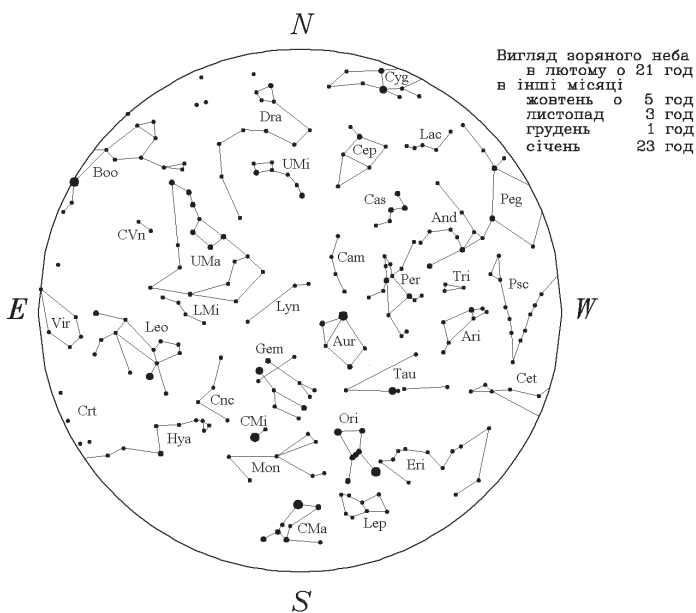
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, χ Дракона, ξ Цефея, α Гончих Псів.

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 (уранці), Венера (увечері), Марс (уранці), Юпітер (уранці), Сатурн (уранці), Уран (увечері).

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

Весняне рівнодення: 20.III, 7 год 35 хв. Початок весни.

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

Місяць у перигеї — 10.III, в апогеї — 24.III.

Комети: 289P/Бланпен, С/2017 Т2 (ПАНСТАРРС).

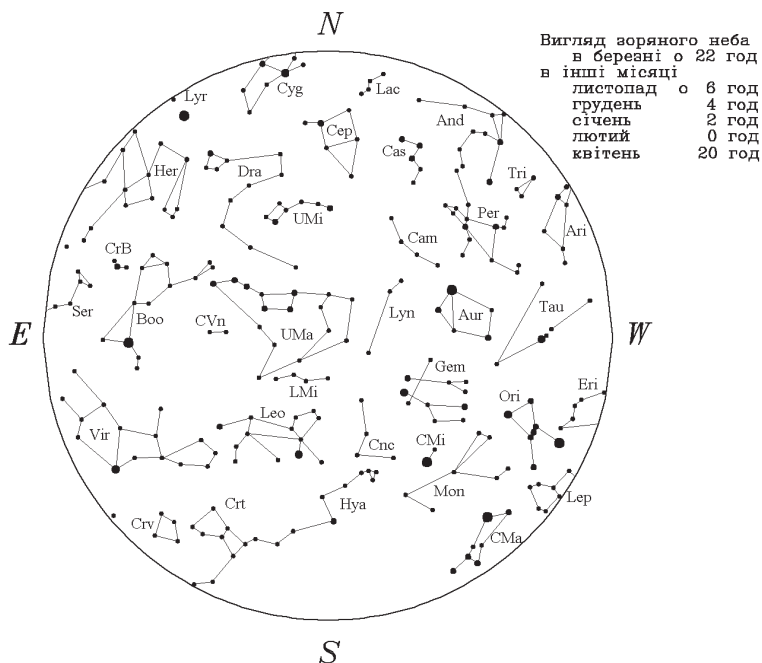
Подвійні зорі: ζ, ξ Великої Ведмедиці, γ, 54 Лева, ξ, κ², π, ε Волопаса, α Гончих Псів, γ Андромеди, η Кассіопеї, 23, λ, ι, ζ Оріона, ι Рака, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

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

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

Молочний Шлях проходить із заходу на схід низько над горизонтом.



Квітень

Видимість планет: Венера (увечері), Марс (уранці), Юпітер (уранці), Сатурн (уранці), Уран (увечері — перша половина місяця), Нептун (уранці).

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

Фази Місяця: перша чверть — 1.IV та 30.IV, повний Місяць — 8.IV, остання чверть — 14.IV, новий Місяць — 23.IV.

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

Комети: 289P/Бланпен, 210P/Крістенсен, C/2017 T2 (ПАНСТАРРС).

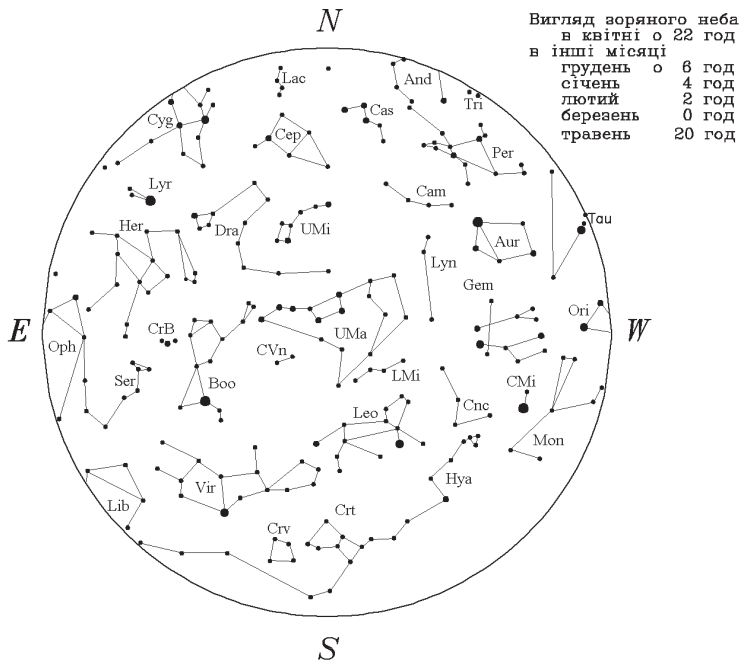
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ , 54 Лева, τ , μ , β , δ , λ Лебедя, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона.

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; увесь місяць, крім першої десятиденки), Венера (увечері), Марс (уранці), Юпітер (друга половина ночі), Сатурн (друга половина ночі), Уран (уранці — остання десятиденка місяця), Нептун (уранці).

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

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

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

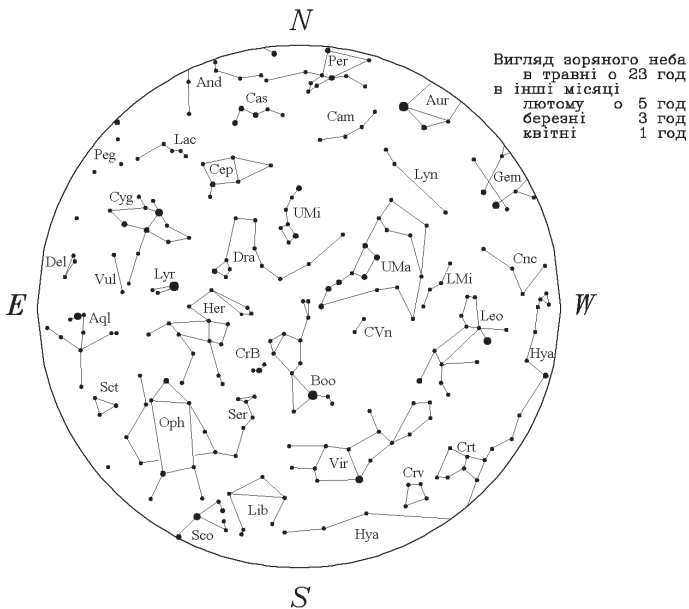
Комети: C/2017 T2 (ПАНСТАРРС).

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

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, 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 (увечері — перша половина місяця), Венера (уранці — друга половина місяця), Марс (уранці; останній тиждень місяця — друга половина ночі), Юпітер (друга половина ночі — перший тиждень; далі — майже цілу ніч, крім вечірніх годин), Сатурн (друга половина ночі — на початку місяця; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин), Уран (уранці), Нептун (на початку місяця — уранці, наприкінці місяця — друга половина ночі).

Метеорні потоки: Аріетиди, максимум 7.VI.

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

Місяць у перигеї — 3.VI та 30.VI, в апогеї — 15.VI.

Півтіньове місячне затемнення 5 червня (в Україні видно).

Кільцеподібне сонячне затемнення 21 червня (в Україні видно).

Літне сонцестояння: 21.VI, 1 год 48 хв. Початок літа.

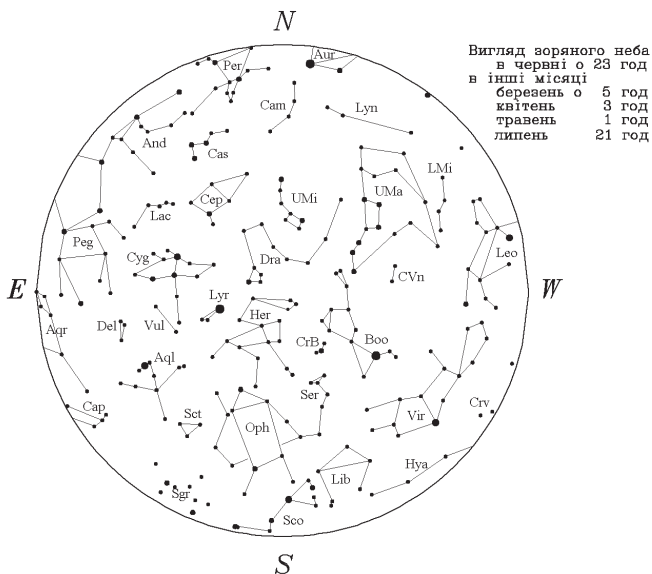
Комети: C/2017 T2 (ПАНСТАРРС), 249P/ЛІНЕАР.

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, Змієноця, Стрільця, Ліри та Лисички.

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

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



Липень

Видимість планет: Меркурій (уранці; увесь місяць, крім першої десятиденки), Венера (уранці), Марс (друга половина ночі; у другій половині місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин), Юпітер (усю ніч; упродовж останньої десятиденки — майже цілу ніч, крім уранішніх годин), Сатурн (усю ніч), Уран (уранці — на початку місяця; наприкінці місяця — друга половина ночі), Нептун (друга половина ночі — на початку місяця; наприкінці місяця — майже цілу ніч, крім вечірніх годин).

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

Земля в афелії: 4.VII, о 13 год.

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

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

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

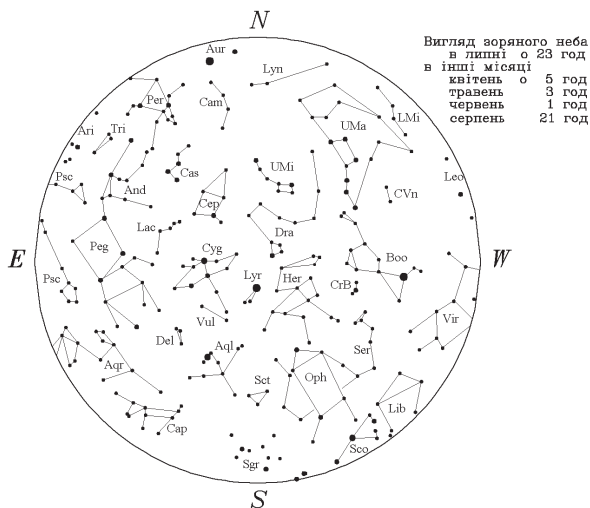
Комети: C/2017 T2 (ПАНСТАРРС), 249P/ЛІНЕАР.

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.



Вересень

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

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

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

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

Осіньне рівнодення: 22.IX, 17 год 28 хв. Початок осені.

Комети: C/2017 T2 (ПАНСТАРПС).

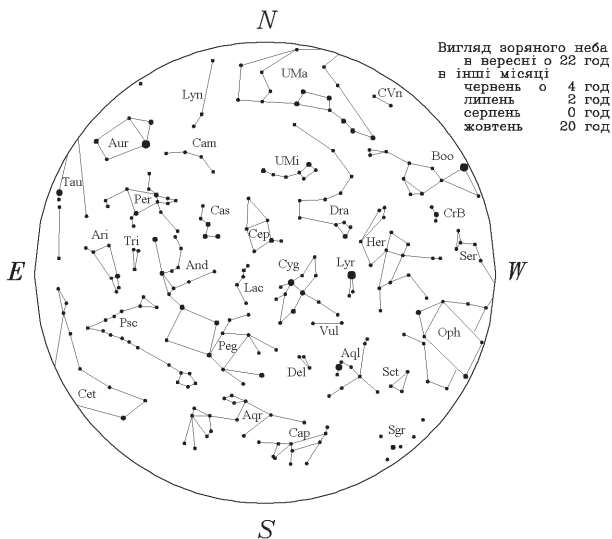
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї, γ , λ Овна.

Зоряні скупчення: Гіади.

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

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

Молочний Шлях проходить зі сходу на захід через зеніт.



Жовтень

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

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

Фази Місяця: повний Місяць — 1.X та 31.X, остання чверть — 10.X, новий Місяць — 16.X, перша чверть — 23.X.

Місяць в апогеї — 3.X та 30.X, у перигеї — 16.X.

Комети: C/2017 T2 (ПАНСТАРРС).

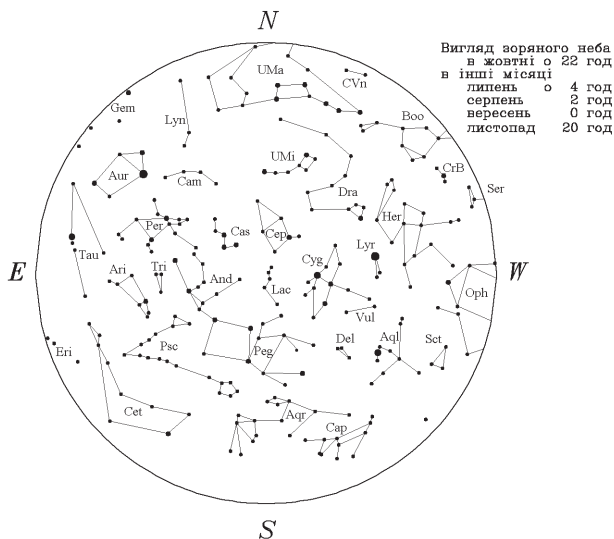
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, γ Дельфіна, κ^2 , π , ζ , ϵ Волопаса, ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, α Гончих Псів, θ Змії, ζ , α , ρ Геркулеса, γ Андромеди, η Кассіопеї, γ , λ Овна.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

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



Листопад

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

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

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

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

Комети: 141P/Мачгольц 2.

Півтіньове місячне затемнення 30 листопада.

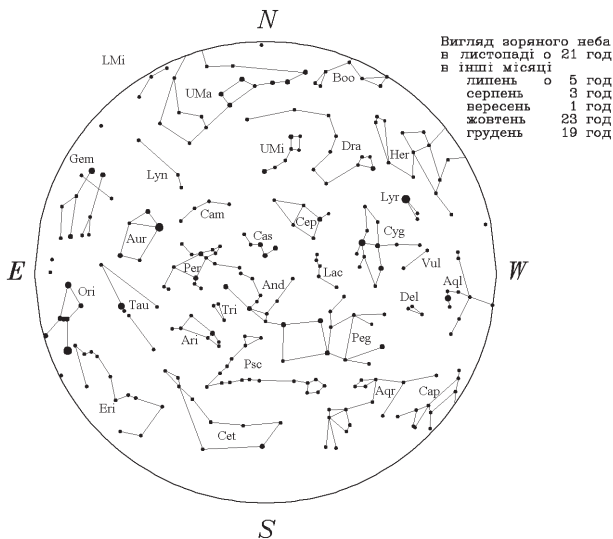
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, λ , μ , τ Лебеда, σ , ψ Дракона, ζ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ , γ Овна, ξ , 23, λ , ι , ζ Оріона.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди.

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

Галактики: у сузір'ях Андромеди й Трикутника.

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



Грудень

Видимість планет: Меркурій (уранці — перша п'ятиденка), Венера (уранці), Марс (перша половина ночі), Юпітер (увечері), Сатурн (увечері), Уран (майже цілу ніч, крім уранішніх годин), Нептун (перша половина ночі — на початку місяця; наприкінці місяця — увечері).

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

Фази Місяця: остання чверть — 8.XII, новий Місяць — 14.XII, перша чверть — 21.XII, повний Місяць — 30.XII.

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

Зимове сонцестояння: 21.XII, 13 год 37 хв. Початок зими.

Повне сонячне затемнення 14 грудня (в Україні не видно).

Комети: 141P/Маггольц 2.

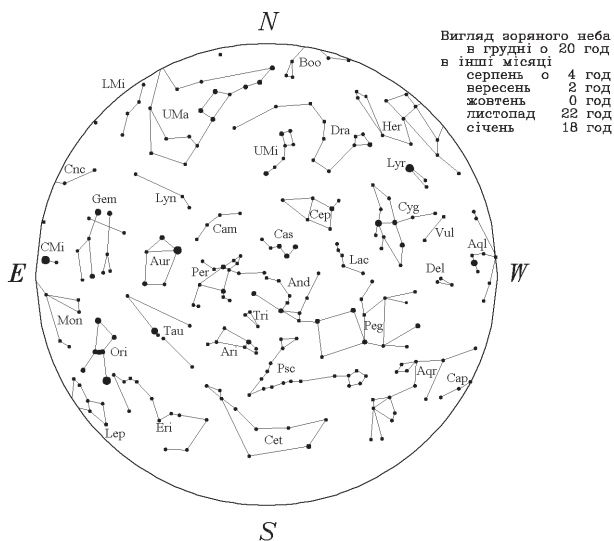
Подвійні зорі: ζ , ξ Великої Ведмедиці, λ , μ , τ Лебеда, σ , ψ Дракона, ξ Цефея, η Персея, γ Андромеди, η Кассіопеї, λ , γ Овна, 23, λ , ι , ζ Орiona, ι Рака.

Зоряні скупчення: Гіади, Плеяди, Ясла.

Туманності: у сузір'ях Кассіопеї, Персея, Орiona, Одророга, Ліри, Лисички й Водолія.

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 місяцях, які містять 31 добу, позначені зірочкою (*); у тих місяцях, які містять 29 діб, — знаком #; у тих місяцях, 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 2020!*	19 грудня 2019	5 Jumada I 1441	11 Day 1398	11 Pausa 1941	7.12 ji-hai	4 Tevet 5780
14 січня 2020	1 січня 2020!*					
21 січня 2020			1 Bahman 1398	1 Magna 1941	1.01 Geng-zi!#	
25 січня 2020						1 Shevat 5780
27 січня 2020		1 Jumada II 1441#				6 Shevat 5780
1 лютого 2020#	19 січня 2020	6 Jumada II 1441	12 Bahman 1398	12 Magna 1941	8.01 Geng-zi	
14 лютого 2020	1 лютого 2020#		1 Esfand 1398#	1 Phalguna 1941	1.02 Geng-zi	
20 лютого 2020						
23 лютого 2020		1 Rajab 1441				
25 лютого 2020						
26 лютого 2020						
1 березня 2020*	17 лютого 2020	6 Rajab 1441	11 Esfand 1398	11 Phalguna 1941	8.02 Geng-zi	1 Adar 5780#
14 березня 2020	1 березня 2020*					5 Adar 5780
20 березня 2020			1 Farvardin 1399!*			
21 березня 2020				1 Chaitra 1942!*		
24 березня 2020					1.03 Geng-zi	
26 березня 2020		1 Shaban 1441#				1 Nisan 5780
1 квітня 2020	19 березня 2020	7 Shaban 1441	13 Farvardin 1399	12 Chaitra 1942	9.03 Geng-zi	7 Nisan 5780
14 квітня 2020	1 квітня 2020					
20 квітня 2020			1 Ordibehest 1399*			
21 квітня 2020				1 Vaisakha 1942*		
23 квітня 2020					1.04 Geng-zi	
24 квітня 2020		1 Ramadan 1441				
25 квітня 2020						1 Iyar 5780#

Григоріанський	Юліанський	Арабський	Перський	Індійський	Китайський	Єврейський
1 травня 2020*	18 квітня 2020	8 Ramadan 1441	12 Ordibehst 1399	11 Vaisakha 1942	9.04 Geng-zi	7 Iyar 5780
14 травня 2020	1 травня 2020*		1 Khorad 1399*	1 Juastha 1942*	1.00 Geng-zi# (вставний місяць)	
21 травня 2020						1 Sivan 5780
22 травня 2020						9 Sivan 5780
23 травня 2020						
24 травня 2020		1 Shawwal 1441 #				
1 червня 2020	19 травня 2020	9 Shawwal 1441	12 Khorad 1399	11 Juastha 1942	10.00 Geng-zi (вставний місяць)	
14 червня 2020	1 червня 2020		1 Tir 1399*	1 Asadra 1942*	1.05 Geng-zi	
21 червня 2020		1 Dhu al- Q'addah 1441				
22 червня 2020						
23 червня 2020						1 Tammuz 5780#
1 липня 2020*	18 червня 2020	10 Dhu al- Q'addah 1441	11 Tir 1399	10 Asadra 1942	11.05 Geng-zi	9 Tammuz 5780
14 липня 2020	1 липня 2020*					
21 липня 2020		1 Dhu al-Hijjah 1441 #	1 Mordad 1399*		1.06 Geng-zi#	1 Av 5780
22 липня 2020						
23 липня 2020						
1 серпня 2020*	19 липня 2020	11 Dhu al-Hijjah 1441	11 Mordad 1399	10 Sravanda 1942	12.06 Geng-zi	11 Av 5780
14 серпня 2020	1 серпня 2020*					
19 серпня 2020						
20 серпня 2020						
21 серпня 2020						
22 серпня 2020						
23 серпня 2020						
		1 Muharram 1442!			1.07 Geng-zi#	1 Elul 5780#
			1 Shahrivar 1399*	1 Bhadra 1942*		

Закінчення таблиці

Григоріанський	Юліанський	Арабський	Перський	Індійський	Китайський	Єврейський
1 вересня 2020	19 серпня 2020	13 Muharram 1442	11 Shahrivar 1399	10 Bhadra 1942	14.07 Geng-zi	12 Elul 5780
14 вересня 2020	1 вересня 2020					
17 вересня 2020						
19 вересня 2020		1 Safar 1442#			1.08 Geng-zi	1 Tishri 5781!
22 вересня 2020			1 Mehr 1399			
23 вересня 2020				1 Ashvina 1942		
1 жовтня 2020*	18 вересня 2020	13 Safar 1442	10 Mehr 1399	9 Ashvina 1942	15.08 Geng-zi	13 Tishri 5781
14 жовтня 2020	1 жовтня 2020*				1.09 Geng-zi#	
17 жовтня 2020		1 Rabi'a I 1442				
18 жовтня 2020			1 Aban 1399			1 Hesvan 5781#
19 жовтня 2020				1 Kartika 1942		
22 жовтня 2020			1 Aban 1399	10 Kartika 1942	16.09 Geng-zi	14 Hesvan 5781
23 жовтня 2020						
1 листопада 2020	19 жовтня 2020	15 Rabi'a I 1442	11 Aban 1399			
14 листопада 2020	1 листопада 2020					
15 листопада 2020		1 Rabi'a II 1442#			1.10 Geng-zi	1 Kislev 5781#
17 листопада 2020			1 Azr 1399			
21 листопада 2020				1 Agrahayana 1942		
22 листопада 2020			11 Azr 1399	10 Agrahayana 1942	17.10 Geng-zi	15 Kislev 5781
1 грудня 2020*	18 листопада 2020	15 Rabi'a II 1442				
14 грудня 2020	1 грудня 2020*				1.11 Geng-zi#	1 Tevet 5781#
15 грудня 2020		1 Jumada I 1442				
16 грудня 2020			1 Day 1399			
21 грудня 2020				1 Pausa 1942		
22 грудня 2020			12 Day 1399	11 Pausa 1942	18.11 Geng-zi	17 Tevet 5781
1 січня 2021!*	19 грудня 2020	17 Jumada I 1442				

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 ($\lambda < 1550$ Å) сонячна стала дорівнює $3-15$ ерг/(с·см²).

У рентгенівському діапазоні ($\lambda = 1-100$ Å) сонячна стала становить $0.1-1$ ерг/(с·см²).

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

Середня інтенсивність випромінювання сонячного диска $F = 2.02 \cdot 10^{10}$ ерг/(с·см² · ср).

Потік випромінювання від фотосфери $F = \pi F = 6.35 \cdot 10^{10}$ ерг/(с·см²).

Інтенсивність випромінювання від центра диска

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

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 2020.0 — 31 грудня 2019 р. о 21 год 03 хв.

Весняне рівнодення: 20.III, 7 год 35 хв.

Літнє сонцестояння: 21.VI, 1 год 48 хв.

Осіньне рівнодення: 22.IX, 17 год 28 хв.

Зимове сонцестояння: 21.XII, 13 год 37 хв.

Земля в перигелії — 5 січня о 8 год; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{\min} = 0.9832436$ а. о. = 147 091 149 км; швидкість Землі $v_{\max} = 30.27$ км/с.

Земля в афелії — 4 липня о 13 год; у цей момент відстань між Землею та Сонцем $R_{\max} = 1.0166943$ а. о. = 152 095 302 км; швидкість Землі $v_{\min} = 29.27$ км/с.

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

Світловий проміжок для одиничної відстані (світлове рівняння)

$$\tau_A = 499.00478384 \text{ с.}$$

Середній нахил екліптики до екватора $\varepsilon = 23^\circ 26' 11.85''$ для епохи $T = J2020.5$.

Ексцентриситет орбіти $e = 0.016700$ для епохи $T = J2020.5$.

Річна прецесія (для епохи $T = J2020.5$): по прямому піднесенню $m = 3.0753^s = 46.1301''$; по схиленню $n = 20.0413'' = 1.3361^s$; по довготі $p = 50.2955''$.

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: $l_\lambda = (111.321 \cos \varphi - 0.094 \cos 3\varphi)$ км,
 $l_\varphi = (111.143 - 0.562 \cos 2\varphi)$ км; для Києва ($\varphi = 50^\circ 25'$) $l_\lambda = 71.0$ км і $l_\varphi = 111.25$ км.

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

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

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

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

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

ОСНОВНІ ДАНІ ПРО МІСЯЦЬ

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

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

Об'єм $V = 21.99 \cdot 10^9$ 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 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	29	3	05	18	43	33	-23	03.5	23	16	38	-9	58.7
2	6	44	26	3	33	18	47	58	-22	58.7	0	01	00	-5	33.7
3	6	48	22	4	01	18	52	23	-22	53.4	0	44	37	-0	56.8
4	6	52	19	4	29	18	56	47	-22	47.7	1	28	23	3	43.7
5	6	56	15	4	57	19	01	11	-22	41.5	2	13	12	8	19.6
6	7	00	12	5	23	19	05	34	-22	34.9	2	59	58	12	41.1
7	7	04	09	5	50	19	09	57	-22	27.8	3	49	29	16	36.2
8	7	08	05	6	16	19	14	20	-22	20.2	4	42	21	19	50.4
9	7	12	02	6	41	19	18	42	-22	12.3	5	38	42	22	07.3
10	7	15	58	7	06	19	23	03	-22	03.9	6	38	00	23	10.5
11	7	19	55	7	31	19	27	24	-21	55.0	7	39	05	22	48.5
12	7	23	51	7	54	19	31	45	-21	45.8	8	40	17	20	57.9
13	7	27	48	8	18	19	36	04	-21	36.1	9	40	09	17	45.5
14	7	31	44	8	40	19	40	24	-21	26.0	10	37	48	13	26.7
15	7	35	41	9	02	19	44	42	-21	15.5	11	33	06	8	21.6
16	7	39	38	9	23	19	49	00	-21	04.5	12	26	31	2	51.2
17	7	43	34	9	44	19	53	17	-20	53.2	13	18	47	-2	44.4
18	7	47	31	10	04	19	57	34	-20	41.5	14	10	49	-8	07.2
19	7	51	27	10	24	20	01	50	-20	29.3	15	03	24	-13	00.5
20	7	55	24	10	42	20	06	05	-20	16.8	15	57	07	-17	09.4
21	7	59	20	11	00	20	10	19	-20	03.9	16	52	08	-20	20.6
22	8	03	17	11	17	20	14	33	-19	50.7	17	48	13	-22	23.8
23	8	07	13	11	34	20	18	46	-19	37.0	18	44	34	-23	12.7
24	8	11	10	11	49	20	22	58	-19	23.0	19	40	12	-22	47.0
25	8	15	07	12	04	20	27	10	-19	08.7	20	34	09	-21	12.1
26	8	19	03	12	18	20	31	21	-18	54.0	21	25	45	-18	37.7
27	8	23	00	12	32	20	35	30	-18	38.9	22	14	50	-15	15.8
28	8	26	56	12	44	20	39	39	-18	23.5	23	01	34	-11	18.7
29	8	30	53	12	56	20	43	48	-18	07.8	23	46	29	-6	57.9
30	8	34	49	13	07	20	47	55	-17	51.7	0	30	15	-2	23.3
31	8	38	46	13	17	20	52	02	-17	35.3	1	13	40	2	16.1

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	42	13	26	20	56	07	-17	18.6	1	57	34	6	52.0
2	8	46	39	13	34	21	00	12	-17	01.6	2	42	50	11	15.7
3	8	50	36	13	42	21	04	16	-16	44.4	3	30	20	15	17.2
4	8	54	32	13	48	21	08	20	-16	26.8	4	20	47	18	44.3
5	8	58	29	13	54	21	12	22	-16	08.9	5	14	42	21	22.8
6	9	02	25	13	59	21	16	23	-15	50.8	6	12	02	22	56.7
7	9	06	22	14	03	21	20	24	-15	32.3	7	12	08	23	11.3
8	9	10	18	14	07	21	24	24	-15	13.7	8	13	41	21	57.2
9	9	14	15	14	09	21	28	23	-14	54.7	9	15	06	19	14.4
10	9	18	11	14	11	21	32	22	-14	35.5	10	15	07	15	13.1
11	9	22	08	14	12	21	36	19	-14	16.1	11	13	03	10	12.1
12	9	26	05	14	12	21	40	16	-13	56.4	12	08	57	4	35.0
13	9	30	01	14	12	21	44	12	-13	36.5	13	03	19	-1	14.1
14	9	33	58	14	11	21	48	07	-13	16.4	13	56	55	-6	53.1
15	9	37	54	14	09	21	52	02	-12	56.1	14	50	30	-12	02.5
16	9	41	51	14	06	21	55	56	-12	35.5	15	44	38	-16	26.4
17	9	45	47	14	03	21	59	49	-12	14.7	16	39	36	-19	51.9
18	9	49	44	13	59	22	03	42	-11	53.8	17	35	15	-22	09.5
19	9	53	40	13	54	22	07	33	-11	32.6	18	31	04	-23	14.0
20	9	57	37	13	49	22	11	25	-11	11.3	19	26	15	-23	04.9
21	10	01	34	13	42	22	15	15	-10	49.8	20	19	59	-21	46.2
22	10	05	30	13	36	22	19	05	-10	28.1	21	11	40	-19	26.4
23	10	09	27	13	28	22	22	54	-10	06.3	22	01	01	-16	16.0
24	10	13	23	13	20	22	26	43	-9	44.3	22	48	09	-12	26.6
25	10	17	20	13	12	22	30	31	-9	22.2	23	33	27	-8	09.8
26	10	21	16	13	03	22	34	18	-8	59.9	0	17	27	-3	36.2
27	10	25	13	12	53	22	38	05	-8	37.5	1	00	52	1	04.5
28	10	29	09	12	43	22	41	51	-8	14.9	1	44	24	5	43.0
29	10	33	06	12	32	22	45	37	-7	52.3	2	28	51	10	10.5

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	37	03	12	20	22	49	22	-7	29.5	3	14	59	14	17.5
2	10	40	59	12	09	22	53	07	-7	06.6	4	03	30	17	53.4
3	10	44	56	11	56	22	56	51	-6	43.6	4	54	57	20	45.9
4	10	48	52	11	43	23	00	34	-6	20.5	5	49	34	22	41.4
5	10	52	49	11	30	23	04	18	-5	57.4	6	47	06	23	26.4
6	10	56	45	11	16	23	08	00	-5	34.1	7	46	45	22	49.4
7	11	00	42	11	02	23	11	43	-5	10.8	8	47	18	20	45.0
8	11	04	38	10	47	23	15	25	-4	47.4	9	47	33	17	16.4
9	11	08	35	10	32	23	19	06	-4	24.0	10	46	37	12	36.0
10	11	12	32	10	17	23	22	47	-4	00.5	11	44	12	7	03.9
11	11	16	28	10	01	23	26	28	-3	37.0	12	40	32	1	04.7
12	11	20	25	9	45	23	30	09	-3	13.4	13	36	09	-4	55.4
13	11	24	21	9	29	23	33	49	-2	49.7	14	31	40	-10	32.0
14	11	28	18	9	12	23	37	29	-2	26.1	15	27	35	-15	24.3
15	11	32	14	8	55	23	41	09	-2	02.4	16	24	06	-19	16.1
16	11	36	11	8	38	23	44	48	-1	38.7	17	21	02	-21	56.2
17	11	40	07	8	21	23	48	28	-1	15.0	18	17	50	-23	19.5
18	11	44	04	8	04	23	52	07	-0	51.3	19	13	41	-23	26.0
19	11	48	01	7	46	23	55	46	-0	27.5	20	07	51	-22	20.9
20	11	51	57	7	29	23	59	25	-0	03.8	20	59	48	-20	12.8
21	11	55	54	7	11	0	03	04	0	19.9	21	49	21	-17	12.1
22	11	59	50	6	53	0	06	42	0	43.6	22	36	37	-13	30.0
23	12	03	47	6	35	0	10	21	1	07.3	23	22	02	-9	17.6
24	12	07	43	6	17	0	14	00	1	30.9	0	06	08	-4	45.2
25	12	11	40	5	59	0	17	38	1	54.5	0	49	34	-0	02.8
26	12	15	36	5	41	0	21	17	2	18.1	1	33	01	4	40.2
27	12	19	33	5	23	0	24	55	2	41.6	2	17	11	9	14.2
28	12	23	30	5	05	0	28	34	3	05.1	3	02	45	13	29.2
29	12	27	26	4	47	0	32	12	3	28.5	3	50	20	17	14.8
30	12	31	23	4	29	0	35	51	3	51.8	4	40	25	20	19.3
31	12	35	19	4	11	0	39	29	4	15.1	5	33	13	22	30.6

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	16	3	53	0	43	08	4	38.2	6	28	35	23	36.6
2	12	43	12	3	36	0	46	47	5	01.3	7	25	56	23	27.2
3	12	47	09	3	18	0	50	26	5	24.3	8	24	23	21	56.2
4	12	51	05	3	01	0	54	05	5	47.2	9	22	58	19	03.2
5	12	55	02	2	43	0	57	44	6	10.0	10	20	57	14	55.1
6	12	58	59	2	26	1	01	24	6	32.7	11	18	01	9	45.8
7	13	02	55	2	09	1	05	03	6	55.3	12	14	20	3	55.1
8	13	06	52	1	52	1	08	43	7	17.8	13	10	20	-2	13.1
9	13	10	48	1	36	1	12	23	7	40.1	14	06	39	-8	12.6
10	13	14	45	1	20	1	16	03	8	02.3	15	03	47	-13	38.0
11	13	18	41	1	04	1	19	44	8	24.4	16	01	55	-18	07.0
12	13	22	38	0	48	1	23	25	8	46.3	17	00	49	-21	23.2
13	13	26	34	0	33	1	27	06	9	08.1	17	59	44	-23	17.3
14	13	30	31	0	18	1	30	47	9	29.8	18	57	41	-23	47.8
15	13	34	28	0	03	1	34	29	9	51.3	19	53	39	-23	00.4
16	13	38	24	-0	11	1	38	12	10	12.6	20	47	00	-21	04.9
17	13	42	21	-0	25	1	41	54	10	33.7	21	37	31	-18	13.4
18	13	46	17	-0	39	1	45	37	10	54.7	22	25	24	-14	38.1
19	13	50	14	-0	52	1	49	21	11	15.5	23	11	07	-10	30.2
20	13	54	10	-1	04	1	53	05	11	36.1	23	55	18	-6	00.0
21	13	58	07	-1	17	1	56	49	11	56.6	0	38	42	-1	17.0
22	14	02	03	-1	28	2	00	34	12	16.8	1	22	02	3	29.5
23	14	06	00	-1	40	2	04	19	12	36.8	2	06	01	8	10.2
24	14	09	57	-1	51	2	08	05	12	56.7	2	51	21	12	34.8
25	14	13	53	-2	01	2	11	51	13	16.3	3	38	37	16	32.2
26	14	17	50	-2	11	2	15	38	13	35.7	4	28	17	19	50.5
27	14	21	46	-2	20	2	19	25	13	54.8	5	20	29	22	17.3
28	14	25	43	-2	29	2	23	12	14	13.8	6	15	01	23	40.7
29	14	29	39	-2	38	2	27	01	14	32.5	7	11	17	23	51.4
30	14	33	36	-2	46	2	30	49	14	50.9	8	08	24	22	43.7

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	32	-2	53	2	34	38	15	09.2	9	05	27	20	17.4
2	14	41	29	-3	00	2	38	28	15	27.1	10	01	48	16	38.1
3	14	45	26	-3	06	2	42	18	15	44.8	10	57	13	11	56.4
4	14	49	22	-3	12	2	46	09	16	02.3	11	51	54	6	27.4
5	14	53	19	-3	17	2	50	00	16	19.4	12	46	24	0	30.1
6	14	57	15	-3	22	2	53	52	16	36.3	13	41	27	-5	33.1
7	15	01	12	-3	26	2	57	44	16	53.0	14	37	44	-11	17.9
8	15	05	08	-3	30	3	01	37	17	09.3	15	35	40	-16	19.4
9	15	09	05	-3	33	3	05	31	17	25.4	16	35	12	-20	15.6
10	15	13	01	-3	35	3	09	25	17	41.1	17	35	40	-22	50.6
11	15	16	58	-3	37	3	13	20	17	56.6	18	35	51	-23	57.2
12	15	20	55	-3	38	3	17	15	18	11.8	19	34	22	-23	37.6
13	15	24	51	-3	39	3	21	11	18	26.6	20	30	10	-22	01.5
14	15	28	48	-3	39	3	25	07	18	41.2	21	22	43	-19	22.5
15	15	32	44	-3	39	3	29	04	18	55.4	22	12	06	-15	55.0
16	15	36	41	-3	38	3	33	02	19	09.4	22	58	47	-11	52.0
17	15	40	37	-3	36	3	37	00	19	23.0	23	43	30	-7	24.6
18	15	44	34	-3	34	3	40	59	19	36.2	0	27	02	-2	42.4
19	15	48	30	-3	31	3	44	58	19	49.2	1	10	14	2	05.7
20	15	52	27	-3	28	3	48	58	20	01.8	1	53	56	6	50.9
21	15	56	24	-3	24	3	52	58	20	14.0	2	38	55	11	23.6
22	16	00	20	-3	20	3	56	59	20	25.9	3	25	50	15	32.9
23	16	04	17	-3	15	4	01	01	20	37.5	4	15	15	19	06.4
24	16	08	13	-3	09	4	05	03	20	48.7	5	07	21	21	50.8
25	16	12	10	-3	03	4	09	05	20	59.6	6	01	56	23	33.2
26	16	16	06	-2	57	4	13	08	21	10.1	6	58	20	24	02.9
27	16	20	03	-2	50	4	17	12	21	20.2	7	55	33	23	14.0
28	16	23	59	-2	43	4	21	16	21	29.9	8	52	28	21	06.4
29	16	27	56	-2	35	4	25	20	21	39.3	9	48	20	17	46.2
30	16	31	53	-2	27	4	29	25	21	48.3	10	42	50	13	24.2
31	16	35	49	-2	18	4	33	30	21	56.9	11	36	10	8	14.5

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	46	-2	09	4	37	36	22	05.2	12	28	54	2	33.6
2	16	43	42	-2	00	4	41	42	22	13.0	13	21	54	-3	20.0
3	16	47	39	-1	50	4	45	48	22	20.5	14	15	59	-9	05.9
4	16	51	35	-1	40	4	49	54	22	27.6	15	11	54	-14	21.9
5	16	55	32	-1	29	4	54	01	22	34.2	16	09	59	-18	45.6
6	16	59	28	-1	19	4	58	09	22	40.5	17	09	56	-21	57.3
7	17	03	25	-1	08	5	02	16	22	46.4	18	10	45	-23	43.5
8	17	07	22	-0	56	5	06	24	22	51.9	19	10	58	-23	59.9
9	17	11	18	-0	45	5	10	32	22	57.0	20	09	03	-22	52.1
10	17	15	15	-0	33	5	14	41	23	01.7	21	04	00	-20	32.6
11	17	19	11	-0	21	5	18	49	23	05.9	21	55	31	-17	17.0
12	17	23	08	-0	09	5	22	58	23	09.8	22	43	51	-13	20.5
13	17	27	04	0	04	5	27	07	23	13.3	23	29	39	-8	56.4
14	17	31	01	0	16	5	31	16	23	16.3	0	13	44	-4	15.6
15	17	34	57	0	29	5	35	26	23	19.0	0	57	02	0	32.8
16	17	38	54	0	42	5	39	35	23	21.2	1	40	27	5	20.3
17	17	42	51	0	55	5	43	45	23	23.0	2	24	51	9	58.2
18	17	46	47	1	08	5	47	54	23	24.4	3	11	04	14	16.7
19	17	50	44	1	21	5	52	04	23	25.4	3	59	46	18	03.9
20	17	54	40	1	35	5	56	14	23	26.0	4	51	22	21	06.7
21	17	58	37	1	48	6	00	23	23	26.2	5	45	52	23	10.7
22	18	02	33	2	01	6	04	33	23	25.9	6	42	41	24	03.1
23	18	06	30	2	14	6	08	43	23	25.3	7	40	44	23	35.4
24	18	10	26	2	27	6	12	52	23	24.2	8	38	45	21	45.8
25	18	14	23	2	40	6	17	02	23	22.7	9	35	37	18	39.8
26	18	18	20	2	52	6	21	11	23	20.8	10	30	45	14	29.3
27	18	22	16	3	05	6	25	20	23	18.5	11	24	12	9	29.5
28	18	26	13	3	17	6	29	29	23	15.8	12	16	26	3	57.7
29	18	30	09	3	29	6	33	38	23	12.7	13	08	17	-1	48.3
30	18	34	06	3	41	6	37	46	23	09.2	14	00	41	-7	30.1

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	38	02	3	53	6	41	54	23	05.2	14	54	29	-12	48.5
2	18	41	59	4	04	6	46	02	23	00.9	15	50	19	-17	24.0
3	18	45	55	4	15	6	50	10	22	56.2	16	48	18	-20	57.7
4	18	49	52	4	26	6	54	17	22	51.0	17	47	56	-23	13.9
5	18	53	49	4	36	6	58	24	22	45.5	18	47	59	-24	03.7
6	18	57	45	4	47	7	02	31	22	39.5	19	46	56	-23	27.1
7	19	01	42	4	56	7	06	37	22	33.2	20	43	27	-21	32.5
8	19	05	38	5	06	7	10	43	22	26.5	21	36	46	-18	34.2
9	19	09	35	5	14	7	14	48	22	19.4	22	26	48	-14	47.9
10	19	13	31	5	23	7	18	53	22	11.9	23	13	58	-10	28.9
11	19	17	28	5	31	7	22	58	22	04.1	23	58	58	-5	49.7
12	19	21	24	5	39	7	27	02	21	55.8	0	42	40	-1	01.1
13	19	25	21	5	46	7	31	06	21	47.2	1	25	59	3	48.1
14	19	29	18	5	53	7	35	09	21	38.2	2	09	50	8	29.5
15	19	33	14	5	59	7	39	12	21	28.8	2	55	06	12	54.1
16	19	37	11	6	05	7	43	14	21	19.1	3	42	36	16	51.7
17	19	41	07	6	10	7	47	16	21	09.0	4	32	57	20	10.3
18	19	45	04	6	15	7	51	18	20	58.6	5	26	26	22	35.8
19	19	49	00	6	19	7	55	18	20	47.7	6	22	48	23	54.0
20	19	52	57	6	23	7	59	19	20	36.6	7	21	12	23	53.3
21	19	56	53	6	26	8	03	18	20	25.1	8	20	20	22	27.9
22	20	00	50	6	29	8	07	18	20	13.2	9	18	50	19	40.0
23	20	04	47	6	30	8	11	16	20	01.1	10	15	44	15	40.2
24	20	08	43	6	32	8	15	14	19	48.5	11	10	44	10	44.7
25	20	12	40	6	33	8	19	11	19	35.7	12	04	04	5	12.9
26	20	16	36	6	33	8	23	08	19	22.5	12	56	26	-0	35.2
27	20	20	33	6	32	8	27	04	19	09.0	13	48	41	-6	20.2
28	20	24	29	6	31	8	31	00	18	55.2	14	41	43	-11	43.2
29	20	28	26	6	30	8	34	55	18	41.1	15	36	14	-16	26.1
30	20	32	22	6	27	8	38	49	18	26.7	16	32	36	-20	12.1
31	20	36	19	6	24	8	42	42	18	11.9	17	30	38	-22	46.6

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	16	6	21	8	46	35	17	56.9	18	29	30	-23	59.7
2	20	44	12	6	17	8	50	28	17	41.6	19	27	57	-23	48.6
3	20	48	09	6	12	8	54	20	17	26.0	20	24	41	-22	18.0
4	20	52	05	6	06	8	58	11	17	10.1	21	18	47	-19	39.0
5	20	56	02	6	00	9	02	01	16	54.0	22	09	51	-16	06.2
6	20	59	58	5	54	9	05	51	16	37.5	22	58	02	-11	54.7
7	21	03	55	5	47	9	09	41	16	20.8	23	43	53	-7	18.5
8	21	07	51	5	39	9	13	29	16	03.9	0	28	06	-2	29.5
9	21	11	48	5	31	9	17	18	15	46.7	1	11	33	2	22.0
10	21	15	45	5	22	9	21	05	15	29.2	1	55	04	7	07.1
11	21	19	41	5	12	9	24	52	15	11.5	2	39	32	11	37.0
12	21	23	38	5	02	9	28	39	14	53.5	3	25	46	15	42.7
13	21	27	34	4	52	9	32	25	14	35.3	4	14	29	19	13.3
14	21	31	31	4	41	9	36	10	14	16.8	5	06	10	21	56.7
15	21	35	27	4	29	9	39	55	13	58.2	6	00	55	23	39.4
16	21	39	24	4	17	9	43	40	13	39.3	6	58	16	24	08.3
17	21	43	20	4	04	9	47	24	13	20.2	7	57	14	23	14.1
18	21	47	17	3	51	9	51	07	13	00.9	8	56	30	20	54.0
19	21	51	14	3	38	9	54	50	12	41.3	9	54	56	17	13.9
20	21	55	10	3	24	9	58	33	12	21.6	10	51	48	12	27.6
21	21	59	07	3	09	10	02	15	12	01.7	11	47	03	6	54.7
22	22	03	03	2	54	10	05	56	11	41.6	12	41	06	0	57.6
23	22	07	00	2	38	10	09	37	11	21.3	13	34	40	-5	00.9
24	22	10	56	2	22	10	13	18	11	00.8	14	28	32	-10	39.1
25	22	14	53	2	06	10	16	58	10	40.1	15	23	24	-15	37.4
26	22	18	49	1	49	10	20	38	10	19.3	16	19	40	-19	38.6
27	22	22	46	1	32	10	24	17	9	58.3	17	17	13	-22	28.8
28	22	26	43	1	14	10	27	56	9	37.2	18	15	28	-23	59.1
29	22	30	39	0	56	10	31	34	9	15.9	19	13	22	-24	06.4
30	22	34	36	0	38	10	35	13	8	54.5	20	09	48	-22	54.4
31	22	38	32	0	19	10	38	51	8	32.9	21	03	53	-20	32.3

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	29	0	00	10	42	28	8	11.2	21	55	12	-17	13.1
2	22	46	25	-0	19	10	46	05	7	49.4	22	43	47	-13	10.8
3	22	50	22	-0	39	10	49	42	7	27.4	23	30	02	-8	39.2
4	22	54	18	-0	58	10	53	19	7	05.3	0	14	36	-3	50.9
5	22	58	15	-1	19	10	56	55	6	43.1	0	58	11	1	03.2
6	23	02	12	-1	39	11	00	32	6	20.8	1	41	35	5	53.0
7	23	06	08	-1	59	11	04	08	5	58.4	2	25	35	10	29.4
8	23	10	05	-2	20	11	07	44	5	35.9	3	10	55	14	43.1
9	23	14	01	-2	41	11	11	19	5	13.3	3	58	17	18	24.2
10	23	17	58	-3	02	11	14	55	4	50.6	4	48	12	21	21.9
11	23	21	54	-3	23	11	18	31	4	27.8	5	40	55	23	24.3
12	23	25	51	-3	44	11	22	06	4	04.9	6	36	15	24	19.4
13	23	29	47	-4	05	11	25	41	3	42.0	7	33	36	23	56.9
14	23	33	44	-4	26	11	29	17	3	19.0	8	31	57	22	10.9
15	23	37	41	-4	48	11	32	52	2	55.9	9	30	15	19	02.1
16	23	41	37	-5	09	11	36	27	2	32.8	10	27	44	14	38.8
17	23	45	34	-5	30	11	40	02	2	09.6	11	24	06	9	16.5
18	23	49	30	-5	52	11	43	37	1	46.4	12	19	33	3	16.3
19	23	53	27	-6	13	11	47	13	1	23.1	13	14	38	-2	57.4
20	23	57	23	-6	34	11	50	48	0	59.8	14	10	00	-8	59.2
21	0	01	20	-6	56	11	54	23	0	36.5	15	06	19	-14	25.0
22	0	05	16	-7	17	11	57	59	0	13.2	16	03	53	-18	53.5
23	0	09	13	-7	38	12	01	34	-0	10.2	17	02	35	-22	08.6
24	0	13	10	-7	59	12	05	10	-0	33.6	18	01	45	-24	00.4
25	0	17	06	-8	20	12	08	45	-0	56.9	19	00	21	-24	25.9
26	0	21	03	-8	40	12	12	21	-1	20.3	19	57	15	-23	29.6
27	0	24	59	-9	01	12	15	57	-1	43.6	20	51	39	-21	21.1
28	0	28	56	-9	21	12	19	34	-2	07.0	21	43	09	-18	13.4
29	0	32	52	-9	41	12	23	10	-2	30.3	22	31	51	-14	19.9
30	0	36	49	-10	01	12	26	47	-2	53.6	23	18	12	-9	54.1

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	45	-10	21	12	30	24	-3	16.9	0	02	48	-5	07.9
2	0	44	42	-10	40	12	34	01	-3	40.1	0	46	22	-0	12.5
3	0	48	39	-10	59	12	37	39	-4	03.3	1	29	40	4	41.9
4	0	52	35	-11	18	12	41	16	-4	26.4	2	13	24	9	25.4
5	0	56	32	-11	36	12	44	55	-4	49.5	2	58	16	13	48.4
6	1	00	28	-11	54	12	48	33	-5	12.5	3	44	53	17	40.6
7	1	04	25	-12	11	12	52	13	-5	35.5	4	33	44	20	51.6
8	1	08	21	-12	28	12	55	52	-5	58.4	5	25	00	23	10.2
9	1	12	18	-12	45	12	59	32	-6	21.2	6	18	36	24	25.8
10	1	16	14	-13	01	13	03	12	-6	43.9	7	14	04	24	29.0
11	1	20	11	-13	17	13	06	53	-7	06.6	8	10	35	23	13.9
12	1	24	08	-13	32	13	10	35	-7	29.1	9	07	21	20	38.9
13	1	28	04	-13	46	13	14	17	-7	51.6	10	03	42	16	48.4
14	1	32	01	-14	00	13	17	59	-8	13.9	10	59	21	11	52.5
15	1	35	57	-14	14	13	21	42	-8	36.2	11	54	27	6	06.9
16	1	39	54	-14	27	13	25	26	-8	58.3	12	49	32	-0	07.4
17	1	43	50	-14	39	13	29	10	-9	20.3	13	45	16	-6	25.7
18	1	47	47	-14	51	13	32	55	-9	42.1	14	42	21	-12	21.1
19	1	51	43	-15	02	13	36	40	-10	03.8	15	41	08	-17	27.2
20	1	55	40	-15	13	13	40	26	-10	25.4	16	41	33	-21	21.4
21	1	59	37	-15	23	13	44	13	-10	46.8	17	42	48	-23	48.3
22	2	03	33	-15	32	13	48	00	-11	08.1	18	43	36	-24	42.1
23	2	07	30	-15	41	13	51	48	-11	29.1	19	42	34	-24	06.6
24	2	11	26	-15	48	13	55	37	-11	50.0	20	38	36	-22	12.8
25	2	15	23	-15	56	13	59	26	-12	10.8	21	31	17	-19	15.4
26	2	19	19	-16	02	14	03	16	-12	31.3	22	20	42	-15	29.4
27	2	23	16	-16	08	14	07	07	-12	51.6	23	07	24	-11	08.8
28	2	27	12	-16	13	14	10	58	-13	11.8	23	52	06	-6	25.6
29	2	31	09	-16	17	14	14	50	-13	31.7	0	35	35	-1	30.6
30	2	35	06	-16	21	14	18	43	-13	51.4	1	18	41	3	26.5
31	2	39	02	-16	24	14	22	37	-14	10.9	2	02	09	8	16.1

Продовження табл. 1

Дата	Зоряний час 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	59	-16	26	14	26	32	-14	30.2	2	46	43	12	48.1
2	2	46	55	-16	27	14	30	27	-14	49.2	3	32	58	16	52.2
3	2	50	52	-16	27	14	34	23	-15	08.0	4	21	22	20	17.1
4	2	54	48	-16	27	14	38	20	-15	26.5	5	12	06	22	51.4
5	2	58	45	-16	26	14	42	18	-15	44.8	6	04	59	24	24.5
6	3	02	41	-16	24	14	46	17	-16	02.8	6	59	30	24	47.6
7	3	06	38	-16	21	14	50	16	-16	20.6	7	54	52	23	55.3
8	3	10	35	-16	17	14	54	17	-16	38.1	8	50	14	21	46.5
9	3	14	31	-16	12	14	58	18	-16	55.3	9	45	01	18	25.1
10	3	18	28	-16	07	15	02	20	-17	12.3	10	38	58	13	59.0
11	3	22	24	-16	00	15	06	23	-17	28.9	11	32	19	8	40.0
12	3	26	21	-15	53	15	10	27	-17	45.2	12	25	37	2	43.8
13	3	30	17	-15	45	15	14	31	-18	01.3	13	19	40	-3	30.1
14	3	34	14	-15	36	15	18	37	-18	17.0	14	15	21	-9	38.0
15	3	38	10	-15	26	15	22	43	-18	32.4	15	13	20	-15	13.4
16	3	42	07	-15	15	15	26	51	-18	47.5	16	13	50	-19	49.4
17	3	46	04	-15	04	15	30	59	-19	02.2	17	16	19	-23	03.0
18	3	50	00	-14	51	15	35	08	-19	16.6	18	19	26	-24	40.1
19	3	53	57	-14	38	15	39	17	-19	30.7	19	21	20	-24	38.8
20	3	57	53	-14	24	15	43	28	-19	44.4	20	20	24	-23	08.5
21	4	01	50	-14	09	15	47	39	-19	57.7	21	15	42	-20	25.2
22	4	05	46	-13	54	15	51	52	-20	10.7	22	07	07	-16	47.1
23	4	09	43	-13	37	15	56	04	-20	23.3	22	55	09	-12	30.7
24	4	13	39	-13	20	16	00	18	-20	35.5	23	40	36	-7	49.6
25	4	17	36	-13	02	16	04	32	-20	47.4	0	24	22	-2	55.1
26	4	21	33	-12	44	16	08	48	-20	58.8	1	07	24	2	03.3
27	4	25	29	-12	25	16	13	03	-21	09.9	1	50	35	6	56.7
28	4	29	26	-12	05	16	17	20	-21	20.5	2	34	43	11	35.6
29	4	33	22	-11	44	16	21	37	-21	30.8	3	20	33	15	50.2
30	4	37	19	-11	22	16	25	55	-21	40.6	4	08	35	19	29.0

Закінчення табл. 1

Дата	Зоряний час 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	15	-11	00	16	30	14	-21	50.1	4	59	06	22	19.9
2	4	45	12	-10	38	16	34	33	-21	59.1	5	51	58	24	11.2
3	4	49	08	-10	14	16	38	53	-22	07.7	6	46	36	24	52.9
4	4	53	05	-9	50	16	43	13	-22	15.9	7	42	04	24	18.9
5	4	57	02	-9	26	16	47	35	-22	23.6	8	37	23	22	28.5
6	5	00	58	-9	01	16	51	56	-22	30.9	9	31	45	19	26.0
7	5	04	55	-8	35	16	56	18	-22	37.8	10	24	51	15	20.3
8	5	08	51	-8	09	17	00	41	-22	44.2	11	16	49	10	22.8
9	5	12	48	-7	43	17	05	04	-22	50.2	12	08	13	4	47.5
10	5	16	44	-7	15	17	09	28	-22	55.7	12	59	55	-1	09.9
11	5	20	41	-6	48	17	13	52	-23	00.8	13	52	54	-7	10.7
12	5	24	37	-6	20	17	18	16	-23	05.4	14	48	07	-12	53.3
13	5	28	34	-5	52	17	22	41	-23	09.6	15	46	14	-17	53.1
14	5	32	31	-5	23	17	27	06	-23	13.3	16	47	18	-21	45.2
15	5	36	27	-4	54	17	31	32	-23	16.5	17	50	27	-24	08.8
16	5	40	24	-4	25	17	35	57	-23	19.3	18	53	57	-24	52.6
17	5	44	20	-3	56	17	40	23	-23	21.6	19	55	45	-23	58.6
18	5	48	17	-3	26	17	44	49	-23	23.5	20	54	11	-21	39.6
19	5	52	13	-2	57	17	49	16	-23	24.8	21	48	33	-18	15.0
20	5	56	10	-2	27	17	53	42	-23	25.8	22	38	59	-14	04.1
21	6	00	06	-1	57	17	58	08	-23	26.2	23	26	08	-9	24.1
22	6	04	03	-1	27	18	02	35	-23	26.1	0	10	57	-4	28.4
23	6	08	00	-0	57	18	07	01	-23	25.6	0	54	26	0	32.3
24	6	11	56	-0	27	18	11	28	-23	24.7	1	37	34	5	29.1
25	6	15	53	0	02	18	15	54	-23	23.2	2	21	18	10	13.3
26	6	19	49	0	32	18	20	20	-23	21.3	3	06	28	14	36.0
27	6	23	46	1	01	18	24	46	-23	18.9	3	53	46	18	26.9
28	6	27	42	1	31	18	29	12	-23	16.0	4	43	41	21	34.0
29	6	31	39	2	00	18	33	38	-23	12.7	5	36	16	23	44.9
30	6	35	35	2	29	18	38	03	-23	08.9	6	31	05	24	47.8
31	6	39	32	2	57	18	42	28	-23	04.7	7	27	15	24	34.2

Таблиця 2

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

Дата	Схід		Захід		Дата	Схід		Захід			
	год	хв	год	хв		год	хв	год	хв		
Січень	1	7	59	16	08	Липень	3	3	57	20	12
	5	7	58	16	13		7	4	00	20	10
	9	7	57	16	17		11	4	04	20	07
	13	7	54	16	23		15	4	08	20	03
	17	7	52	16	29		19	4	13	19	59
	21	7	48	16	35		23	4	18	19	55
	25	7	44	16	41		27	4	23	19	49
	29	7	39	16	48		31	4	28	19	43
Лютий	2	7	33	16	55	Серпень	4	4	34	19	37
	6	7	27	17	02		8	4	40	19	30
	10	7	20	17	09		12	4	46	19	23
	14	7	14	17	15		16	4	52	19	16
	18	7	06	17	22		20	4	58	19	08
	22	6	59	17	29		24	5	04	19	00
	26	6	51	17	36		28	5	09	18	52
	1	6	43	17	43		Вересень	1	5	15	18
5	6	34	17	49	5	5		21	18	35	
9	6	26	17	56	9	5		27	18	26	
13	6	17	18	02	13	5		33	18	17	
17	6	09	18	09	17	5		39	18	08	
21	6	00	18	15	21	5		45	18	00	
25	5	51	18	21	25	5		51	17	51	
29	5	43	18	28	29	5		57	17	42	
Квітень	2	5	34	18	34	Жовтень	3	6	03	17	33
	6	5	25	18	40		7	6	10	17	25
	10	5	17	18	46		11	6	16	17	16
	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
	30	4	38	19	18		31	6	48	16	38
Травень	4	4	31	19	24	Листопад	4	6	55	16	31
	8	4	24	19	30		8	7	02	16	25
	12	4	18	19	36		12	7	08	16	19
	16	4	12	19	41		16	7	15	16	14
	20	4	07	19	47		20	7	21	16	10
	24	4	03	19	52		24	7	27	16	06
	28	3	59	19	56		28	7	33	16	03
	Червень	1	3	56	20		01	Грудень	2	7	38
5		3	53	20	04	6	7		43	15	59
9		3	51	20	08	10	7		48	15	58
13		3	50	20	10	14	7		51	15	58
17		3	50	20	12	18	7		54	15	59
21		3	51	20	13	22	7		57	16	01
25		3	52	20	13	26	7		58	16	04
29		3	54	20	13	30	7		59	16	07
					Січень	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	-21	-17	-13	-9	-5	0	+4	+9
	9	-23	-20	-16	-12	-9	-5	0	+4	+9
	17	-21	-18	-14	-12	-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	-11	-9	-7	-4	-2	0	+3	+6
	18	-10	-9	-8	-6	-4	-2	0	+2	+4
Березень	26	-8	-6	-5	-4	-3	-1	0	+1	+3
	5	-4	-4	-3	-2	-2	-1	0	+1	+2
	13	-2	-2	-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	+4	+2	+1	0	-1	-2
	14	+10	+8	+7	+5	+3	+1	0	-2	-4
Травень	22	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-3	-5
	30	+15	+13	+10	+8	+6	+3	0	-3	-6
	8	+18	+16	+12	+10	+7	+3	0	-3	-7
	16	+20	+18	+14	+11	+8	+4	0	-4	-8
Червень	24	+22	+20	+16	+12	+9	+4	0	-4	-9
	1	+24	+21	+17	+13	+9	+5	0	-5	-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	+14	+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	-3	-7
	12	+15	+12	+10	+8	+5	+2	0	-3	-6
	20	+12	+10	+8	+6	+4	+2	0	-2	-5
Вересень	28	+10	+8	+7	+5	+4	+2	0	-2	-3
	5	+7	+6	+5	+4	+3	+1	0	-1	-2
	13	+4	+3	+2	+2	+2	+1	0	-1	-1
	21	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0
Жовтень	29	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	+1
	7	-5	-4	-3	-3	-2	-1	0	+1	+2
	15	-8	-6	-5	-4	-2	-1	0	+2	+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	+4	+9
	10	-24	-21	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
	18	-24	-21	-17	-13	-9	-5	0	+5	+10
	26	-24	-20	-17	-13	-9	-5	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	120°	123°	127°	133°
	11	62	59	56	51		19	118	121	124	130
	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	112	114
	20	76	75	74	72		28	103	104	106	108
Березень	1	81	80	80	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	74
	20	106	108	110	112		27	74	72	70	68
Травень	30	110	112	115	118	Листопад	6	70	68	65	62
	10	114	116	119	124		16	66	64	61	57
	20	118	120	124	128		26	63	60	57	53
Червень	30	120	123	127	132	Грудень	6	61	58	55	50
	9	121	124	129	134		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. Азимути відлічуємо від точки півдня на схід для сходу Сонця та на захід для заходу Сонця.

Таблиця 5

ТРИВАЛІСТЬ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПРИСМЕРКІВ (у хвиликах)

Дата		Географічна широта, град.				Дата		Географічна широта, град.			
		40	45	50	55			40	45	50	55
Січень	1	31	34	38	45	Липень	9	32	37	43	55
	11	30	33	38	44		19	31	36	42	52
	21	30	32	36	42		29	30	34	40	47
	31	29	32	35	40		Серпень	8	30	32	38
Лютий	10	28	30	34	38	18		29	32	36	41
	20	27	30	33	37	28		28	30	34	38
Березень	1	27	29	32	36	Вересень	7	28	30	33	37
	11	27	29	32	36		17	27	29	32	36
	21	27	29	32	36		27	27	29	32	36
Квітень	31	27	30	33	37	Жовтень	7	27	29	32	36
	10	27	31	34	38		17	27	30	33	37
	20	28	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	42
	20	31	35	40	50		26	30	33	37	43
Червень	30	32	36	42	53	Грудень	6	30	34	38	45
	9	33	37	44	56		16	31	34	39	46
	19	33	37	44	58		26	31	34	39	46
	29	33	37	44	58		Січень	5	30	33	38

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	11	33	-0.8	103	17	01	35	-103.3	22	41	-2.7	260
2	11	51	-0.7	96	17	42	34	-101.8	23	45	-2.7	268
3	12	09	-0.7	89	18	23	22	-102.8	—	—	—	—
4	12	27	-0.8	81	19	05	00	-106.3	0	50	-2.7	275
5	12	47	-0.9	74	19	48	29	-112.3	1	56	-2.8	283
6	13	09	-1.0	67	20	34	46	-120.5	3	04	-2.9	290
7	13	37	-1.3	61	21	24	38	-130.1	4	14	-3.0	297
8	14	12	-1.6	56	22	18	23	-139.6	5	25	-2.9	302
9	14	57	-2.0	53	23	15	36	-146.7	6	34	-2.8	306
10	15	54	-2.6	53	—	—	—	—	7	37	-2.5	308
11	17	02	-3.0	55	0	14	58	-149.6	8	32	-2.1	306
12	18	19	-3.3	60	1	14	38	-147.6	9	16	-1.6	302
13	19	40	-3.4	67	2	12	51	-142.2	9	51	-1.3	296
14	21	02	-3.4	75	3	08	34	-135.5	10	20	-1.1	288
15	22	23	-3.3	84	4	01	40	-129.6	10	45	-1.0	280
16	23	42	-3.3	94	4	52	43	-125.7	11	08	-0.9	271
17	—	—	—	—	5	42	39	-124.3	11	30	-0.9	262
18	1	00	-3.3	103	6	32	26	-125.3	11	53	-1.0	254
19	2	18	-3.2	111	7	23	00	-128.1	12	18	-1.1	246
20	3	34	-3.1	118	8	14	53	-131.8	12	48	-1.3	240
21	4	46	-2.9	123	9	08	13	-135.0	13	25	-1.7	235
22	5	53	-2.6	127	10	02	30	-136.1	14	09	-2.0	232
23	6	52	-2.2	128	10	56	45	-134.3	15	02	-2.4	232
24	7	40	-1.8	127	11	49	46	-129.7	16	02	-2.6	234
25	8	19	-1.4	123	12	40	33	-123.2	17	07	-2.8	238
26	8	50	-1.1	118	13	28	36	-116.2	18	14	-2.8	244
27	9	15	-1.0	112	14	13	55	-109.8	19	21	-2.8	250
28	9	37	-0.9	106	14	56	56	-105.0	20	27	-2.7	257
29	9	56	-0.7	99	15	38	20	-102.1	21	32	-2.7	265
30	10	13	-0.7	91	16	18	58	-101.4	22	36	-2.7	272
31	10	31	-0.8	84	16	59	45	-103.2	23	41	-2.7	280

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна v , с	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Лютий												
1	10	50	-0.8	77	17	41	40	-107.4	—	—	—	—
2	11	10	-0.9	70	18	25	42	-114.0	0	47	-2.8	287
3	11	35	-1.1	64	19	12	46	-122.6	1	55	-2.9	294
4	12	05	-1.4	58	20	03	31	-132.4	3	04	-2.9	300
5	12	44	-1.8	54	20	58	01	-141.6	4	13	-2.8	305
6	13	34	-2.4	52	21	56	07	-148.2	5	18	-2.6	307
7	14	37	-2.9	53	22	55	59	-150.5	6	17	-2.3	307
8	15	52	-3.3	57	23	55	54	-148.2	7	06	-1.8	305
9	17	13	-3.1	63	—	—	—	—	7	46	-1.5	299
10	18	38	-3.5	72	0	54	25	-143.0	8	19	-1.2	292
11	20	02	-3.5	81	1	50	34	-137.0	8	46	-1.0	283
12	21	25	-3.4	90	2	44	27	-132.0	9	10	-1.0	274
13	22	47	-3.4	100	3	36	39	-129.0	9	33	-0.9	265
14	—	—	—	—	4	28	03	-128.3	9	56	-1.0	256
15	0	07	-3.3	109	5	19	30	-129.4	10	22	-1.1	248
16	1	24	-3.2	116	6	11	38	-131.6	10	50	-1.3	241
17	2	39	-3.0	122	7	04	42	-133.8	11	25	-1.6	236
18	3	47	-2.7	126	7	58	27	-134.6	12	06	-1.9	233
19	4	48	-2.3	128	8	52	10	-133.3	12	56	-2.3	232
20	5	38	-1.9	128	9	44	55	-129.5	13	54	-2.5	233
21	6	19	-1.5	125	10	35	47	-123.9	14	57	-2.7	237
22	6	52	-1.2	120	11	24	14	-117.5	16	03	-2.8	242
23	7	19	-1.0	115	12	10	08	-111.3	17	10	-2.8	248
24	7	41	-0.9	108	12	53	44	-106.3	18	16	-2.7	255
25	8	01	-0.8	101	13	35	36	-102.9	19	21	-2.7	262
26	8	19	-0.7	94	14	16	24	-101.3	20	26	-2.7	270
27	8	36	-0.7	86	14	56	57	-101.9	21	30	-2.7	277
28	8	54	-0.8	79	15	38	06	-104.6	22	36	-2.8	285
29	9	13	-0.8	72	16	20	43	-109.5	23	42	-2.8	292

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	9	35	-1.0	66	17	05	39	-116.4	—	—	—	—
2	10	02	-1.3	60	17	53	37	-124.8	0	49	-2.8	298
3	10	36	-1.6	55	18	45	03	-133.5	1	56	-2.8	303
4	11	20	-2.1	53	19	39	53	-141.2	3	02	-2.6	307
5	12	15	-2.6	52	20	37	23	-146.2	4	02	-2.4	308
6	13	23	-3.0	55	21	36	13	-147.4	4	55	-2.0	307
7	14	40	-3.4	60	22	34	57	-145.4	5	39	-1.6	302
8	16	04	-3.6	67	23	32	27	-141.5	6	14	-1.3	296
9	17	30	-3.6	76	—	—	—	—	6	44	-1.1	288
10	18	56	-3.6	86	0	28	18	-137.4	7	09	-1.0	279
11	20	22	-3.5	96	1	22	44	-134.6	7	33	-1.0	269
12	21	46	-3.5	105	2	16	20	-133.6	7	57	-1.0	260
13	23	08	-3.4	114	3	09	49	-134.2	8	22	-1.1	251
14	—	—	—	—	4	03	47	-135.8	8	50	-1.3	243
15	0	27	-3.2	121	4	58	25	-137.3	9	23	-1.5	237
16	1	40	-2.9	126	5	53	27	-137.5	10	03	-1.8	233
17	2	44	-2.5	128	6	48	12	-135.5	10	51	-2.2	231
18	3	38	-2.0	128	7	41	43	-131.2	11	47	-2.5	232
19	4	22	-1.6	126	8	33	12	-125.2	12	49	-2.7	235
20	4	56	-1.3	122	9	22	07	-118.6	13	54	-2.7	240
21	5	24	-1.1	117	10	08	24	-112.2	15	00	-2.8	246
22	5	47	-0.9	110	10	52	19	-107.0	16	07	-2.8	252
23	6	07	-0.8	103	11	34	24	-103.3	17	12	-2.7	260
24	6	25	-0.7	96	12	15	20	-101.4	18	17	-2.7	267
25	6	42	-0.7	89	12	55	51	-101.5	19	22	-2.7	275
26	6	59	-0.7	81	13	36	44	-103.5	20	27	-2.7	283
27	7	18	-0.8	74	14	18	46	-107.5	21	33	-2.8	290
28	7	39	-0.9	67	15	02	41	-113.1	22	40	-2.8	296
29	8	04	-1.1	61	15	49	08	-120.1	23	47	-2.8	302
30	8	34	-1.4	56	16	38	31	-127.7	—	—	—	—
31	9	13	-1.8	53	17	30	52	-134.6	0	53	-2.7	306

Примітка. Азимути відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна ν , с	год	хв	годинна зміна ν , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Квітень												
1	10	02	-2.3	51	18	25	43	-139.7	1	54	-2.4	308
2	11	02	-2.8	53	19	22	08	-142.0	2	48	-2.1	308
3	12	14	-3.1	57	20	18	59	-141.6	3	33	-1.7	305
4	13	32	-3.4	63	21	15	18	-139.5	4	11	-1.4	300
5	14	56	-3.5	71	22	10	39	-136.9	4	42	-1.2	292
6	16	21	-3.6	80	23	05	05	-135.3	5	08	-1.0	284
7	17	47	-3.6	90	23	59	03	-135.2	5	32	-1.0	274
8	19	14	-3.6	100	—	—	—	—	5	55	-1.0	265
9	20	40	-3.5	110	0	53	25	-136.8	6	19	-1.1	255
10	22	03	-3.4	118	1	48	36	-139.6	6	46	-1.2	247
11	23	23	-3.2	124	2	44	56	-142.2	7	17	-1.4	239
12	—	—	—	—	3	42	05	-143.2	7	56	-1.8	234
13	0	34	-2.7	128	4	39	12	-141.5	8	42	-2.1	231
14	1	34	-2.2	129	5	35	05	-136.7	9	37	-2.4	231
15	2	22	-1.8	128	6	28	38	-129.8	10	38	-2.7	233
16	3	00	-1.4	124	7	19	11	-121.9	11	44	-2.8	238
17	3	30	-1.1	119	8	06	36	-114.4	12	51	-2.8	243
18	3	54	-0.9	113	8	51	14	-108.3	13	57	-2.8	250
19	4	14	-0.8	106	9	33	42	-103.9	15	03	-2.7	257
20	4	32	-0.7	99	10	14	45	-101.5	16	08	-2.7	265
21	4	49	-0.7	91	10	55	12	-101.1	17	13	-2.7	273
22	5	06	-0.7	84	11	35	52	-102.8	18	19	-2.8	280
23	5	24	-0.8	76	12	17	34	-106.5	19	25	-2.8	288
24	5	44	-0.9	69	13	01	02	-111.8	20	32	-2.8	295
25	6	07	-1.0	63	13	46	52	-118.4	21	40	-2.8	301
26	6	35	-1.3	57	14	35	27	-125.4	22	47	-2.7	306
27	7	11	-1.7	53	15	26	48	-131.8	23	49	-2.5	308
28	7	56	-2.1	51	16	20	24	-136.3	—	—	—	—
29	8	52	-2.6	52	17	15	23	-138.2	0	45	-2.2	309
30	9	58	-2.9	54	18	10	39	-137.6	1	33	-1.8	307

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	11	12	-3.2	60	19	05	20	-135.3	2	12	-1.4	302
2	12	31	-3.4	67	19	58	58	-132.7	2	43	-1.2	296
3	13	53	-3.4	76	20	51	43	-131.1	3	10	-1.1	288
4	15	16	-3.5	85	21	44	06	-131.3	3	34	-0.9	279
5	16	41	-3.5	95	22	36	56	-133.6	3	56	-0.9	270
6	18	06	-3.6	105	23	31	03	-137.7	4	19	-1.0	260
7	19	32	-3.5	114	—	—	—	—	4	43	-1.1	251
8	20	55	-3.4	122	0	26	59	-142.6	5	12	-1.3	243
9	22	13	-3.1	127	1	24	44	-146.3	5	46	-1.6	236
10	23	21	-2.6	129	2	23	34	-147.2	6	29	-2.0	232
11	—	—	—	—	3	22	03	-144.0	7	22	-2.4	231
12	0	17	-2.1	129	4	18	35	-137.2	8	23	-2.7	232
13	1	00	-1.6	126	5	11	60	-128.4	9	29	-2.8	235
14	1	33	-1.2	121	6	01	47	-119.4	10	37	-2.8	241
15	1	59	-1.0	115	6	48	07	-111.6	11	45	-2.8	247
16	2	21	-0.8	109	7	31	39	-105.7	12	52	-2.8	254
17	2	40	-0.7	102	8	13	13	-102.1	13	58	-2.7	262
18	2	57	-0.7	94	8	53	45	-100.8	15	03	-2.7	270
19	3	13	-0.7	87	9	34	11	-101.9	16	08	-2.7	278
20	3	30	-0.7	79	10	15	26	-105.1	17	14	-2.8	285
21	3	49	-0.8	72	10	58	20	-110.4	18	21	-2.8	292
22	4	11	-1.0	65	11	43	37	-117.1	19	30	-3.2	299
23	4	37	-1.2	59	12	31	46	-124.6	20	38	-2.8	304
24	5	11	-1.6	54	13	22	52	-131.5	21	43	-2.6	308
25	5	53	-2.0	51	14	16	26	-136.4	22	43	-2.3	309
26	6	46	-2.4	51	15	11	29	-138.4	23	33	-1.9	308
27	7	49	-2.8	53	16	06	45	-137.2	—	—	—	—
28	9	00	-3.1	58	17	01	08	-134.0	0	14	-1.6	304
29	10	17	-3.3	64	17	54	03	-130.1	0	48	-1.3	298
30	11	36	-3.3	72	18	45	32	-127.2	1	15	-1.0	291
31	12	56	-3.4	81	19	36	09	-126.2	1	39	-0.9	283

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	14	17	-3.4	91	20	26	46	-127.6	2	00	-0.9	274
2	15	40	-3.5	101	21	18	24	-131.5	2	21	-0.9	264
3	17	03	-3.5	110	22	11	56	-137.1	2	44	-1.0	255
4	18	27	-3.4	118	23	07	52	-143.1	3	09	-1.1	247
5	19	47	-3.2	125	—	—	—	—	3	40	-1.4	239
6	21	01	-2.9	129	0	05	58	-147.4	4	18	-1.8	234
7	22	04	-2.4	130	1	05	11	-147.8	5	06	-2.2	231
8	22	54	-1.8	128	2	03	45	-143.6	6	04	-2.6	231
9	23	32	-1.4	124	2	59	57	-135.8	7	10	-2.8	233
10	—	—	—	—	3	52	37	-126.2	8	19	-2.9	238
11	0	02	-1.1	118	4	41	28	-117.1	9	29	-2.9	244
12	0	26	-0.9	112	5	26	53	-109.5	10	37	-2.8	251
13	0	45	-0.8	105	6	09	38	-104.1	11	44	-2.8	259
14	1	03	-0.7	97	6	50	43	-101.4	12	50	-2.7	267
15	1	20	-0.7	90	7	31	07	-101.1	13	55	-2.7	274
16	1	36	-0.7	82	8	11	52	-103.4	15	01	-2.7	282
17	1	54	-0.8	75	8	53	57	-108.0	16	07	-2.8	290
18	2	15	-0.9	68	9	38	14	-114.6	17	16	-2.9	296
19	2	39	-1.1	61	10	25	26	-122.5	18	25	-2.8	302
20	3	10	-1.4	56	11	15	54	-130.6	19	32	-2.7	307
21	3	49	-1.8	52	12	09	24	-137.2	20	35	-2.5	309
22	4	38	-2.3	51	13	05	02	-140.7	21	30	-2.1	309
23	5	39	-2.8	52	14	01	25	-140.4	22	15	-1.7	306
24	6	50	-3.1	56	14	57	04	-136.9	22	51	-1.3	300
25	8	06	-3.2	62	15	51	00	-132.0	23	20	-1.1	294
26	9	25	-3.3	70	16	42	58	-127.4	23	45	-0.9	285
27	10	44	-3.3	78	17	33	19	-124.4	—	—	—	—
28	12	04	-3.3	88	18	22	55	-123.9	0	06	-0.9	277
29	13	24	-3.3	97	19	12	46	-126.1	0	27	-0.9	268
30	14	44	-3.4	107	20	03	56	-130.7	0	48	-0.9	259

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Продовження табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна v , с	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Липень												
1	16	06	-3.4	115	20	57	14	-136.7	1	12	-1.0	250
2	17	26	-3.3	122	21	52	58	-142.5	1	39	-1.2	242
3	18	42	-3.0	127	22	50	41	-145.9	2	13	-1.6	236
4	19	49	-2.5	129	23	49	06	-145.1	2	56	-2.0	232
5	20	44	-2.0	129	—	—	—	—	3	49	-2.4	230
6	21	28	-1.6	126	0	46	25	-140.0	4	51	-2.7	232
7	22	02	-1.2	121	1	41	05	-131.8	5	59	-2.9	236
8	22	28	-1.0	115	2	32	13	-122.6	7	10	-3.0	241
9	22	49	-0.8	108	3	19	42	-114.0	8	20	-2.9	248
10	23	08	-0.7	100	4	04	04	-107.3	9	29	-2.8	256
11	23	25	-0.7	93	4	46	09	-103.0	10	35	-2.7	263
12	23	42	-0.7	85	5	26	56	-101.2	11	41	-2.7	271
13	23	59	-0.7	77	6	07	26	-101.9	12	46	-2.7	279
14	—	—	—	—	6	48	41	-105.2	13	52	-2.8	287
15	0	18	-0.8	70	7	31	41	-110.9	14	59	-2.8	294
16	0	40	-1.0	64	8	17	17	-118.4	16	08	-2.9	300
17	1	08	-1.3	58	9	06	01	-127.1	17	16	-2.8	305
18	1	43	-1.6	54	9	58	30	-135.3	18	22	-2.6	308
19	2	28	-2.1	51	10	53	49	-141.3	19	20	-2.3	309
20	3	25	-2.6	51	11	50	54	-143.5	20	10	-1.9	307
21	4	34	-3.0	54	12	48	09	-141.8	20	50	-1.5	303
22	5	50	-3.3	60	13	44	08	-137.2	21	22	-1.2	296
23	7	10	-3.4	67	14	38	05	-131.8	21	49	-1.0	288
24	8	32	-3.4	76	15	29	58	-127.4	22	12	-0.9	279
25	9	52	-3.4	85	16	20	24	-125.0	22	33	-0.9	270
26	11	13	-3.3	95	17	10	19	-125.1	22	54	-0.9	261
27	12	33	-3.3	104	18	00	45	-127.8	23	16	-1.0	252
28	13	53	-3.3	113	18	52	36	-132.3	23	42	-1.2	244
29	15	12	-3.2	120	19	46	27	-137.5	—	—	—	—
30	16	28	-3.0	126	20	42	16	-141.6	0	13	-1.4	238
31	17	37	-2.7	129	21	39	17	-142.8	0	51	-1.8	233

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	18	36	-2.2	129	22	36	06	-140.1	1	39	-2.2	231
2	19	24	-1.7	127	23	31	13	-134.0	2	37	-2.6	231
3	20	00	-1.3	123	—	—	—	—	3	43	-2.8	234
4	20	29	-1.1	117	0	23	26	-125.9	4	53	-3.0	239
5	20	53	-0.9	110	1	12	18	-117.6	6	04	-2.9	245
6	21	12	-0.8	103	1	58	01	-110.3	7	13	-2.9	253
7	21	30	-0.7	95	2	41	08	-105.0	8	21	-2.8	260
8	21	46	-0.7	88	3	22	32	-102.0	9	27	-2.7	268
9	22	03	-0.7	80	4	03	07	-101.3	10	33	-2.7	276
10	22	21	-0.8	73	4	43	53	-103.1	11	38	-2.7	284
11	22	42	-0.9	66	5	25	46	-107.3	12	44	-2.8	291
12	23	06	-1.1	60	6	09	42	-113.6	13	52	-2.8	298
13	23	37	-1.5	55	6	56	29	-121.5	14	59	2.8	303
14	—	—	—	—	7	46	36	-130.1	16	05	-2.7	307
15	0	17	-1.9	52	8	40	04	-137.8	17	07	-2.4	309
16	1	09	-2.4	51	9	36	11	-142.7	18	01	-2.0	308
17	2	12	-2.9	52	10	33	40	-144.0	18	45	-1.7	305
18	3	26	-3.3	57	11	30	59	-141.7	19	21	-1.3	299
19	4	47	-3.4	64	12	26	57	-137.4	19	50	-1.1	292
20	6	10	-3.5	72	13	21	05	-132.8	20	14	-1.0	283
21	7	34	-3.5	82	14	13	35	-129.6	20	37	-0.9	273
22	8	57	-3.5	91	15	05	06	-128.4	20	58	-0.9	264
23	10	20	-3.4	101	15	56	35	-129.6	21	20	-1.0	255
24	11	42	-3.4	110	16	48	53	-132.6	21	45	-1.1	246
25	13	02	-3.3	118	17	42	36	-136.6	22	14	-1.3	239
26	14	20	-3.1	125	18	37	53	-140.0	22	50	-1.7	234
27	15	31	-2.8	129	19	34	12	-141.2	23	35	-2.1	231
28	16	32	-2.3	130	20	30	28	-139.2	—	—	—	—
29	17	22	-1.8	128	21	25	22	-134.1	0	29	-2.5	230
30	18	01	-1.4	125	22	17	48	-126.9	1	32	-2.8	232
31	18	32	-1.2	119	23	07	11	-119.1	2	40	-2.9	237

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	18	57	-0.9	113	23	53	32	-112.0	3	50	-2.9	243
2	19	17	-0.8	106	—	—	—	—	5	00	-2.9	250
3	19	35	-0.7	98	0	37	18	-106.4	6	08	-2.8	258
4	19	51	-0.7	90	1	19	01	-102.8	7	15	-2.8	266
5	20	08	-0.7	83	1	59	57	-101.3	8	21	-2.7	273
6	20	25	-0.7	75	2	40	31	-102.0	9	26	-2.7	281
7	20	44	-0.9	68	3	21	45	-104.9	10	32	-2.8	289
8	21	07	-1.0	62	4	04	30	-109.8	11	39	-2.8	296
9	21	34	-1.3	56	4	49	32	-116.4	12	46	-2.8	302
10	22	09	-1.7	52	5	37	25	-124.1	13	52	-2.7	306
11	22	55	-2.1	50	6	28	24	-131.6	14	54	-2.5	309
12	23	52	-2.6	51	7	22	13	-137.7	15	50	-2.2	310
13	—	—	—	—	8	18	02	-141.1	16	38	-1.8	307
14	1	00	-3.0	54	9	14	40	-141.4	17	17	-1.4	303
15	2	17	-3.4	60	10	10	57	-139.3	17	48	-1.2	296
16	3	40	-3.5	68	11	06	08	-136.2	18	14	-1.0	287
17	5	05	-3.6	77	12	00	06	-133.5	18	38	-1.0	278
18	6	31	-3.6	87	12	53	15	-132.5	19	00	-0.9	268
19	7	56	-3.6	97	13	46	20	-133.4	19	22	-0.9	258
20	9	22	-3.6	107	14	40	07	-136.1	19	46	-1.1	249
21	10	47	-3.5	116	15	35	11	-139.7	20	14	-1.3	241
22	12	08	-3.3	123	16	31	39	-142.7	20	48	-1.6	235
23	13	24	-3.0	128	17	29	00	-143.6	21	30	-2.0	231
24	14	29	-2.5	130	18	26	09	-141.2	22	23	-2.4	230
25	15	23	-2.0	130	19	21	48	-135.7	23	24	-2.7	231
26	16	04	-1.5	126	20	14	50	-128.2	—	—	—	—
27	16	37	-1.2	122	21	04	42	-120.2	0	30	-2.9	235
28	17	02	-0.9	115	21	51	27	-112.8	1	40	-2.9	241
29	17	23	-0.8	108	22	35	29	-107.0	2	49	-2.9	247
30	17	41	-0.7	101	23	17	31	-103.1	3	58	-2.8	255

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	17	58	-0.7	93	23	58	19	-101.2	5	05	-2.8	263
2	18	14	-0.7	85	—	—	—	—	6	11	-2.7	271
3	18	31	-0.7	78	0	38	48	-101.4	7	17	-2.7	279
4	18	49	-0.8	70	1	19	41	-103.6	8	23	-2.7	287
5	19	09	-0.9	64	2	01	48	-107.7	9	29	-2.8	294
6	19	35	-1.2	58	2	45	49	-113.3	10	36	-2.8	300
7	20	06	-1.5	53	3	32	17	-119.8	11	42	-2.7	305
8	20	46	-1.9	50	4	21	26	-126.6	12	45	-2.5	309
9	21	37	-2.4	50	5	13	07	-132.3	13	43	-2.2	310
10	22	39	-2.8	52	6	06	47	-136.0	14	32	-1.9	309
11	23	51	-3.2	56	7	01	29	-137.1	15	13	-1.6	305
12	—	—	—	—	7	56	15	-136.3	15	47	-1.3	300
13	1	10	-3.4	63	8	50	26	-134.3	16	14	-1.0	292
14	2	32	-3.5	72	9	43	52	-132.7	16	38	-1.0	283
15	3	57	-3.6	81	10	36	50	-132.4	17	00	-0.9	273
16	5	23	-3.6	92	11	30	01	-134.2	17	21	-0.9	263
17	6	50	-3.7	102	12	24	16	-137.9	17	44	-1.0	253
18	8	18	-3.7	112	13	20	15	-142.8	18	11	-1.2	245
19	9	45	-3.5	120	14	18	12	-147.3	18	43	-1.5	237
20	11	07	-3.3	127	15	17	36	-149.4	19	23	-1.9	232
21	12	20	-2.8	130	16	17	12	-147.5	20	13	-2.3	229
22	13	20	-2.2	131	17	15	19	-141.6	21	13	-2.6	230
23	14	06	-1.7	128	18	10	33	-133.0	22	19	-2.9	233
24	14	42	-1.3	124	19	02	07	-123.6	23	29	-3.0	238
25	15	09	-1.0	118	19	49	59	-115.0	—	—	—	—
26	15	31	-0.8	111	20	34	42	-108.1	0	40	-2.9	245
27	15	49	-0.7	103	21	17	01	-103.4	1	48	-2.8	252
28	16	06	-0.7	96	21	57	51	-100.9	2	56	-2.8	260
29	16	22	-0.7	88	22	38	06	-100.7	4	02	-2.7	268
30	16	38	-0.7	80	23	18	39	-102.6	5	07	-2.7	276
31	16	55	-0.7	73	—	—	—	—	6	13	-2.8	284

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	17	14	-0.9	66	0	00	18	-106.4	7	20	-2.8	292
2	17	38	-1.1	59	0	43	46	-111.8	8	27	-2.8	298
3	18	07	-1.4	54	1	29	33	-118.0	9	34	-2.8	304
4	18	44	-1.7	51	2	17	53	-124.4	10	39	-2.6	308
5	19	30	-2.1	49	3	08	37	-129.6	11	39	-2.3	310
6	20	27	-2.6	50	4	01	07	-132.8	12	30	-2.0	310
7	21	34	-3.0	54	4	54	29	-133.6	13	13	-1.6	307
8	22	48	-3.2	60	5	47	46	-132.3	13	48	-1.3	302
9	—	—	—	—	6	40	18	-130.0	14	16	-1.1	296
10	0	07	-3.3	68	7	31	56	-128.1	14	40	-1.0	287
11	1	27	-3.4	76	8	23	01	-127.6	15	02	-0.9	278
12	2	50	-3.5	86	9	14	16	-129.3	15	22	-0.9	269
13	4	15	-3.6	97	10	06	39	-133.6	15	44	-0.9	259
14	5	42	-3.7	107	11	01	07	-139.9	16	07	-1.1	249
15	7	10	-3.7	116	11	58	21	-147.1	16	36	-1.3	241
16	8	37	-3.5	124	12	58	18	-152.8	17	12	-1.7	234
17	9	58	-3.2	129	13	59	52	-154.3	17	58	-2.1	230
18	11	07	-2.6	131	15	01	08	-150.4	18	55	-2.6	229
19	12	01	-2.0	130	15	59	58	-141.9	20	02	-2.9	231
20	12	42	-1.5	126	16	54	54	-131.1	21	14	-3.0	236
21	13	13	-1.1	120	17	45	28	-120.5	22	26	-3.0	242
22	13	37	-0.9	114	18	32	03	-111.6	23	37	-2.9	249
23	13	57	-0.8	106	19	15	30	-105.3	—	—	—	—
24	14	14	-0.7	98	19	56	50	-101.5	0	45	-2.8	257
25	14	29	-0.6	91	20	37	07	-100.3	1	52	-2.7	265
26	14	45	-0.7	83	21	17	21	-101.5	2	57	-2.7	273
27	15	01	-0.7	75	21	58	27	-104.9	4	03	-2.8	281
28	15	20	-0.8	68	22	41	17	-110.2	5	10	-2.8	289
29	15	42	-1.0	61	23	26	28	-116.7	6	17	-2.8	296
30	16	09	-1.3	56	—	—	—	—	7	25	-2.8	302

Примітка. Азимуті відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Закінчення табл. 6

Дата	Схід				Кульмінація				Захід			
	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{сх}$, град.	год	хв	с	годинна зміна v , с	год	хв	годинна зміна v , хв	азимут $A_{зах}$, град.
Грудень												
1	16	43	-1.6	52	0	14	21	-123.6	8	31	-2.7	307
2	17	27	-2.0	49	1	04	52	-129.4	9	34	-2.5	310
3	18	21	-2.5	50	1	57	22	-133.0	10	29	-2.1	311
4	19	25	-2.8	53	2	50	49	-133.7	11	14	-1.7	309
5	20	36	-3.1	58	3	44	03	-131.8	11	51	-1.4	304
6	21	52	-3.2	65	4	36	11	-128.3	12	21	-1.1	298
7	23	10	-3.3	73	5	26	54	-124.9	12	45	-0.9	291
8	—	—	—	—	6	16	26	-122.8	13	07	-0.8	282
9	0	29	-3.3	82	7	05	30	-123.0	13	26	-0.8	273
10	1	49	-3.4	92	7	55	07	-126.0	13	46	-0.9	263
11	3	12	-3.5	102	8	46	25	-131.8	14	08	-0.9	254
12	4	37	-3.6	111	9	40	29	-139.8	14	32	-1.1	245
13	6	03	-3.6	120	10	37	53	-148.2	15	03	-1.5	237
14	7	27	-3.4	127	11	38	24	-154.4	15	44	-1.9	232
15	8	44	-2.9	130	12	40	35	-155.4	16	35	-2.4	229
16	9	47	-2.3	131	13	42	06	-150.4	17	39	-2.9	230
17	10	36	-1.8	128	14	40	41	-140.7	18	51	-3.1	233
18	11	12	-1.3	123	15	34	58	-129.2	20	05	-3.1	239
19	11	40	-1.0	117	16	24	41	-118.4	21	19	-3.0	246
20	12	01	-0.8	109	17	10	28	-109.9	22	30	-2.9	254
21	12	20	-0.7	102	17	53	17	-104.1	23	38	-2.8	262
22	12	36	-0.6	94	18	34	17	-101.1	—	—	—	—
23	12	51	-0.7	86	19	14	35	-100.9	0	45	-2.8	270
24	13	08	-0.7	78	19	55	14	-103.2	1	51	-2.7	278
25	13	25	-0.8	71	20	37	14	-107.8	2	57	-2.8	286
26	13	45	-0.9	64	21	21	26	-114.2	4	04	-2.8	294
27	14	10	-1.2	58	22	08	24	-121.6	5	12	-2.8	300
28	14	42	-1.5	53	22	58	21	-128.7	6	19	-2.8	306
29	15	22	-1.9	50	23	50	52	-134.0	7	24	-2.6	309
30	16	13	-2.4	49	—	—	—	—	8	23	-2.3	311
31	17	16	-2.8	51	0	44	59	-136.1	9	12	-1.9	310

Примітка. Азимуту відлічуємо від точки півночі за годинниковою стрілкою.

Таблиця 7

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

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

Продовження табл.7

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

Березень

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

Квітень

1	+27	-26	+18	-18	+10	-10	0	0	-11	+11
2	+26	-26	+18	-18	+10	-10	0	0	-10	+11
3	+22	-22	+15	-15	+8	-8	0	0	-10	+10
4	+18	-19	+13	-13	+7	-7	0	0	-7	+8
5	+12	-14	+8	-10	+4	-5	0	0	-5	+5
6	+6	-8	+4	-5	+2	-3	0	0	-2	+4
7	0	-2	0	-2	0	-1	0	0	0	+1
8	-7	+3	-5	+3	-3	+1	0	0	+2	-1
9	-13	+9	-9	+7	-5	+4	0	0	+5	-3
10	-18	+15	-12	+10	-6	+5	0	0	+8	-6
11	-24	+20	-16	+14	-9	+8	0	0	+9	-7
12	—	+24	—	+16	—	+8	—	0	—	-10
13	-27	+27	-19	+19	-10	+10	0	0	+11	-11
14	-27	+27	-19	+19	-10	+10	0	0	+11	-11
15	-25	+25	-18	+18	-9	+10	0	0	+11	-10
16	-22	+21	-16	+15	-8	+8	0	0	+9	-9
17	-19	+17	-13	+13	-7	+6	0	0	+7	-7
18	-14	+13	-10	+9	-5	+5	0	0	+6	-5

Продовження табл. 7

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

Травень

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

Продовження табл. 7

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

Продовження табл. 7

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

Липень

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

Серпень

1	-27	+28	-19	+19	-10	+10	0	0	+12	-11
2	-26	+28	-18	+19	-10	+10	0	0	+10	-11
3	-21	+25	-15	+17	-7	+9	0	0	+9	-10
4	-17	+21	-12	+14	-6	+7	0	0	+7	-8
5	-13	+15	-9	+11	-5	+5	0	0	+4	-7
6	-8	+11	-5	+8	-3	+4	0	0	+3	-4

Продовження табл. 7

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

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

Продовження табл. 7

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

Закінчення табл. 7

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

Таблиця 8

ФАЗИ МІСЯЦЯ
(за всесвітнім часом)

Перша чверть			Повний Місяць			Остання чверть			Новий Місяць		
дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв	дата	год	хв
I.03	4	45	I.10	19	21	I.17	12	58	I.24	21	42
II.02	1	42	II.09	7	33	II.15	22	17	II.23	15	32
III.02	19	57	III.09	17	48	III.16	9	34	III.24	9	28
IV.01	10	21	IV.08	2	35	IV.14	22	56	IV.23	2	26
IV.30	20	38	V.07	10	45	V.14	14	03	V.22	17	39
V.30	3	30	VI.05	19	12	VI.13	6	24	VI.21	6	41
VI.28	8	16	VII.05	4	44	VII.12	23	29	VII.20	17	33
VII.27	12	32	VIII.03	15	59	VIII.11	16	45	VIII.19	2	42
VIII.25	17	58	IX.02	5	22	IX.10	9	26	IX.17	11	00
IX.24	1	55	X.01	21	05	X.10	0	39	X.16	19	31
X.23	13	23	X.31	14	49	XI.08	13	46	XI.15	5	07
XI.22	4	45	XI.30	9	30	XII.08	0	36	XII.14	16	16
XII.21	23	41	XII.30	3	28						

Таблиця 9

ПРОХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ ЧЕРЕЗ АПОГЕЙ І ПЕРИГЕЙ
(за всесвітнім часом)

Апогей					Перигей				
дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км	дата	год	діаметр видимого диска		відстань від Землі, км
		'	"				'	"	
I.02	1.5	29	32	404578	I.13	20.4	32	39	365963
I.29	21.5	29	29	405389	II.10	20.5	33	09	360463
II.26	11.6	29	25	406276	III.10	6.6	33	28	357122
III.24	15.4	29	23	406688	IV.07	18.2	33	29	356908
IV.20	19.0	29	24	406461	V.06	3.1	33	13	359655
V.18	7.8	29	28	405583	VI.03	3.6	32	48	364365
VI.15	1.0	29	32	404596	VI.30	2.2	32	23	368957
VII.12	19.5	29	34	404200	VII.25	4.9	32	26	368366
VIII.09	13.9	29	32	404657	VIII.21	11.0	32	52	363512
IX.06	6.5	29	28	405605	IX.18	13.8	33	17	359080
X.03	17.4	29	25	406319	X.16	23.8	33	29	356912
X.30	18.8	29	24	406392	XI.14	11.8	33	24	357838
XI.27	0.5	29	26	405890	XII.12	20.7	33	02	361776
XII.24	16.6	29	30	405009					

Таблиця 10

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

Висхідний вузол			Низхідний вузол		
дата	год	хв	дата	год	хв
I.09	23	30	I.22	20	33
II.06	8	59	II.19	0	13
III.04	14	59	III.17	1	01
III.31	16	52	IV.13	3	02
IV.27	17	55	V.10	9	04
V.24	21	35	VI.06	18	12
VI.21	4	24	VII.04	3	20
VII.18	12	34	VII.31	9	32
VIII.14	19	23	VIII.27	11	53
IX.10	23	06	IX.23	12	34
X.08	0	31	X.20	15	56
XI.04	2	41	XI.17	0	08
XII.01	7	47	XII.14	11	04
XII.28	15	03			

Таблиця 11

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

Дата	Час		Зодіакальний знак	
	год	хв		
Січень	20	14	56	Водолія
Лютий	19	4	58	Риб
Березень	20	3	51	Овна
Квітень	19	14	47	Тельця
Травень	20	13	50	Близнят
Червень	20	21	45	Рака
Липень	22	8	38	Лева
Серпень	22	15	46	Діви
Вересень	22	13	32	Терезів
Жовтень	22	23	01	Скорпіона
Листопад	21	20	41	Стрільця
Грудень	21	10	03	Козорога

ВХОДЖЕННЯ МІСЯЦЯ В ЗНАКИ ЗОДІАКУ
(за всесвітнім часом)

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв	
Січень				Лютий			
2	4	01	Овна	1	0	29	Тельця
4	16	14	Тельця	3	11	25	Близнят
7	2	10	Близнят	5	19	00	Рака
9	8	40	Рака	7	22	45	Лева
11	12	14	Лева	9	23	40	Діви
13	14	07	Діви	11	23	38	Терезів
15	15	46	Терезів	14	0	39	Скорпіона
17	18	24	Скорпіона	16	4	11	Стрільця
19	22	43	Стрільця	18	10	41	Козорога
22	5	03	Козорога	20	19	44	Водолія
24	13	24	Водолія	23	6	40	Риб
26	23	45	Риб	25	18	49	Овна
29	11	52	Овна	28	7	30	Тельця
Березень				Квітень			
1	19	20	Близнят	2	18	23	Лева
4	4	23	Рака	4	21	17	Діви
6	9	23	Лева	6	21	16	Терезів
8	10	45	Діви	8	20	19	Скорпіона
10	10	05	Терезів	10	20	39	Стрільця
12	9	34	Скорпіона	13	0	07	Козорога
14	11	16	Стрільця	15	7	42	Водолія
16	16	31	Козорога	17	18	32	Риб
19	1	18	Водолія	20	7	01	Овна
21	12	36	Риб	22	19	37	Тельця
24	0	59	Овна	25	7	19	Близнят
26	13	37	Тельця	27	17	26	Рака
29	1	39	Близнят	30	1	06	Лева
31	11	40	Рака				

Продовження табл. 12

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв	
Травень				Червень			
2	5	33	Діви	2	16	06	Скорпіона
4	7	08	Терезів	4	17	20	Стрільця
6	7	07	Скорпіона	6	19	48	Козорога
8	7	20	Стрільця	9	0	56	Водоля
10	9	45	Козорога	11	9	36	Риб
12	15	45	Водоля	13	21	05	Овна
15	1	26	Риб	16	9	35	Тельця
17	13	37	Овна	18	21	00	Близнят
20	2	11	Тельця	21	6	00	Рака
22	13	35	Близнят	23	12	31	Лева
24	23	10	Рака	25	17	4	Діви
27	6	32	Лева	27	20	17	Терезів
29	11	38	Діви	29	22	49	Скорпіона
31	14	36	Терезів				
Липень				Серпень			
2	1	22	Стрільця	2	18	14	Водоля
4	4	51	Козорога	5	2	30	Риб
6	10	13	Водоля	7	13	08	Овна
8	18	16	Риб	10	1	29	Тельця
11	5	8	Овна	12	13	44	Близнят
13	17	35	Тельця	14	23	36	Рака
16	5	18	Близнят	17	5	36	Лева
18	14	21	Рака	19	8	19	Діви
20	20	15	Лева	21	9	17	Терезів
22	23	41	Діви	23	10	20	Скорпіона
25	1	55	Терезів	25	12	54	Стрільця
27	4	14	Скорпіона	27	17	41	Козорога
29	7	28	Стрільця	30	0	38	Водоля
31	12	02	Козорога				

Закінчення табл. 12

Дата	Час		Зодіакальний знак	Дата	Час		Зодіакальний знак
	год	хв			год	хв	
Вересень				Жовтень			
1	9	38	Риб	1	2	49	Овна
3	20	24	Овна	3	15	14	Тельця
6	8	45	Тельця	6	4	03	Близнят
8	21	28	Близнят	8	15	43	Рака
11	8	19	Рака	11	0	25	Лева
13	15	28	Лева	13	4	53	Діви
15	18	35	Діви	15	5	53	Терезів
17	18	56	Терезів	17	5	07	Скорпіона
19	18	36	Скорпіона	19	4	47	Стрільця
21	19	36	Стрільця	21	6	50	Козорога
23	23	18	Козорога	23	12	23	Водоля
26	6	12	Водоля	25	21	21	Риб
28	15	37	Риб	28	8	47	Овна
				30	21	20	Тельця
Листопад				Грудень			
2	10	00	Близнят	2	3	33	Рака
4	21	46	Рака	4	12	50	Лева
7	7	15	Лева	6	19	45	Діви
9	13	25	Діви	9	0	2	Терезів
11	16	6	Терезів	11	1	59	Скорпіона
13	16	19	Скорпіона	13	2	41	Стрільця
15	15	50	Стрільця	15	3	38	Козорога
17	16	40	Козорога	17	6	32	Водоля
19	20	29	Водоля	19	12	45	Риб
22	4	9	Риб	21	22	34	Овна
24	15	8	Овна	24	10	57	Тельця
27	3	44	Тельця	26	23	34	Близнят
29	16	16	Близнят	29	10	26	Рака
				31	18	59	Лева

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	70.9	Липень	3	-1.6	3.1	162.5		
	5	0.4	-3.4	18.2		7	0.2	3.5	109.5		
	9	-1.5	-3.8	325.5		11	2.0	4.0	56.6		
	13	-3.5	-4.3	272.9		15	3.8	4.3	3.7		
	17	-5.3	-4.7	220.2		19	5.6	4.7	310.7		
	21	-7.2	-5.1	167.5		23	7.3	5.1	257.8		
	25	-9.0	-5.4	114.8		27	8.9	5.4	204.9		
	29	-10.7	-5.7	62.2		31	10.6	5.7	152.0		
	Лютий	2	-12.3	-6.0		9.5	Серпень	4	12.1	6.0	99.1
6		-13.9	-6.3	316.9	8	13.6		6.3	46.2		
10		-15.4	-6.5	264.2	12	15.1		6.5	353.3		
14		-16.8	-6.8	211.5	16	16.5		6.7	300.4		
18		-18.2	-6.9	158.8	20	17.7		6.9	247.6		
22		-19.4	-7.1	106.2	24	19.0		7.0	194.7		
26		-20.6	-7.2	53.5	28	20.1		7.1	141.9		
Березень		1	-21.6	-7.2	0.8	Вересень		1	21.1	7.2	89.0
	5	-22.6	-7.2	308.1	5		22.1	7.2	36.2		
	9	-23.4	-7.2	255.4	9		23.0	7.2	343.3		
	13	-24.1	-7.2	202.7	13		23.7	7.2	290.5		
	17	-24.8	-7.1	150.0	17		24.4	7.2	237.7		
	21	-25.3	-7.0	97.2	21		25.0	7.1	184.9		
	25	-25.7	-6.9	44.5	25		25.5	7.0	132.1		
	29	-26.0	-6.7	351.7	29		25.8	6.8	79.3		
	Квітень	2	-26.2	-6.5	299.0		Жовтень	3	26.1	6.6	26.6
6		-26.3	-6.2	246.2	7	26.2		6.4	333.8		
10		-26.2	-6.0	193.4	11	26.3		6.1	281.0		
14		-26.1	-5.7	140.6	15	26.2		5.9	228.2		
18		-25.8	-5.3	87.8	19	26.0		5.5	175.5		
22		-25.4	-5.0	34.9	23	25.6		5.2	122.7		
26		-24.9	-4.6	342.1	27	25.2		4.8	70.0		
30		-24.2	-4.2	289.2	31	24.6		4.5	17.2		
Травень		4	-23.5	-3.8	236.4	Листопад		4	23.9	4.1	324.5
	8	-22.6	-3.4	183.5	8		23.0	3.6	271.7		
	12	-21.6	-3.0	130.6	12		22.1	3.2	219.0		
	16	-20.6	-2.5	77.7	16		21.0	2.7	166.3		
	20	-19.4	-2.1	24.8	20		19.8	2.2	113.5		
	24	-18.1	-1.6	331.9	24		18.5	1.7	60.8		
	28	-16.7	-1.1	279.0	28		17.1	1.2	8.1		
	Червень	1	-15.3	-0.6	226.0		Грудень	2	15.5	0.7	315.4
		5	-13.7	-0.2	173.1			6	13.9	0.2	262.7
9		-12.1	0.3	120.1	10	12.2		-0.3	210.0		
13		-10.5	0.8	67.2	14	10.5		-0.8	157.3		
17		-8.8	1.3	14.3	18	8.6		-1.3	104.6		
21		-7.0	1.8	321.3	22	6.8		-1.8	51.9		
25		-5.2	2.2	268.4	26	4.9		-2.3	359.2		
29		-3.4	2.7	215.4	30	2.9		-2.8	306.5		

Таблиця 14

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

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k	
Січень	1	0.7	6.4	335.5	-0.1	336.3	339.1	113.6	0.30
	3	-1.8	6.9	359.8	-0.1	337.0	337.1	92.0	0.48
	5	-4.1	6.2	24.1	-0.1	341.2	338.8	70.1	0.67
	7	-5.5	4.4	48.4	-0.2	348.8	344.5	47.3	0.84
	9	-5.7	1.6	72.7	-0.2	359.4	355.0	23.1	0.96
	11	-4.4	-1.6	96.9	-0.3	11.1	342.3	2.8	1.00
	13	-2.1	-4.6	121.2	-0.4	20.2	12.7	29.3	0.94
	15	0.6	-6.4	145.4	-0.4	23.8	20.0	56.3	0.78
	17	3.1	-6.6	169.7	-0.5	21.8	21.4	82.8	0.56
	19	4.7	-5.2	194.1	-0.6	15.1	17.5	108.6	0.34
	21	5.3	-2.7	218.4	-0.7	5.3	8.7	133.6	0.15
	23	5.0	0.3	242.8	-0.7	354.1	355.2	157.8	0.04
	25	3.9	3.2	267.1	-0.8	344.3	51.2	177.4	0.00
	27	2.1	5.4	291.5	-0.8	338.1	348.3	156.0	0.04
	29	-0.2	6.6	315.9	-0.8	336.2	341.4	134.1	0.15
31	-2.8	6.7	340.3	-0.9	338.0	339.9	112.5	0.31	
Лютий	2	-5.1	5.6	4.6	-0.9	343.3	342.5	90.6	0.49
	4	-6.7	3.5	28.9	-0.9	351.7	349.3	67.9	0.69
	6	-6.9	0.6	53.2	-0.9	2.7	0.7	43.8	0.86
	8	-5.4	-2.6	77.5	-1.0	14.1	18.9	18.0	0.98
	10	-2.3	-5.3	101.7	-1.0	21.9	357.9	10.3	0.99
	12	1.4	-6.6	126.0	-1.1	23.7	16.9	37.7	0.90
	14	4.5	-6.1	150.3	-1.1	19.8	18.2	64.8	0.71
	16	6.3	-4.2	174.6	-1.2	11.6	12.9	90.7	0.49
	18	6.5	-1.4	198.9	-1.3	1.0	3.0	115.3	0.29
	20	5.5	1.5	223.3	-1.3	350.1	350.3	138.9	0.12
	22	3.9	4.1	247.7	-1.3	341.6	333.5	161.4	0.03
	24	1.7	5.9	272.1	-1.4	337.0	26.7	174.1	0.00
	26	-0.7	6.6	296.5	-1.4	336.5	346.9	153.7	0.05
	28	-3.3	6.2	320.9	-1.4	339.6	343.3	132.3	0.16
	Березень	1	-5.7	4.8	345.3	-1.4	345.9	346.1	110.5
3		-7.5	2.4	9.6	-1.4	355.0	353.5	87.9	0.52
5		-7.9	-0.5	33.9	-1.4	6.2	4.9	64.0	0.72
7		-6.5	-3.6	58.2	-1.4	16.7	18.9	38.2	0.89
9		-3.1	-5.8	82.5	-1.4	22.9	44.9	11.4	0.99
11		1.2	-6.5	106.8	-1.5	23.0	8.1	18.6	0.97
13		4.9	-5.4	131.1	-1.5	17.5	14.3	46.1	0.85
15		7.1	-3.0	155.4	-1.5	7.9	8.6	72.4	0.65
17		7.3	0.0	179.8	-1.5	356.7	358.2	97.1	0.44
19		6.1	2.8	204.2	-1.6	346.4	346.6	120.3	0.25
21		4.1	5.0	228.6	-1.6	339.4	335.4	142.6	0.10
23		1.7	6.3	253.0	-1.6	336.4	319.7	164.0	0.02
25		-0.8	6.5	277.4	-1.6	337.3	13.8	171.8	0.01
27		-3.3	5.6	301.8	-1.6	341.6	348.6	151.3	0.06
29		-5.7	3.7	326.3	-1.6	348.9	350.0	129.4	0.18
31	-7.4	1.1	350.7	-1.5	358.9	357.6	106.8	0.36	

Продовження табл. 14

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k	
Квітень	2	-8.0	-1.8	15.0	-1.5	9.9	8.6	82.9	0.56
	4	-6.9	-4.5	39.4	-1.5	19.1	20.2	57.5	0.77
	6	-3.8	-6.3	63.7	-1.5	23.6	31.4	30.4	0.93
	8	0.4	-6.3	88.0	-1.4	22.0	274.5	5.1	1.00
	10	4.4	-4.6	112.4	-1.4	15.0	9.1	27.0	0.95
	12	6.9	-1.7	136.7	-1.4	4.4	4.8	53.6	0.80
	14	7.4	1.4	161.1	-1.4	352.8	354.5	78.5	0.60
	16	6.3	4.0	185.5	-1.4	343.4	344.0	101.8	0.40
	18	4.2	5.8	209.9	-1.4	337.8	335.5	124.1	0.22
	20	1.7	6.6	234.3	-1.4	336.3	329.0	145.7	0.09
	22	-0.8	6.3	258.8	-1.4	338.5	316.8	167.0	0.01
	24	-3.2	4.9	283.2	-1.4	344.0	3.2	169.4	0.01
	26	-5.3	2.6	307.7	-1.3	352.5	354.1	147.6	0.08
	28	-6.8	-0.3	332.1	-1.3	3.0	1.3	124.6	0.22
30	-7.2	-3.2	356.6	-1.2	13.6	11.7	100.6	0.41	
Травень	2	-6.3	-5.5	21.0	-1.2	21.2	21.4	75.3	0.63
	4	-3.7	-6.6	45.4	-1.1	23.7	28.0	48.5	0.83
	6	0.0	-6.0	69.7	-1.1	20.5	33.4	20.8	0.97
	8	3.6	-3.8	94.1	-1.0	12.3	353.0	8.2	0.99
	10	6.1	-0.6	118.4	-1.0	0.9	1.7	34.5	0.91
	12	6.8	2.5	142.8	-0.9	349.4	352.0	59.7	0.75
	14	5.9	5.0	167.2	-0.9	341.0	342.5	83.2	0.56
	16	3.9	6.4	191.6	-0.9	336.8	336.0	105.5	0.37
	18	1.4	6.8	216.1	-0.9	336.8	332.7	127.3	0.20
	20	-1.1	5.9	240.5	-0.8	340.2	331.9	149.1	0.07
	22	-3.3	4.1	265.0	-0.8	346.9	325.4	171.1	0.01
	24	-5.0	1.4	289.5	-0.8	356.3	358.8	165.4	0.02
	26	-5.9	-1.6	314.0	-0.7	7.2	4.1	141.8	0.11
	28	-5.9	-4.3	338.5	-0.6	17.0	14.0	117.3	0.27
30	-4.8	-6.2	2.9	-0.6	22.7	22.0	91.8	0.48	
Червень	1	-2.6	-6.7	27.3	-0.5	23.2	25.7	65.3	0.71
	3	0.4	-5.5	51.7	-0.4	18.4	24.7	38.2	0.89
	5	3.2	-2.9	76.1	-0.4	9.2	22.2	11.0	0.99
	7	5.2	0.4	100.5	-0.3	357.4	0.0	15.7	0.98
	9	5.8	3.5	124.9	-0.2	346.4	350.8	40.8	0.88
	11	5.0	5.7	149.3	-0.2	339.2	342.1	64.5	0.71
	13	3.2	6.8	173.7	-0.2	336.4	336.9	86.9	0.53
	15	0.7	6.7	198.1	-0.1	337.6	335.5	108.8	0.34
	17	-1.7	5.4	222.6	-0.1	342.2	337.6	130.7	0.17
	19	-3.8	3.2	247.1	-0.1	349.9	343.6	153.2	0.05
	21	-5.0	0.3	271.6	0.0	0.1	354.8	176.6	0.00
	23	-5.2	-2.7	296.1	0.0	11.2	4.2	158.9	0.03
	25	-4.4	-5.3	320.6	0.1	19.8	14.9	133.5	0.16
	27	-2.8	-6.6	345.1	0.2	23.5	21.6	107.6	0.35
29	-0.6	-6.5	9.5	0.2	22.0	23.2	81.2	0.58	

Продовження табл. 14

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k	
Липень	1	1.6	-4.7	34.0	0.3	15.7	19.4	54.6	0.79
	3	3.5	-1.8	58.4	0.4	5.6	9.7	28.2	0.94
	5	4.7	1.5	82.7	0.5	353.8	331.9	2.7	1.00
	7	5.0	4.3	107.1	0.5	343.7	352.9	22.4	0.96
	9	4.1	6.2	131.5	0.6	337.9	343.1	45.8	0.85
	11	2.2	6.8	155.9	0.6	336.5	338.5	68.2	0.69
	13	-0.2	6.3	180.4	0.6	338.8	338.2	90.1	0.50
	15	-2.7	4.7	204.8	0.6	344.4	341.8	112.0	0.31
	17	-4.6	2.3	229.3	0.7	353.0	349.8	134.6	0.15
	19	-5.4	-0.7	253.8	0.7	3.8	3.7	158.4	0.04
	21	-4.9	-3.7	278.3	0.7	14.5	333.5	175.5	0.00
	23	-3.2	-5.9	302.8	0.8	21.7	13.0	150.0	0.07
	25	-0.8	-6.7	327.3	0.8	23.5	20.1	123.4	0.23
	27	1.5	-5.8	351.8	0.9	20.0	20.2	96.8	0.44
	29	3.4	-3.6	16.2	1.0	12.2	14.5	70.5	0.67
31	4.5	-0.5	40.6	1.0	1.4	3.4	44.9	0.85	
Серпень	2	4.9	2.6	65.0	1.1	350.0	346.3	20.2	0.97
	4	4.5	5.0	89.4	1.2	341.3	26.1	5.5	1.00
	6	3.3	6.4	113.7	1.2	337.0	346.8	27.5	0.94
	8	1.3	6.7	138.1	1.2	336.9	341.0	49.6	0.82
	10	-1.2	5.7	162.5	1.2	340.4	341.0	71.3	0.66
	12	-3.7	3.8	187.0	1.2	346.9	345.5	93.2	0.47
	14	-5.7	1.2	211.4	1.3	356.2	354.2	115.7	0.28
	16	-6.3	-1.8	235.9	1.3	7.2	7.4	139.6	0.12
	18	-5.3	-4.5	260.4	1.3	17.2	29.0	164.7	0.02
	20	-2.8	-6.3	284.9	1.3	22.9	1.0	167.0	0.01
	22	0.5	-6.4	309.3	1.3	22.8	17.2	140.0	0.12
	24	3.4	-4.9	333.8	1.4	17.5	16.9	112.9	0.31
	26	5.2	-2.2	358.2	1.4	8.3	9.8	86.6	0.53
	28	5.8	0.9	22.7	1.5	357.0	358.1	61.5	0.74
	30	5.6	3.7	47.0	1.5	346.4	344.1	37.4	0.90
Вересень	1	4.6	5.7	71.4	1.5	339.3	323.4	14.6	0.98
	3	3.0	6.6	95.8	1.6	336.5	6.1	10.0	0.99
	5	0.8	6.3	120.1	1.6	337.8	345.2	31.2	0.93
	7	-1.8	4.9	144.5	1.6	342.3	344.1	52.7	0.80
	9	-4.5	2.7	168.9	1.6	349.8	348.9	74.3	0.64
	11	-6.5	0.0	193.3	1.5	359.6	358.1	96.8	0.44
	13	-7.3	-2.9	217.7	1.5	10.5	10.4	120.5	0.25
	15	-6.1	-5.3	242.2	1.5	19.4	24.5	145.9	0.09
	17	-3.1	-6.5	266.6	1.5	23.4	60.7	171.8	0.01
	19	0.8	-5.9	291.1	1.5	21.6	11.0	157.7	0.04
	21	4.4	-3.8	315.5	1.5	14.7	13.4	130.1	0.18
	23	6.5	-0.8	340.0	1.5	4.1	5.5	103.6	0.38
	25	7.1	2.3	4.4	1.5	352.6	353.7	78.5	0.60
	27	6.4	4.7	28.7	1.5	343.2	341.7	54.9	0.79
	29	5.0	6.2	53.1	1.6	337.8	330.8	32.2	0.92

Закінчення табл. 14

Дата	l	b	$90^\circ - l_\odot$	b_\odot	P	T	Φ	k		
Жовтень	1	2.9	6.6	77.4	1.6	336.6	309.5	10.8	0.99	
	3	0.5	5.8	101.7	1.5	339.1	357.7	12.9	0.99	
	5	-2.2	4.0	126.1	1.5	344.8	347.9	34.0	0.92	
	7	-4.8	1.5	150.4	1.5	353.1	352.3	55.6	0.78	
	9	-6.9	-1.3	174.8	1.4	3.4	1.6	77.9	0.60	
	11	-7.8	-4.0	199.2	1.4	13.7	13.0	101.5	0.40	
	13	-6.8	-5.9	223.6	1.3	21.1	23.9	126.7	0.20	
	15	-3.8	-6.6	248.0	1.3	23.4	33.9	153.7	0.05	
	17	0.3	-5.4	272.4	1.3	20.1	323.6	175.1	0.00	
	19	4.3	-2.7	296.8	1.2	11.7	9.6	148.9	0.07	
	21	6.9	0.6	321.3	1.2	0.2	2.0	121.9	0.24	
	23	7.7	3.6	345.6	1.2	348.8	350.4	96.6	0.44	
	25	7.0	5.7	10.0	1.2	340.6	340.2	73.0	0.65	
	27	5.3	6.7	34.3	1.2	336.9	332.9	50.5	0.82	
	29	3.0	6.5	58.7	1.2	337.2	327.8	28.8	0.94	
	31	0.4	5.1	83.0	1.1	340.9	309.9	7.7	0.99	
	Листопад	2	-2.2	3.0	107.3	1.1	347.6	354.4	15.1	0.98
		4	-4.7	0.3	131.6	1.0	356.8	355.4	36.9	0.90
		6	-6.6	-2.6	155.9	1.0	7.3	4.7	59.3	0.76
		8	-7.5	-5.0	180.2	0.9	16.7	15.2	82.9	0.56
		10	-6.7	-6.5	204.5	0.8	22.4	23.6	107.8	0.35
		12	-4.3	-6.5	228.9	0.8	23.0	28.4	134.4	0.15
		14	-0.5	-4.8	253.3	0.7	18.3	31.1	162.4	0.02
		16	3.4	-1.7	277.7	0.7	8.8	3.4	168.8	0.01
		18	6.2	1.7	302.1	0.6	356.6	359.7	141.6	0.11
		20	7.4	4.6	326.5	0.6	345.6	348.5	115.9	0.28
		22	6.9	6.3	350.9	0.5	338.8	339.6	92.1	0.48
		24	5.2	6.8	15.2	0.5	336.6	334.6	69.7	0.67
		26	2.8	6.2	39.5	0.5	338.2	333.3	47.9	0.83
		28	0.2	4.4	63.8	0.4	343.1	335.0	26.3	0.95
		30	-2.4	2.0	88.0	0.4	350.8	330.8	4.6	1.00
Грудень	2	-4.5	-0.9	112.3	0.3	0.7	356.8	17.9	0.98	
	4	-5.9	-3.7	136.6	0.2	11.2	6.5	40.8	0.88	
	6	-6.4	-5.8	160.9	0.2	19.4	16.4	64.7	0.71	
	8	-5.7	-6.8	185.2	0.1	23.2	23.1	89.5	0.50	
	10	-3.7	-6.2	209.5	0.0	22.1	25.0	115.6	0.28	
	12	-0.8	-4.0	233.9	0.0	16.0	21.4	142.9	0.10	
	14	2.4	-0.8	258.3	-0.1	5.6	11.0	170.7	0.01	
	16	5.1	2.6	282.7	-0.2	353.3	0.9	162.1	0.02	
	18	6.4	5.3	307.0	-0.2	343.1	348.3	136.3	0.14	
	20	6.2	6.7	331.4	-0.3	337.7	340.1	112.3	0.31	
	22	4.6	6.7	355.7	-0.3	336.8	336.5	89.7	0.50	
	24	2.2	5.7	20.0	-0.3	339.6	336.9	67.9	0.69	
	26	-0.5	3.6	44.3	-0.4	345.5	341.5	46.3	0.84	
	28	-2.9	0.9	68.6	-0.4	354.1	351.0	24.3	0.96	
	30	-4.6	-2.0	92.8	-0.5	4.6	45.7	2.3	1.00	

МЕРКУРІЙ

Упродовж 2020 р. буде два періоди вечірньої і три періоди ранкової видимості планети. *Перший період вечірньої видимості* розпочнеться в останній тиждень січня і триватиме до останнього тижня лютого. Планету, як зорю -1.1 зоряної величини, можна спостерігати на південному заході після настання темряви. Тривалість її видимості збільшується з кількох хвилин до 35 хв. Видимий діаметр Меркурія наприкінці січня становитиме $5.4''$. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога.

У лютому Меркурій можна спостерігати впродовж усього місяця (окрім останнього тижня). Його видно на південному заході після настання темряви і до заходу планети. Тривалість видимості протягом двох перших шестиденків збільшиться з 40 хв до 1 год 08 хв, а потім поступово зійде нанівець. Блиск планети зменшиться з -1.0 зоряної величини до $+3.5$. На 10 лютого припадає найбільша східна елонгація Меркурія $E = 18^{\circ} 12'$, а на 26 лютого — нижнє сполучення зі Сонцем. До стояння 16 лютого він переміщується по сузір'ю Водолія прямим рухом, а потім назаднім. Видимий діаметр планети наприкінці періоду видимості — $10.6''$.

Упродовж березня Меркурій видно вдосвіта. Це буде *перший період ранкової видимості* планети. Вона сходить на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця — приблизно о 6 год за київським часом, 28 березня — приблизно о 5 год київського часу, в останні дні місяця — приблизно о 6 год вже за літнім часом (у ніч проти 29 березня відбувся перехід на літній час). Тривалість видимості планети збільшується з кількох хвилин до 17 хв (10 березня), а потім поступово зменшується до нуля. Блиск Меркурія зростає з $+3.0$ зоряної величини до $+0.1$. На 24 березня припадає найбільша західна елонгація Мер-

курія $W = 27^\circ 47'$. До 9 березня, коли відбудеться стояння, планета переміщується назаднім рухом, а потім прямим, по сузір'ю Водолія. Видимий діаметр Меркурія наприкінці місяця становитиме $6.6''$.

Другий період вечірньої видимості Меркурія розпочнеться після першої декади травня й триватиме до середини червня. Після верхнього сполучення, яке припадає на 5 травня (в 0 год 42 хв за літнім часом), планету можна спостерігати на заході — після настання темряви і до її заходу. Тривалість видимості Меркурія збільшується з кількох хвилин до 1 год 18 хв. Блиск його зменшується з -1.7 зоряної величини до $+0.2$. Меркурій переміщується прямим рухом сузір'ями Тельця і Близнят. Видимий діаметр планети наприкінці травня становитиме $7.2''$.

У червні Меркурій видно впродовж першої половини місяця на заході після настання темряви. На 4 червня припадає найбільша східна елонгація Меркурія $E = 23^\circ 36'$. Тривалість видимості планети поступово зменшується з 1 год 18 хв до нуля. Її блиск зменшується з $+0.2$ зоряної величини до $+2.0$. До стояння 17 червня Меркурій переміщується прямим рухом, а потім назаднім по сузір'ю Близнят. Його видимий діаметр наприкінці червня становитиме $11.8''$.

У липні Меркурій можна спостерігати на північному сході вранці після першої декади місяця (на 1 липня припадає його нижнє сполучення зі Сонцем). Почнеться *другий період ранкової видимості* планети, який триватиме до кінця першої декади серпня. Тривалість видимості Меркурія збільшиться з кількох хвилин до 50 хв, а його блиск зросте з $+2.0$ зоряної величини до -0.7 . На 22 липня припадає найбільша західна елонгація Меркурія $W = 20^\circ 08'$. До стояння 12 липня планета переміщуватиметься назаднім рухом, а потім прямим, по сузір'ю Близнят. Видимий діаметр Меркурія наприкінці липня становитиме $6.2''$.

У серпні Меркурій видно на вранішньому небі впродовж першої декади місяця. Він сходить на північному сході: 1 серпня — о 3 год 57 хв за літнім часом, наприкінці періоду видимості — о 4 год 56 хв. На 17 серпня припадає верхнє сполучення Меркурія зі Сонцем. Блиск планети збільшується з -0.8 зоряної величини до -1.6 . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Близнят, Рака і Лева. Наприкінці серпня видимий діаметр Меркурія становитиме $4.8''$.

Упродовж вересня і майже всього жовтня Меркурій не видно. Планету буде видно в останні дні жовтня, коли розпочнеться *третій період ранкової видимості* Меркурія. Як зоря приблизно $+2.5$ зоряної величини, він сходить на сході: 29 жовтня за п'ять хвилин перед світанням, 31 жовтня — майже за 30 хв. У ці останні дні жовтня Меркурій переміщується назаднім рухом по сузір'ю Діви. Його видимий діаметр наприкінці жовтня становитиме $9.2''$.

У листопаді Меркурій можна спостерігати вдосвіта. Планета сходить на сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до сходу): 1 листопада — приблизно о 5 год 30 хв київського часу, 10 листопада — приблизно о 5 год 10 хв, 30 листопада — о 6 год 35 хв. Тривалість її видимості збільшується з 39 хв до 1 год 18 хв (11 листопада), а потім меншає і наприкінці місяця становитиме 23 хв. Блиск Меркурія збільшується з +1.5 зоряної величини до -0.7. На 10 листопада припадає найбільша західна елонгація планети $W = 19^{\circ}06'$. До стояння 3 листопада Меркурій переміщується назаднім рухом, а потім прямим, по сузір'ях Діви і Терезів. Наприкінці місяця видимий діаметр планети становитиме $4.8''$.

Упродовж лише першої п'ятиденки місяця можна спостерігати в грудні Меркурій. Планету, як зорю -0.8 зоряної величини, видно вдосвіта. Вона сходить на південному сході приблизно о 7 год київського часу, а через короткий час (спочатку — через 18 хв, наприкінці періоду видимості — через 3 хв) зникає в сонячних променях. На 20 грудня припадає верхнє сполучення Меркурія зі Сонцем. Меркурій перемішуватиметься сузір'ями Терезів і Скорпіона. Видимий діаметр планети наприкінці періоду видимості становитиме $4.6''$.

ВЕНЕРА

У 2020 р. буде *два періоди видимості* Венери — один вечірній і один ранковий. Через велику яскравість планети її можна спостерігати не лише в темну пору доби, але й під час вечірніх чи ранкових громадянських призмеків. Це треба мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості тільки в темну пору доби.

Венеру в січні можна бачити, як зорю -4.0 зоряної величини, на ще світлому небі, яке поступово темнішає. Триває *вечірній період видимості* Венери, який розпочався торік в останню десятиденку серпня. Заходить планета після настання темряви: приблизно о 19 год за київським часом на початку місяця і приблизно о 20 год 30 хв наприкінці місяця. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Козорога і Водоля. Видимий діаметр планети на початку місяця становитиме $13.0''$, наприкінці місяця — $15.2''$.

У лютому Венеру, як зорю -4.2 зоряної величини, можна спостерігати на південному заході ще до настання темряви. Заходить планета приблизно о 20 год 30 хв за київським часом на початку місяця і приблизно о 21 год 50 хв наприкінці місяця. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ях Водоля та Риб. Наприкінці місяця видимий діаметр Венери становитиме $18.8''$.

Упродовж березня Венеру, як зорю -4.3 зоряної величини, видно на південному заході ще до настання темряви. Заходить планета приблизно о 21 год 55 хв за київським часом на початку місяця, 28 березня — о 22 год 59 хв за київським часом, 29—31 березня — приблизно в 0 год уже за літнім часом. На 24 березня припадає найбільша східна елонгація Венери $E = 46^{\circ}05'$. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Риб, Овна і Тельця. Її видимий діаметр зростає до $25.4''$.

У квітні Венеру, як зорю -4.5 зоряної величини, можна спостерігати на південному заході ще до настання темряви. Видно планету до її заходу: на початку місяця — приблизно в 0 год за літнім часом, наприкінці другої десятиденки — в 0 год 25 хв, наприкінці місяця — в 0 год 15 хв. Тривалість видимості планети становить приблизно 4 год. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ю Тельця. Наприкінці місяця видимий діаметр Венери становитиме $39.0''$.

Венеру, як зорю -3.9 зоряної величини, у травні видно в південно-західній частині неба, що поступово темнішає. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно в 0 год 15 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 21 год 45 хв. А 30 та 31 травня Венера зайде за горизонт ще до настання темряви. Блиск її зменшується з -4.5 зоряної величини до -3.9 . До стояння 13 травня Венера переміщується прямим рухом, а потім назаднім, по сузір'ю Тельця. Її видимий діаметр наприкінці травня — $57.8''$.

На 3 червня припадає нижнє сполучення Венери зі Сонцем. Її можна буде спостерігати в другій половині місяця, коли розпочнеться *ранковий період видимості* Венери. Планета сходить на північному сході, ближче до сходу: на початку періоду видимості приблизно о 4 год за літнім часом, наприкінці місяця — о 3 год 10 хв за літнім часом. Блиск Венери зростає з -4.0 зоряної величини до -4.4 . До стояння 24 червня вона переміщується назаднім рухом, а потім прямим по сузір'ю Тельця. Видимий діаметр планети наприкінці червня становитиме $43.4''$.

У липні Венеру, як зорю -4.5 зоряної величини, можна спостерігати весь місяць. Вона сходить у північно-східній, ближче до сходу, частині неба: на початку місяця приблизно о 3 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 2 год. Видно планету до її зникнення в променях уранішньої зорі. Венера переміщується прямим рухом по сузір'ю Тельця. Її видимий діаметр зменшиться впродовж місяця до $27.6''$.

Венеру, як зорю -4.3 зоряної величини, можна спостерігати весь серпень. Вона сходить у північно-східній, ближче до сходу, частині неба приблизно о 2 год за літнім часом. Видно планету до її зникнення в променях уранішньої зорі. На 13 серпня припадає її найбільша західна

елонгація $W = 45^\circ 48'$. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Тельця, Оріона і Близнят. Її видимий діаметр наприкінці серпня становитиме $19.8''$.

У вересні Венеру, як зорю -4.1 зоряної величини, видно весь місяць. Вона сходить у північно-східній (ближче до сходу) частині неба: на початку місяця приблизно о 2 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 3 год. Видно планету до світанку. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ях Близнят, Рака і Лева. Видимий діаметр Венери наприкінці вересня — $15.6''$.

Увесь жовтень можна спостерігати Венеру, як зорю -4.0 зоряної величини. Вона сходить у північно-східній (ближче до сходу) частині неба: на початку місяця приблизно о 3 год за літнім часом, 24 жовтня — о 4 год 12 хв за літнім часом, а 25 жовтня і далі вже за київським часом приблизно о 3 год 25 хв (± 5 хв). Видно планету до світанку. Венера переміщується прямим рухом сузір'ями Лева і Діви. Її видимий діаметр наприкінці жовтня становитиме $13.2''$.

Венера, як зоря -4.0 зоряної величини, в листопаді сходить на сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до сходу): на початку місяця приблизно о 3 год 30 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 5 год. Видно планету до світанку. Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Діви і Терезів. Видимий діаметр Венери наприкінці листопада становитиме $11.6''$.

У грудні Венера, як зоря -4.0 зоряної величини, сходить на південному сході, ближче до сходу (наприкінці місяця — на південному сході): на початку місяця приблизно о 5 год за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 6 год 25 хв. Видно планету до світанку. Вона переміщується прямим рухом сузір'ями Терезів, Скорпіона і Змієносця. Видимий діаметр планети наприкінці грудня — $10.8''$.

МАРС

У 2020 р. Марс видно упродовж усього року. У січні планета, як зоря $+1.5$ зоряної величини, сходить на південному сході: на початку місяця о 4 год 40 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 4 год 30 хв. Видно її до світанку — триває *ранковий період її видимості*, що розпочався торік у третю декаду вересня. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Терезів, Скорпіона і Змієносця. Його видимий діаметр зростає впродовж місяця з $4.2''$ до $4.6''$.

Марс можна спостерігати в лютому в південно-східній частині неба. Планета, як зоря $+1.2$ зоряної величини, сходить о 4 год 30 хв київського часу (наприкінці місяця — о 4 год 05 хв). Видно Марс до

світанку. Він переміщується прямим рухом по сузір'ях Змієноця і Стрільця. Його видимий діаметр наприкінці лютого становитиме $5.4''$.

Упродовж березня Марс, як зорю $+1.0$ зоряної величини, видно на південному сході. На початку місяця він сходить о 4 год 05 хв київського часу, 28 березня — о 3 год 25 хв київського часу. В останні три дні місяця планета сходить уже за літнім часом приблизно о 4 год 20 хв. Видно Марс до світанку. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ях Стрільця і Козорога. Наприкінці березня її видимий діаметр — $6.2''$.

У квітні Марс, як зоря $+0.7$ зоряної величини, сходить на південному сході (наприкінці місяця — на південному сході, ближче до сходу) приблизно о 4 год 20 хв за літнім часом (наприкінці місяця — приблизно о 3 год. 20 хв). Видно його до світанку. Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Наприкінці квітня видимий діаметр Марса становитиме $7.6''$.

Упродовж травня Марс, як зорю $+0.2$ зоряної величини, можна спостерігати на південному сході, ближче до сходу. На початку місяця він сходить приблизно о 3 год 20 хв за літнім часом (наприкінці місяця — приблизно о 2 год за літнім часом). Видно його до світанку. Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Козорога і Водоля. Видимий діаметр планети наприкінці травня становитиме $9.2''$.

Марс у червні, як зоря -0.2 зоряної величини, сходить на південному сході, ближче до сходу (наприкінці місяця — на сході), приблизно о 2 год за літнім часом (наприкінці місяця — приблизно в 0 год 40 хв). Видно планету до світанку. Вона переміщується прямим рухом по сузір'ях Водоля і Риб. Видимий діаметр Марса наприкінці червня становитиме $11.4''$.

У липні Марс можна спостерігати в східній ділянці неба. На початку місяця він сходить приблизно в 0 год 40 хв за літнім часом, а наприкінці — о 23 год 10 хв. Видно планету до світанку. Її блиск зростає з -0.5 зоряної величини до -1.0 . Марс переміщується прямим рухом по сузір'ях Риб (перший тиждень місяця), Кита й знову Риб (в останню п'ятиденку липня). Його видимий діаметр наприкінці липня становитиме $14.4''$.

На початку серпня Марс сходить приблизно о 23 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 21 год 30 хв. Видно його до світанку. Блиск планети зростає з -1.1 зоряної величини до -1.8 . Вона переміщується прямим рухом по сузір'ю Риб. Видимий діаметр Марса наприкінці серпня становитиме $18.6''$.

У вересні Марс можна спостерігати в східній ділянці неба. На початку місяця він сходить за 1 год після настання темряви (наприкінці місяця — приблизно за 20 хв). Видно його до світанку. Блиск планети

зростає з -1.8 зоряної величини до -2.5 . До стояння 9 вересня Марс переміщується прямим рухом, а далі назаднім, по сузір'ю Риб. Його видимий діаметр наприкінці вересня зростає до $22.4''$.

Марс, як зорю -2.6 зоряної величини, у жовтні видно на сході після настання темряви. На початку місяця він сходить на тільки-но потемнілому небі, а після першої п'ятиденки його видно після настання темряви як такий, що вже піднявся над горизонтом на деяку висоту. На 13 жовтня (о 23 год 27 хв за всесвітнім часом) припадає протистояння Марса. Планету можна спостерігати до світанку, у третій декаді місяця — до її заходу: приблизно о 6 год 45 хв за літнім часом, 25 жовтня і далі — приблизно о 5 год вже київського часу. Вона переміщується назаднім рухом по сузір'ю Риб. Видимий діаметр Марса наприкінці жовтня становитиме $20.2''$.

У листопаді Марс видно на сході після настання темряви (наприкінці місяця — на південному сході). Спостерігати планету можна до її заходу: приблизно о 4 год 40 хв київського часу на початку місяця і приблизно о 3 год київського часу наприкінці місяця. Блиск Марса зменшується з -2.1 зоряної величини до -1.2 . До стояння 15 листопада планета переміщується назаднім рухом, а потім прямим, по сузір'ю Риб. Її видимий діаметр наприкінці листопада становитиме $14.4''$.

Марс у грудні можна спостерігати на південному сході після настання темряви. Планету видно до її заходу: приблизно о 3 год київського часу на початку місяця і приблизно о 2 год київського часу наприкінці місяця. Блиск Марса зменшується з -1.2 зоряної величини до -0.3 . Планета переміщується прямим рухом по сузір'ю Риб. Видимий діаметр Марса наприкінці грудня становитиме $10.4''$.

ЮПІТЕР

У 2020 р. Юпітер доступний для спостережень майже цілий рік. Блиск планети не менший, ніж -1.9 зоряної величини, тому її можна спостерігати не лише вночі, але й на тлі ранкової зорі та вечірньої заграви. Це варто мати на увазі, бо нижче наведено тривалість видимості Юпітера тільки в темну пору доби.

У січні Юпітер, як зорю -1.9 зоряної величини, можна спостерігати цілий місяць, крім першої декади. Планета сходить на південному сході приблизно о 7 год 15 хв за київським часом (наприкінці місяця — приблизно о 6 год 15 хв). Тривалість її видимості збільшується з кількох хвилин до 40 хв. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Видимі діаметри планети збільшуються впродовж січня: екваторіальний — від 31.7 до $32.4''$, полярний — від 29.7 до $30.3''$.

Юпітер, як зорю -1.9 зоряної величини, можна спостерігати весь лютий. Планета сходить на південному сході приблизно о 6 год 10 хв київського часу (наприкінці місяця — приблизно о 4 год 40 хв). Видно її до світанку. Вона переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Наприкінці лютого видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний — 34.0", полярний — 31.8".

У березні Юпітер, як зоря -2.0 зоряної величини, сходить на південному сході. Моменти сходу будуть такими: 1 березня — 4 год 38 хв за київським часом, 28 березня — 3 год 06 хв теж за київським часом, а в три останні дні місяця — приблизно о 4 год вже за літнім часом. Планету можна спостерігати до світанку. Тривалість її видимості збільшується з 1 год 30 хв до 2 год 05 хв. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Наприкінці березня видимі діаметри планети становитимуть: екваторіальний — 36.9", полярний — 34.5".

Юпітер, як зоря -2.0 зоряної величини, сходить у квітні на південному сході: на початку місяця — приблизно о 4 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 2 год. Видно його до світанку. Планета переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Наприкінці місяця видимі діаметри Юпітера становитимуть: екваторіальний — 40.5", полярний — 37.9".

У травні Юпітер, як зоря -2.5 зоряної величини, сходить на південному сході: на початку місяця — приблизно о 2 год за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно опівночі. Планету видно до світанку. До стояння 14 травня планета переміщується прямим рухом, а потім назад, сузір'ям Стрільця. Наприкінці місяця видимі діаметри Юпітера становитимуть: екваторіальний — 44.5", полярний — 41.6".

Юпітер, як зоря -2.7 зоряної величини, сходить у червні на південному сході: на початку місяця — приблизно опівночі, наприкінці місяця — приблизно о 22 год за літнім часом. Планету видно до світанку. Вона переміщується назадним рухом сузір'ям Стрільця. Наприкінці червня її видимі діаметри становитимуть: екваторіальний — 47.2", полярний — 44.1".

У липні Юпітер видно після настання темряви в північно-східній частині неба (наприкінці місяця — у північно-східній, ближче до півдня), як такий, що вже піднявся над горизонтом на деяку висоту. Планету, як зорю -2.7 зоряної величини, можна спостерігати до світанку, а впродовж останньої десятиденки місяця — до її заходу (приблизно о 4 год 30 хв — 4 год 00 хв за літнім часом). На 14 липня припадає протистояння Юпітера з Сонцем. Він переміщується назадним рухом сузір'ям Стрільця. Видимі діаметри планети наприкінці липня становитимуть: екваторіальний — 47.2", полярний — 44.1".

Упродовж серпня Юпітер, як зорю -2.7 зоряної величини, можна спостерігати у південно-східній, ближче до півдня, частині неба (наприкінці місяця — у південній) після настання темряви. Планету видно до її заходу: на початку місяця о 3 год 50 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 1 год 40 хв. Юпітер переміщується назаднім рухом сузір'ям Стрільця. Його видимі діаметри наприкінці серпня становитимуть: екваторіальний — 44.4", полярний — 41.5".

У вересні Юпітер, як зорю -2.5 зоряної величини, видно на півдні після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця приблизно о 1 год 30 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 23 год 40 хв. До стояння 12 вересня (о 23 год 26 хв за всесвітнім часом) Юпітер переміщується назаднім рухом, а потім прямим, сузір'ям Стрільця. Видимі діаметри планети наприкінці вересня становитимуть: екваторіальний — 40.6", полярний — 38.0".

Юпітер, як зорю -2.3 зоряної величини, в жовтні видно на півдні після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця о 23 год 30 хв за літнім часом, 24 жовтня — о 22 год 15 хв за літнім часом, а в останню неділю місяця й далі — приблизно о 21 год вже київського часу. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Його видимі діаметри наприкінці жовтня становитимуть: екваторіальний — 37.0", полярний — 34.6".

У листопаді Юпітер, як зорю -2.1 зоряної величини, можна спостерігати на півдні (наприкінці місяця — на південному заході, ближче до півдня) після настання темряви. Планету видно до її заходу: на початку місяця приблизно о 20 год 45 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 19 год 20 хв. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Видимі діаметри планети наприкінці листопада становитимуть: екваторіальний — 34.4", полярний — 2.2".

Юпітер, як зорю -2.0 зоряної величини, в грудні видно на південному заході, ближче до півдня (наприкінці місяця — на заході), після настання темряви. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 19 год 15 хв київського часу, наприкінці місяця — приблизно о 17 год 55 хв. Юпітер переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця, а в другій половині місяця — сузір'ям Козорога. Видимі діаметри планети наприкінці грудня становитимуть: екваторіальний — 32.9", полярний — 30.8".

САТУРН

У 2020 р. планету можна спостерігати майже цілий рік, крім січня. У січні закінчується торішній період вечірньої видимості Сатурна. і лише в перші три дні місяця його можна спостерігати на північному заході

(ближче до заходу) упродовж кількох хвилин після настання темряви. Потім планета зникає в променях вечірньої заграви. На 13 січня припадає сполучення Сатурна зі Сонцем. У цей короткий період видимості Сатурн перебуватиме в сузір'ї Стрільця. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри становитимуть приблизно 15.0 і 13.4'' відповідно.

У лютому Сатурн, як зорю +0.6 зоряної величини, видно перед світанком. Він сходить на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця приблизно о 7 год за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 5 год. Планета переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці лютого становитимуть приблизно 15.4 і 13.7'' відповідно.

Сатурн в березні можна спостерігати перед світанком, як зорю +0.7 зоряної величини. Планета сходить на південному сході, ближче до сходу: на початку місяця приблизно о 5 год за київським часом, 28 березня — о 3 год 26 хв ще за київським часом, а 29 березня й далі — приблизно о 4 год 20 хв уже за літнім часом. Сатурн переміщується прямим рухом по сузір'ях Стрільця та Козорога (з початку третьої декади місяця). Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці березня становитимуть приблизно 16.0 і 14.3'' відповідно.

Упродовж квітня Сатурн, як зорю +0.6 зоряної величини, видно в південно-східній ділянці неба, ближче до сходу. На початку місяця планета сходить приблизно о 4 год 10 хв літнього часу, наприкінці місяця — приблизно о 2 год 25 хв. Вона переміщується прямим рухом сузір'ям Козорога. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці квітня становитимуть приблизно 16.8 і 15.0'' відповідно.

У травні Сатурн, як зорю +0.5 зоряної величини, можна спостерігати в другій половині ночі до світанку. На початку місяця він сходить на південному сході, ближче до сходу, приблизно о 2 год 20 хв за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно в 0 год 20 хв. До стояння 11 травня планета переміщується прямим рухом, а потім назаднім, сузір'ям Козорога. Видимі екваторіальний і полярний діаметри Сатурна наприкінці травня становитимуть приблизно 17.7 і 15.8'' відповідно.

Сатурн у червні сходить, як зоря +0.3 зоряної величини, на південному сході, ближче до сходу. На початку місяця — близько півночі за літнім часом, наприкінці місяця — приблизно о 22 год 15 хв за літнім часом. Планету можна спостерігати до світанку. Вона переміщується назаднім рухом сузір'ям Козорога. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці червня становитимуть приблизно 18.3 і 16.3'' відповідно.

У липні Сатурн видно після настання темряви, як зорю +0.1 зоряної величини, на південному сході, ближче до сходу (наприкінці місяця — на південному сході). Упродовж усієї ночі він сяє до світан-

ку. Тривалість видимості планети становить: на початку місяця 6 год, наприкінці місяця — 7 год 12 хв. На 20 липня (о 22 год 29 хв за всесвітнім часом) припадає протистояння Сатурна із Сонцем. Він переміщується назаднім рухом по сузір'ях Козорога (перші два дні місяця) і Стрільця. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці липня становитимуть приблизно 18.4 і 16.4'' відповідно.

Упродовж серпня Сатурн сяє, як зоря +0.2 зоряної величини, після настання темряви в південно-східній ділянці неба. Планету видно до її заходу: на початку місяця — приблизно о 4 год 30 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 2 год 25 хв. Сатурн переміщується назаднім рухом сузір'ям Стрільця. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці серпня становитимуть приблизно 17.9 і 16.0'' відповідно.

Сатурн, як зорю +0.4 зоряної величини, можна спостерігати у вересні після настання темряви в південно-східній ділянці неба, ближче до півдня (наприкінці місяця — на півдні). Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 2 год 20 хв за літнім часом, наприкінці місяця — близько півночі. До стояння 29 вересня планета переміщується назаднім рухом, а потім прямим, сузір'ям Стрільця. Видимі екваторіальний і полярний діаметри планети наприкінці вересня становитимуть приблизно 17.2 і 15.3'' відповідно.

Сатурн у жовтні видно після настання темряви в південній ділянці неба. Він, як зоря +0.5 зоряної величини, сяє на небі до свого заходу: на початку місяця — близько півночі за літнім часом, 24 жовтня — приблизно о 22 год 50 хв за літнім часом, далі — приблизно о 21 год 40 хв уже за київським часом. Планета переміщується прямим рухом сузір'ям Стрільця. Її видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці жовтня становитимуть приблизно 16.3 і 14.5'' відповідно.

Упродовж листопада Сатурн, як зорю +0.6 зоряної величини, можна спостерігати на півдні після настання темряви. Планету видно до її заходу: на початку місяця о 21 год 15 хв за київським часом, наприкінці місяця — приблизно о 19 год 35 хв. Сатурн переміщується прямим рухом сузір'ями Стрільця та Козорога. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці листопада становитимуть приблизно 15.6 і 13.9'' відповідно.

У грудні Сатурн, як зорю +0.6 зоряної величини, після настання темряви видно на півдні. Планету можна спостерігати до її заходу: на початку місяця — приблизно о 19 год 25 хв київського часу, наприкінці місяця — приблизно о 17 год 50 хв. Тривалість видимості планети наприкінці грудня становитиме 1 год 07 хв. Сатурн переміщується прямим рухом по сузір'ю Козорога. Його видимі екваторіальний і полярний діаметри наприкінці грудня становитимуть приблизно 15.2 і 13.6'' відповідно.

УРАН

У 2020 р. буде *два періоди видимості* Урана. *Перший період* продовжує торішній період видимості планети й закінчиться він наприкінці другої декади квітня. Уран буде видно на небі після настання темряви. *Другий період* розпочнеться в останню десятиденку травня й триватиме до кінця року. Спершу планету буде видно на світанку, потім — упродовж усієї ночі, а наприкінці року — майже до третьої години ночі.

Уран у січні та лютому видно після настання темряви в південній і південно-західній ділянках неба. На початку року планета заходить о 2 год 23 хв за київським часом, наприкінці січня — в 0 год 26 хв, наприкінці лютого — о 22 год 33 хв. Тривалість видимості Урана скоротиться за цей час від 9 год 37 хв до 4 год 22 хв. На 11 січня припадає стояння Урана.

У березні Уран можна спостерігати після смеркання в західній ділянці неба. Він заходить на початку місяця о 22 год 29 хв за київським часом, наприкінці місяця — о 21 год 39 хв літнього часу. Тривалість видимості планети зменшиться і наприкінці місяця становитиме 1 год 37 хв.

Уран у квітні видно впродовж першої половини місяця низько над горизонтом у західній частині неба. Він заходить на початку місяця о 21 год 36 хв літнього часу, а 15 квітня — о 20 год 45 хв. Тривалість його видимості зменшується до 7 хв, а далі планета зникне у променях вечірньої заграви. На 26 квітня припадає сполучення Урана зі Сонцем.

Знову спостерігати Уран можна в останню десятиденку травня, уже на ранковому небі — настане *другий період видимості* планети, який закінчиться наступного року. Уран зійде 20 травня о 4 год 15 хв за літнім часом. Наприкінці травня він з'явиться над обрієм о 3 год 33 хв за літнім часом, наприкінці червня — о 1 год 38 хв, наприкінці липня — о 23 год 34 хв, наприкінці серпня — о 21 год 32 хв. Планету видно до світанку: на початку періоду видимості впродовж кількох хвилин, а наприкінці серпня впродовж приблизно 8 год. На 15 серпня припадає стояння планети.

У вересні Уран можна спостерігати з вечора до світанку: на початку місяця планета сходить о 21 год 28 хв за літнім часом, наприкінці місяця — о 19 год 33 хв. Після першої декади жовтня Уран сходитиме ще до настання темряви, тому планету можна спостерігати цілу ніч (до 8 листопада). На 31 жовтня припадає протистояння Урана з Сонцем. Тривалість видимості планети становитиме понад 13 год. Далі вона стане спадати, бо планета в листопаді заходитиме ще до світанку: наприкінці листопада — о 4 год 53 хв, наприкінці грудня — о 2 год 47 хв. До кінця року тривалість видимості Урана зменшиться до 10 год 05 хв.

Блиск Урана впродовж року становитиме приблизно +5.7 зоряної величини, видимий діаметр — 3.6". Планета весь рік перебуватиме

в сузір'ї Овна. До стояння 11 січня вона переміщується назаднім рухом, потім до стояння 15 серпня — прямим, після чого — знову назаднім.

НЕПТУН

Цю планету можна спостерігати лише через бінокль чи телескоп.

У 2020 р. буде *два періоди видимості* Нептуна. *Перший період* продовжує період видимості, який розпочався торік на початку квітня. *Другий період* теж розпочнеться на початку квітня й закінчиться наступного року.

У січні та лютому Нептун видно після настання темряви в південній частині неба. Заходить він: на початку січня о 21 год 58 хв за київським часом, на початку лютого — о 20 год 01 хв, а на початку березня зникає у променях вечірньої заграви. За цей період тривалість видимості планети скоротиться з 5 год 15 хв до нуля. На 8 березня припадає сполучення Нептуна з Сонцем.

Нептун знову буде доступним для спостережень з початку квітня, уже перед світанком — настане *другий період видимості*, котрий закінчиться в наступному році. На початку другого періоду видимості (3 квітня) планета зійде о 5 год 54 хв за літнім часом. 1 травня момент сходу Нептуна — 4 год 06 хв за літнім часом. На початку літніх місяців моменти сходу будуть такі: червень — 2 год 05 хв, липень — 0 год 04 хв, серпень — 22 год 01 хв. Тривалість видимості Нептуна збільшується з 2 хв до 6 год 36 хв.

З початку третьої декади серпня планета сходить на тлі вечірньої заграви, тобто до настання темряви, тому на потемнілому небі її можна спостерігати вже на певній висоті над горизонтом. До кінця серпня й упродовж вересня (крім останньої його десятиденки) Нептун видно всю ніч — тривалість видимості становить 10 год 15 хв. На 11 вересня припадає його протистояння з Сонцем. З кінця другої декади вересня планета заходитиме ще до настання ранкових присмерків (19 вересня — о 6 год 05 хв за літнім часом), тому тривалість її видимості скорочуватиметься і наприкінці місяця становитиме 10 год 08 хв.

У наступні місяці моменти заходу Нептуна будуть такими: 1 жовтня — 5 год 16 хв літнього часу, 1 листопада — 2 год 10 хв за київським часом, 1 грудня — 0 год 11 хв, 31 грудня — 22 год 11 хв. Планету видно після закінчення вечірніх присмерків. Тривалість її видимості далі скорочуватиметься і наприкінці року становитиме 5 год 28 хв.

Блиск Нептуна впродовж року становитиме приблизно +7.9 зоряної величини; його видимий діаметр — в середньому 2.2". Планета весь час перебуватиме в сузір'ї Водоля. До стояння 23 червня Нептун переміщуватиметься прямим рухом, далі до стояння 29 листопада — назаднім, а потім знову прямим.

ВИДИМІ ШЛЯХИ ПЛАНЕТ

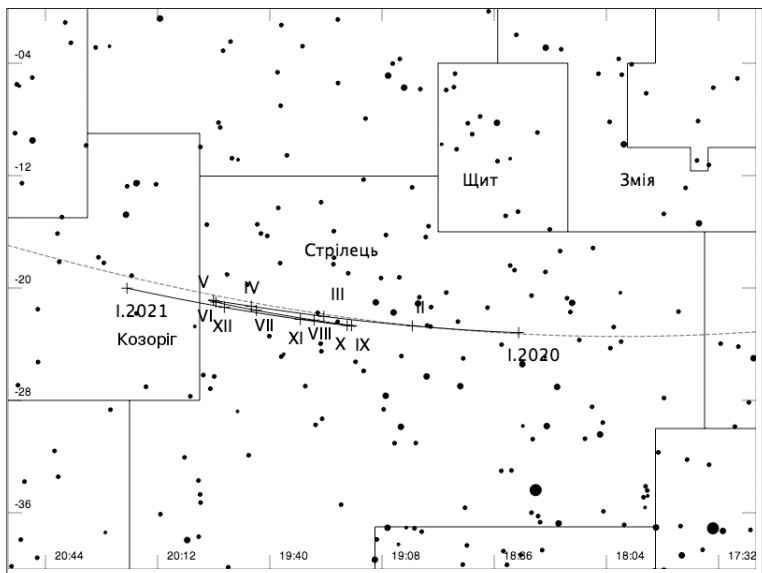


Рис. 1. Видимий шлях Юпітера

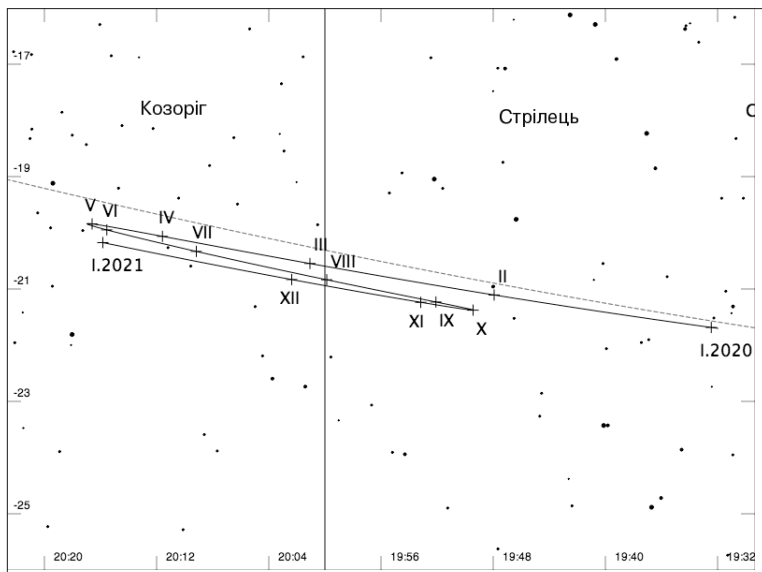


Рис. 2. Видимий шлях Сатурна

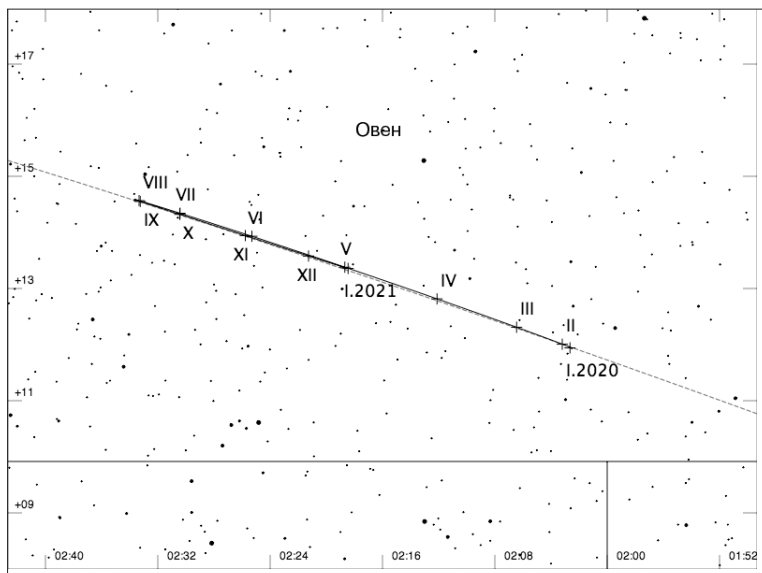


Рис. 3. Видимый шлях Урана

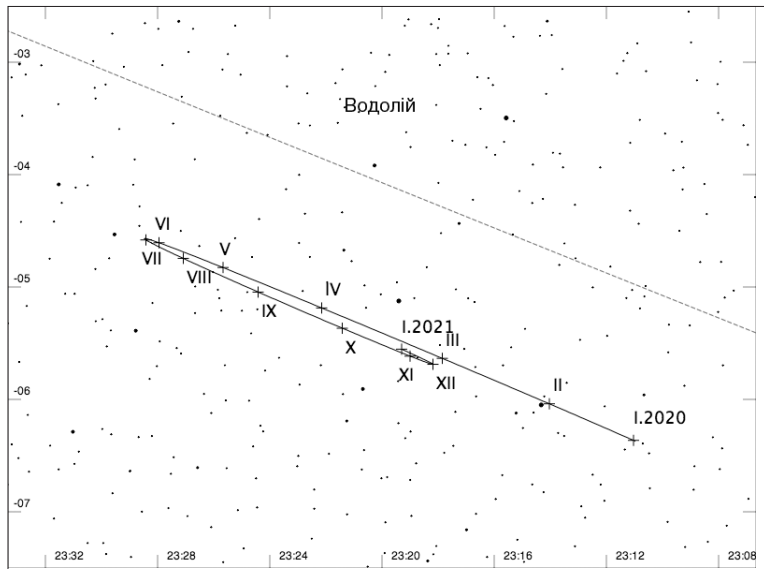


Рис. 4. Видимий шлях Нептуна

ПЛАНЕТНІ КОНФІГУРАЦІЇ
(за всесвітнім часом)

Меркурій			
Січень	10	15:19	верхнє сполучення
Лютий	10	13:46	найбільш східна елонгація E 18° 12'
Лютий	16	10:16	стояння
Лютий	26	1:46	нижнє сполучення
Березень	9	8:02	стояння
Березень	24	1:49	найбільша західна елонгація W 27° 47'
Травень	4	21:42	верхнє сполучення
Червень	4	13:06	найбільша східна елонгація E 23° 36'
Червень	17	19:36	стояння
Липень	1	2:54	нижнє сполучення
Липень	12	7:01	стояння
Липень	22	15:15	найбільша західна елонгація W 20° 08'
Серпень	17	15:11	верхнє сполучення
Жовтень	1	15:54	найбільша східна елонгація E 25° 49'
Жовтень	14	4:44	стояння
Жовтень	25	18:25	нижнє сполучення
Листопад	3	8:18	стояння
Листопад	10	17:30	найбільша західна елонгація W 19° 06'
Грудень	20	3:26	верхнє сполучення
Венера			
Березень	24	22:06	найбільша східна елонгація E 46° 05'
Травень	13	10:17	стояння
Червень	3	17:45	нижнє сполучення
Червень	24	18:12	стояння
Серпень	13	1:01	найбільша західна елонгація W 45° 48'
Марс			
Вересень	9	17:47	стояння
Жовтень	13	23:27	протистояння
Листопад	15	19:26	стояння
Юпітер			
Травень	14	18:29	стояння
Липень	14	8:00	протистояння
Вересень	12	23:56	стояння
Сатурн			
Січень	13	15:17	сполучення
Травень	11	9:28	стояння
Липень	20	22:29	протистояння
Вересень	29	2:54	стояння
Уран			
Січень	11	7:23	стояння
Квітень	26	9:02	сполучення
Серпень	15	16:53	стояння
Жовтень	31	15:54	протистояння
Нептун			
Березень	8	12:25	сполучення
Червень	23	18:25	стояння
Вересень	11	20:27	протистояння
Листопад	29	9:07	стояння

Таблиця 16

**СПОЛУЧЕННЯ ПЛАНЕТ
(за всесвітнім часом)**

Дата	Час, год хв	Сполучення	Видима відстань
Січень	2 15:17	Меркурій з Юпітером	1° 29' S
	12 4:32	Меркурій з Сатурном	2 03 S
	27 19:26	Венера з Нептуном	0 04 S
Березень	9 14:33	Венера з Ураном	2 24 N
	20 6:23	Марс із Юпітером	0 42 S
	31 10:60	Марс із Сатурном	0 55 S
Квітень	3 15:18	Меркурій з Нептуном	1 24 S
Травень	1 2:26	Меркурій з Ураном	0 19 S
	22 7:56	Меркурій з Венерою	0 53 S
Червень	12 12:25	Марс з Нептуном	1 44 S
Грудень	21 13:33	Юпітер зі Сатурном	0 06 S

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				
4	18	18	Уран	4° 41' N
20	19	10	Марс	2 20 S
23	2	44	Юпітер	0 17 N
24	1	42	Сатурн	1 24 N
25	18	21	Меркурій	1 14 N
28	6	26	Нептун	4 03 N
28	7	35	Венера	4 01 N

Примітка. Літера 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	3	00	Уран	4°	35'	N
18	13	19	Марс	0	54	S
19	19	39	Юпітер	0	50	N
20	13	46	Сатурн	1	36	N
23	18	48	Меркурій	8	33	N
24	15	21	Нептун	3	59	N
27	11	51	Венера	6	17	N
28	11	47	Уран	4	22	N
Березень						
18	8	26	Марс	0	36	N
18	10	26	Юпітер	1	22	N
18	23	57	Сатурн	2	06	N
21	17	56	Меркурій	3	31	N
22	23	25	Нептун	4	04	N
26	20	41	Уран	4	07	N
28	10	30	Венера	6	53	N
Квітень						
14	23	07	Юпітер	1	58	N
15	9	28	Сатурн	2	19	N
16	4	40	Марс	1	55	N
19	7	14	Нептун	4	11	N
21	17	16	Меркурій	3	07	N
23	5	48	Уран	3	59	N
26	15	17	Венера	6	10	N
Травень						
12	9	52	Юпітер	2	06	N
12	18	19	Сатурн	2	33	N
15	2	06	Марс	2	43	N
16	15	10	Нептун	4	21	N
20	15	30	Уран	3	57	N
24	2	40	Венера	3	45	N
24	10	44	Меркурій	2	55	N
Червень						
8	17	29	Юпітер	2	02	N
9	2	17	Сатурн	2	37	N
12	23	20	Нептун	4	29	N
12	23	56	Марс	2	44	N
17	1	47	Уран	3	52	N
19	8	46	Венера	0	36	S
22	7	17	Меркурій	3	43	S

Примітка. Літера 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				
5	21	42	Юпітер	1° 48' N
6	8	48	Сатурн	2 20 N
10	7	36	Нептун	4 23 N
11	19	42	Марс	1 56 N
14	11	46	Уран	3 48 N
17	7	18	Венера	3 00 S
19	3	53	Меркурій	3 48 S
Серпень				
1	23	34	Юпітер	1 30 N
2	13	18	Сатурн	2 06 N
6	15	00	Нептун	4 14 N
9	7	59	Марс	0 46 N
10	20	49	Уран	3 34 N
15	12	54	Венера	3 49 S
19	3	50	Меркурій	2 43 S
29	1	38	Юпітер	1 21 N
29	16	39	Сатурн	2 03 N
Вересень				
2	20	59	Нептун	4 09 N
6	4	45	Марс	0 00 N
7	3	52	Уран	3 21 N
14	4	45	Венера	4 20 S
18	21	54	Меркурій	6 25 S
25	6	55	Юпітер	1 27 N
25	20	43	Сатурн	2 15 N
30	1	47	Нептун	4 11 N
Жовтень				
3	3	25	Марс	0 44 N
4	8	53	Уран	3 14 N
13	23	57	Венера	4 20 S
17	18	32	Меркурій	6 51 S
22	17	19	Юпітер	1 51 N
23	3	48	Сатурн	2 30 N
27	6	23	Нептун	4 18 N
29	16	18	Марс	2 58 N
31	12	46	Уран	3 16 N
Листопад				
12	21	29	Венера	3 04 S
13	20	42	Меркурій	1 45 S
19	9	07	Юпітер	2 18 N
19	15	02	Сатурн	2 41 N
23	12	11	Нептун	4 26 N
25	19	49	Марс	4 54 N
27	16	55	Уран	3 23 N

Примітка. Літера 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				
12	20	36	Венера	0° 51' S
14	10	30	Меркурій	1 10 S
17	4	38	Юпітер	2 48 N
17	5	28	Сатурн	2 56 N
20	20	12	Нептун	4 30 N
23	18	33	Марс	5 35 N
24	22	40	Уран	3 25 N

Примітка. Літера 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 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

МЕРКУРІЙ

I	1 18	19.3	-24 38	-0.8	4.7	0.99	12.22	50	7 49	11 40	15 32	5.2
	5 18	47.2	-24 35	-1.0	4.7	0.99	7.92	50	8 01	11 53	15 44	5.2
	9 19	15.4	-24 10	-1.1	4.7	1.00	4.55	51	8 10	12 05	16 00	5.1
	13 19	43.8	-23 21	-1.2	4.7	1.00	5.60	52	8 18	12 18	16 18	4.8
	17 20	12.3	-22 07	-1.1	4.8	0.99	10.69	55	8 22	12 30	16 38	4.5
	21 20	40.5	-20 28	-1.1	4.9	0.98	17.51	58	8 25	12 43	17 01	4.0
	25 21	08.4	-18 26	-1.0	5.1	0.95	25.97	61	8 25	12 55	17 25	3.5
	29 21	35.4	-16 00	-1.0	5.4	0.90	36.47	65	8 22	13 06	17 49	2.9
II	2 22	00.7	-13 17	-0.9	5.7	0.82	49.53	70	8 17	13 15	18 13	2.4
	6 22	23.3	-10 26	-0.8	6.3	0.71	65.59	74	8 09	13 21	18 34	1.8
	10 22	41.0	-7 42	-0.5	7.0	0.55	84.78	78	7 57	13 23	18 49	1.3
	14 22	51.4	-5 30	0.1	7.9	0.36	106.58	82	7 39	13 16	18 53	0.9
	18 22	52.5	-4 17	1.2	8.9	0.18	129.97	84	7 17	13 00	18 43	0.7
	22 22	44.1	-4 18	3.0	9.9	0.05	153.37	84	6 52	12 35	18 17	0.7
	26 22	29.3	-5 29	4.8	10.6	0.01	169.61	82	6 27	12 04	17 41	0.9
	III	1 22	14.1	-7 17	3.5	10.7	0.04	156.56	79	6 05	11 34	17 02
5 22		03.3	-9 04	2.1	10.3	0.12	138.94	76	5 49	11 08	16 27	1.6
	9 21	59.3	-10 25	1.3	9.7	0.22	123.87	74	5 36	10 49	16 02	1.8
	13 22	01.9	-11 11	0.8	9.0	0.32	111.49	73	5 28	10 36	15 45	2.0
	17 22	09.9	-11 22	0.6	8.4	0.40	101.32	73	5 21	10 29	15 37	2.0

Примітка. Азимуті 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	Азимути 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 22	22.0 -11 01	0.4	7.8	0.48	92.80	73	5 16	10 26	15 36	1.9
	25 22	37.3 -10 12	0.3	7.3	0.54	85.46	74	5 12	10 26	15 39	1.8
	29 22	54.8 -8 58	0.2	6.9	0.60	78.92	76	5 08	10 28	15 48	1.6
IV	2 23	14.1 -7 20	0.1	6.5	0.65	72.83	79	5 04	10 31	15 59	1.3
	6 23	35.0 -5 22	0.0	6.2	0.70	66.91	82	4 59	10 37	16 14	0.9
	10 23	57.1 -3 04	-0.1	5.9	0.74	60.88	86	4 55	10 43	16 32	0.5
	14 0	20.6 -0 28	-0.3	5.7	0.79	54.44	90	4 50	10 51	16 52	0.1
	18 0	45.4 2 24	-0.5	5.5	0.84	47.27	94	4 46	11 00	17 15	-0.4
	22 1	11.8 5 30	-0.8	5.3	0.89	38.97	99	4 42	11 11	17 41	-0.9
	26 1	39.9 8 46	-1.1	5.2	0.94	29.14	104	4 38	11 24	18 09	-1.5
30 2	10.0 12 08	-1.6	5.1	0.98	17.36	110	4 36	11 38	18 41	-2.2	
V	4 2	42.2 15 28	-2.1	5.1	1.00	3.46	115	4 35	11 55	19 15	-2.9
	8 3	16.2 18 35	-1.9	5.1	0.99	12.34	120	4 35	12 13	19 51	-3.6
	12 3	51.0 21 16	-1.5	5.3	0.94	29.04	125	4 38	12 33	20 27	-4.3
	16 4	25.5 23 21	-1.1	5.6	0.85	45.40	129	4 43	12 51	20 59	-4.9
	20 4	58.4 24 45	-0.7	5.9	0.75	60.39	131	4 51	13 08	21 26	-5.4
	24 5	28.6 25 30	-0.4	6.4	0.64	73.67	133	4 59	13 22	21 45	-5.7
	28 5	55.4 25 39	-0.1	6.9	0.54	85.40	133	5 09	13 33	21 57	-5.7
VI	1 6	18.2 25 20	0.3	7.6	0.45	95.98	132	5 18	13 39	22 01	-5.6
	5 6	36.8 24 40	0.6	8.3	0.36	105.88	131	5 24	13 41	21 58	-5.4
	9 6	50.7 23 45	1.0	9.0	0.28	115.57	129	5 28	13 39	21 49	-5.1
	13 6	59.7 22 41	1.5	9.8	0.21	125.43	127	5 28	13 31	21 35	-4.7
	17 7	03.4 21 34	2.1	10.6	0.14	135.79	125	5 22	13 18	21 15	-4.4
	21 7	01.9 20 30	2.9	11.3	0.08	146.81	124	5 11	13 01	20 50	-4.1
	25 6	55.8 19 35	3.8	11.8	0.04	158.29	122	4 54	12 38	20 22	-3.8
29 6	46.5 18 53	4.9	12.0	0.01	168.36	121	4 33	12 13	19 53	-3.7	
VII	3 6	36.3 18 30	4.8	11.8	0.01	167.60	120	4 10	11 47	19 25	-3.6
	7 6	27.9 18 28	3.6	11.3	0.04	156.49	120	3 46	11 24	19 01	-3.5
	11 6	23.5 18 46	2.5	10.4	0.10	143.60	121	3 25	11 04	18 43	-3.6
	15 6	24.5 19 20	1.6	9.5	0.18	130.38	122	3 08	10 50	18 33	-3.8
	19 6	31.8 20 04	0.9	8.6	0.27	116.87	123	2 55	10 42	18 29	-4.0
	23 6	45.4 20 47	0.3	7.7	0.39	102.75	124	2 49	10 41	18 32	-4.2
	27 7	05.1 21 20	-0.2	6.9	0.52	87.59	125	2 51	10 45	18 40	-4.3
31 7	30.4 21 29	-0.7	6.3	0.66	71.19	125	3 00	10 55	18 51	-4.4	
VIII	4 8	00.2 21 04	-1.0	5.8	0.80	53.82	125	3 17	11 10	19 03	-4.2
	8 8	32.9 19 59	-1.3	5.4	0.90	36.42	123	3 41	11 27	19 14	-3.9
	12 9	06.4 18 12	-1.6	5.2	0.97	20.32	120	4 09	11 45	19 21	-3.5
	16 9	39.3 15 52	-1.8	5.0	1.00	7.41	116	4 39	12 02	19 25	-2.9
	20 10	10.4 13 08	-1.6	4.9	0.99	8.54	111	5 09	12 17	19 25	-2.4

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	Види- мий діаметр	Фаза	Фазо- вий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід		Верхня кульмі- нація		Захід		$\Delta\varphi$	
	на 0 год усвітнього часу								для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$								
	год хв	'	"	'	"	"	'	"	'	"	год хв	'	"	год хв	'		"
VIII	24	10	39.5	10	11	-1.2	4.9	0.98	17.53	106	5	37	12	30	19	23	-1.8
	28	11	06.6	7	07	-0.9	5.0	0.95	25.57	102	6	04	12	41	19	19	-1.2
IX	1	11	32.0	4	01	-0.6	5.0	0.92	32.50	97	6	28	12	51	19	13	-0.7
	5	11	55.8	0	57	-0.4	5.1	0.89	38.62	92	6	51	12	59	19	06	-0.2
	9	12	18.4	-2	01	-0.2	5.3	0.86	44.22	87	7	12	13	05	18	59	0.3
	13	12	39.9	-4	53	-0.1	5.4	0.82	49.56	83	7	31	13	11	18	51	0.8
	17	13	00.4	-7	36	-0.1	5.6	0.79	54.89	79	7	49	13	15	18	42	1.3
	21	13	19.8	-10	08	0.0	5.9	0.75	60.43	75	8	05	13	19	18	33	1.8
	25	13	38.2	-12	28	0.0	6.2	0.70	66.46	71	8	19	13	21	18	24	2.2
	29	13	55.1	-14	32	0.1	6.5	0.64	73.26	68	8	31	13	22	18	14	2.6
X	3	14	10.1	-16	16	0.1	6.9	0.58	81.21	65	8	39	13	21	18	03	3.0
	7	14	22.3	-17	36	0.2	7.5	0.49	90.82	62	8	43	13	17	17	52	3.3
	11	14	30.4	-18	23	0.4	8.1	0.39	102.73	61	8	39	13	09	17	39	3.5
	15	14	32.5	-18	25	0.9	8.8	0.27	117.81	61	8	24	12	54	17	24	3.5
	19	14	26.8	-17	27	1.9	9.6	0.14	136.97	63	7	56	12	32	17	07	3.3
	23	14	13.1	-15	18	3.7	10.0	0.03	160.65	66	7	14	12	02	16	49	2.8
	27	13	55.7	-12	23	4.8	9.9	0.01	171.17	71	6	26	11	29	16	31	2.2
	31	13	42.3	-9	44	2.1	9.2	0.10	142.90	75	5	44	11	01	16	17	1.7
XI	4	13	38.6	-8	23	0.5	8.2	0.28	116.18	77	5	20	10	42	16	05	1.4
	8	13	45.2	-8	31	-0.3	7.3	0.47	93.12	77	5	12	10	34	15	56	1.5
	12	13	59.3	-9	44	-0.6	6.6	0.64	74.21	75	5	17	10	33	15	49	1.7
	16	14	18.2	-11	35	-0.7	6.0	0.76	59.10	72	5	30	10	37	15	43	2.0
	20	14	39.9	-13	42	-0.7	5.6	0.84	47.09	69	5	47	10	43	15	39	2.5
	24	15	03.2	-15	51	-0.7	5.3	0.90	37.44	65	6	06	10	51	15	35	2.9
	28	15	27.6	-17	54	-0.7	5.1	0.94	29.54	62	6	26	10	59	15	32	3.4
	2	15	52.8	-19	47	-0.7	4.9	0.96	22.91	59	6	47	11	09	15	31	3.8
XII	6	16	18.6	-21	25	-0.8	4.8	0.98	17.18	56	7	07	11	19	15	31	4.3
	10	16	45.0	-22	48	-0.9	4.7	0.99	12.08	53	7	26	11	30	15	33	4.7
	14	17	12.0	-23	53	-1.0	4.7	1.00	7.46	51	7	44	11	41	15	37	5.0
	18	17	39.4	-24	37	-1.1	4.6	1.00	3.68	50	8	01	11	53	15	44	5.2
	22	18	07.2	-25	01	-1.1	4.7	1.00	4.08	49	8	16	12	05	15	54	5.4
	26	18	35.4	-25	03	-1.0	4.7	0.99	8.36	49	8	28	12	17	16	06	5.4
	30	19	03.8	-24	41	-0.9	4.8	0.99	13.69	50	8	39	12	30	16	21	5.3
	I	3	19	32.2	-23	55	-0.9	4.9	0.97	19.92	51	8	46	12	42	16	39

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	Фазовий кут	Азимутні точки сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\varphi$	
	на 0 год унесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$					
	год хв	° ' "		"		°	°	год хв	год хв	год хв		хв

ВЕНЕРА

I	1 21 09.7	-18 16	-3.9	13.1	0.82	49.98	61	9 59	14 30	19 01	3.5
	9 21 48.3	-15 05	-3.9	13.5	0.80	52.94	67	9 48	14 37	19 25	2.7
	17 22 25.5	-11 29	-3.9	14.1	0.78	56.00	72	9 35	14 42	19 49	2.0
	25 23 01.3	-7 35	-4.0	14.7	0.76	59.17	79	9 20	14 46	20 13	1.3
II	2 23 36.0	-3 30	-4.0	15.4	0.73	62.45	85	9 03	14 50	20 36	0.6
	10 0 09.9	0 41	-4.1	16.2	0.70	65.88	92	8 45	14 52	20 58	-0.1
	18 0 43.2	4 51	-4.1	17.1	0.68	69.48	98	8 27	14 54	21 20	-0.8
III	26 1 16.2	8 55	-4.2	18.2	0.64	73.28	104	8 09	14 55	21 41	-1.5
	5 1 49.0	12 46	-4.2	19.4	0.61	77.30	111	7 50	14 56	22 02	-2.3
	13 2 21.7	16 19	-4.3	20.9	0.57	81.60	116	7 32	14 57	22 23	-3.0
IV	21 2 54.0	19 29	-4.4	22.6	0.53	86.24	122	7 15	14 58	22 42	-3.8
	29 3 25.8	22 12	-4.4	24.6	0.49	91.29	127	6 58	14 58	22 59	-4.6
	6 3 56.3	24 25	-4.5	27.1	0.44	96.87	131	6 42	14 57	23 12	-5.3
	14 4 24.6	26 05	-4.6	30.1	0.39	103.17	134	6 27	14 54	23 21	-5.9
V	22 4 49.5	27 11	-4.6	33.8	0.33	110.41	136	6 11	14 47	23 22	-6.4
	30 5 08.9	27 45	-4.6	38.3	0.26	118.91	137	5 54	14 34	23 14	-6.6
	8 5 20.8	27 45	-4.6	43.5	0.18	129.15	137	5 34	14 14	22 54	-6.6
	16 5 22.7	27 08	-4.4	49.3	0.11	141.62	136	5 08	13 44	22 19	-6.4
VI	24 5 13.6	25 49	-4.0	54.5	0.04	156.62	133	4 37	13 02	21 27	-5.8
	1 4 55.7	23 45	-3.2	57.6	0.00	173.74	129	4 02	12 13	20 23	-5.1
	9 4 35.5	21 16	-3.5	57.0	0.01	168.38	125	3 27	11 21	19 16	-4.3
	17 4 21.1	19 04	-4.1	53.0	0.06	151.86	121	2 55	10 36	18 17	-3.7
VII	25 4 16.3	17 41	-4.4	47.4	0.13	137.75	119	2 27	10 00	17 33	-3.4
	3 4 21.3	17 13	-4.6	41.7	0.20	126.13	118	2 04	9 34	17 04	-3.2
	11 4 34.3	17 26	-4.6	36.7	0.28	116.60	118	1 45	9 16	16 48	-3.3
	19 4 53.8	18 03	-4.6	32.5	0.34	108.65	119	1 29	9 04	16 39	-3.4
VIII	27 5 18.1	18 50	-4.5	29.0	0.40	101.85	121	1 18	8 57	16 37	-3.6
	4 5 46.2	19 32	-4.4	26.2	0.45	95.88	122	1 10	8 54	16 38	-3.8
	12 6 17.2	20 00	-4.4	23.9	0.49	90.55	123	1 07	8 54	16 40	-3.9
	20 6 50.6	20 06	-4.3	21.9	0.54	85.68	123	1 08	8 56	16 43	-4.0
IX	28 7 25.5	19 44	-4.2	20.3	0.58	81.17	122	1 14	8 59	16 44	-3.9
	5 8 01.4	18 52	-4.2	18.9	0.61	76.92	121	1 24	9 03	16 43	-3.6
	13 8 38.0	17 28	-4.1	17.7	0.65	72.90	118	1 37	9 08	16 40	-3.3
	21 9 14.7	15 33	-4.1	16.6	0.68	69.04	115	1 53	9 14	16 35	-2.9
29 9 51.3	13 09	-4.0	15.8	0.71	65.33	111	2 11	9 19	16 27	-2.4	

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 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	
X	7 10 27.6	10 18	-4.0	15.0	0.74	61.73	107	2 30	9 23	16 17	-1.8
	15 11 03.7	7 07	-3.9	14.3	0.76	58.23	102	2 51	9 28	16 05	-1.2
	23 11 39.7	3 40	-3.9	13.7	0.79	54.83	96	3 12	9 32	15 53	-0.6
	31 12 15.6	0 02	-3.9	13.2	0.81	51.50	91	3 33	9 37	15 40	0.0
XI	8 12 51.7	-3 40	-3.9	12.7	0.83	48.26	85	3 56	9 41	15 27	0.6
	16 13 28.3	-7 20	-3.8	12.3	0.85	45.09	79	4 19	9 46	15 14	1.3
	24 14 05.7	-10 53	-3.8	11.9	0.87	41.99	73	4 42	9 52	15 03	1.9
XII	2 14 44.0	-14 10	-3.8	11.6	0.89	38.97	68	5 06	9 59	14 53	2.6
	10 15 23.6	-17 06	-3.8	11.3	0.90	36.01	63	5 30	10 07	14 45	3.2
	18 16 04.4	-19 34	-3.8	11.1	0.92	33.12	59	5 53	10 17	14 40	3.8
	26 16 46.3	-21 27	-3.8	10.9	0.93	30.29	56	6 15	10 27	14 39	4.3
I	3 17 29.3	-22 40	-3.8	10.7	0.94	27.52	54	6 34	10 39	14 43	4.6
МАРС											
I	1 15 44.9	-19 27	1.6	4.3	0.96	24.26	59	4 40	9 04	13 28	3.7
	9 16 07.3	-20 38	1.5	4.4	0.95	25.79	57	4 38	8 55	13 12	4.0
	17 16 30.1	-21 38	1.4	4.5	0.94	27.31	55	4 35	8 46	12 57	4.3
	25 16 53.3	-22 27	1.4	4.7	0.94	28.79	54	4 32	8 38	12 44	4.6
II	2 17 16.8	-23 04	1.3	4.8	0.93	30.25	53	4 28	8 30	12 32	4.7
	10 17 40.6	-23 28	1.3	5.0	0.93	31.68	52	4 23	8 22	12 21	4.9
	18 18 04.6	-23 39	1.2	5.2	0.92	33.07	52	4 16	8 15	12 13	4.9
	26 18 28.6	-23 37	1.1	5.4	0.91	34.42	52	4 09	8 07	12 05	4.9
III	5 18 52.7	-23 22	1.0	5.6	0.91	35.73	52	4 00	8 00	12 00	4.8
	13 19 16.7	-22 53	1.0	5.8	0.90	36.99	53	3 49	7 52	11 55	4.7
	21 19 40.6	-22 12	0.9	6.0	0.89	38.21	55	3 37	7 44	11 52	4.5
	29 20 04.2	-21 18	0.8	6.3	0.89	39.37	56	3 24	7 37	11 49	4.2
IV	6 20 27.6	-20 13	0.7	6.6	0.88	40.47	58	3 09	7 28	11 48	3.9
	14 20 50.6	-18 58	0.6	6.9	0.87	41.51	60	2 53	7 20	11 47	3.6
	22 21 13.2	-17 34	0.5	7.2	0.87	42.48	62	2 36	7 11	11 46	3.3
	30 21 35.5	-16 02	0.4	7.6	0.86	43.37	65	2 18	7 02	11 45	2.9
V	8 21 57.2	-14 23	0.3	8.0	0.86	44.18	68	2 00	6 52	11 44	2.6
	16 22 18.6	-12 38	0.2	8.4	0.85	44.90	71	1 40	6 42	11 43	2.2
	24 22 39.5	-10 50	0.1	8.8	0.85	45.51	74	1 20	6 31	11 41	1.9
VI	1 22 59.9	-8 59	-0.1	9.3	0.85	46.00	76	1 00	6 20	11 40	1.6
	9 23 19.8	-7 08	-0.2	9.8	0.84	46.35	79	0 39	6 08	11 37	1.2
	17 23 39.1	-5 17	-0.3	10.4	0.84	46.56	82	0 18	5 56	11 34	0.9
	25 23 57.9	-3 29	-0.4	11.0	0.84	46.58	85	23 57	5 43	11 30	0.6

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	$\Delta\varphi$
	на 0 год усесвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$				
	год хв	'	"	"	"	°	°	год хв	год хв	год хв	хв
VII 3	0 15.9	-1 45	-0.6	11.6	0.84	46.39	88	23 35	5 30	11 24	0.3
11	0 33.1	-0 06	-0.7	12.3	0.85	45.97	90	23 13	5 15	11 18	0.0
19	0 49.4	1 26	-0.9	13.1	0.85	45.25	93	22 50	5 00	11 10	-0.2
27	1 04.4	2 48	-1.0	14.0	0.86	44.19	95	22 27	4 43	11 00	-0.5
VIII 4	1 18.0	4 01	-1.2	15.0	0.87	42.72	97	22 03	4 25	10 48	-0.7
12	1 29.8	5 03	-1.4	16.0	0.88	40.77	98	21 38	4 06	10 33	-0.9
20	1 39.3	5 51	-1.6	17.1	0.89	38.24	100	21 12	3 44	10 15	-1.0
28	1 46.2	6 26	-1.7	18.3	0.91	35.02	101	20 45	3 19	9 53	-1.1
IX 5	1 50.0	6 46	-1.9	19.5	0.93	31.02	101	20 16	2 51	9 27	-1.2
13	1 50.3	6 51	-2.1	20.7	0.95	26.15	101	19 44	2 20	8 56	-1.2
21	1 47.0	6 42	-2.3	21.7	0.97	20.39	101	19 10	1 45	8 21	-1.2
29	1 40.4	6 21	-2.5	22.3	0.98	13.86	100	18 34	1 07	7 41	-1.1
X 7	1 31.3	5 53	-2.6	22.6	1.00	6.87	100	17 55	0 27	6 58	-1.0
15	1 21.1	5 23	-2.6	22.3	1.00	2.27	99	17 11	23 40	6 09	-0.9
23	1 11.4	5 00	-2.4	21.5	0.99	8.28	98	16 32	22 59	5 26	-0.9
31	1 03.8	4 50	-2.2	20.2	0.98	14.74	98	15 54	22 20	4 47	-0.8
XI 8	0 59.0	4 55	-1.9	18.8	0.97	20.46	98	15 18	21 45	4 11	-0.8
16	0 57.4	5 17	-1.7	17.3	0.95	25.30	99	14 43	21 12	3 40	-0.9
24	0 59.1	5 55	-1.4	15.8	0.94	29.24	100	14 11	20 42	3 14	-1.0
XII 2	1 03.7	6 46	-1.1	14.4	0.92	32.37	101	13 40	20 16	2 52	-1.2
10	1 10.7	7 49	-0.9	13.2	0.91	34.79	103	13 11	19 52	2 32	-1.4
18	1 20.0	9 01	-0.7	12.1	0.90	36.62	105	12 43	19 30	2 16	-1.6
26	1 31.0	10 19	-0.4	11.1	0.89	37.93	107	12 16	19 09	2 03	-1.8
I 3	1 43.6	11 42	-0.2	10.2	0.89	38.83	109	11 50	18 50	1 51	-2.1

Дата	α	δ	Зоряна величина m	Видимий діаметр		Фазовий кут	Азимуті 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	

ЮПІТЕР

I 1	18 29.0-23	11	-1.8	31.76	29.67	0.63	53	7 46	11 47	15 48	4.8
17	18 44.9-22	58	-1.9	32.00	29.90	2.97	53	6 57	11 00	15 03	4.7

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		Фазо-вий кут	Азимути точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульмінація	Захід	$\Delta\phi$
				екват.	поляр.						
	на 0 год усвітнього часу						для $\lambda = 0$ год, $\phi = 50^\circ$				
год хв	'	''	''	''	''	''	год хв	год хв	год хв	хв	
II	2 19 00.3-22	40	-1.9	32.54	30.40	5.20	54	6 08	10 12	14 17	4.6
	18 19 14.7-22	19	-2.0	33.36	31.17	7.23	54	5 17	9 24	13 30	4.5
III	5 19 27.7-21	55	-2.0	34.50	32.23	8.94	55	4 25	8 34	12 43	4.4
	21 19 38.9-21	32	-2.1	35.92	33.56	10.23	56	3 30	7 42	11 53	4.3
IV	6 19 47.8-21	12	-2.2	37.60	35.13	10.99	56	2 34	6 48	11 01	4.2
	22 19 54.0-20	58	-2.3	39.54	36.94	11.12	57	1 36	5 51	10 06	4.1
V	8 19 57.0-20	52	-2.5	41.62	38.89	10.50	57	0 35	4 51	9 07	4.1
	24 19 56.8-20	55	-2.6	43.70	40.83	9.09	57	23 33	3 48	8 03	4.1
VI	9 19 53.2-21	08	-2.6	45.56	42.57	6.88	56	22 27	2 41	6 55	4.2
	25 19 46.8-21	27	-2.7	46.94	43.86	4.01	56	21 20	1 32	5 44	4.3
VII	11 19 38.6-21	50	-2.8	47.60	44.47	0.71	55	20 11	0 21	4 31	4.4
	27 19 29.9-22	11	-2.8	47.40	44.29	2.68	55	18 58	23 05	3 13	4.5
VIII	12 19 22.4-22	28	-2.7	46.40	43.35	5.78	54	17 49	21 55	2 01	4.6
	28 19 17.4-22	39	-2.6	44.80	41.86	8.31	54	16 43	20 47	0 52	4.6
IX	13 19 15.7-22	43	-2.5	42.84	40.03	10.08	54	15 39	19 43	23 47	4.6
	29 19 17.5-22	41	-2.4	40.78	38.10	11.03	54	14 37	18 42	22 46	4.6
X	15 19 22.6-22	31	-2.3	38.82	36.27	11.21	54	13 39	17 44	21 49	4.6
	31 19 30.7-22	15	-2.2	37.06	34.63	10.69	54	12 42	16 49	20 56	4.5
XI	16 19 41.3-21	52	-2.1	35.56	33.22	9.58	55	11 47	15 57	20 07	4.4
XII	2 19 53.8-21	20	-2.1	34.34	32.08	8.00	56	10 54	15 07	19 19	4.2
	18 20 07.7-20	41	-2.0	33.44	31.24	6.06	57	10 01	14 18	18 34	4.1
I	3 20 22.6-19	55	-2.0	32.84	30.68	3.86	59	9 08	13 30	17 51	3.9

САТУРН

I	1 19 32.5-21	41	0.5	15.12	13.43	1.11	55	8 40	12 50	17 01	4.3
	17 19 40.5-21	24	0.5	15.08	13.40	0.30	56	7 43	11 55	16 08	4.3
II	2 19 48.4-21	05	0.6	15.16	13.47	1.69	56	6 46	11 00	15 15	4.2
	18 19 55.9-20	46	0.6	15.32	13.61	2.98	57	5 49	10 05	14 21	4.1
III	5 20 02.7-20	28	0.7	15.56	13.82	4.10	58	4 51	9 09	13 27	4.0
	21 20 08.4-20	13	0.7	15.88	14.11	4.98	58	3 52	8 11	12 31	3.9
IV	6 20 12.8-20	00	0.7	16.26	14.45	5.55	58	2 52	7 13	11 34	3.9
	22 20 15.7-19	53	0.6	16.68	14.82	5.76	59	1 51	6 13	10 34	3.8
V	8 20 16.9-19	50	0.6	17.14	15.23	5.56	59	0 49	5 11	9 33	3.8
	24 20 16.4-19	53	0.5	17.58	15.62	4.95	59	23 46	4 08	8 29	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		Фазо- вий кут	Азимут точок сходу та заходу	Схід	Верхня кульміна- ція	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		
VI	9 20	14.3-20	02	0.4	17.98	15.97	3.94	58	22 42	3 02	7 23	3.9
	25 20	10.8-20	14	0.3	18.28	16.24	2.60	58	21 37	1 56	6 15	3.9
VII	11 20	06.3-20	30	0.2	18.44	16.38	1.03	57	20 31	0 49	5 07	4.0
	27 20	01.4-20	45	0.1	18.46	16.40	0.63	57	19 20	23 37	3 53	4.1
VIII	12 19	56.7-21	00	0.2	18.34	16.29	2.24	57	18 14	22 29	2 44	4.1
	28 19	52.9-21	12	0.3	18.06	16.04	3.64	56	17 09	21 22	1 36	4.2
IX	13 19	50.3-21	19	0.4	17.70	15.72	4.73	56	16 04	20 17	0 30	4.2
	29 19	49.4-21	23	0.5	17.26	15.33	5.43	56	15 01	19 13	23 26	4.2
X	15 19	50.3-21	21	0.5	16.80	14.93	5.71	56	13 59	18 11	22 24	4.2
	31 19	52.9-21	15	0.6	16.36	14.53	5.58	56	12 58	17 11	21 25	4.2
XI	16 19	57.2-21	04	0.6	15.98	14.20	5.06	56	11 58	16 13	20 27	4.2
XII	2 20	02.8-20	49	0.6	15.64	13.89	4.22	57	10 59	15 15	19 31	4.1
	18 20	09.4-20	30	0.6	15.40	13.68	3.12	57	10 01	14 19	18 37	4.0
I	3 20	16.8-20	08	0.6	15.24	13.54	1.84	58	9 03	13 24	17 44	3.9

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

УРАН

I	1	2 02.7	11 57	5.7	3.62	2.62	109	12 17	19 19	2 21	-2.1
	17	2 02.5	11 56	5.8	3.58	2.83	109	11 14	18 16	1 18	-2.1
II	2	2 03.3	12 01	5.8	3.54	2.81	109	10 12	17 14	0 16	-2.1
	18	2 04.8	12 10	5.8	3.48	2.58	110	9 10	16 13	23 15	-2.2
III	5	2 07.1	12 22	5.8	3.44	2.16	110	8 08	15 12	22 16	-2.2
	21	2 09.9	12 37	5.9	3.42	1.60	110	7 07	14 12	21 17	-2.3
IV	6	2 13.2	12 54	5.9	3.40	0.93	111	6 05	13 12	20 19	-2.3
	22	2 16.7	13 13	5.9	3.38	0.20	111	5 04	12 13	19 21	-2.4
V	8	2 20.2	13 31	5.9	3.38	0.54	112	4 03	11 13	18 23	-2.4
	24	2 23.7	13 48	5.9	3.40	1.25	112	3 02	10 14	17 25	-2.5
VI	9	2 26.8	14 03	5.9	3.42	1.88	113	2 01	9 14	16 27	-2.6
	25	2 29.6	14 16	5.8	3.46	2.39	113	1 00	8 14	15 28	-2.6

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	$\Delta\varphi$	
	на 0 год усесвітнього часу					для $\lambda = 0$ год, $\varphi = 50^\circ$					
	год хв	'	"	"	"	год хв	год хв	год хв	хв		
VII 11	2 31.7	14 26	5.8	3.50	2.75	113	23 58	7 13	14 28	-2.6	
27	2 33.1	14 33	5.8	3.54	2.92	113	22 56	6 12	13 27	-2.7	
VIII 12	2 33.7	14 35	5.8	3.60	2.90	114	21 54	5 09	12 25	-2.7	
28	2 33.4	14 34	5.7	3.64	2.66	114	20 51	4 06	11 22	-2.7	
IX 13	2 32.4	14 29	5.7	3.68	2.22	113	19 47	3 02	10 17	-2.6	
29	2 30.7	14 21	5.7	3.72	1.61	113	18 43	1 58	9 12	-2.6	
X 15	2 28.5	14 10	5.7	3.74	0.86	113	17 39	0 52	8 06	-2.6	
31	2 25.9	13 57	5.7	3.76	0.04	113	16 31	23 43	6 55	-2.5	
XI 16	2 23.4	13 45	5.7	3.74	0.79	112	15 26	22 37	5 49	-2.5	
XII 2	2 21.1	13 34	5.7	3.72	1.55	112	14 22	21 32	4 43	-2.5	
18	2 19.4	13 26	5.7	3.68	2.17	112	13 18	20 28	3 37	-2.4	
I 3	2 18.4	13 21	5.7	3.64	2.60	112	12 15	19 24	2 33	-2.4	

НЕПТУН

I 1	23 11.0	-6 22	7.9	2.26	1.72	81	10 55	16 28	22 01	1.1
17	23 12.4	-6 13	7.9	2.24	1.45	81	9 53	15 26	21 00	1.1
II 2	23 14.2	-6 02	8.0	2.22	1.07	81	8 51	14 25	19 59	1.0
18	23 16.2	-5 49	8.0	2.22	0.61	81	7 49	13 24	19 00	1.0
III 5	23 18.4	-5 35	8.0	2.20	0.12	82	6 47	12 24	18 00	1.0
21	23 20.7	-5 20	8.0	2.20	0.40	82	5 45	11 23	17 01	0.9
IV 6	23 22.8	-5 07	8.0	2.22	0.88	83	4 44	10 22	16 01	0.9
22	23 24.7	-4 55	7.9	2.22	1.30	83	3 42	9 21	15 01	0.8
V 8	23 26.3	-4 46	7.9	2.24	1.63	83	2 40	8 20	14 00	0.8
24	23 27.5	-4 39	7.9	2.26	1.85	83	1 37	7 18	12 59	0.8
VI 9	23 28.3	-4 35	7.9	2.28	1.94	83	0 35	6 16	11 57	0.8
25	23 28.5	-4 34	7.9	2.30	1.90	83	23 32	5 13	10 55	0.8
VII 11	23 28.2	-4 37	7.8	2.32	1.71	83	22 29	4 10	9 51	0.8
27	23 27.4	-4 42	7.8	2.34	1.40	83	21 26	3 06	8 47	0.8
VIII 12	23 26.3	-4 50	7.8	2.36	0.99	83	20 22	2 02	7 42	0.8
28	23 24.8	-5 00	7.8	2.36	0.49	83	19 19	0 58	6 37	0.9
IX 13	23 23.2	-5 11	7.8	2.36	0.05	82	18 11	23 49	5 28	0.9
29	23 21.6	-5 21	7.8	2.36	0.57	82	17 07	22 45	4 22	0.9
X 15	23 20.2	-5 30	7.8	2.34	1.05	82	16 04	21 41	3 17	0.9
31	23 19.1	-5 37	7.8	2.34	1.45	82	15 00	20 37	2 13	1.0
XI 16	23 18.4	-5 41	7.9	2.32	1.73	82	13 57	19 33	1 09	1.0

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		$\Delta\varphi$
	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 23 18.2	-5 41	7.9	2.30	1.87	82	12 54	18 30	0 06	1.0			
	18 23 18.6	-5 38	7.9	2.28	1.86	82	11 51	17 27	23 04	1.0			
I	3 23 19.4	-5 32	7.9	2.26	1.72	82	10 49	16 25	22 02	0.9			

ПЛУТОН

I	1 19 37.2	-22 13	14.0	0.10		54	8 47	12 55	17 02			
II	2 19 41.7	-22 05	14.0	0.10		55	6 45	10 53	15 01			
III	5 19 45.6	-21 59	14.0	0.10		55	4 43	8 51	13 00			
IV	6 19 48.0	-21 57	14.0	0.10		55	2 39	6 48	10 57			
V	8 19 48.3	-22 00	14.0	0.10		55	0 34	4 42	8 51			
VI	9 19 46.6	-22 08	14.0	0.10		55	22 27	2 35	6 43			
VII	11 19 43.7	-22 19	14.0	0.10		54	20 19	0 26	4 33			
VIII	12 19 40.5	-22 29	14.0	0.10		54	18 08	22 13	2 19			
IX	13 19 38.4	-22 36	14.0	0.10		54	16 00	20 05	0 10			
X	15 19 38.0	-22 39	14.0	0.10		54	13 55	17 59	22 04			
XI	16 19 39.8	-22 37	14.0	0.10		54	11 50	15 55	20 00			
XII	18 19 43.3	-22 31	14.0	0.10		54	9 47	13 53	17 58			

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	° ′		°	

Вечірня видимість

I	25	17 16	17 25	0 09	21 08.4	-18 26	-1.0	1.2	3.5
	29	17 22	17 49	0 27	21 35.4	-16 00	-1.0	3.9	2.9
II	2	17 29	18 13	0 44	22 00.7	-13 17	-0.9	6.5	2.4
	6	17 35	18 34	0 59	22 23.3	-10 26	-0.8	8.8	1.8
	10	17 41	18 49	1 08	22 41.0	-7 42	-0.5	10.2	1.3
	14	17 48	18 53	1 05	22 51.4	-5 30	0.1	10.1	0.9
	18	17 54	18 43	0 49	22 52.5	-4 17	1.2	7.6	0.7
	22	18 01	18 17	0 16	22 44.1	-4 18	3.0	2.6	0.7

Ранкова видимість

III	5	5 49	6 02	0 13	22 03.3	-9 04	2.1	2.2	1.6
	9	5 36	5 54	0 18	21 59.3	-10 25	1.3	2.7	1.8
	13	5 28	5 45	0 17	22 01.9	-11 11	0.8	2.7	2.0
	17	5 21	5 37	0 16	22 09.9	-11 22	0.6	2.3	2.0
	21	5 16	5 28	0 12	22 22.0	-11 01	0.4	1.8	1.9
	25	5 12	5 19	0 07	22 37.3	-10 12	0.3	1.1	1.8

Вечірня видимість

V	12	20 13	20 27	0 14	3 51.0	21 16	-1.5	1.8	-4.3
	16	20 20	20 59	0 39	4 25.5	23 21	-1.1	5.2	-4.9
	20	20 26	21 26	1 00	4 58.4	24 45	-0.7	7.7	-5.4
	24	20 32	21 45	1 13	5 28.6	25 30	-0.4	9.4	-5.7
	28	20 38	21 57	1 19	5 55.4	25 39	-0.1	10.2	-5.7
VI	1	20 43	22 01	1 18	6 18.2	25 20	0.3	10.2	-5.6
	5	20 47	21 58	1 11	6 36.8	24 40	0.6	9.3	-5.4
	9	20 51	21 49	0 58	6 50.7	23 45	1.0	7.7	-5.1
	13	20 54	21 35	0 41	6 59.7	22 41	1.5	5.4	-4.7
	17	20 56	21 15	0 19	7 03.4	21 34	2.1	2.4	-4.4

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

Ранкова видимість

VII	15	3 08	3 26	0 18	6 24.5	19 20	1.6	2.5	-3.8
	19	2 55	3 31	0 36	6 31.8	20 04	0.9	5.0	-4.0
	23	2 49	3 37	0 48	6 45.4	20 47	0.3	6.6	-4.2
	27	2 51	3 43	0 52	7 05.1	21 20	-0.2	7.3	-4.3
	31	3 00	3 49	0 49	7 30.4	21 29	-0.7	6.8	-4.4
VIII	4	3 17	3 56	0 39	8 00.2	21 04	-1.0	5.4	-4.2
	8	3 41	4 02	0 21	8 32.9	19 59	-1.3	3.0	-3.9

Ранкова видимість

X	31	5 44	6 14	0 30	13 42.3	-9 44	2.1	4.6	1.7
XI	4	5 20	6 21	1 01	13 38.6	-8 23	0.5	9.3	1.4
	8	5 12	6 27	1 15	13 45.2	-8 31	-0.3	11.2	1.5
	12	5 17	6 33	1 16	13 59.3	-9 44	-0.6	11.2	1.7
	16	5 30	6 39	1 09	14 18.2	-11 35	-0.7	10.1	2.0
	20	5 47	6 45	0 58	14 39.9	-13 42	-0.7	8.3	2.5
	24	6 06	6 50	0 44	15 03.2	-15 51	-0.7	6.2	2.9
	28	6 26	6 56	0 30	15 27.6	-17 54	-0.7	4.1	3.4
XII	2	6 47	7 01	0 14	15 52.8	-19 47	-0.7	1.9	3.8

**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								
I	1	16.8—19.0	2.2	4.7—7.4	2.7	—	—	16.8—17.0	0.2
	9	16.9—19.4	2.5	4.6—7.3	2.7	—	—	—	—
	17	17.1—19.8	2.7	4.6—7.3	2.7	7.0—7.2	0.2	—	—
	25	17.3—20.2	2.9	4.5—7.1	2.6	6.6—7.1	0.5	—	—
II	2	17.5—20.6	3.1	4.5—7.0	2.5	6.1—7.0	0.9	6.8—7.0	0.2
	10	17.7—21.0	3.3	4.4—6.8	2.4	5.7—6.8	1.1	6.3—6.8	0.5
	18	17.9—21.3	3.4	4.3—6.5	2.2	5.3—6.6	1.3	5.8—6.6	0.8
	26	18.1—21.7	3.6	4.2—6.3	2.1	4.9—6.3	1.4	5.3—6.3	1.0
III	5	18.3—22.0	3.7	4.0—6.0	2.0	4.4—6.0	1.6	4.9—6.0	1.1
	13	18.6—22.4	3.8	3.8—5.8	2.0	4.0—5.7	1.7	4.4—5.8	1.4
	21	18.8—22.7	3.9	3.6—5.5	1.9	3.5—5.4	1.9	3.9—5.5	1.6
	29	19.0—23.0	4.0	3.4—5.2	1.8	3.1—5.2	2.1	3.4—5.2	1.8
IV	6	19.2—23.2	4.0	3.2—4.9	1.7	2.6—4.9	2.3	2.9—4.9	2.0
	14	19.4—23.4	4.0	2.9—4.6	1.7	2.1—4.6	2.5	2.4—4.6	2.2
	22	19.7—23.4	3.7	2.6—4.3	1.7	1.6—4.3	2.7	1.9—4.3	2.4
	30	19.9—23.2	3.3	2.3—4.0	1.7	1.1—4.0	2.9	1.3—4.0	2.7
V	8	20.1—22.9	2.8	2.0—3.8	1.8	0.6—3.8	3.2	0.8—3.8	3.0
	16	20.3—22.3	2.0	1.7—3.6	1.9	0.0—3.6	3.6	0.3—3.6	3.3
	24	20.5—21.5	1.0	1.3—3.4	2.1	23.6—3.4	3.8	23.8—3.4	3.6
	1	—	—	1.0—3.2	2.2	23.0—3.2	4.2	23.2—3.2	4.0
VI	9	—	—	0.7—3.1	2.4	22.5—3.1	4.6	22.7—3.1	4.4
	17	2.9—3.1	0.2	0.3—3.1	2.8	21.9—3.1	5.2	22.2—3.1	4.9
	25	2.5—3.1	0.6	0.0—3.1	3.1	21.3—3.1	5.8	21.6—3.1	5.5
	3	2.1—3.2	1.1	23.6—3.2	3.6	21.0—3.2	6.2	21.1—3.2	6.1
VII	11	1.8—3.4	1.6	23.2—3.4	4.2	20.8—3.4	6.6	20.8—3.4	6.6
	19	1.5—3.5	2.0	22.8—3.5	4.7	20.7—3.5	6.8	20.7—3.5	6.8
	27	1.3—3.6	2.3	22.5—3.7	5.2	20.5—3.2	6.7	20.5—3.7	7.2
	4	1.2—3.9	2.7	22.0—3.9	5.9	20.3—2.6	6.3	20.3—3.3	7.0
VIII	12	1.1—4.2	3.1	21.6—4.2	6.6	20.0—2.0	6.0	20.0—2.7	6.7
	20	1.1—4.4	3.3	21.2—4.4	7.2	19.8—1.4	5.6	19.7—2.2	6.5
	28	1.2—4.6	3.4	20.8—4.6	7.8	19.5—0.9	5.4	19.4—1.6	6.2
	5	1.4—4.8	3.4	20.3—4.8	8.5	19.2—0.3	5.1	19.1—1.1	6.0
IX	13	1.6—5.0	3.4	19.7—5.0	9.3	18.9—23.8	4.9	18.8—0.5	5.7
	21	1.9—5.2	3.3	19.2—5.2	10.0	18.6—23.3	4.7	18.5—0.0	5.5
	29	2.2—5.4	3.2	18.6—5.4	10.8	18.3—22.8	4.5	18.2—23.4	5.2
	7	2.5—5.6	3.1	18.0—5.6	11.6	18.0—22.3	4.3	18.0—22.9	4.9
X	15	2.9—5.8	2.9	17.7—5.8	12.1	17.7—21.8	4.1	17.7—22.4	4.7
	23	3.2—6.0	2.8	17.5—5.4	11.9	17.5—21.4	3.9	17.5—21.9	4.4
	31	3.6—6.2	2.6	17.2—4.8	11.6	17.2—20.9	3.7	17.2—21.4	4.2

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								
XI	8	3.9—6.5	2.6	17.0—4.2	11.2	17.0—20.5	3.5	17.0—20.9	3.9
	16	4.3—6.7	2.4	16.9—3.7	10.8	16.9—20.1	3.2	16.8—20.5	3.7
	24	4.7—6.8	2.1	16.7—3.2	10.5	16.7—19.7	3.0	16.7—20.0	3.3
XII	2	5.1—7.0	1.9	16.6—2.9	10.3	16.6—19.3	2.7	16.6—19.5	2.9
	10	5.5—7.2	1.7	16.6—2.5	9.9	16.6—19.0	2.4	16.6—19.1	2.5
	18	5.9—7.3	1.4	16.6—2.3	9.7	16.6—18.6	2.0	16.6—18.6	2.0
	26	6.3—7.3	1.0	16.7—2.0	9.3	16.7—18.2	1.5	16.7—18.2	1.5
I	3	6.6—7.3	0.7	16.8—1.9	9.1	16.8—17.9	1.1	16.8—17.7	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	1	262.4	0.466	1.434	4.4	0.726	1.278
	5	273.6	0.462	1.439	10.8	0.726	1.255
	9	285.0	0.453	1.435	17.2	0.725	1.232
	13	297.1	0.441	1.421	23.6	0.725	1.208
	17	310.0	0.424	1.397	29.9	0.724	1.184
	21	324.1	0.404	1.362	36.3	0.724	1.160
	25	339.7	0.382	1.313	42.7	0.723	1.134
	29	357.3	0.359	1.250	49.2	0.723	1.109
Лютий	2	17.1	0.337	1.170	55.6	0.722	1.083
	6	39.4	0.319	1.074	62.0	0.722	1.056
	10	63.7	0.309	0.965	68.4	0.721	1.030
	14	88.9	0.309	0.854	74.9	0.721	1.002
	18	113.5	0.318	0.753	81.3	0.720	0.975
	22	136.3	0.335	0.678	87.8	0.720	0.946
	26	156.6	0.356	0.637	94.2	0.719	0.918
Березень	1	174.4	0.379	0.631	100.7	0.719	0.889
	5	190.2	0.402	0.653	107.2	0.719	0.859
	9	204.2	0.422	0.694	113.7	0.719	0.830
	13	217.1	0.439	0.745	120.2	0.719	0.800
	17	229.1	0.452	0.802	126.7	0.718	0.769
	21	240.5	0.461	0.861	133.2	0.718	0.739
	25	251.6	0.466	0.919	139.7	0.718	0.708
	29	262.5	0.466	0.977	146.2	0.719	0.677

Дата	Меркурій			Венера			
	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	
Квітень	2	273.6	0.462	1.033	152.7	0.719	0.646
	6	285.1	0.453	1.087	159.2	0.719	0.615
	10	297.2	0.441	1.139	165.7	0.719	0.584
	14	310.1	0.424	1.188	172.2	0.720	0.554
	18	324.2	0.404	1.233	178.6	0.720	0.523
	22	339.8	0.382	1.273	185.1	0.720	0.494
	26	357.4	0.359	1.304	191.6	0.721	0.464
	30	17.3	0.337	1.324	198.0	0.721	0.436
Травень	4	39.6	0.319	1.327	204.5	0.722	0.409
	8	63.9	0.309	1.309	210.9	0.722	0.383
	12	89.1	0.309	1.269	217.3	0.723	0.360
	16	113.7	0.318	1.209	223.7	0.723	0.339
	20	136.5	0.335	1.135	230.1	0.724	0.321
	24	156.7	0.357	1.053	236.5	0.725	0.306
	28	174.6	0.380	0.971	242.9	0.725	0.296
	1	190.3	0.402	0.890	249.3	0.726	0.290
Червень	5	204.3	0.422	0.814	255.6	0.726	0.289
	9	217.2	0.439	0.745	262.0	0.726	0.293
	13	229.2	0.452	0.684	268.3	0.727	0.302
	17	240.6	0.461	0.633	274.6	0.727	0.315
	21	251.6	0.466	0.594	281.0	0.728	0.332
	25	262.6	0.466	0.569	287.3	0.728	0.352
	29	273.7	0.462	0.560	293.6	0.728	0.375
	3	285.2	0.453	0.569	299.9	0.728	0.400
Липень	7	297.3	0.440	0.597	306.3	0.728	0.427
	11	310.2	0.424	0.644	312.6	0.728	0.455
	15	324.3	0.404	0.707	318.9	0.728	0.484
	19	340.0	0.382	0.785	325.2	0.728	0.513
	23	357.6	0.358	0.875	331.6	0.728	0.544
	27	17.5	0.337	0.972	337.9	0.728	0.575
	31	39.8	0.319	1.072	344.3	0.727	0.606
	4	64.1	0.309	1.166	350.6	0.727	0.637
Серпень	8	89.3	0.309	1.246	357.0	0.727	0.668
	12	113.9	0.318	1.306	3.3	0.726	0.700
	16	136.6	0.335	1.344	9.7	0.726	0.731
	20	156.9	0.357	1.363	16.1	0.725	0.762
	24	174.7	0.380	1.367	22.4	0.725	0.793
	28	190.4	0.402	1.358	28.8	0.724	0.824
	1	204.5	0.422	1.340	35.2	0.724	0.855
	5	217.3	0.439	1.313	41.6	0.723	0.885
Вересень	9	229.3	0.452	1.281	48.0	0.723	0.915
	13	240.7	0.461	1.242	54.4	0.722	0.944
	17	251.7	0.466	1.198	60.9	0.722	0.974
	21	262.7	0.466	1.149	67.3	0.721	1.003
	25	273.8	0.462	1.094	73.7	0.721	1.031
	29	285.3	0.453	1.033	80.2	0.720	1.059

Дата		Меркурій			Венера		
		<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.
Жовтень	3	297.4	0.440	0.968	86.6	0.720	1.087
	7	310.3	0.424	0.899	93.1	0.719	1.114
	11	324.4	0.404	0.828	99.6	0.719	1.140
	15	340.1	0.381	0.760	106.1	0.719	1.166
	19	357.7	0.358	0.704	112.5	0.719	1.192
	23	17.6	0.336	0.671	119.0	0.719	1.217
	27	39.9	0.319	0.677	125.5	0.718	1.241
	31	64.2	0.309	0.729	132.0	0.718	1.265
Листопад	4	89.5	0.309	0.816	138.5	0.718	1.289
	8	114.1	0.318	0.921	145.0	0.719	1.312
	12	136.8	0.335	1.027	151.5	0.719	1.334
	16	157.0	0.357	1.124	158.0	0.719	1.355
	20	174.8	0.380	1.207	164.5	0.719	1.376
	24	190.5	0.402	1.276	171.0	0.719	1.397
	28	204.6	0.423	1.332	177.5	0.720	1.416
Грудень	2	217.4	0.439	1.376	184.0	0.720	1.436
	6	229.4	0.453	1.409	190.5	0.721	1.454
	10	240.7	0.462	1.431	196.9	0.721	1.472
	14	251.8	0.466	1.445	203.4	0.722	1.490
	18	262.8	0.466	1.449	209.8	0.722	1.506
	22	273.9	0.462	1.444	216.2	0.723	1.522
	26	285.4	0.453	1.430	222.6	0.723	1.538
	30	297.5	0.440	1.406	229.0	0.724	1.553
Січень 2021	3	310.4	0.424	1.371	235.4	0.724	1.567

Дата		Земля		Марс		
		<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	<i>l</i> , град.	<i>r</i> , а. о.	ρ , а. о.
Січень	1	100.0	0.983	214.1	1.590	2.184
	9	108.2	0.983	218.0	1.581	2.126
	17	116.3	0.984	221.9	1.571	2.066
	25	124.5	0.984	225.8	1.562	2.004
Лютий	2	132.6	0.985	229.8	1.552	1.940
	10	140.7	0.987	233.9	1.542	1.876
	18	148.8	0.988	238.0	1.531	1.811
	26	156.9	0.990	242.1	1.521	1.745
Березень	5	164.9	0.992	246.4	1.511	1.680
	13	172.9	0.994	250.6	1.500	1.614
	21	180.8	0.996	255.0	1.490	1.549
	29	188.8	0.998	259.4	1.479	1.485
Квітень	6	196.7	1.001	263.8	1.469	1.421
	14	204.5	1.003	268.3	1.459	1.358
	22	212.3	1.005	272.9	1.450	1.297
	30	220.1	1.007	277.6	1.441	1.236
Травень	8	227.9	1.009	282.3	1.432	1.178
	16	235.6	1.011	287.0	1.424	1.120
	24	243.3	1.013	291.8	1.416	1.064

Продовження табл. 21

Дата		Земля		Марс		
		l , град.	r , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Червень	1	251.0	1.014	296.7	1.409	1.009
	9	258.6	1.015	301.6	1.403	0.956
	17	266.3	1.016	306.5	1.397	0.905
	25	273.9	1.017	311.5	1.392	0.855
Липень	3	281.5	1.017	316.5	1.388	0.806
	11	289.2	1.017	321.6	1.385	0.759
	19	296.8	1.016	326.6	1.383	0.713
	27	304.4	1.016	331.7	1.382	0.669
Серпень	4	312.1	1.015	336.8	1.381	0.626
	12	319.8	1.013	341.9	1.382	0.586
	20	327.4	1.012	346.9	1.383	0.547
	28	335.2	1.010	352.0	1.386	0.512
Вересень	5	342.9	1.008	357.0	1.389	0.480
	13	350.7	1.006	2.0	1.393	0.453
	21	358.5	1.004	7.0	1.398	0.432
	29	6.3	1.002	12.0	1.404	0.419
Жовтень	7	14.2	0.999	16.9	1.410	0.415
	15	22.1	0.997	21.7	1.417	0.421
	23	30.0	0.995	26.5	1.425	0.437
	31	38.0	0.993	31.2	1.433	0.463
Листопад	8	46.0	0.991	35.9	1.442	0.498
	16	54.1	0.989	40.6	1.451	0.542
	24	62.2	0.987	45.1	1.461	0.592
Грудень	2	70.3	0.986	49.6	1.471	0.649
	10	78.4	0.985	54.1	1.481	0.710
	18	86.5	0.984	58.5	1.491	0.776
	26	94.7	0.983	62.8	1.502	0.845
Січень 2021	3	102.8	0.983	67.1	1.512	0.917

Дата		Юпітер			Сатурн		
		l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.	l , град.	r , а. о.	ρ , а. о.
Січень	1	276.1	5.228	6.209	292.5	10.034	10.996
	21	277.7	5.220	6.140	293.1	10.032	11.009
Лютий	10	279.4	5.213	5.989	293.7	10.030	10.919
	Березень	1	281.0	5.206	5.767	294.3	10.028
Квітень	21	282.7	5.198	5.490	294.9	10.026	10.472
	10	284.3	5.191	5.178	295.5	10.024	10.159
Травень	30	286.0	5.184	4.860	296.1	10.021	9.827
	20	287.7	5.176	4.565	296.8	10.019	9.510
Червень	9	289.4	5.169	4.327	297.4	10.016	9.246
	29	291.0	5.162	4.179	298.0	10.014	9.067
Липень	19	292.7	5.154	4.141	298.6	10.011	8.995

Закінчення табл. 21

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	294.4	5.147	4.220	299.2	10.008	9.042
	28	296.1	5.140	4.401	299.8	10.006	9.201
Вересень	17	297.8	5.133	4.658	300.4	10.003	9.450
Жовтень	7	299.5	5.126	4.956	301.0	10.000	9.758
	27	301.2	5.118	5.261	301.6	9.997	10.088
Листопад	16	303.0	5.112	5.545	302.2	9.994	10.403
Грудень	6	304.7	5.105	5.783	302.8	9.991	10.669
	26	306.4	5.098	5.957	303.5	9.988	10.860

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	35.3	19.819	19.419	348.0	29.933	30.315	292.7	33.951	34.911
	21	35.5	19.816	19.752	348.1	29.933	30.603	292.8	33.964	34.940
Лютий	10	35.8	19.814	20.091	348.2	29.932	30.810	292.9	33.977	34.853
	Березень	1	36.0	19.811	20.394	348.4	29.932	30.914	293.0	33.991
21		36.2	19.809	20.629	348.5	29.932	30.905	293.1	34.004	34.394
Квітень	10	36.4	19.806	20.772	348.6	29.931	30.785	293.2	34.017	34.078
	30	36.6	19.804	20.809	348.7	29.931	30.569	293.3	34.030	33.753
Травень	20	36.9	19.801	20.739	348.8	29.931	30.282	293.4	34.043	33.459
Червень	9	37.1	19.799	20.569	349.0	29.930	29.953	293.5	34.056	33.229
	29	37.3	19.796	20.317	349.1	29.930	29.621	293.6	34.070	33.093
Липень	19	37.5	19.794	20.008	349.2	29.930	29.321	293.7	34.083	33.068
Серпень	8	37.7	19.791	19.673	349.3	29.929	29.088	293.8	34.096	33.159
	28	38.0	19.789	19.348	349.5	29.929	28.951	293.9	34.109	33.356
Вересень	17	38.2	19.786	19.071	349.6	29.929	28.928	294.0	34.122	33.639
Жовтень	7	38.4	19.783	18.876	349.7	29.928	29.022	294.1	34.136	33.977
	27	38.6	19.781	18.790	349.8	29.928	29.224	294.2	34.149	34.332
Листопад	16	38.8	19.778	18.826	349.9	29.928	29.510	294.3	34.162	34.663
Грудень	6	39.1	19.776	18.980	350.1	29.927	29.845	294.4	34.175	34.934
	26	39.3	19.773	19.231	350.2	29.927	30.188	294.5	34.188	35.115

ГРАФІЧНИЙ КАЛЕНДАР ФАЗ МІСЯЦЯ ТА ВИДИМОСТІ ПЛАНЕТ ДЛЯ ШИРОТИ 50°

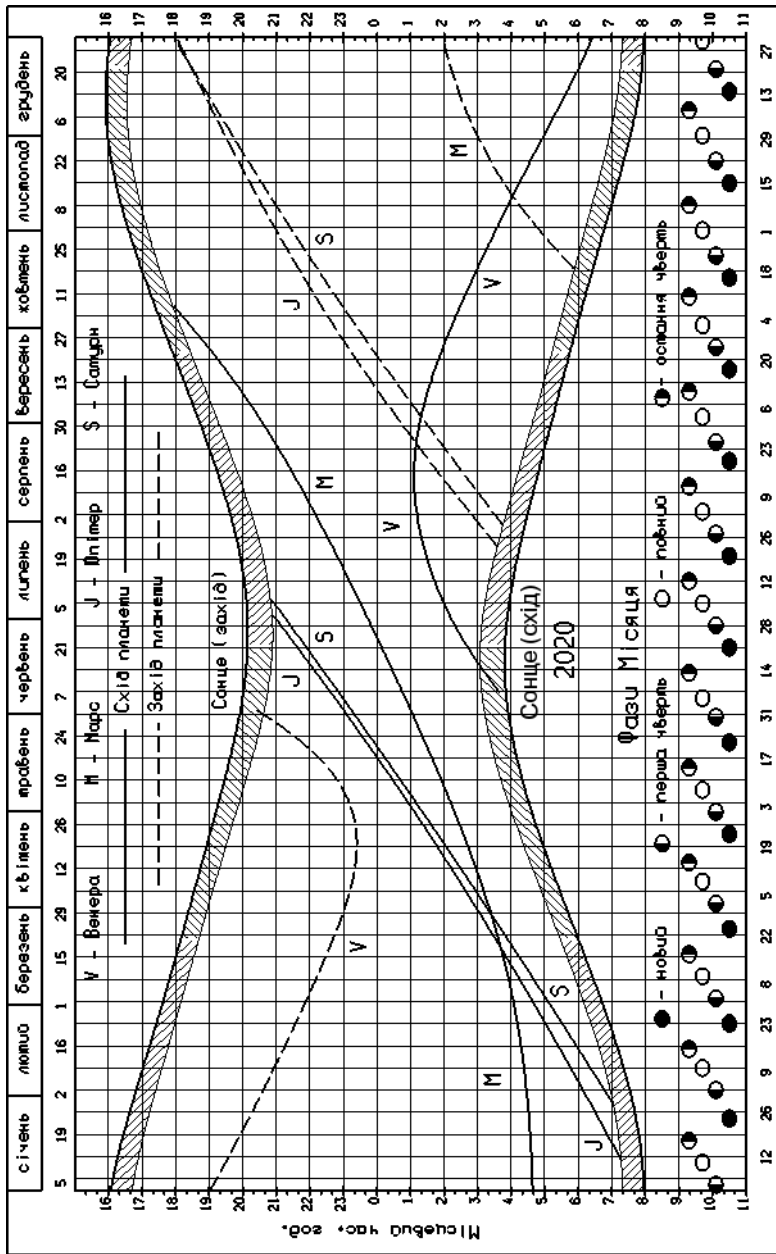
Графічний календар дає змогу встановити дати фаз Місяця, визначити умови видимості яскравих планет для будь-якої календарної дати, а також наочно простежити зміну цих умов упродовж року.

У календарі по горизонталі розміщено дати 2020 р. Сітка вертикальних ліній (ліній дати), виконана з інтервалом сім днів, фіксує дати неділей, що дає змогу легко ідентифікувати інші дні тижня. На вертикальній осі календаря відкладено місцевий середній час меридіану спостерігача. Щоб перейти до шкали київського часу, яким користуємось у побуті, слід додати до визначеного моменту величину (2 год — λ), де λ — географічна довгота пункту спостереження, 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 перетинає спочатку криву сходу планети, а потім криву сходу Сонця, то видимість планети триває з моменту її сходу до ранкових присмерків. Наприклад, у ніч проти 12 жовтня 2020 р. можна буде спостерігати Юпітер і Сатурн з 17 год 50 хв (після настання вечірніх присмерків) і до заходу планет приблизно о 22 год 10 хв та 22 год 40 хв відповідно. Венера зійде 12 жовтня близько 2 год 40 хв і буде доступною для спостереження до ранку, принаймні до початку ранкових присмерків (5 год 40 хв). Марс же перебуватиме над горизонтом цілу ніч, у чому неважко переконатися, екстраполювавши



Графічний календар фаз Місяця та видимості планет для широти 50°

лінії сходу та заходу цієї планети для 11 та 12 жовтня: схід настає під час вечірніх присмерків, а захід — уранці наступного дня, невдовзі після сходу Сонця.

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

Щоб визначити фазу Місяця в ту чи ту дату, слід провести вертикальну лінію через центр найближчого до цієї дати значка, який зображує деяку фазу. Так, 11 жовтня Місяць матиме фазу «після останньої чверті» (дата якої — 10 жовтня).

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.

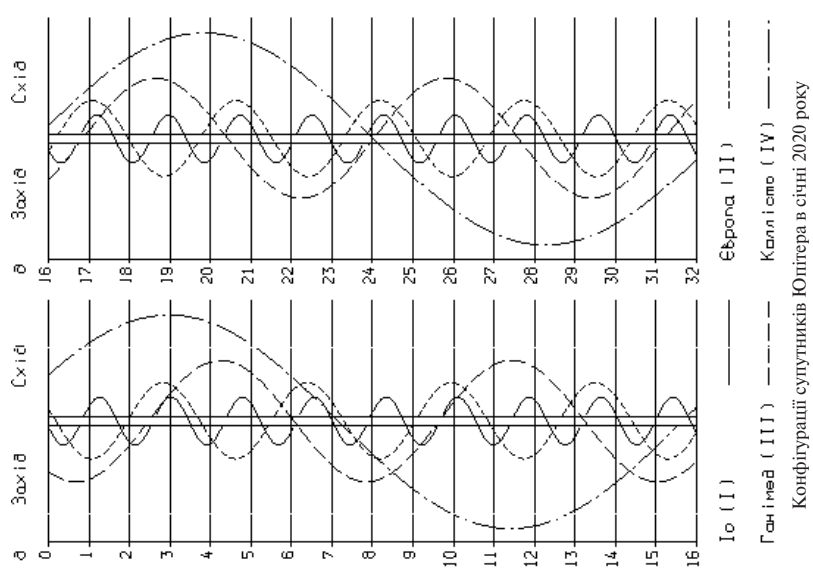
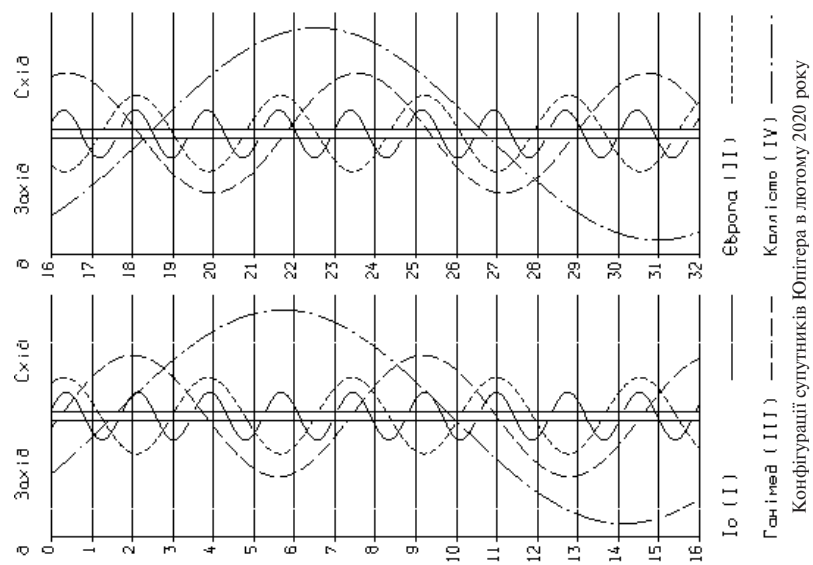
ГАЛЛЕЄВІ СУПУТНИКИ ЮПІТЕРА

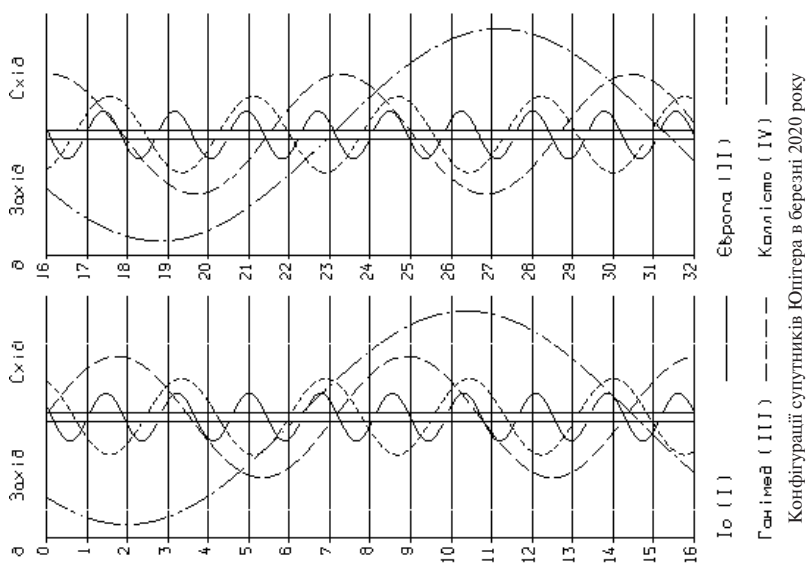
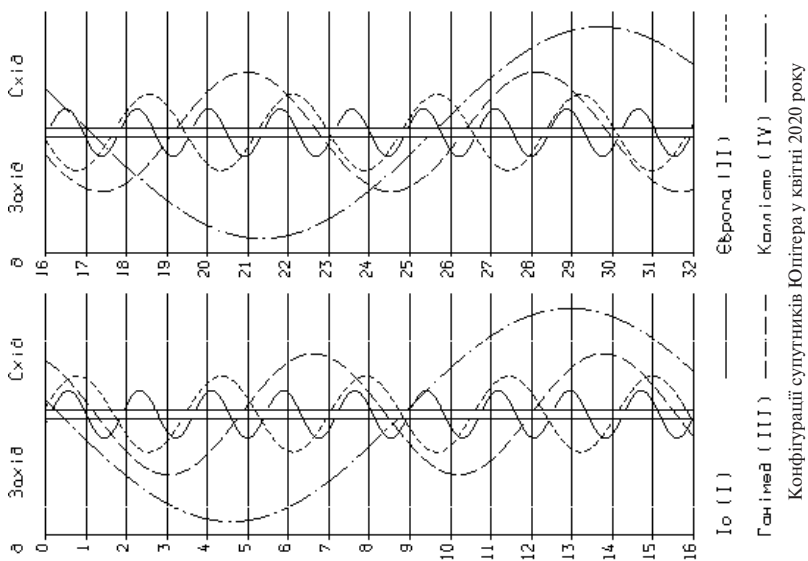
Нижче подано графіки конфігурацій найяскравіших супутників Юпітера: Іо (I), Європи (II), Ганімеда (III), Каллісто (IV), які можна спостерігати в невеликий телескоп або бінокль на території України в темний час доби. Для земного спостерігача орбіти цих супутників видно з ребра, тому вони перебувають поблизу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

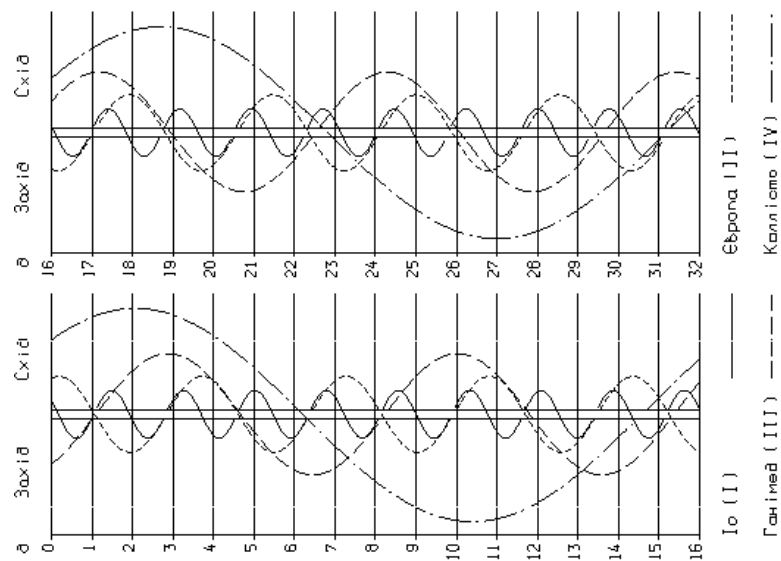
Положення супутників щодо Юпітера зображено кривими різних типів. Конфігурації наведено для спостережень у телескоп-рефрактор, тобто схід — праворуч від диска, а захід — ліворуч від нього. Щоб дізнатися про конфігурації супутників у певний момент усесвітнього часу, слід провести горизонтальну лінію, яка відповідає даному моменту. 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 16 вересня 2020 р.

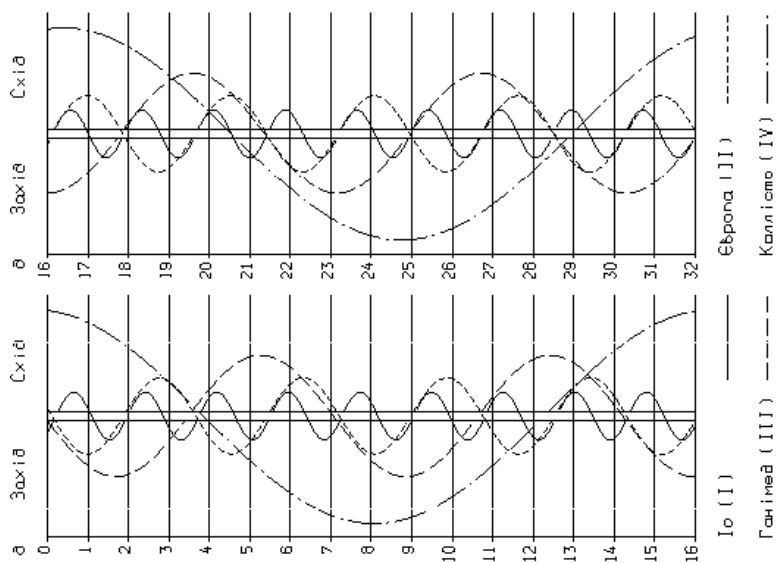




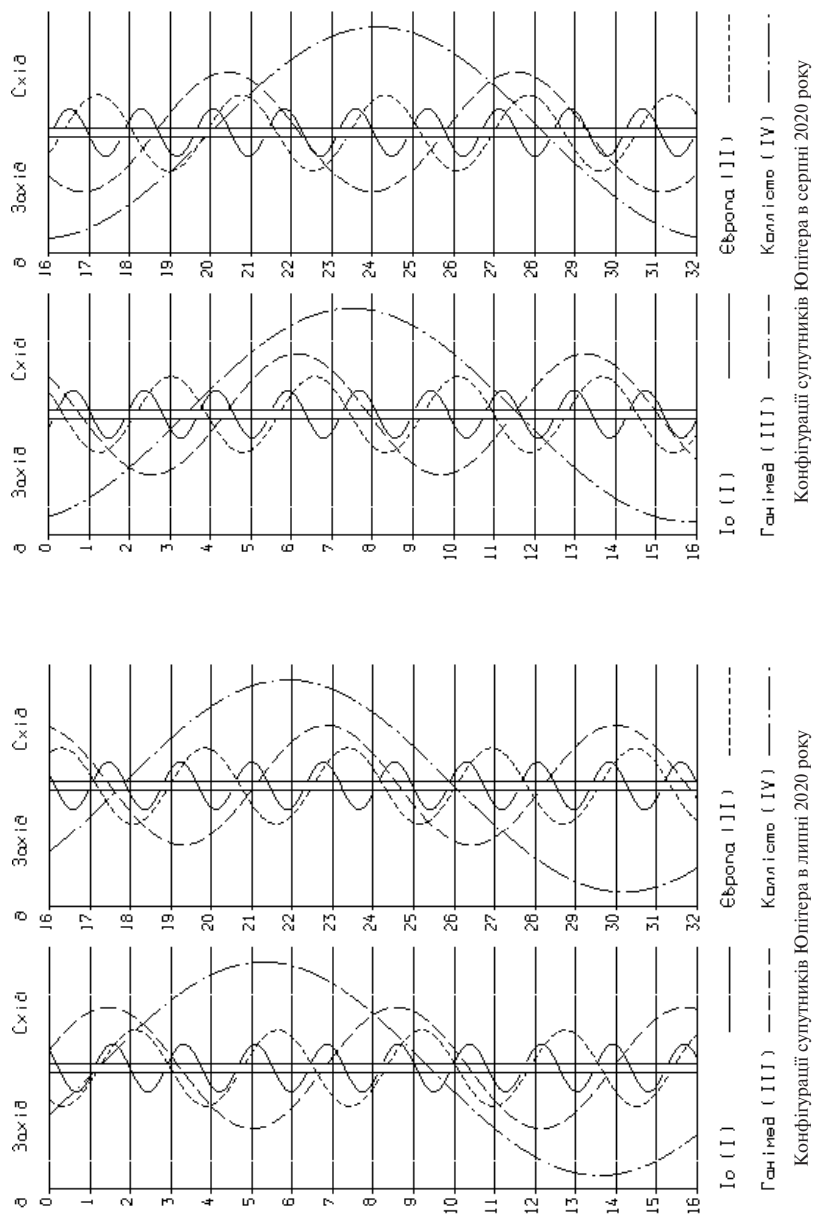


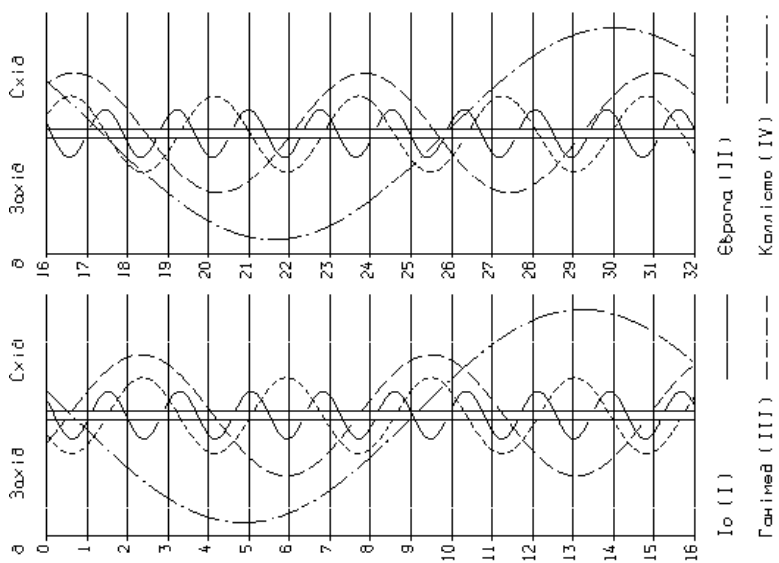


Конфігурації супутників Юпітера в червні 2020 року

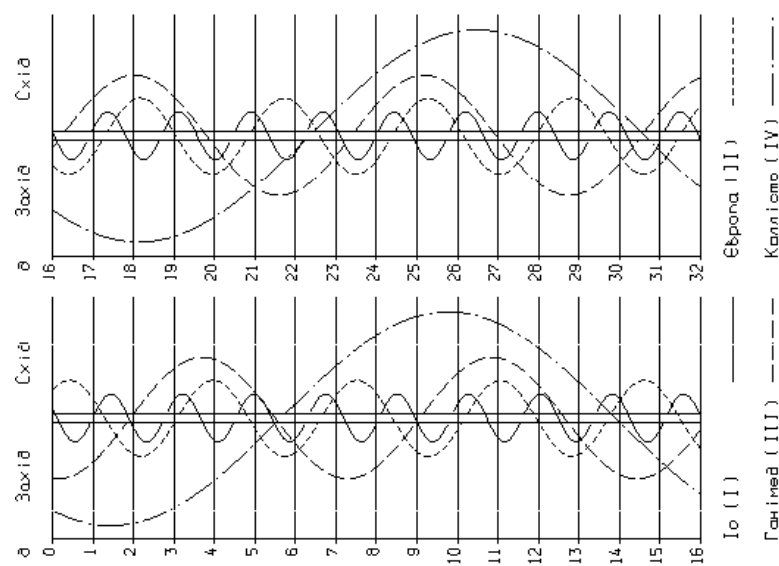


Конфігурації супутників Юпітера в травні 2020 року

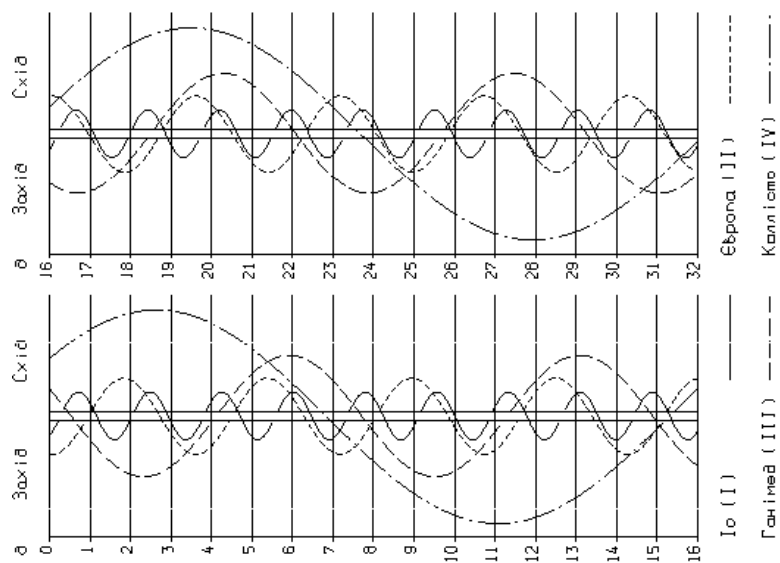




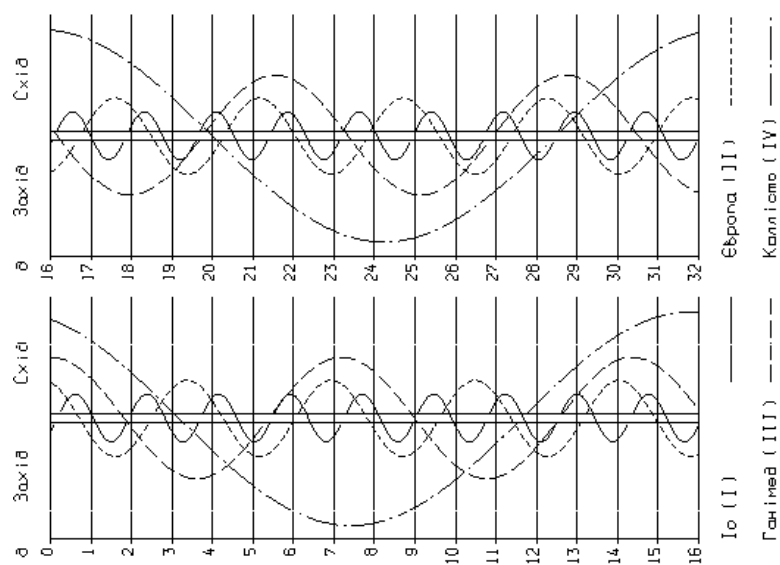
Конфігурації супутників Юпітера в жовтні 2020 року



Конфігурації супутників Юпітера у вересні 2020 року



Конфігурації супутників Юпітера в грудні 2020 року



Конфігурації супутників Юпітера в листопаді 2020 року

Таблиця 22

СЕРЕДНІ ЕЛЕМЕНТИ ОРБИТ ПЛАНЕТ НА ЕПОХУ J2000.0

Планети	Нахил i	Довгота		Добовий рух n	Ексцентриситет e	Середня довгота L
		висхідного вузла	перигелію			
	град.				град.	
Меркурій	7.00	48.33	77.46	4.09	0.21	252.25
Венера	3.39	76.68	131.53	1.60	0.01	181.98
Земля	—	0.00	102.94	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	0.05	49.94
Уран	0.77	73.98	173.03	0.01	0.05	314.06
Нептун	1.77	131.79	48.12	0.01	0.01	304.35
Плутон*	17.14	110.23	223.87	0.004	0.25	239.30

Таблиця 23

ФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТ СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

Планети	Середній екваторіаль- ний радіус, км	Маса в оди- ницях маси Землі	Об'єм в оди- ницях об'єму Землі	Густина, г/см ³	Стиснення геометричне	Сидеричний період обер- тання в оди- ницях тро- пічного року
Меркурій	2439.7	0.055	0.056	5.43	0	0.24
Венера	6051.8	0.815	0.858	5.24	0	0.62
Земля	6378.14	1.000	1.000	5.513	0.003	1.00
Марс	3396.19	0.107	0.150	3.93	0.006	1.88
Юпітер	71492	317.828	1317.933	1.33	0.065	11.86
Сатурн	60268	95.161	749.718	0.69	0.098	29.42
Уран	25559	14.536	61.513	1.27	0.023	83.75
Нептун	24764	17.148	53.909	1.64	0.017	163.72
Плутон*	1195	0.002	0.012	1.8	0	248.02

Планети	Середня відстань від Сонця		Мінімальна геоцентрич- на відстань	Максималь- ний кутовий екваторіаль- ний діаметр	Візуальний блиск	
	а. о.	млн км			V	V_0
					m	
Меркурій	0.39	58.34	0.549	12.3	-0.60	—
Венера	0.72	107.71	0.265	63.0	-4.47	—
Земля	1.00	149.60	—	—	-3.86	—
Марс	1.52	227.39	0.373	25.1	-1.52	-2.01
Юпітер	5.20	777.91	3.945	49.9	-9.40	-2.70
Сатурн	9.58	1433.15	8.032	20.7	-8.88	+0.67
Уран	19.20	2872.28	17.292	4.1	-7.19	+5.52
Нептун	30.05	4495.42	28.814	2.4	-6.87	+7.84
Плутон*	39.24	5870.22	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. Докладніше див. у «Поясненні до табличної частини календаря» (розділ «Планети»).

ВИДИМІСТЬ КОМЕТ УПРОДОВЖ 2020 РОКУ

У 2020 р. очікується проходження через перигелій 63 раніше відкритих комет (з них 61 — короткоперіодична)¹. У табл. 24 зірочкою (*) відмічено комети, які будуть доступними для візуальних спостережень з аматорськими телескопами в Україні. 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 навколоядерного (центрального) згущення, який зазвичай на $1-4^m$ слабший, ніж блиск голови комети ($m_2 > m_1$);

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

q — перигелійна відстань, а. о. ;

e — ексцентриситет;

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

Ω — довгота висхідного вузла на екліптиці, град.;

a — велика піввісь орбіти, а. о.;

i — нахил площини орбіти до екліптики, град.;

P — період обертання навколо Сонця, роки;

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

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

¹ Інформацію подано за станом на 1 березня 2019 р.

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

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

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

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

ВАЙЗ (по-англ. WISE — Wide-field Infrared Survey Explorer) — ширококутний інфрачервоний космічний телескоп, головним завданням якого є повний огляд неба в чотирьох ІЧ-діапазонах.

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

ПАНСТАРПС (по-англ. PANSTARRS — PANoramic Survey Telescope And Rapid Response System) — надсучасна система з чотирьох 1.8-м дзеркальних телескопів, оснащених великоформатними ПЗЗ-камерами, яка може просканувати впродовж ночі близько 6 тис. кв. град. небесної сфери й отримати зображення об'єктів до 24^m .

СОГО (англ. SOHO — SOlar and Heliospheric Observatory) — космічний апарат для спостереження за Сонцем, розроблений НАСА та Європейським космічним агентством. Перебуває на геліоцентричній орбіті.

Комети, які будуть доступними для візуальних аматорських спостережень в Україні

На початку 2020 р. ще залишатиметься доступною для візуальних аматорських спостережень комета **289P/Бланпен**, яка пройшла перигелій у 2019 р. (див. «Астрономічний календар 2019»).

Найкращі умови видимості комети настануть у січні, коли вона буде видна впродовж усієї ночі високо над горизонтом. Її яскравість сягне 4.8^m , тож аматори можуть спробувати побачити «мандрівницю»

неозброєним оком на темному замиському небі. У березні висота комети над горизонтом поволі зменшуватиметься, яскравість меншає. Для візуальних спостережень за допомогою телескопа комета буде доступною до кінця квітня.

Комета **C/2017 T2 (ПАНСТАРПС)**, видимість якої розпочалася ще восени минулого року (див. «Астрономічний календар 2019»), буде доступною для аматорських спостережень упродовж майже всього року. У січні — лютому комету можна буде спостерігати навіть поблизу зеніту. У березні висота комети над горизонтом стане трохи зменшуватись, а втім яскравість зростатиме і вже наприкінці квітня досягне 8.2^m . Комета ще залишатиметься доступною для спостережень до кінця вересня.

У квітні перигелій пройде короткоперіодична комета **210P/Крістенсен**. Комету відкрив Ерік Крістенсен 26 травня 2003 р. за допомогою 0.7-м телескопа Шмідта (Обсерваторія Каталіна, США). Комету можна буде бачити впродовж квітня, низько над горизонтом. Яскравість комети не перевищить 11.3^m .

Наприкінці червня перигелій пройде комета **249P/ЛІНЕАР**. Комета була відкрита 19 жовтня 2006 р. за допомогою 1.0-м телескопа під час спостережень за програмою ЛІНЕАР. У 2020 р. умови для спостереження комети в Україні будуть у край складними. Комету можна буде спостерігати в червні — на початку липня. Яскравість комети залишатиметься слабшою за 11^m , а видима висота над горизонтом не перевищить 10° . На середину червня припадає сполучення комети із Сонцем; уже в липні її висота над горизонтом стане потроху збільшуватись, а втім яскравість помітно спаде і комета перестане бути доступною для візуальних спостережень з аматорськими телескопами.

У грудні перигелій пройде відома короткоперіодична комета **141P/Мачгольц 2**. Комету відкрив Дональд Мачгольц (Каліфорнія, США) 13 серпня 1994 р. візуально за допомогою 0.25-м рефлектора. За кілька днів після відкриття комета розпалася на п'ять фрагментів. У наступній появі було зареєстроване повернення її найбільших фрагментів — А та D. У теперішній появі умови видимості комети будуть задовільними, щоб спостерігати її. Комету можна буде бачити вже в листопаді, а втім у 2020 р. висота комети над горизонтом не перевищить 30° . Найбільшої яскравості (8.5^m) комета досягне у другій половині грудня.

КОМЕТИ, ЯКІ ПРОХОДЯТЬ ПЕРИГЕЛІЙ У 2020 р.

Комета	P , роки	N	T	H_y
P/2006 R1 (Сайдінг-Спринг)	13.4	2	Січень 4.8738	16.0
101P/Черних	14.0	4	Січень 13.6055	10.0
114P/Вайзманн — Скіфф	6.68	6	Січень 14.1216	11.5
321P/СОГО	3.77	4	Січень 17.2314	20.0
306P/ЛІНЕАР	5.52	4	Січень 22.8524	19.0
112P/Урата — Нїдзіма	6.62	6	Лютий 7.9658	14.0
203P/Корлевич	10.1	3	Березень 5.0552	14.5
228P/ЛІНЕАР	8.53	3	Березень 10.7125	14.5
C/2017 K5 (ПАНСТАРПС)	—	1	Березень 22.7870	7.0
P/2004 WR9 (ЛІНЕАР)	15.2	2	Квітень 1.6579	14.5
P/2006 W1 (Джиббс)	14.0	2	Квітень 3.7053	12.0
*210P/Крістенсен	5.64	4	Квітень 7.9705	13.5
P/2005 T2 (Крістенсен)	7.55	3	Квітень 8.6452	14.5
313P/Джиббс	5.63	2	Квітень 14.5159	15.0
266P/Крістенсен	6.64	3	Квітень 19.5832	12.5
124P/Мркос	6.05	6	Квітень 26.8585	13.5
354P/ЛІНЕАР	3.46	4	Квітень 27.7939	15.5
*C/2017 T2 (ПАНСТАРПС)	—	1	Травень 4.9382	5.0
P/2012 A3 (СОГО)	4.16	5	Травень 6.6884	17.0
87P/Бас	6.38	7	Травень 9.1402	7.2
58P/Джексон — Неуймін	8.25	11	Травень 24.9827	15.5
36P/Уїплл	8.39	12	Травень 31.3085	8.5
84P/Джиклас	6.70	7	Червень 3.5178	9.5
P/2012 SB6 (Леммон)	7.50	2	Червень 19.1036	14.0
258P/ПАНСТАРПС	9.24	2	Червень 19.6754	13.0
2P/Енке	3.30	62	Червень 25.8532	11.5
*249P/ЛІНЕАР	4.59	4	Червень 29.5270	15.5
P/2003 L1 (Скотті)	17.4	2	Липень 10.2208	8.5
178P/Гаг — Белл	6.93	4	Липень 16.3717	13.5
115P/Морі	8.83	5	Липень 29.9358	10.5
304P/Орі	5.61	3	Серпень 11.7356	16.5
P/2011 U1 (ПАНСТАРПС)	8.17	2	Серпень 19.5060	14.5
298P/Крістенсен	6.81	3	Вересень 6.3797	15.0
P/2013 W1 (ПАНСТАРПС)	6.52	2	Вересень 10.3779	17.5
257P/Каталіна	7.29	2	Вересень 11.0961	11.5
278P/Мак-Нот	7.10	3	Вересень 11.9650	14.0
P/2007 R2 (Джиббс)	6.75	2	Вересень 16.0062	17.0
296P/Гаррадд	6.54	2	Вересень 17.8446	14.0
P/2007 VQ11 (Каталіна)	12.6	2	Вересень 18.2543	12.0
312P/НЕАТ	6.45	4	Вересень 25.0874	16.0
317P/ВАЙЗ	5.11	3	Вересень 26.1250	17.5

Комета	P , роки	N	T	H_u
331P/Джиббс	5.21	3	Вересень 26.5356	12.0
88P/Гоувелл	5.47	8	Вересень 26.5999	11.0
254P/Мак-Нот	9.96	2	Вересень 28.6018	11.0
233P/Ла-Сагра	5.27	3	Жовтень 1.8104	15.0
218P/ЛІНЕАР	5.45	4	Жовтень 3.6971	16.0
P/2015 X6 (ПАНСТАРПС)	4.57	2	Жовтень 17.2236	16.0
P/2005 Y2 (Мак-Нот)	16.0	2	Жовтень 22.3161	9.0
184P/Ловаш 2	7.38	6	Жовтень 26.1328	13.5
91P/Расселл 3	7.68	6	Листопад 9.0472	7.5
P/2009 WX51 (Каталіна)	5.40	3	Листопад 16.3684	19.0
156P/Расселл — ЛІНЕАР	6.45	4	Листопад 16.9806	15.5
11P/Темпель — Свіфт — ЛІНЕАР	5.99	26	Листопад 24.8524	17.0
P/2007 Q2 (Джилльмор)	13.4	2	Листопад 27.2493	16.0
P/2010 B2 (ВАЙЗ)	5.48	3	Грудень 4.5657	17.0
162P/Сайдінг-Спринг	5.43	4	Грудень 7.5586	12.0
P/2012 G1 (ПАНСТАРПС)	8.52	2	Грудень 8.2325	15.0
220P/Мак-Нот	5.50	4	Грудень 10.8187	15.0
*141P/Мачгольц 2	5.33	6	Грудень 14.9199	12.0
293P/Спейсвотч	6.95	3	Грудень 19.4944	14.5
P/2013 TL117 (Леммон)	6.85	2	Грудень 24.3216	17.5
P/2009 Q4 (Боаттіні)	5.54	3	Грудень 27.2409	15.5
277P/ЛІНЕАР	7.57	3	Грудень 30.2628	14.0

Таблиця 25

ЕЛЕМЕНТИ КОМЕТНИХ ОРБІТ

Комета	e	q	ω	Ω	i
P/2006 R1 (Сайдінг-Спринг)	0.704789	1.663470	249.2816	218.8366	160.0697
101P/Черних	0.595299	2.345343	277.7395	116.1865	5.0529
114P/Вайзмманн — Скіф	0.554630	1.579339	172.8274	271.0601	18.2725
321P/СОГО	0.981087	0.045822	172.5598	165.2016	20.1809
306P/ЛІНЕАР	0.593387	1.269330	0.7963	341.4141	8.3109
112P/Урата — Ніідзіма	0.589627	1.446931	21.4810	31.8546	24.1908
203P/Корлевич	0.314978	3.199781	154.8789	290.3492	2.9733
228P/ЛІНЕАР	0.176935	3.435850	115.3034	30.9890	7.9096
C/2017 K5 (ПАНСТАРПС)	1.004097	7.679645	171.7345	102.3780	82.2567
P/2004 WR9 (ЛІНЕАР)	0.682743	1.949948	72.0217	24.8887	4.9301
P/2006 W1 (Джиббс)	0.707651	1.700178	232.3017	152.2843	18.5451
210P/Крістенсен	0.833031	0.529129	345.8584	93.8309	10.2589
P/2005 T2 (Крістенсен)	0.417159	2.242596	58.9277	260.1651	8.2939

Комета	e	q	ω	Ω	i
313P/Джиббс	0.235393	2.419604	254.4340	105.9718	10.9802
266P/Крістенсен	0.339370	2.334810	97.8988	5.0089	3.4269
124P/Мркос	0.503592	1.647413	183.8415	0.3814	31.5124
354P/ЛІНЕАР	0.125522	2.002153	133.1608	320.1349	5.2555
C/2017 T2 (ПАНСТАРРС)	0.999785	1.614879	92.9980	64.3782	57.2363
P/2012 A3 (СОГО)	0.770155	0.594520	219.6560	174.7308	11.0249
87P/Бас	0.389388	2.100015	24.8885	181.8688	2.6021
58P/Джексон — Неуймін	0.663042	1.375624	200.4262	159.1688	13.1019
36P/Уіплл	0.268280	3.022370	200.6895	181.8680	9.9522
84P/Джиклас	0.515898	1.720513	281.4149	108.1807	7.5471
P/2012 SB6 (Леммон)	0.405089	2.278444	14.2158	8.2555	10.9260
258P/ПАНСТАРРС	0.209553	3.481214	26.1350	126.2496	6.7447
2P/Енке	0.848059	0.336521	186.5668	334.5587	11.7675
249P/ЛІНЕАР	0.819999	0.497136	65.5823	239.1899	8.3969
P/2003 L1 (Скотті)	0.253088	5.017374	354.8625	226.0636	9.0207
178P/Гаг — Белл	0.481868	1.883509	297.6455	102.8718	11.0857
115P/Морі	0.518555	2.056720	121.0477	176.0395	11.6753
304P/Орі	0.601893	1.256505	335.0635	59.0338	2.6176
P/2011 U1 (ПАНСТАРРС)	0.416462	2.367432	353.3082	134.9581	15.2287
298P/Крістенсен	0.386839	2.203169	100.6919	52.8257	7.8701
P/2013 W1 (ПАНСТАРРС)	0.592738	1.420964	1.3287	117.8516	4.6956
257P/Каталіна	0.430739	2.140591	117.7495	207.7843	20.2351
278P/Мак-Нот	0.434859	2.087812	238.0269	15.4575	6.6841
P/2007 R2 (Джиббс)	0.543436	1.630832	352.3263	11.6296	1.2193
P/2007 VQ11 (Каталіна)	0.502794	2.694886	277.7195	163.8240	12.3222
296P/Гаррад	0.478514	1.824206	350.0744	263.6419	25.2353
312P/НЕАТ	0.428644	1.980184	207.5870	144.7552	19.7571
317P/ВАЙЗ	0.570457	1.274206	334.8729	275.5194	11.9505
88P/Гоувелл	0.564098	1.353863	235.8841	56.6929	4.3835
331P/Джиббс	0.040389	2.882698	183.0806	216.7874	9.7401
254P/Мак-Нот	0.322119	3.137384	219.2611	129.2336	32.5079
233P/Ла-Сагра	0.411559	1.782692	27.0933	74.9261	11.2842
218P/ЛІНЕАР	0.622011	1.170046	59.7383	175.9968	2.7251
P/2015 X6 (ПАНСТАРРС)	0.172090	2.279117	329.8490	106.9480	4.5645
P/2005 Y2 (Мак-Нот)	0.467279	3.379452	194.2891	94.5170	19.1097
184P/Ловаш 2	0.551944	1.698147	186.4580	173.4208	4.5764
91P/Расселл 3	0.330664	2.605262	354.6987	247.8333	14.0917
P/2009 WX51 (Каталіна)	0.740257	0.799363	118.1017	31.6802	9.5981
156P/Расселл — ЛІНЕАР	0.616419	1.328977	0.0553	35.7520	17.3796
11P/Темпель — Свіфт — ЛІНЕАР	0.578051	1.391933	167.3654	239.1399	14.5150

Комета	e	q	ω	Ω	i
P/2007 Q2 (Джилмор)	0.670012	1.862368	162.8462	172.2272	10.2053
P/2010 B2 (ВАЙЗ)	0.480086	1.616311	155.9600	0.8614	8.9330
162P/Сайдінг-Спринг	0.583687	1.286143	357.0973	31.0302	27.6169
P/2012 G1 (ПАНСТАРРС)	0.380722	2.584166	286.1149	282.5440	11.6925
220P/Мак-Нот	0.501633	1.552163	180.5806	150.1125	8.1279
141P/Мачгольц 2	0.737170	0.802294	153.6610	241.8696	13.9881
293P/Спейсвотч	0.418141	2.118778	41.1495	78.4089	9.0573
P/2013 TL117 (Леммон)	0.688974	1.122188	112.2576	3.3173	9.3642
P/2009 Q4 (Боаттіні)	0.581823	1.309142	320.1312	127.4676	11.0042
277P/ЛІНЕАР	0.505047	1.908045	152.2020	276.3408	16.7762

Таблиця 26

ЕФЕМЕРИДИ КОМЕТ

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
289P/Бланпен							
I 01	23 24 55.8	+19 40 58	0.114	0.972	81.1	5.2	15:20, 18, 60
06	23 51 25.1	+35 08 25	0.097	0.987	89.1	4.9	15:20, 25, 76
11	0 45 25.1	+53 57 18	0.091	1.006	101.9	4.8	15:20, 195, 84
16	2 59 31.7	+69 04 50	0.097	1.030	116.0	5.0	17:40, 181, 70
21	6 23 39.0	+69 55 57	0.114	1.057	127.7	5.5	21:20, 170, 71
26	8 05 49.2	+62 42 28	0.139	1.089	136.1	6.1	22:00, 175, 79
31	8 47 07.6	+55 45 24	0.169	1.123	141.9	6.6	22:20, 158, 85
II 05	9 07 23.9	+50 13 10	0.203	1.160	146.0	7.2	22:00, 311, 89
10	9 19 00.0	+45 50 07	0.240	1.199	148.7	7.7	22:00, 6, 85
15	9 26 26.0	+42 16 44	0.281	1.239	150.3	8.2	21:40, 355, 82
20	9 31 42.9	+39 18 32	0.325	1.282	150.7	8.6	21:20, 351, 79
25	9 35 54.6	+36 45 44	0.372	1.325	150.1	9.1	21:20, 5, 76
III 01	9 39 37.0	+34 31 47	0.422	1.369	148.8	9.5	21:00, 2, 74
06	9 43 10.2	+32 32 17	0.476	1.414	146.8	9.9	21:00, 13, 72
11	9 46 45.2	+30 44 10	0.533	1.460	144.3	10.3	20:40, 9, 70
16	9 50 27.3	+29 05 08	0.594	1.506	141.6	10.6	20:20, 6, 69
21	9 54 20.5	+27 33 26	0.658	1.552	138.6	11.0	20:20, 15, 67
26	9 58 27.4	+26 07 41	0.726	1.599	135.6	11.3	19:40, 1, 66
31	10 02 49.1	+24 46 50	0.797	1.645	132.4	11.7	19:40, 9, 64
IV 05	10 07 25.2	+23 30 06	0.871	1.691	129.2	12.0	19:20, 6, 63
10	10 12 14.3	+22 16 52	0.948	1.737	126.0	12.3	19:00, 3, 62
210P/Крістенсен							
IV 05	2 08 00.0	+11 13 10	1.378	0.532	18.3	11.5	17:40, 103, 5
10	2 39 41.0	+15 01 20	1.305	0.530	21.9	11.3	18:00, 107, 6
15	3 13 19.3	+18 44 47	1.238	0.549	25.8	11.4	18:00, 106, 11
20	3 48 59.7	+22 13 41	1.179	0.588	29.9	11.5	18:00, 106, 17
25	4 26 45.8	+25 17 47	1.132	0.640	34.2	11.8	18:20, 108, 19
30	5 06 26.4	+27 46 54	1.100	0.701	38.6	12.2	18:20, 106, 23

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
C/2017 T2 (ПАНСТАРРС)							
I	01	3 25 25.9	+55 12 10	1.522	2.296	131.7	9.5 18:40, 176, 85
	11	2 56 26.4	+56 27 54	1.541	2.210	120.5	9.4 17:40, 167, 83
	21	2 33 21.4	+57 15 01	1.578	2.126	110.0	9.3 16:40, 167, 83
	31	2 17 24.4	+57 54 15	1.622	2.046	100.6	9.2 16:00, 156, 81
II	10	2 08 27.1	+58 42 15	1.668	1.970	92.2	9.1 16:20, 131, 74
	20	2 05 50.6	+59 49 03	1.709	1.899	85.1	8.9 16:20, 130, 68
III	01	2 09 08.4	+61 20 15	1.741	1.834	79.1	8.8 16:40, 132, 62
	11	2 18 17.3	+63 18 09	1.763	1.776	74.4	8.7 17:00, 136, 56
	21	2 34 03.9	+65 42 12	1.772	1.725	70.9	8.6 17:00, 141, 54
	31	2 58 37.1	+68 29 21	1.769	1.683	68.5	8.5 17:40, 147, 49
IV	10	3 36 22.2	+71 30 25	1.755	1.650	67.2	8.4 18:00, 152, 48
	20	4 35 37.0	+74 21 59	1.733	1.628	66.9	8.3 18:00, 156, 50
	30	6 06 06.0	+76 11 22	1.707	1.617	67.5	8.2 18:20, 158, 53
V	10	7 58 32.6	+75 37 09	1.682	1.617	68.7	8.2 18:40, 158, 56
	20	9 36 08.8	+72 03 01	1.664	1.628	70.1	8.2 19:00, 152, 60
	30	10 43 17.2	+66 12 56	1.660	1.650	71.7	8.3 19:20, 141, 61
VI	09	11 28 26.7	+59 02 53	1.674	1.683	72.9	8.4 19:40, 126, 60
	19	12 00 54.6	+51 13 04	1.713	1.725	73.5	8.5 19:40, 112, 57
	29	12 26 09.7	+43 13 22	1.779	1.776	73.2	8.7 19:40, 101, 51
VII	09	12 47 07.6	+35 26 41	1.871	1.835	72.1	9.0 19:40, 95, 44
	19	13 05 27.0	+28 08 19	1.989	1.900	70.0	9.3 19:20, 88, 39
	29	13 22 06.8	+21 26 45	2.129	1.971	67.1	9.6 19:00, 83, 33
VIII	08	13 37 41.2	+15 25 04	2.287	2.047	63.5	9.9 18:40, 79, 28
	18	13 52 32.7	+10 02 11	2.457	2.127	59.3	10.2 18:20, 76, 24
	28	14 06 56.6	+5 15 06	2.635	2.210	54.7	10.5 18:00, 74, 19
IX	07	14 21 01.2	+1 00 01	2.817	2.296	49.6	10.9 17:40, 73, 15
	17	14 34 53.4	-2 47 09	2.999	2.385	44.2	11.2 17:20, 71, 11
	27	14 48 37.0	-6 10 06	3.178	2.475	38.6	11.4 16:40, 66, 11
X	7	15 02 13.5	-9 12 03	3.351	2.567	32.7	11.7 16:20, 66, 7
	17	15 15 44.2	-11 55 56	3.514	2.660	26.6	12.0 16:00, 65, 4
249P/ЛІНЕАР							
VI	05	7 30 55.2	+20 21 38	0.432	0.717	36.7	12.2 19:40, 117, 5
	10	7 00 06.7	+23 39 20	0.430	0.649	24.4	11.8 19:40, 129, 1
	15	6 23 55.9	+26 28 51	0.444	0.588	11.7	11.4 —
	20	5 47 16.6	+28 17 20	0.481	0.539	5.2	11.2 —
	25	5 17 29.3	+28 56 50	0.545	0.507	14.2	11.2 00:20, 222, 1
	30	4 59 29.9	+28 50 37	0.630	0.497	22.5	11.5 00:20, 229, 5
VII	05	4 53 17.9	+28 27 06	0.729	0.511	28.4	11.9 00:20, 234, 8
	10	4 55 46.8	+28 01 26	0.831	0.547	32.5	12.5 00:20, 237, 10

Закінчення табл. 26

Дата	$\alpha_{J2000.0}$	$\delta_{J2000.0}$	Δ	r	E	m_1	$Y(t, A, h)$
141P/Мачголыц 2							
XI	09	18 47 40.8	-10 35 32	1.113	0.996	56.1	12.2 15:20, 30, 25
	14	19 02 56.3	-10 32 02	1.071	0.953	54.9	11.5 15:20, 31, 24
	19	19 19 20.9	-10 25 48	1.025	0.914	54.0	10.9 15:20, 32, 24
	24	19 36 58.6	-10 17 00	0.976	0.880	53.3	10.3 15:20, 32, 24
	29	19 55 54.7	-10 06 05	0.924	0.851	52.8	9.7 15:00, 27, 26
XII	04	20 16 16.4	-9 53 38	0.870	0.829	52.7	9.3 15:00, 27, 26
	09	20 38 13.8	-9 40 19	0.815	0.815	52.8	8.9 15:00, 27, 27
	14	21 02 00.5	-9 26 39	0.761	0.808	53.3	8.6 15:00, 26, 27
	19	21 27 52.7	-9 12 46	0.708	0.810	54.3	8.5 15:00, 24, 28
	24	21 56 09.0	-8 58 15	0.658	0.820	55.8	8.5 15:00, 22, 29
	29	22 27 07.2	-8 41 45	0.614	0.838	57.9	8.6 15:00, 19, 29
2021 I	03	23 00 58.9	-8 20 56	0.576	0.862	60.7	8.9 15:20, 20, 30

МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

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

Метеорною речовиною (метеороїдами) можуть бути частинки космічного пилу чи більші фрагменти кометних ядер або астероїдів. Кожного разу, коли метеороїд потрапляє в атмосферу Землі, він породжує спалах світла, який називають метеорним явищем (метеором). Висока температура, спричинена взаємодією метеороїда з атмосферою Землі, викликає його світіння. Воно триває, як правило, упродовж дуже короткого проміжку часу. Часто в нічному небі спалахують ще й багато болідів¹.

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

Якщо метеори виникають у будь-який час і без прив'язки до того чи того сузір'я, то їх називають спорадичними. Проте чимало метеорних потоків з'являються щороку в один і той же час. Деякі з найвідоміших метеорних потоків спостерігають уже впродовж сотень і навіть тисяч років. Список найінтенсивніших метеорних потоків наведено в табл. 27.

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_{II} . Астрономічний азимут A_R відраховують від точки півдня на захід.

¹ Болід — метеор, який має помітний кутовий діаметр, а яскравість його вища, ніж -4^m

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

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

Щоб зручніше було шукати радіант на небі в довільний момент часу T_{Π} , перед спостереженнями можна побудувати видимий шлях радіанта за координатами z_R і A_R з табл. 28.

Таблиця 27

ОСНОВНІ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

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

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

ГОРИЗОНТАЛЬНІ КООРДИНАТИ РАДІАНТІВ МЕТЕОРНИХ ПОТОКІВ

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

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

ВІРГІНІДИ

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

Комплекс Віргінід становить собою набір декількох метеорних потоків.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

АРІЕТИДИ

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

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

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

ПЕРСЕЇДИ

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

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

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

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

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

ПУЛЬСУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ

Зоря	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Зоряна величина m		Мінімум $JD_{2458}...$	Період, доба
	год	хв	°	'	максимум	мінімум		
ТИПУ RR ЛІРИ								
X Овна	3	10	10	31	8.97	9.95	849.896	0.6511426
RR Ліри*	19	26	42	50	7.06	8.12	849.569	0.56686776
XZ Лебедя*	19	33	56	26	8.90	10.16	849.614	0.46670
RZ Цефея*	22	40	64	58	9.11	9.75	849.687	0.3086853
ТИПУ δ ЩИТА								
IM Тельця	4	12	26	32	5.37	5.58	849.602	0.145067
V474 Однорога*	6	00	-9	23	5.93	6.36	849.524	0.136126
VZ Рака	8	42	9	45	7.18	7.91	849.638	0.1783630
v В. Ведмедиці	9	52	58	57	3.68	3.86	849.504	0.1327
δ Щита	18	43	-9	02	4.60	4.79	849.623	0.1937697
ТИПУ δ ЦЕФЕЯ								
SU Кассіопеї	2	54	68	58	5.7	6.2	850.764	1.949322
SZ Тельця	4	38	18	35	6.3	6.8	851.750	3.14838
T Однорога	6	26	7	04	5.6	6.6	864.369	27.024649
RT Візничого	6	30	30	29	5.0	5.8	850.608	3.728115
W Близнят	6	36	15	19	6.5	7.4	851.817	7.913779
ζ Близнят	7	05	20	32	3.6	4.2	859.460	10.15073
U Орла	19	30	-7	00	6.1	6.9	852.840	7.02393
SU Лебедя	19	46	29	19	6.4	7.2	853.171	3.8455473
SV Лисички	19	52	27	31	6.7	7.8	886.137	44.994772
η Орла	19	54	1	04	3.5	4.4	886.138	7.176735
S Стріли	19	57	16	41	5.2	6.0	856.218	8.382086
T Лисички	20	52	28	20	5.4	6.1	852.617	4.435462
δ Цефея	22	30	58	31	3.5	4.4	850.196	5.366270
КЛАСИЧНІ ПУЛЬСУЮЧІ ЗОРІ (ЦЕФЕЇДИ)								
TU Кассіопеї	0	27	51	24	6.88	8.18	851.313	2.139298
XX Стрільця	18	26	-16	47	8.41	9.28	852.922	6.424140
V1154 Лебедя	19	49	43	11	8.95	9.37	852.051	4.925537
AU Пегаса	21	25	18	22	8.98	9.47	849.945	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	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Зоряна величина m		Мінімум $JD_{2458...}$	Період, доба
	год	хв	°	'	максимум	мінімум		

ТИПУ ω ДІВИ

RU Жирафа	7	24	69	38	8.10	9.79	—	19.4—23.5
ω Діви	13	27	-3	29	9.46	10.75	850.013	17.2736
AL Діви	14	12	-13	24	9.10	9.92	851.182	10.30256
TX Дельфіна	20	51	3	44	8.84	9.54	855.049	6.165907
V351 Цефея	22	34	57	25	9.25	9.70	849.662	2.80591

(максимум)

ТИПУ β ЦЕФЕЯ

UW Овна	3	09	17	57	6.10	6.23	849.629	0.15275
KP Персея	3	34	44	55	6.37	6.51	849.643	0.2017782
ν Ерідана	4	37	-3	19	3.92	4.06	849.502	0.17790414
BW Лисички	20	55	28	36	6.52	6.76	849.628	0.20104117
β Цефея	21	29	70	39	3.16	3.27	849.585	0.1904881
DD Ящірки	21	42	40	20	5.16	5.28	849.657	0.1930924

Зоря	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Зоряна величина m		Період, доба	Моменти мінімумів
	год	хв	°	'	максимум	мінімум		

ТИПУ RV ТЕЛЬЦЯ

U Однорога	7	32	-9	49	6.10	8.80	91.32	12 I; 12 IV; 2 VII; 12 X
AC Геркулеса	18	31	21	53	6.85	9.00	75.01	27 I; 11 IV; 25 VI; 8 IX; 22 XI
R Щита	18	48	-5	41	4.20	8.60	146.501	27 III; 21 VIII

ЗАТЕМНЮВАНІ ЗОРІ

Зоря	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Зоряна величина m			D , год	d , год	Мінімум, $JD2458...$	Період, доба
	год	хв	°	'	M	m_1	m_2				
ТИПУ АЛГОЛЯ (В ПЕРСЕЯ)											
YZ Кассіопеї	0	47	75	06	5.7	6.1	5.78	16.1	4.8	851.446	4.467224
U Цефея	1	05	81	59	6.8	9.2	6.9	9.6	2.3	851.696	2.4930475
RZ Кассіопеї	2	51	69	43	6.2	7.7	6.3	4.8	0.0	849.675	1.195247
β Персея	3	10	41	02	2.1	3.4	2.2	9.6	0.0	851.184	2.867304
λ Тельця	4	02	12	33	3.4	3.9	3.6	14.2	0.0	850.679	3.9529478
AG Персея	4	08	33	30	6.6	7.0	7.0	-	-	850.465	2.0287090
HU Тельця	4	39	20	43	5.8	6.7	6.2	7.7	1.0	850.512	2.0562997
CD Тельця	5	19	20	09	6.8	7.3	-	6.5	0.0	850.055	3.435137
AR Візничого	5	20	33	47	6.2	6.8	-	6.9	0.0	852.385	4.134695
										852.382	
VV Оріона	5	35	-1	09	5.3	5.7	5.5	—	—	850.529	1.4853784
WW Візничого	6	34	32	26	5.8	6.5	6.4	6.0	0.0	850.974	2.525019
										850.978	
R Великого Пса	7	20	-16	26	5.7	6.3	5.8	4.4	0.0	856.136	1.1359405
TX В. Ведмедиці	10	47	45	28	7.1	8.8	7.1	9.4	0.0	853.063	3.063238
ZZ Волопаса	13	57	25	49	7.0	7.8	7.4	—	—	850.830	4.991744
δ Терезів	15	02	-8	36	4.9	5.9	5.0	12.8	0.0	849.547	2.3273543
U Зміноскоя	17	17	1	12	5.8	6.6	6.5	7.0	0.0	849.950	1.677347
u Геркулеса	17	18	33	05	4.7	5.4	4.9	—	—	851.132	2.051027
U Стріли	19	20	19	38	6.4	9.3	6.7	11.4	1.6	850.630	3.380619
Y Лебедя	20	53	34	44	7.3	7.9	—	7.2	0.0	851.707	2.996378
AR Ящірки	22	10	45	51	6.1	6.8	6.4	8.4	1.9	851.449	1.983192
										851.427	
ТИПУ β ЛІРИ											
ζ Андромеди	0	48	24	21	3.92	4.02	4.14	—	—	864.663	17.7695
SX Візничого	5	13	42	11	8.38	8.87	9.14	—	—	849.604	1.2100802
LY Візничого	5	31	35	23	6.66	7.35	7.26	—	—	849.795	4.0024943
β Ліри	18	51	33	23	3.25	3.85	4.36	—	—	857.265	12.913834
V822 Орла	19	32	-2	04	6.87	7.07	7.44	—	—	854.009	5.2949508
V367 Лебедя	20	49	39	22	6.67	7.16	7.60	—	—	852.635	18.59773
DV Водоля	21	00	-14	24	5.89	6.19	6.25	—	—	849.617	2.0287090
AN Андромеди	23	19	41	53	6.00	6.16	6.09	—	—	851.622	3.2195665
ТИПУ W ВЕЛИКОЇ ВЕДМЕДИЦІ											
AA Кита	02	00	-22	49	6.20	6.70	6.70	—	0.83	849.702	0.53619996
W В.Ведмедиці	9	45	55	51	7.75	8.48	8.43	0.28	0.22	849.666	0.33363749
AW В.Ведмедиці	11	31	29	51	6.83	7.13	7.08	0.62	1.15	849.814	0.4387299
ι Волопаса	14	17	51	16	5.80	6.40	6.29	—	—	849.743	0.2678159
GR Діви	14	46	-6	49	7.80	8.25	8.21	—	—	849.571	0.419757
V566 Зміноскоя	17	58	4	59	7.46	7.96	7.89	0.47	0.58	849.676	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	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Зоряна величина m		Період, доба	Моменти максимумів
	год	хв	°	'	макси- мум	мінімум		
W Кита	0	03	-14	34	7.1	14.8	351.31	15 IV
R Андромеди	0	25	38	41	5.8	14.9	409.3	3 V
R Риб	1	32	2	59	7.0	14.8	344.5	14 VII
W Андромеди	2	19	44	24	6.7	14.6	395.93	6 IX
α Кита	2	20	-2	53	2.0	10.1	331.96	21 IX
R Трикутника	2	38	34	21	5.4	12.6	266.9	25 III; 17 XII
R Зайця	5	01	-14	47	5.5	11.7	427.07	8 XI
R Візничого	5	19	53	36	6.7	13.9	457.5	9 IX
U Оріона	5	57	20	11	4.8	13	368.3	1 II
V Однорога	6	24	-2	12	6.0	13.9	340.5	24 III
R Близнят	7	09	2	40	6.0	14	369.91	22 IV
R Рака	8	18	11	40	6.1	11.8	361.6	26 VII
R Лева	9	49	11	20	4.4	11.3	309.95	11 VII
R В. Ведмедиці	10	46	68	40	6.5	13.7	301.62	16 I; 13 XI
T В. Ведмедиці	12	37	59	22	6.6	13.5	256.6	27 IV
R Діви	12	40	6	53	6.1	12.1	145.63	9 V; 2 X
R Гідри	13	31	-23	23	3.5	10.9	388.97	29 X
S Діви	13	34	-7	18	6.3	13.2	375.1	16 III
R Волопаса	14	38	26	39	6.2	13.1	223.4	8 VII
R Змії	15	52	15	04	5.2	14.4	356.41	3 VIII
U Геркулеса	16	27	18	51	6.4	13.4	406.1	24 XII
R Дракона	16	33	66	43	6.7	13.2	245.6	23 VI
T Геркулеса	18	10	31	02	6.8	13.7	164.98	30 V; 11 XI
X Змієнося	18	39	8	51	5.9	9.2	328.85	21. I; 15. XII
R Орла	19	07	8	16	5.5	12	284.2	28 VIII
R Стрільця	19	18	-19	16	6.7	12.8	269.84	21 VI
R Лебедя	19	37	50	15	6.1	14.4	426.45	2 IX
χ Лебедя	19	51	32	58	3.3	14.2	408.05	22 I
T Цефея	21	10	68	34	5.2	11.3	388.14	18 III
R Пегаса	23	08	10	39	6.9	13.8	378.1	19 VIII
R Водолія	23	45	-15	10	5.8	12.4	386.96	7 VII
R Кассіопеї	23	59	51	30	4.7	13.5	430.46	6 IX

Таблиця 32

НАПІВПРАВИЛЬНІ ТА НЕПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ

Зоря	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Зоряна величина m		Цикл, доба
	год	хв	°	'	максимум	мінімум	

НАПІВПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ

RX Цефея	0	52	82	05	7.2	8.2	55
ρ Персея	3	06	38	55	3.3	4.0	50
α Оріона	5	56	7	25	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	52	3.43	5.1	30; 4400

СПАЛАХУЮЧІ ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ UV КИТА

UV Кита	1	40	17	51	6.8	12.95	
AD Лева	10	21	19	46	8.07	11.00	
EV Ящірки	22	48	44	27	8.28	11.83	
EQ Пегаса	23	33	20	03	9.8	10.5	

ЗМІННІ ЗОРІ ТИПУ R ПІВНІЧНОЇ КОРОНИ

XX Жирафа	4	10	53	25	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	44	43	41	7.7	12.4	50
RU Пегаса	22	15	12	48	9.0	13.2	68

ЗОРІ ТИПУ Ae/Be ГЕРБІГА

AB Візничого	4	57	30	35	6.9	8.4	
SU Візничого	4	57	30	36	9.3	11.8	
UX Оріона	5	05	-3	46	8.7	12.8	
V451 Оріона	5	33	11	02	8.5	9.5	
IU Оріона	5	36	-5	41	6.6	11.1	
T Оріона	5	37	-5	28	8.7	12.6	
CQ Тельця	5	37	24	46	8.7	12.25	
BN Оріона	5	38	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	05	-11	35	8.8	11.2	

НЕПРАВИЛЬНІ ЗМІННІ ЗОРІ

KK Персея	2	12	56	39	6.6	7.9	
UY Андромеди	2	40	39	15	7.4	12.3	
V529 Оріона	6	00	20	16	6.0	11.0	
BU Близнят	6	14	22	54	5.7	8.1	
BL Оріона	6	27	14	43	5.9	7.9	
W В. Пса	7	09	-11	57	6.4	7.9	
VY В. Ведмедиці	10	46	67	18	5.9	7.0	
V449 Лебеда	19	54	34	00	7.4	9.1	
ϵ Пегаса	21	45	9	58	0.7	3.5	

Таблиця 33

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

Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв			
β Персея											
I	14	3	39	V	4	23	27	IX 13	20	57	
	17	0	28		25	1	09	X	1	1	50
	19	21	17	VI	14	2	51		3	22	39
II	6	2	10	VII	7	1	23		24	0	22
	8	22	59		9	22	12	XI	13	2	04
	11	19	48		12	19	01		18	19	42
	29	0	41		29	23	54	XII	6	0	35
III	2	21	30	VIII	1	20	43		8	21	24
	22	23	13		19	1	36		26	2	16
	25	20	02		21	22	25		28	23	07
IV	12	0	55	IX	11	0	08		31	19	56
AR Візничого											
Первинні мінімуми											
I	3	21	13	III	10	0	57	X	11	1	03
	8	0	27	IV	3	20	21		31	17	13
	12	3	41		7	23	35	XI	4	20	27
II	1	19	51		12	2	48		8	23	40
	5	23	05	VI	4	20	50		13	2	54
	10	2	19	IX	7	23	11	XII	3	19	04
	14	5	33		12	2	25		7	22	18
III	1	18	29	X	2	18	35		12	1	32
	5	21	43		6	21	49		16	4	46
Вторинні мінімуми											
I	1	19	37	IV	1	18	44	XI	2	18	50
	5	22	51		5	21	58		6	22	04
	10	2	05		10	1	12		11	1	18
	30	18	14		14	4	26		15	4	32
II	3	21	28	IX	5	21	34	XII	5	20	41
	8	0	42		10	0	48		9	23	55
	12	3	56	X	4	20	12		14	3	09
III	7	23	20		8	23	26		30	16	05

Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв			
Р Великого Пса											
I	5	21	12	V	9	20	05	IX	20	21	04
	7	0	28		10	23	21		22	0	20
	8	3	44	12	2	36	28		19	54	
	13	20	02	18	22	11	29	23	10		
	14	23	18	20	1	27	X	1	2	26	
	16	2	34	26	21	01		7	22	00	
	21	18	53	28	0	17	9	1	16		
	22	22	08	29	3	33	15	20	50		
	24	1	24	VI	4	23	07	17	0	06	
	30	20	59		6	2	23	23	19	41	
II	1	0	14		12	21	58	24	22	56	
	2	3	30	14	1	13	26	2	12		
	8	23	05	20	20	48	31	18	31		
	10	2	20	22	0	04	XI	1	21	47	
	16	21	55	VII	7	21		44	3	1	02
	18	1	11		9	1	00	9	20	37	
	24	20	45	15	20	34	10	23	53		
	26	0	01	16	23	50	12	3	08		
	27	3	17	18	3	06	17	19	27		
	III	6	2	07	23	19	25	18	22	43	
12		21	41	24	22	40	20	1	59		
14		0	57	26	1	56	25	18	18		
20		20	32	VIII	1	21	31	26	21	33	
21		23	47		3	0	46	28	0	49	
29		22	38	9	20	21	XII	4	20	24	
31	1	54	10	23	37	5		23	39		
IV	6	21	28	12	2	52	7	2	55		
	8	0	44	18	22	27	12	19	14		
	14	20	18	20	1	43	13	22	30		
	15	23	34	26	21	17	15	1	45		
	17	2	50	28	0	33	20	18	04		
	23	22	24	IX	3	20	08	21	21	20	
	25	1	40		4	23	23	23	0	36	
V	1	21	15	6	2	39	24	3	51		
	3	0	30	12	22	14	29	20	10		
				14	1	29					
β Ліри											
IV	8	3	53	V	16	21	41	IX	23	1	00
	21	1	49		29	19	37		X	5	22
V	3	23	45	IX	10	3	04	18	20	52	
									31	18	48

Закінчення табл. 33

Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв	Дата	Год	Хв			
У Стріли											
IV	15	22	18	VI	25	22	08	X	1	23	03
	26	1	42	VII	6	1	32		12	2	27
V	12	23	23	VIII	2	2	37		29	0	08
	23	2	47		19	0	18	XI	14	21	48
	29	21	03	IX	4	21	58		25	1	12
VI	9	0	28		15	1	22	XII	28	20	33
ТХ Великої Ведмеді											
I	10	19	11	IV	30	1	49	IX	21	1	09
	13	20	42	V	3	3	20		24	2	40
	16	22	13	VI	5	20	02	X	27	19	22
	19	23	44		8	21	33		30	20	53
	23	1	15		11	23	04	XI	2	22	24
	26	2	46		15	0	35		5	23	55
II	28	19	28		18	2	06		9	1	26
III	2	20	59		21	3	37		12	2	57
	5	22	30	VII	21	18	48	XII	12	18	08
	9	0	01		24	20	19		15	19	39
	12	1	32		27	21	50		18	21	10
	15	3	03		30	23	21		21	22	41
IV	17	19	45	IX	8	19	05		25	0	12
	20	21	16		11	20	36		28	1	43
	23	22	47		14	22	07		31	3	14
	27	0	18		17	23	38				

ПЕРВИННІ *UBV*- ТА *UBVRI*-СТАНДАРТИ

Номер зорі за каталогом BS	Назва зорі	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Спектр	<i>V</i>	<i>U-B</i>	<i>B-V</i>	<i>V-R</i>	<i>V-I</i>	Код
		год	хв	°	'							
21	β Cas	0 10	59 16	F2 III	2.27	0.12	0.34	0.31	0.51	3, v		
39	γ Peg	0 14	15 18	B2 IV	2.84	-0.86	-0.23	-0.1	-0.29	1		
45	χ Peg	0 16	20 19	M2 III	4.8	1.93	1.57	1.34	2.47	1		
63	θ And	0 18	38 48	A2 V	4.61	0.05	0.06	0.08	0.09	3		
130	κ Cas	0 34	63 03	B0.7 Ia	4.16	-0.8	0.14	0.14	0.2	3		
321	μ Cas	1 10	55 02	G5 Vb	5.18	0.09	0.69	0.63	1.04	3		
437	η Psc	1 33	15 27	G7 IIIa	3.62	0.74	0.97	0.72	1.22	3		
493	107 Psc	1 44	20 22	K1 V	5.24	0.49	0.84	0.69	1.12	1		
553	β Ari	1 56	20 54	A4 V	2.65	0.1	0.13	0.14	0.22	3		
617	α Ari	2 08	23 34	K2 IIIab	2.0	1.13	1.15	0.84	1.46	2		
718	ξ^2 Cet	2 29	8 33	A0 III	4.29	-0.11	-0.06	0.02	-0.03	1		
996	κ Cet	3 20	3 27	G5 V	4.84	0.19	0.68	0.57	0.93	v		
1084	ϵ Eri	3 34	-9 23	K2 V	3.73	0.58	0.88	0.72	1.19	1		
1131	\circ Per	3 46	32 21	B1 III	3.83	-0.75	0.05	0.12	0.12	3		
1144	18 Tau	3 46	24 54	B8 V	5.65	-0.36	-0.07	0.03	-0.04	1		
1165	η Tau	3 49	24 10	B7 III _n	2.87	-0.35	-0.09	0.03	-0.01	1		
1228	ξ Per	4 00	35 51	O7.5 III	4.04	-0.93	0.02	0.16	0.15	3		
1346	γ Tau	4 21	15 41	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 55	A7 III	3.39	0.12	0.18	0.18	0.27			
1543	π^3 Ori	4 51	7 00	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 16	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 28	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	134 Tau	5 51	12 39	B9 IV	4.91	-0.16	-0.07	0.02	-0.06			
2047	χ^1 Ori	5 56	20 17	G0 V	4.41	0.08	0.59	0.51	0.82	3		
2382	12 Mon	6 33	4 50	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 30	A4 IV	3.58	0.09	0.12	0.12	0.17	3		
2852	ρ Gem	7 30	31 44	F0 V	4.18	-0.02	0.32	0.32	0.51	1		
2990	β Gem	7 47	27 59	K0 IIIb	1.14	0.86	1.0	0.75	1.25	3		
3249	β Cnc	8 18	9 07	K4 III	3.53	1.77	1.48	1.12	1.9	2		
3427	39 Cnc	8 41	19 56	K0 III	6.39	0.83	0.98	0.72	1.19	1		
3454	η Hya	8 44	3 19	B4 V	4.3	-0.74	-0.2	-0.07	-0.26	2		
3569	ι UMa	9 00	47 58	A7 IV _n	3.14	0.07	0.19	0.22	0.29	3		
3815	11 LMi	9 37	35 43	G8 IV-V	5.41	0.44	0.77	0.62	0.99	1		
3974	21 LMi	10 08	35 09	A7 V	4.49	0.07	0.18	0.18	0.25	1		
3982	α Leo	10 09	11 52	B7 Vn	1.35	-0.36	-0.11	-0.02	-0.12	1		
4031	ζ Leo	10 18	23 19	F0 IIIa	3.44	0.19	0.31	0.31	0.5	3		
4033	λ UMa	10 18	42 49	A1 IV	3.45	0.06	0.03	0.08	0.07	3		

Номер зорі за каталогом BS	Назва зорі	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Спектр	V	$U-B$	$B-V$	$V-R$	$V-I$	Код
		год	хв	°	'							
4054	40 Leo	10 21		19 22		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 12		B1 Iab	3.85	-0.95	-0.14	-0.05	-0.21	3
4456	90 Leo	11 36		16 41		B3 V	5.95	-0.65	-0.16	-0.06	-0.24	1
4534	β Leo	11 50		14 28		A3 Va	2.14	0.08	0.08	0.06	0.08	
4554	γ UMa	11 55		53 35		A0 Vnn	2.44	0.03	0.0	0.0	-0.03	
4623	α Crv	12 09		-24 50		F0 IV-V	4.02	-0.02	0.32	0.3	0.48	3
4660	δ UMa	12 16		56 55		A2 Vnn	3.31	0.07	0.08	0.06	0.06	3
4662	γ Crv	12 17		-17 39	B8p	Hg Mn	2.58	-0.35	-0.11	-0.04	-0.13	1
4707	12 Com	12 24		25 44	G5 III+A5		4.81	0.27	0.49	0.47	0.8	1
4752	17 Com	12 30		25 48	A0p (Si)		5.29	-0.1	-0.06	0.02	-0.06	1
4785	β CVn	12 35		41 15	G0 V		4.27	0.05	0.59	0.54	0.85	3
4983	β Com	13 13		27 46	F9.5 V		4.26	0.08	0.58	0.49	0.79	1
5062	80 UMa	13 26		54 53	A5 Vn		4.02	0.08	0.16	0.17	0.24	
5185	τ Boo	13 48		17 21	F7 V		4.5	0.05	0.48	0.41	0.65	3
5235	η Boo	13 56		18 18	G0 IV		2.68	0.2	0.58	0.44	0.73	3
5264	τ Vir	14 03		1 27	A3 IV		4.26	0.13	0.1	0.15	0.21	3
5340	α Boo	14 17		19 05	K1.5 III		-0.02	1.28	1.23	0.97	1.62	3
5359	λ Vir	14 20		-13 28	A5m:		4.52	0.09	0.13	0.1	0.14	3
5447	σ Boo	14 36		29 39	F2 V		4.47	-0.08	0.37	0.34	0.53	3
5511	109 Vir	14 47		1 48	A0 IVnn		3.73	-0.03	-0.01	0.07	0.05	
5570	16 Lib	14 58		-4 26	F0 IV		4.49	0.04	0.32	0.32	0.49	
5634	45 Boo	15 08		24 47	F5 V		4.93	-0.02	0.43	0.4	0.61	
5685	β Lib	15 18		-9 19	B8 IIIn		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 17	G0 V		4.43	0.1	0.6	0.51	0.83	3
5933	γ Ser	15 57		15 36	F6 V		3.86	-0.03	0.48	0.49	0.73	3
5947	ϵ CrB	15 58		26 49	K2 IIIab		4.15	1.28	1.23	0.89	1.51	2
6092	τ 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 27		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 28	G8 IV		3.72	0.49	0.86	0.66	1.15	1
7906	α Del	20 41		15 59	B9 IV		3.77	-0.21	-0.06	0.0	-0.04	1
7950	ϵ Aqr	20 49		-9 25	A1 III		3.77	0.02	0.0	0.07	0.07	3
8469	λ Cep	22 12		59 31	O6 If		5.05	-0.74	0.24	0.28	0.43	3
8622	10 Lac	22 40		39 09	O9 V		4.88	-1.05	-0.2	0.09	-0.3	2
8781	α Peg	23 06		15 19	A0 III-IV		2.48	-0.06	-0.04	0.01	-0.02	3

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

Таблиця 35

ПОДВІЙНІ ЗОРІ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ІЗ НЕВЕЛИКИМИ ТЕЛЕСКОПАМИ

Зоря	$\alpha_{J2020.5}$	$\delta_{J2020.5}$	Зоряні величини та спектри компонентів	Позиційний кут	Кутова відстань між компонентами
	год хв	° ′		°	″
η Кассіопеї	0 50	57 56	3.4 ^m F9 V — 7.5 ^m M0 V	320*	13.18*
ψ^1 Риб	1 07	21 35	5.3 A1 Vn — 5.5 A0 Vn	159	30.0
γ Овна (Мезартім)	1 55	19 24	3.9 A1h — 4.6 B9 V	0	7.5
λ Овна	1 59	23 42	4.8 F0 V — 7.4 F7 V	47	38.5
α Риб (Алріша)	2 04	2 52	3.8 A0p — 4.7 A3m	267*	1.74*
γ Андромеди (Аламак)	2 05	42 26	2.2 K3 IIb — 4.8 A0 V+B8 V	64	9.8
ι Кассіопеї, Аа—В	2 31	67 30	4.6 A3 Vp — 6.7 F5	231*	2.54*
γ Кита (Алькаф)	2 44	3 19	3.4 A3 V — 4.4 A2	297	2.9
η Персея	2 52	55 59	3.8 K3 Ib — 8.5 A4	301	28.33
32 Еридана	3 54	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 СА	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 44	-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 Одинога	6 25	4 35	4.4 A5 IV — 6.6 F5 V	27	12.7
β Одинога АВ	6 30	-7 03	4.6 B3 V — 5.0 B3ne	132	7.2
β Одинога 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*	4.67*
ι Рака	8 48	28 41	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 43	3.8 A3 V — 6.0 A4	229	2.7
γ Лева (Алгеба)	10 21	19 44	2.0 K1 IIIb — 3.5 G7 III	127*	4.65*
54 Лева	10 57	24 38	4.5 A1 V — 6.3 A2 V	255*	1.97*
ι Лева	11 25	10 25	4.0 F4 IV — 6.6 A3 V	108*	1.94*
α Гончих Псів (Серце Карла)	12 57	38 12	2.9 A0p — 5.5 F0 V	228	19.3
ζ В. Ведмедиці (Міцар)	13 25	54 50	4.5 A8 IV — 6.6 F1 V	153	14.5
κ Волопаса	14 14	51 42	2.2 A1 Vp — 3.9 A1m	236	13.4
π Волопаса	14 42	16 20	4.9 B9p — 5.8 A6 V	109	5.6
ϵ Волопаса (Мірак)	14 46	26 59	2.4 K0 II-III — 5.1 A2 V	343	2.6
ξ Волопаса	14 52	19 01	4.7 G8 Ve — 6.9 K4 Ve	312*	6.1*
δ Змії	15 36	10 28	3.8 F0 IV — 4.8 F0	176*	4.21*

Закінчення табл. 35

Зоря	$\alpha_{J2020.5}$		Зоряні величини та спектри компонентів	Позиційний кут	Кутова відстань між компонентами	
	год	хв		°	'	°
α Скорпіона (Антарес)	16	31	-26 29	1.1 M1.5 Ib — 5.5 B2.5 V	276*	2.49*
λ Змієноця (Марфік)	16	32	1 56	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	16	14 22	2.7 M5 Ib-II — 5.4 G5 III+F2 V	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 IIIIn — 5.1 G8 III	258	6.28
70 Змієноця	18	06	2 30	4.0 K0 V — 6.0 K0 V	134*	5.4*
ϵ^1 Ліри АВ	18	45	39 42	5.0 A4 V — 6.0 F1 V	349*	2.7*
ϵ^2 Ліри CD	18	45	39 38	5.2 A8 Vn — 5.4 F0 Vn	81*	2.47*
о Дракона	18	52	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 Vn	104	22.3
θ Змії ВС	18	57	4 13	4.5 F6 V — 7.9 A2	58	26.0
β Лебеда (Альбірео)	19	32	28 00	3.1 K3 II — 5.1 B8 Ve	150	34.5
δ Лебеда	19	46	45 11	2.9 B9.5 IV — 6.3 F1 V	218*	2.66*
γ Дельфіна	20	48	16 12	4.3 K1 IV — 5.1 F7 V	184*	13.8*
δ^1 Лебеда	21	08	38 50	5.2 K5 V — 6.1 K7 V	152*	31.2*
ξ Цефея (Аль-Кірдах)	22	04	64 43	4.4 A3/6 Vm — 6.4 F3 III/IV	276*	8.2*
ζ Водолія	22	30	0 05	3.6 F3 V — 3.6 F6 IV	180*	2.5*
о Цефея	23	19	68 13	4.9 G8.5 III — 8.0 F6 V	228*	2.5*

Примітка. Кутові відстані та позиційні кути з позначкою «*» обчислено для $J_{2020.5}$ за відомими елементами орбіт зір.

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

Зоря	Зоряна величина m_V	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Проме- нева швид- кість км/с	Пара- лакс 0,001''	Спектр
		год	хв	°	'			
α Андромеди (Альфарет)	2.06	0	09	+29	12	-11.8	34	B9 IV
β Кассіопеї (Шаф)	2.28	0	10	+59	16	11.4	60	F2 III
α Кассіопеї (Шедар)	2.25	0	42	+56	39	-4.0	14	K0 III
β Кита (Діфта)	2.05	0	45	-17	52	13.2	34	G9.5 III
γ Кассіопеї	1.6—3.0	0	58	+60	50	-6.9	5	B0 IV
β Андромеди (Мірах)	2.08	1	11	+35	44	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	34	-14.3	50	K2 III
α Кита (Міра)	2.0—10.1	2	20	-2	53	57.8	13	M7 III
α Малої Ведмедиці (Полярна)	2.00	2	56	+89	21	-17.4	8	F7 I-II
β Персея (Алголь)	2.1—3.4	3	10	+41	02	4.0	35	B8 V
α Персея (Мірфак)	1.81	3	26	+49	56	-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	16	-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 (Наг)	1.68	5	26	+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	11	25.9	2	B0 I
ζ Оріона (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	24	-17	58	33.7	7	B1 II-III
γ Близнят (Альхена)	2.02	6	39	+16	33	-12.7	31	A1 IV
α Великого Пса (Сіріус)	-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	26	34.3	2	F8 I
η Великого Пса (Алудра)	2.45	7	25	-29	21	41.1	-	B5 Ia
α Близнят (Кастор)	1.9—2.8	7	36	+31	51	6.0	63	A1 V
α Малого Пса (Проціон)	0.40	7	40	+5	11	-3.2	286	F5 IV-V
β Близнят (Поллукс)	1.22	7	46	+27	59	3.3	97	K0 III
α Гідри (Альфард)	1.99	9	29	-8	45	-4.4	18	K3 II-III
α Лева (Регул)	1.41	10	09	+11	51	5.9	42	B7 V

Зоря	Зоряна величина m_V	$\alpha_{J2020.5}$		$\delta_{J2020.5}$		Проме- нева швид- кість км/с	Пара- лакс 0,001''	Спектр
		год	хв	°	'			
β Великої Ведмедиці (Мерак)	2.35	11	03	+56	16	-12.0	41	A1 V
α Великої Ведмедиці (Дубхе)	1.82	11	05	+61	38	-8.9	26	K0 III
β Лева (Денебола)	2.13	11	50	+14	27	-0.2	90	A3 V
γ Великої Ведмедиці (Фекда)	2.43	11	55	+53	35	-12.6	39	A0 V
ϵ Великої Ведмедиці (Аліот)	1.76	12	55	+55	51	-9.3	40	A0
ζ Великої Ведмедиці (Мишар)	2.22	13	25	+54	50	-5.6	42	A1 V
α Діви (Спіка)	1.06	13	26	-11	16	1.0	12	B1 III-IV+ +B2 V
η Великої Ведмедиці (Бенетнаш)	1.86	13	48	+49	13	-13.4	32	B3 V
α Волопаса (Арктур)	0.16	14	17	+19	05	-5.4	89	K1.5 III
β Малої Ведмедиці (Кохаб)	2.06	14	51	+74	04	17.0	26	K4 III
α Північної Корони (Гемма)	2.22	15	36	+26	39	1.7	44	A0V+G5V
δ Скорпіона (Дшубба)	2.30	16	02	-22	41	-7.0	8	B0.3 IV
α Скорпіона (Антарес)	1.07	16	31	-26	29	-3.0	5	M1.5 I+ +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	38	+38	48	-13.9	129	A0 V
σ Стрільця (Нункі)	2.07	18	57	-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	21	-4.5	1	A2 I
ϵ Лебеда (Генах)	2.49	20	47	+34	03	-10.6	45	K0 III
α Цефея (Альдерамін)	2.47	21	19	+62	40	-11.5	67	A7 V
ϵ Пегаса (Еніф)	0.7-3.5	21	45	+9	58	5.2	5	K2 I-II
α Південної Риби (Фомальгаут)	1.23	22	59	-29	31	6.1	130	A3 V
β Пегаса (Шеат)	2.1-3.0	23	05	+28	12	8.7	16	M2.5 II-III
α Пегаса (Маркаб)	2.49	23	06	+15	19	-2.2	23	B9 V

ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ, ГАЛАКТИКИ, ТУМАННОСТІ

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

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

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

У таблицях 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 Дрейєра NGC, видані відповідно 1895 р. і 1908 р.) містить 13 673 об'єкти.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 38

КУЛЬОВІ ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

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

Таблиця 39

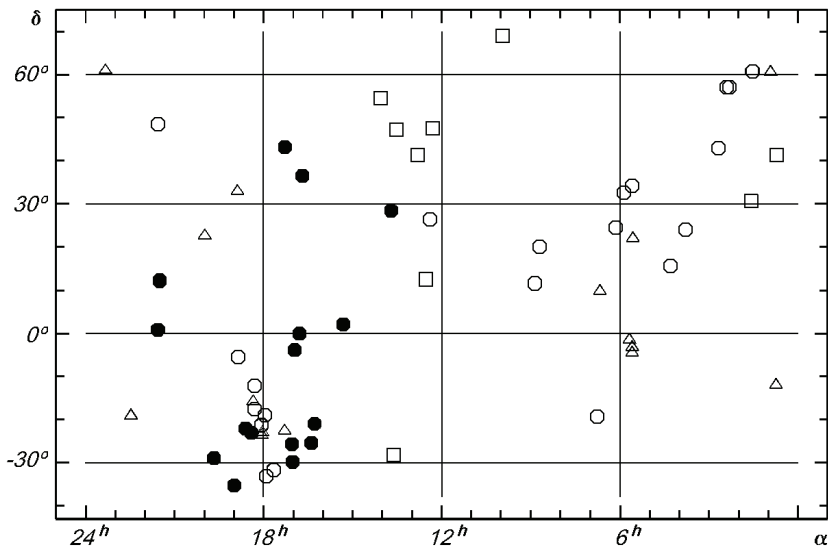
ГАЛАКТИКИ

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

Таблиця 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
NGC 246	Cet Кит	0	45.0	-12	01	(4.0)	8.5	11.3	0.5
Cas	Cas Кассіопея	0	55.2	+60	35	18×12	2.2		0.2
NGC 1973 M 1	Tau Телець	5	34.5	+22	01	6×4	16.0		
NGC 1976 M 42	Ori Оріон	5	35.4	-05	27	66×40	2.9		0.3
NGC 1977	Ori Оріон	5	35.5	-04	52	29×10	4.6		0.4
NGC 2024	Ori Оріон	5	40.7	-02	27	30×30	2.05		
NGC 2264 SMon	Mon Одноріг	6	40.9	+09	54	60×60	4.66		1.0
	B 72 Ori Змієносець	17	17.2	-23	27	(20)			
NGC 6514 M 20	Sgr Стрілець	18	02.6	-23	02	29×27	7.63		0.67
NGC 6523 M 8	Sgr Стрілець	18	03.8	-24	23	90×40	6.8		0.77
NGC 6618 M 17	Sgr Стрілець	18	20.8	-16	11	46×37	6.3		1.0
NGC 6720 M 57	Lyn Ліра	18	52.5	+33	00	1.5×1	9.3	14.7	0.7
NGC 6853 M 27	Vul Лисичка	19	58.5	+22	38	8×4	7.6	13.4	0.3
NGC 7293	Aqr Водолій	22	28.4	-20	58	15×12	6.5	13.3	0.2
NGC 7635	Cas Кассіопея	23	19.6	+61	02	(3)	8.5	8.5	0.5



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

ЗАТЕМНЕННЯ

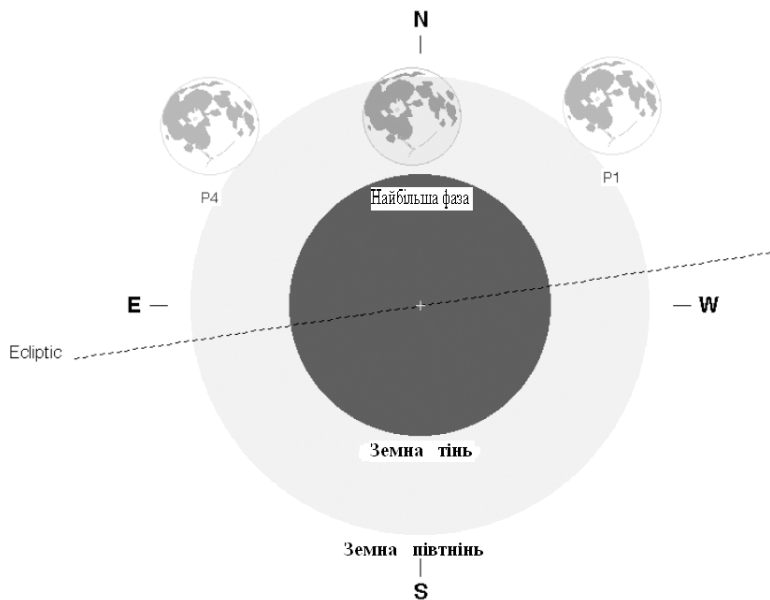
У 2020 р. відбудеться шість затемнень — два сонячних (кільцеподібне і повне) та чотири півтіньових місячних. Докладнішу інформацію про ці явища наведено нижче.

ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 10 СІЧНЯ 2020 р.

Затемнення можна спостерігати в Європі, Африці, Азії, Австралії. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця відбудеться 10 січня о 19 год 21 хв 16.1 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (89 %) — о 19 год 09 хв 59.2 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 19 год 26 хв 32.0 с, схилення $-21^{\circ} 56' 49.6''$, видимий радіус $16' 15.9''$, горизонтальний паралакс $8.9''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 7 год 26 хв 45.8 с, $+23^{\circ} 00' 02.8''$, $16' 04.8''$, $59' 00.8''$. Кутовий радіус земної тіні — $43.5'$, півтіні — $76.0'$. Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 04 хв 34 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Близнят і пройде через північну зону земної півтіні. Моменти явищ і видимість півтіньового затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні спостерігатимуться всі фази затемнення.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 10 СІЧНЯ 2020 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця в півтінь (P1)	17	07	45
Найбільша фаза затемнення	19	09	59
Вихід Місяця з півтіні (P4)	21	12	19



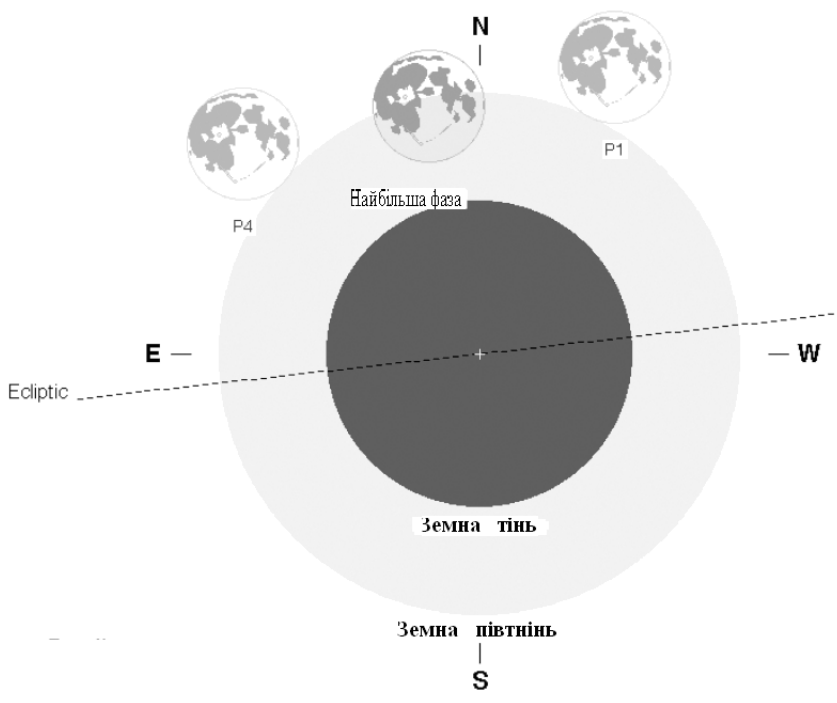
Північне місячне затемнення 10 січня 2020 р.

ПІВНІЧНЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 5 ЧЕРВНЯ 2020 р.

Затемнення можна спостерігати в Європі, Африці, Азії, Австралії, південно-східній частині Південної Америки, в Антарктиці. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця відбудеться 5 червня о 19 год 12 хв 20.9 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (57 %) — о 19 год 25 хв 02.0 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 4 год 57 хв 21.6 с, схилення $+22^{\circ} 39' 21.3''$, видимий радіус $15' 45.7''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 16 год 58 хв 25.5 с, $-21^{\circ} 27' 08.8''$, $16' 11.4''$, $59' 25.1''$. Кутовий радіус земної тіні — $44.4'$, півтіні — $75.9'$. Тривалість північного затемнення — 3 год 18 хв 13 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Змієносія і пройде через північну зону земної півтіні. Моменти явищ і видимість північного затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні можна буде спостерігати найбільшу фазу затемнення та вихід Місяця з півтіні.

**ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
5 ЧЕРВНЯ 2020 р.**

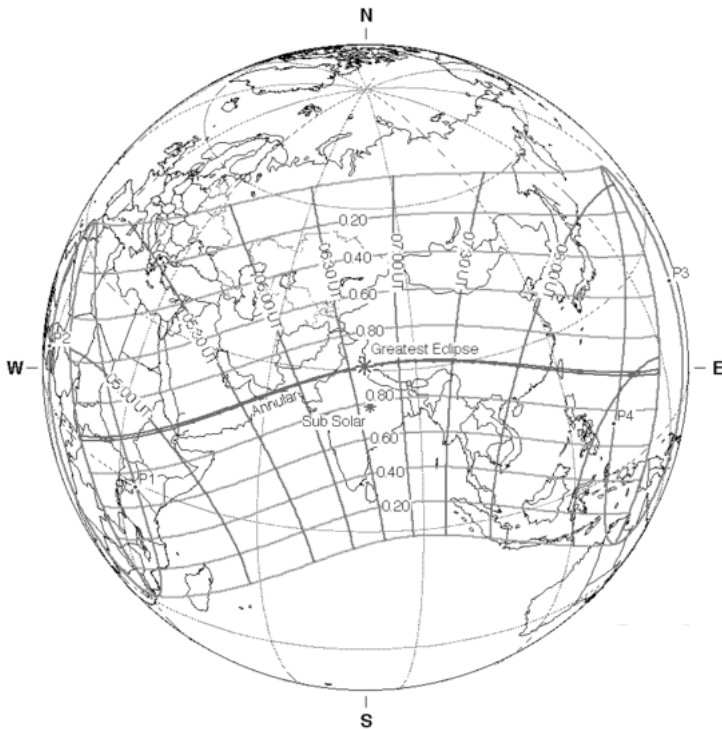
Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця в півтінь (P1)	17	45	50
Найбільша фаза затемнення	19	25	02
Вихід Місяця з півтіні (P4)	21	04	03



Півтіньове місячне затемнення 5 червня 2020 р.

КІЛЬЦЕПОДІБНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 21 ЧЕРВНЯ 2020 Р.

Його буде видно як кільцеподібне в деяких частинах Африки (Центральноафриканська Республіка, Конго, Ефіопія), на Півдні Пакистану, на Півночі Індії, в Китаї, Тихому океані. Як часткове затемнення його можна буде спостерігати в Південно-Східній Європі, в Азії, на Півночі Австралії, в Індійському та Тихому океанах. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 6 год 41 хв 18.4 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (0.99) — о 6 год 39 хв 59.3 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 6 год 01 хв 33.0 с, схилення $+23^{\circ} 26' 09.7''$, видимий радіус $15' 44.2''$, горизонтальний паралакс $8.7''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 6 год 01 хв 30.1 с, $+23^{\circ} 32' 57.2''$, $15' 24.0''$, $56' 31.1''$. Загальні обставини затемнення наведено в таблиці та на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Близнят.



Кільцеподібне сонячне затемнення 21 червня 2020 р.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
21 ЧЕРВНЯ 2020 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок часткового затемнення	3	45	54
Початок кільцеподібного затемнення	4	47	38
Максимальна фаза затемнення	6	39	59
Кінець кільцеподібного затемнення	8	32	16
Кінець часткового затемнення	9	33	58

В Україні затемнення можна буде спостерігати як часткове. Нижче наведено обставини явища для 25 міст України (моменти подано за всесвітнім координованим часом UTC).

ЧАСТКОВІ ФАЗИ КІЛЬЦЕПОДІБНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ
21 ЧЕРВНЯ 2020 р.

Місто	Початок часткового затемнення h:m:s	Висота Сонця (°)	Найбільша фаза затемнення h:m:s	Висота Сонця (°)	Азимут Сонця (°)	Кінець часткового затемнення h:m:s	Висота Сонця (°)
Дніпро	5:15:59	33	5:51:09 (0.129)	39	98	6:27:53	45
Донецьк	5:12:29	34	5:52:23 (0.164)	41	100	6:34:21	47
Житомир	5:31:16	31	5:50:22 (0.038)	34	94	6:09:44	37
Запоріжжя	5:13:26	32	5:50:12 (0.142)	39	97	6:28:43	45
Івано-Франківськ	5:31:19	28	5:46:23 (0.024)	31	89	6:01:32	33
Київ	5:29:13	32	5:51:36 (0.052)	35	95	6:14:27	39
Кропивницький	5:18:22	31	5:49:28 (0.102)	36	95	6:21:44	42
Луганськ	5:13:51	35	5:54:27 (0.168)	42	95	6:37:08	49
Луцьк	5:47:05	31	5:49:36 (0.001)	32	91	5:51:54	32
Львів	5:41:54	30	5:47:37 (0.003)	31	89	5:53:10	32
Миколаїв	5:12:26	30	5:46:46 (0.127)	36	93	6:22:40	42
Одеса	5:11:37	29	5:45:15 (0.124)	35	92	6:20:24	41
Полтава	5:20:55	33	5:52:40 (0.104)	38	98	6:25:36	44

Закінчення таблиці

Місто	Початок часткового затемнення <i>h:m:s</i>	Висота Сонця (°)	Найбільша фаза затемнення <i>h:m:s</i>	Висота Сонця (°)	Азимут Сонця (°)	Кінець часткового затемнення <i>h:m:s</i>	Висота Сонця (°)
Рівне	5:39:46	31	5:49:50 (0.011)	32	92	5:59:49	34
Сімферополь	5:03:35	30	5:44:47 (0.186)	37	93	6:28:28	45
Суми	5:26:30	34	5:54:58 (0.082)	39	100	6:24:19	43
Тернопіль	5:33:29	29	5:47:49 (0.022)	32	90	6:02:13	34
Ужгород	5:36:46	28	5:44:59 (0.007)	29	87	5:53:03	30
Харків	5:21:21	34	5:54:29 (0.112)	40	101	6:28:54	45
Херсон	5:10:40	30	5:46:36 (0.14)	36	93	6:24:17	43
Хмельницький	5:29:33	30	5:48:11 (0.037)	33	91	6:07:05	36
Черкаси	5:22:40	32	5:50:54 (0.083)	36	96	6:20:02	41
Чернівці	5:25:14	28	5:45:51 (0.046)	32	89	6:06:51	35
Чернігів	5:33:48	33	5:53:48 (0.041)	36	97	6:14:07	39
Ялта	5:01:59	30	5:44:05 (0.195)	37	93	6:28:49	45

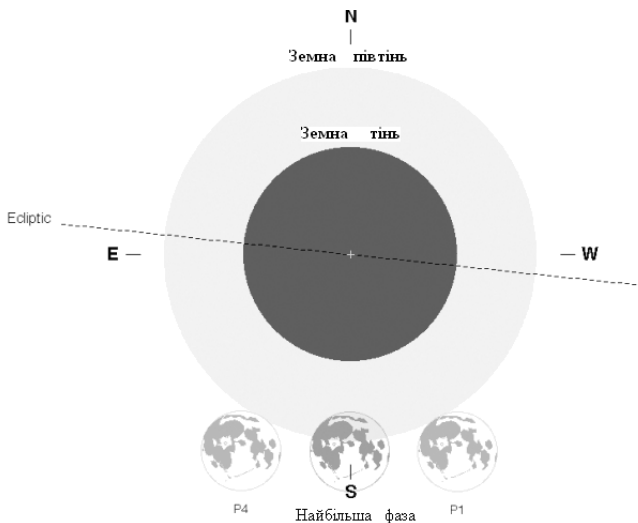
Примітка. У четвертому стовпчику в дужках наведено максимальну фазу часткового затемнення в цьому місті.

ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 5 ЛИПНЯ 2020 р.

Затемнення можна спостерігати в Північній і Південній Америці, південно-західній частині Європи, в Африці. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця відбудеться 5 липня о 4 год 44 хв 22.1 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (35 %) — о 4 год 30 хв 00.1 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 6 год 59 хв 10.5 с, схилення $+22^{\circ} 44' 23.3''$, видимий радіус $15' 43.9''$, горизонтальний паралакс $8.6''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 18 год 59 хв 12.6 с, $-24^{\circ} 03' 16.2''$, $15' 45.6''$, $57' 50.4''$. Кутовий радіус земної тіні $42.8'$, півтіні — $74.3'$. Тривалість півтіньового затемнення — 2 год 45 хв 00 с. Місяць перебуватиме в сузір'ї Стрільця і пройде через південну зону земної півтіні. Моменти явищ і видимість півтіньового затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 5 ЛИПНЯ 2020 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця в півтінь (P1)	3	07	23
Максимальна фаза затемнення	4	30	00
Вихід Місяця з півтіні (P4)	5	52	23



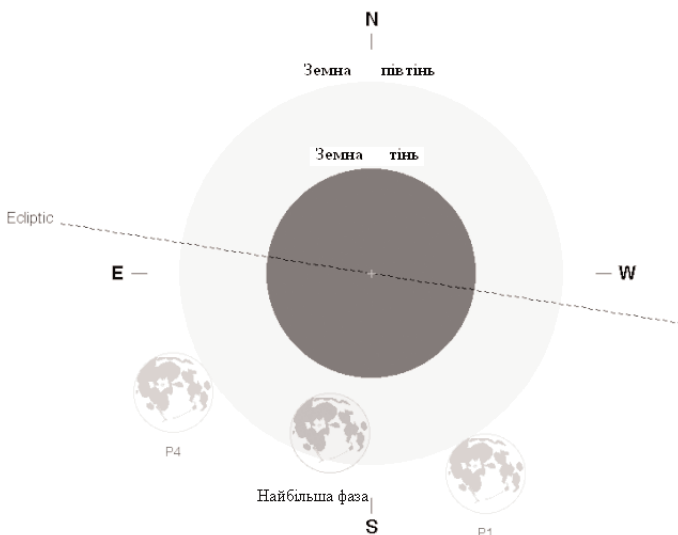
Півтіньове місячне затемнення 5 липня 2020 р.

ПІВТІНЬОВЕ МІСЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 30 ЛИСТОПАДА 2020 р.

Затемнення можна спостерігати в Азії, Австралії, Тихому океані, у Північній і Південній Америці. Екліптичне протистояння Місяця та Сонця відбудеться 30 листопада о 9 год 29 хв 38.0 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (83 %) — о 9 год 42 хв 49.0 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 16 год 27 хв 40.0 с, схилення $-21^{\circ} 44' 31.0''$, видимий радіус $16' 13.1''$, горизонтальний паралакс $8.9''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 4 год 28 хв 46.6 с, $+20^{\circ} 44' 46.3''$, $14' 52.4''$, $54' 35.1''$. Кутовий радіус земної тіні — $39.0'$, півтіні — $71.5'$. Тривалість півтіньового затемнення — 4 год 20 хв 59 с. Місяць перебуватиме у сузір'ї Тельця і пройде через південну зону земної півтіні. Моменти явищ і видимість півтіньового затемнення наведено в таблиці та на рисунку. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПІВТІНЬОВОГО МІСЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 30 ЛИСТОПАДА 2020 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Входження Місяця в півтінь (P1)	7	32	21
Максимальна фаза затемнення	9	42	49
Вихід Місяця з півтіні (P4)	11	53	20



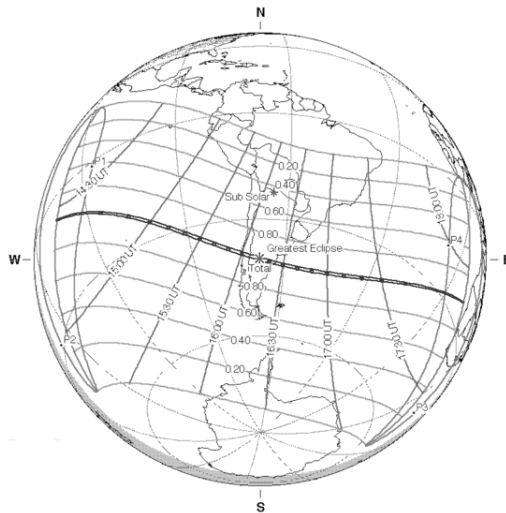
Півтіньове місячне затемнення 30 листопада 2020 р.

ПОВНЕ СОНЯЧНЕ ЗАТЕМНЕННЯ 14 ГРУДНЯ 2020 р.

Його буде видно в Атлантичному та Тихому океанах, в південній частині Південної Америки, в Антарктиці. Геоцентричне сполучення Місяця та Сонця по прямому піднесенню відбудеться о 16 год 18 хв 05.4 с за всесвітнім часом. Найбільша фаза затемнення (1.02) — о 16 год 13 хв 22.9 с. Для цього моменту Сонце матиме: пряме піднесення 17 год 30 хв 05.8 с, схилення $-23^{\circ} 15' 32.2''$, видимий радіус $16' 14.9''$, горизонтальний паралакс $8.9''$. Для Місяця ці величини становитимуть відповідно: 17 год 29 хв 54.2 с, $-23^{\circ} 32' 59.1''$, $16' 23.7''$, $60' 10.4''$. Загальні обставини затемнення наведено в таблиці та на рисунку. Сонце перебуватиме в сузір'ї Змієноця. В Україні затемнення не спостерігатиметься.

ЗАГАЛЬНІ ОБСТАВИНИ ПОВНОГО СОНЯЧНОГО ЗАТЕМНЕННЯ 14 ГРУДНЯ 2020 р.

Явище	Усесвітній час (UT)		
	год	хв	с
Початок часткового затемнення	13	33	48
Початок повного затемнення	14	32	28
Максимальна фаза затемнення	16	13	23
Кінець повного затемнення	17	54	13
Кінець часткового затемнення	18	53	00



Повне сонячне затемнення 14 грудня 2020 р.

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

ПОКРИТТЯ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Нижче наведено обставини покриттів зір Місяцем, які можна спостерігати 2020 р. в Києві, Львові, Одесі, Сімферополі, Харкові та Донецьку.

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

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

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

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

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

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

де T — шуканий момент явища в пункті спостереження; T_B — ефемеридний момент явища; λ , φ та λ_C , φ_C — географічні координати (у градусах) пункту, наведеного в ефемеридах, і пункту спостережень відповідно.

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

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

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

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 хвилин, момент явища — до хвилин.

Дев'ятнадцятого червня відбудеться покриття Місяцем планети Венера, яке буде видно в північно-західній частині України. Південна границя видимості покриття пройде через Ужгород, Коростень, Чернігів. Обставини явища для деяких міст, які лежать поблизу цієї границі, подано в наступній таблиці.

ОБСТАВИНИ ПОКРИТТЯ ВЕНЕРИ 19 ЧЕРВНЯ 2020 р.
ДЛЯ 13 МІСТ УКРАЇНИ

Місто	T_B		Явище	P , град.	Місто	T_B		Явище	P , град.
	год	хв				год	хв		
Вінниця	8	46.8	М	156	Ніжин	8	53.6	М	157
Житомир	8	47.8	М	156	Рівне	8	37.2	П	147
Київ	8	51.0	М	157	Рівне	8	51.3	В	166
Ковель	8	28.4	П	136	Тернопіль	8	42.3	М	156
Ковель	8	56.4	В	177	Ужгород	8	35.7	М	156
Коростень	8	48.3	М	156	Хмельницький	8	44.4	М	156
Луцьк	8	32.3	П	142	Чернівці	8	41.6	М	156
Луцьк	8	53.5	В	171	Чернігів	8	52.9	М	157

Примітка. Літера «М» у графі «Явище» означає, що покриття відсутнє. У такому разі спостерігач побачить, як край Місяця пройде на деякій відстані від планети, а час відповідатиме моментів найбільш тісного зближення.

Покриття планети відбуватиметься вдень, на південному небосхилі, на висоті майже 60° . Сонце перебуватиме далі на схід від Місяця приблизно на 23° . Досить велика яскравість Венери ($m = -4.4$ зоряної величини) дасть змогу побачити планету через малі телескопи й навіть біноклі, об'єктиви яких треба прикрити блендами від стороннього засвічення. Щоб одержати більш контрастне зображення, слід використовувати велике збільшення телескопа. Під час спостережень треба пильнувати, аби тільки не навести телескоп на Сонце.

Венера під час покриття перебуватиме в сузір'ї Тельця. У той самий час можна буде помітити (за допомогою більш потужних телескопів) найяскравішу зорю цього сузір'я — Альдебаран (α Тельця, $m = 1.1$ зоряної величини), яка міститиметься далі на схід на 8° від Венери й на 2° нижче від неї.

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 2020 р.**

Номер зорі за ZC	Назва зорі		Зоряна величина m	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$	
				год	хв	°	'
3536	30	Риб	4.7	0	01.9	- 6	01
5	33	Риб	4.7	0	05.3	- 5	42
18	24 В.	Кита	6.0	0	10.3	- 5	15
249	106	v Риб	4.7	1	41.4	+ 5	29
322	64	Кита	5.7	2	11.4	+ 8	34
327	65	ξ^1 Кита	4.5	2	13.0	+ 8	51
577	148 В.	Тельця	6.0	3	53.2	+17	20
593	163 В.	Тельця	5.8	4	00.8	+18	12
654	234 В.	Тельця	6.0	4	24.9	+19	03
668	74	ϵ Тельця	3.6	4	28.6	+19	11
700	129 Н ¹ .	Тельця	5.7	4	38.2	+20	41
752	102	ι Тельця	4.7	5	03.1	+21	35
765	106	l Тельця	5.3	5	07.8	+20	25
792	109	n Тельця	5.1	5	19.3	+22	06
865	394 В.	Тельця	6.1	5	43.3	+23	12
916	1	Близнят	4.3	6	04.1	+23	16
928	14 В.	Близнят	6.0	6	09.5	+22	11
946	7	η Близнят	3.2	6	14.9	+22	30
954	8	Близнят	6.1	6	16.3	+23	58
976	13	μ Близнят	3.2	6	22.9	+22	31
1070	42	ϖ Близнят	5.2	7	02.4	+24	13
1078	44	Близнят	5.9	7	05.3	+22	38
1092	48	Близнят	5.8	7	12.4	+24	08
1157	181 В.	Близнят	6.0	7	39.2	+24	13
1224	10	μ Рака	5.4	8	07.8	+21	35
1308	43	γ Рака	4.7	8	43.3	+21	28
1514	42	Лева	6.1	10	21.8	+14	59
1544	46	Лева	5.7	10	32.2	+14	08
2022	95	Діви	5.5	14	06.7	- 9	19
2213	34	Терезів	5.9	15	30.7	-16	37
2218	35	ζ Терезів	5.6	15	32.9	-16	51
2302	8	β Скорпіона	2.9	16	05.4	-19	48
2303	56 В.	Скорпіона	5.1	16	05.4	-19	48
2353	4	ψ Змієноця	4.6	16	24.1	-20	02
2602	7	Стрільця	5.5	18	02.8	-24	17
2771	172 В.	Стрільця	5.7	19	02.5	-24	51
2861	51	h ¹ Стрільця	5.7	19	36.0	-24	43
3164	39	ϵ Козорога	4.7	21	37.1	-19	28
3202	154 В.	Козорога	6.1	21	51.7	-18	37
3349	71	τ^2 Водоля	4.2	22	49.6	-13	36

Примітка. У назвах переважної частини зір містяться назви сузір'їв, до яких віднесено ту чи іншу зорю, та цифрові величини — номери зір за каталогом Флемстіда — або грецькі та малі латинські літери — позначення з каталогу Баєра. У деяких зір замість номера за каталогом Флемстіда вказано номер за іншим каталогом (В. — каталог Боде, Н¹ — каталог Хейза).

Таблиця 42

ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР І ПЛАНЕТ МІСЯЦЕМ

Дата	Номер зорі за ZC	Зоряна величина <i>m</i>	Елонгація Місяця <i>E</i> , град.	Явище	<i>T_B</i>		<i>P</i> , град.	<i>A</i> , хв/град.	<i>B</i> , хв/град.	
					год	хв				
Київ										
Січень	9	976	3.2	167	П	17	04.5	76	+0.5	+1.6
Лютий	4	765	5.3	122	П	22	10.2	139	+0.2	-3.6
	6	928	6.0	136	П	0	06.6	122	0.0	-2.1
	6	1078	5.9	148	П	21	53.1	121	+1.0	-1.9
	7	1224	5.4	161	П	22	00.5	113	+1.2	-1.2
Березень	14	2213	5.9	241	В	2	20.2	284	+1.4	-0.3
	29	654	6.0	58	П	17	45.2	78	+0.8	-1.1
	29	668	3.6	59	П	19	39.7	79	+0.1	-1.2
Квітень	13	2602	5.5	247	В	2	04.6	277	+1.5	+0.1
Травень	7	2218	5.6	188	В	23	44.1	354	+0.5	-2.0
Серпень	15	916	4.3	309	В	1	06.3	314	+0.8	+0.3
	25	2302	2.9	90	П	18	51.2	119	+1.0	-1.5
	25	2303	5.1	90	П	18	51.1	118	+1.0	-1.5
Вересень	6	249	4.7	222	В	1	07.8	297	+2.9	-2.1
	8	577	6.0	253	В	21	21.0	267	+0.2	+1.6
	9	593	5.8	255	В	2	06.9	278	+1.9	0.0
Жовтень	4	327	4.5	203	В	1	26.7	231	+1.1	+0.3
	7	792	5.1	246	В	21	01.2	209	-0.3	+2.6
	8	954	6.1	258	В	22	58.2	293	+0.9	+0.8
	9	1092	5.8	270	В	23	05.6	313	+0.9	+0.2
Листопад	3	752	4.7	215	В	19	23.5	194	-0.6	+3.1
	6	1070	5.2	240	В	2	13.0	227	+1.8	+2.2
	21	3202	6.1	84	П	17	17.0	38	+0.8	+0.3
	24	18	6.0	118	П	15	49.1	35	+0.9	+1.9
Грудень	26	249	4.7	141	П	19	17.3	27	+0.8	+1.8
	3	1157	6.0	221	В	22	52.9	344	+2.1	-5.6
	5	1308	4.7	234	В	4	10.0	238	+1.9	+0.2
	6	1514	6.1	257	В	22	28.1	251	+0.3	+2.2
	7	1544	5.7	259	В	4	35.4	308	+1.0	-1.6
	21	3536	4.7	88	П	20	17.4	75	+0.5	-1.1
	24	322	5.7	120	П	18	58.6	88	+1.8	-0.5
	24	327	4.5	121	П	20	15.8	80	+1.3	-0.8
27	700	5.7	155	П	22	15.6	133	+1.4	-3.9	

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				
Львів										
Січень	9	976	3.2	167	П	17	00.8	71	+0.3	+1.7
Лютий	4	765	5.3	122	П	22	11.5	150	+0.1	-5.3
	6	928	6.0	136	П	0	07.7	131	0.0	-2.5
	6	946	3.2	137	П	2	23.3	43	+0.2	-0.2
	6	1078	5.9	148	П	21	46.8	127	+1.2	-2.0
	7	1224	5.4	161	П	21	52.7	119	+1.3	-1.2
Березень	14	2213	5.9	241	В	2	10.3	276	+1.5	0.0
	29	654	6.0	58	П	17	39.9	82	+1.0	-1.1
	29	668	3.6	59	П	19	39.1	85	+0.2	-1.4
Червень	19	Венера	-4.4	337	П	8	34.5	149	—	—
	19	Венера	-4.4	337	В	8	45.3	163	—	—
Липень	8	3164	4.7	214	В	1	10.8	245	+1.4	+0.2
Серпень	15	916	4.3	309	В	1	00.6	324	+0.9	-0.1
	25	2302	2.9	90	П	18	44.8	119	+1.2	-1.4
	25	2303	5.1	90	П	18	44.7	118	+1.2	-1.4
Вересень	6	249	4.7	222	В	0	43.1	319	—	—
	9	593	5.8	255	В	1	54.0	285	+2.0	0.0
	27	3164	4.7	135	П	21	47.0	90	+1.4	-1.1
Жовтень	3	322	5.7	203	В	23	56.2	228	+1.3	+1.2
	4	327	4.5	203	В	1	18.4	234	+1.3	+0.4
	7	700	5.7	237	В	3	43.7	246	+1.5	0.0
	7	792	5.1	246	В	21	02.2	216	-0.3	+2.3
	8	954	6.1	258	В	22	51.8	299	+0.8	+0.7
Листопад	9	1092	5.8	270	В	22	59.7	320	+0.9	0.0
	3	752	4.7	215	В	19	25.1	204	-0.4	+2.6
	6	1070	5.2	240	В	2	00.1	223	+1.6	+2.8
	21	3202	6.1	84	П	17	11.4	30	+0.8	+0.7
	24	18	6.0	118	П	15	42.4	29	+0.7	+2.1
Грудень	26	249	4.7	141	П	19	11.2	18	+0.6	+2.3
	3	1157	6.0	221	В	22	41.2	347	—	—
	5	1308	4.7	234	В	3	53.9	220	+3.0	+2.9
	21	3536	4.7	88	П	20	14.0	72	+0.7	-0.9
	24	322	5.7	120	П	18	46.6	82	+1.8	0.0
	24	327	4.5	121	П	20	06.6	76	+1.5	-0.3
	27	700	5.7	155	П	22	07.3	135	+1.8	-4.1

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				
Одеса										
Січень	9	976	3.2	167	П	16	58.5	86	+0.6	+1.4
Лютий	6	928	6.0	136	П	0	15.9	133	-0.1	-2.5
	6	1078	5.9	148	П	22	02.3	134	+0.9	-2.6
	7	1224	5.4	161	П	22	06.8	125	+1.2	-1.7
Березень	15	2353	4.6	253	В	0	09.9	280	+1.1	+0.8
	29	654	6.0	58	П	17	50.6	91	+0.8	-1.4
	29	668	3.6	59	П	19	45.0	90	0.0	-1.4
Квітень	13	2602	5.5	247	В	2	04.3	273	+1.7	+0.2
Травень	7	2218	5.6	188	В	23	52.4	346	+0.8	-2.0
Червень	2	2022	5.5	140	П	20	41.1	163	+0.7	-1.9
Серпень	15	916	4.3	309	В	1	04.4	302	+0.6	+0.6
	25	2302	2.9	90	П	18	58.0	123	+1.1	-1.7
	25	2303	5.1	90	П	18	57.9	122	+1.1	-1.6
	28	2771	5.7	128	П	20	15.4	27	+0.7	+0.7
Вересень	3	18	6.0	200	В	22	07.5	214	+1.0	+1.8
	6	249	4.7	222	В	1	14.4	281	+2.5	-0.9
	8	577	6.0	253	В	21	14.6	262	+0.1	+1.6
	9	593	5.8	255	В	2	06.2	266	+1.9	+0.5
	11	865	6.1	278	В	0	54.1	325	+2.8	-2.3
	27	3164	4.7	135	П	22	02.6	110	+1.7	-2.1
Жовтень	3	322	5.7	203	В	23	59.2	210	+1.0	+1.8
	4	327	4.5	203	В	1	24.1	217	+1.1	+1.0
	7	792	5.1	246	В	20	50.1	198	-0.6	+2.9
	8	954	6.1	258	В	22	54.4	282	+0.8	+1.0
	9	1092	5.8	270	В	23	04.1	300	+0.7	+0.6
Листопад	3	752	4.7	215	В	19	08.6	179	-1.6	+4.6
	6	1070	5.2	240	В	1	58.1	201	—	—
	21	3202	6.1	84	П	17	16.0	46	+1.0	+0.2
	24	18	6.0	118	П	15	41.6	40	+1.0	+1.9
Грудень	26	249	4.7	141	П	19	10.4	37	+1.1	+1.7
	3	1157	6.0	221	В	23	05.2	319	+1.8	-1.7
	5	1308	4.7	234	В	4	05.9	218	+3.5	+3.1
	6	1514	6.1	257	В	22	17.3	233	+0.1	+3.3
	24	322	5.7	120	П	19	02.9	103	+2.4	-1.4
	24	327	4.5	121	П	20	20.6	94	+1.6	-1.4

Продовження табл. 42

Дата	Номер зорі за ZС	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	9	976	3.2	167	П	16	58.9	93	+0.8	+1.1
Лютий	6	928	6.0	136	П	0	18.9	134	-0.2	-2.4
	6	1078	5.9	148	П	22	09.5	137	+0.8	-2.7
	7	1224	5.4	161	П	22	13.9	127	+1.1	-1.9
Березень	14	2213	5.9	241	В	2	28.6	280	+1.7	-0.5
	15	2353	4.6	253	В	0	12.7	281	+1.2	+0.7
	29	654	6.0	58	П	17	55.4	94	+0.6	-1.5
	29	668	3.6	59	П	19	47.2	91	0.0	-1.3
Квітень	13	2602	5.5	247	В	2	10.2	272	+1.8	0.0
Травень	7	2218	5.6	188	В	23	58.8	347	+0.9	-2.2
	12	2861	5.7	240	В	1	11.6	214	+1.8	+1.6
Червень	2	2022	5.5	140	П	20	46.7	162	+0.7	-2.0
Серпень	5	3349	4.2	206	В	19	33.4	256	+0.8	+1.6
	15	916	4.3	309	В	1	05.4	294	+0.6	+0.8
	25	2302	2.9	90	П	19	04.5	126	+1.1	-1.8
	28	2771	5.7	128	П	20	17.3	35	+0.8	+0.4
Вересень	3	5	4.7	198	В	18	48.2	263	+0.8	+1.6
	3	18	5.9	200	В	22	08.1	206	+0.9	+1.9
	6	249	4.7	222	В	1	23.5	270	+2.2	-0.5
	8	577	6.0	253	В	21	12.7	257	+0.1	+1.6
	9	593	5.8	255	В	2	11.8	257	+1.9	+0.7
Жовтень	11	865	6.1	278	В	1	03.8	309	+2.0	-0.5
	4	327	4.5	203	В	1	25.7	208	+1.0	+1.5
	7	792	5.1	246	В	20	41.9	185	-1.2	+3.9
	8	954	6.1	258	В	22	55.6	274	+0.8	+1.2
	9	1092	5.8	270	В	23	05.6	291	+0.7	+0.7
Листопад	21	3202	6.1	84	П	17	19.4	54	+1.1	0.0
	24	18	6.0	118	П	15	42.5	45	+1.2	+1.8
	26	249	4.7	141	П	19	12.2	45	+1.3	+1.4
Грудень	3	1157	6.0	221	В	23	13.9	310	+1.9	-1.4
	5	1308	4.7	234	В	4	13.3	220	+3.3	+2.5
	6	1514	6.1	257	В	22	11.3	220	0.0	+5.2
	21	3536	4.7	88	П	20	27.8	98	+0.6	-1.9
	24	322	5.7	120	П	19	15.0	116	+2.8	-3.0
	24	327	4.5	121	П	20	29.1	103	+1.6	-2.1

Продовження табл. 42

Дата	Номер зорі за ZC	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					
Харків											
Січень	9	976	3.2	167	П	17	07.3	83	+0.7	+1.4	
Лютий	4	765	5.3	122	П	22	12.8	135	+0.1	-3.2	
	6	928	6.0	136	П	0	07.5	117	0.0	-2.0	
	6	1078	5.9	148	П	21	59.8	118	+0.9	-1.9	
	7	1224	5.4	161	П	22	08.2	110	+1.2	-1.3	
Березень	14	2213	5.9	241	В	2	28.9	288	+1.4	-0.6	
	29	654	6.0	58	П	17	50.1	77	+0.6	-1.1	
	29	668	3.6	59	П	19	40.9	76	0.0	-1.1	
Травень	7	2218	5.6	188	В	23	48.1	1	+0.4	-2.6	
Серпень	15	916	4.3	309	В	1	10.7	304	+0.8	+0.6	
Вересень	3	5	4.7	198	В	18	58.4	267	+0.8	+1.6	
	3	18	6.0	200	В	22	19.1	212	+0.9	+1.5	
	6	249	4.7	222	В	1	23.2	284	+2.2	-1.4	
	8	577	6.0	253	В	21	21.8	262	+0.3	+1.7	
	9	593	5.8	255	В	2	17.8	270	+1.8	0.0	
	11	865	6.1	278	В	1	00.1	334	+4.0	-5.3	
	Жовтень	4	322	5.7	203	В	0	10.9	214	+1.0	+1.3
		4	327	4.5	203	В	1	32.8	225	+1.0	+0.4
		7	792	5.1	246	В	20	57.3	199	-0.5	+3.0
8		954	6.1	258	В	23	03.4	285	+1.0	+1.0	
9		1092	5.8	270	В	23	10.8	304	+0.9	+0.4	
Листопад	3	752	4.7	215	В	19	16.4	179	-1.5	+4.8	
	6	1070	5.2	240	В	2	22.8	227	+1.9	+1.9	
	7	1308	4.7	262	В	20	48.3	261	-0.1	+1.5	
	21	3202	6.1	84	П	17	21.6	46	+0.8	0.0	
	24	18	6.0	118	П	15	54.0	41	+1.0	+1.7	
	26	249	4.7	141	П	19	22.1	36	+1.0	+1.4	
	Грудень	3	1157	6.0	221	В	23	06.0	336	+1.7	-3.9
5		1308	4.7	234	В	4	19.9	246	+1.5	-0.5	
6		1514	6.1	257	В	22	29.4	247	+0.5	+2.5	
7		1544	5.7	259	В	4	41.9	314	+0.8	-1.8	
24		322	5.7	120	П	19	09.8	97	+1.8	-1.3	
24		327	4.5	121	П	20	24.0	85	+1.2	-1.2	
27		700	5.7	155	П	22	25.0	135	+1.1	-4.1	

Закінчення табл. 42

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				
Донецьк										
Січень	9	976	3.2	167	П	17	05.8	89	+0.8	+1.2
Лютий	4	765	5.3	122	П	22	19.8	143	-0.1	-3.8
	6	928	6.0	136	П	0	11.4	121	-0.1	-2.0
	6	1078	5.9	148	П	22	05.3	123	+0.8	-2.1
	7	1224	5.4	161	П	22	13.0	114	+1.1	-1.5
Березень	14	2213	5.9	241	В	2	32.7	287	+1.5	-0.7
	15	2353	4.6	253	В	0	18.9	292	+1.1	+0.4
	29	654	6.0	58	П	17	53.5	82	+0.6	-1.2
	29	668	3.6	59	П	19	43.3	80	0.0	-1.1
Травень	7	2218	5.6	188	В	23	54.4	358	+0.6	-2.6
Червень	2	2022	5.5	140	П	20	44.0	152	+0.8	-1.7
Серпень	5	3349	4.2	206	В	19	41.8	260	+0.9	+1.6
	15	916	4.3	309	В	1	10.4	296	+0.7	+0.8
	Вересень	3	5	4.7	198	В	18	56.5	265	+0.9
Жовтень	3	18	6.0	200	В	22	17.3	206	+0.9	+1.7
	6	249	4.7	222	В	1	28.9	274	+2.0	-1.0
	8	577	6.0	253	В	21	18.9	258	+0.3	+1.7
	9	593	5.8	255	В	2	20.4	262	+1.8	+0.2
	11	865	6.1	278	В	1	09.2	315	+2.2	-1.2
	4	322	5.7	203	В	0	09.3	206	+0.9	+1.8
	4	327	4.5	203	В	1	33.1	217	+0.9	+0.8
Листопад	7	792	5.1	246	В	20	49.5	189	-0.9	+3.7
	8	954	6.1	258	В	23	02.9	278	+1.0	+1.1
	9	1092	5.8	270	В	23	11.0	296	+0.9	+0.6
	6	1070	5.2	240	В	2	21.1	217	+2.1	+3.1
	7	1308	4.7	262	В	20	44.7	254	-0.2	+1.7
	21	3202	6.1	84	П	17	23.1	52	+0.9	-0.1
	24	18	6.0	118	П	15	52.5	46	+1.2	+1.6
Грудень	26	249	4.7	141	П	19	21.2	43	+1.2	+1.2
	3	1157	6.0	221	В	23	14.9	324	+1.7	-2.4
	6	1514	6.1	257	В	22	24.6	237	+0.4	+3.1
	24	322	5.7	120	П	19	16.3	107	+2.1	-2.1
	24	327	4.5	121	П	20	28.8	94	+1.3	-1.6
	27	700	5.7	155	П	22	37.1	149	—	—

ПОКРИТТЯ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

За попередніми розрахунками в 2020 р. з поверхні Землі можна буде спостерігати 1 188 явищ покриття астероїдами зір до 11 зоряної величини. У табл. 43 наведено обставини тих явищ, які видимі з території України. Їх відібрали за такими критеріями: тривалість покриття не менша, ніж 1 с; зміна блиску зорі впродовж покривання перевищує одну зоряну величину; явище відбувається на висоті (для Києва), яка не менша від 20° ; блиск покриваної зорі не менший за 10-ту зоряну величину, діаметр астероїда більший, ніж 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, K — для Києва).

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

користатися 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 усесвітній 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/>

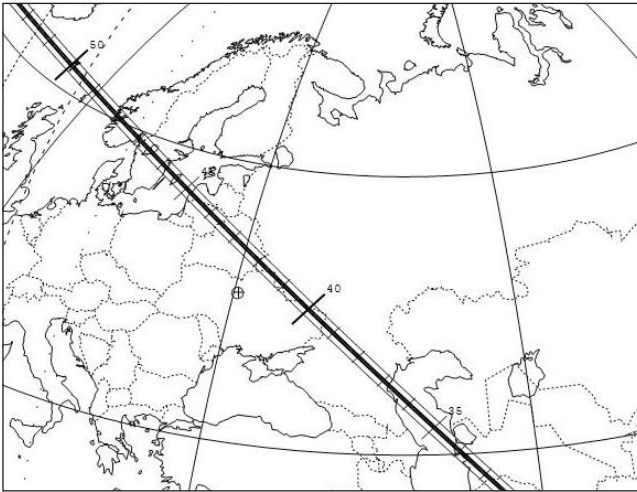
Європейська мережа астероїдних покриттів
(European Asteroid Occultation Network) —

<http://www.astrosurf.com/eaon>

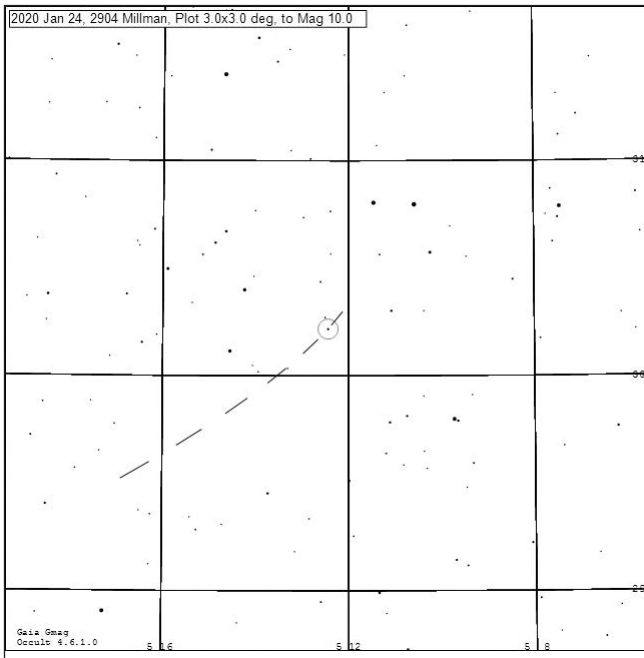
Таблиця 43

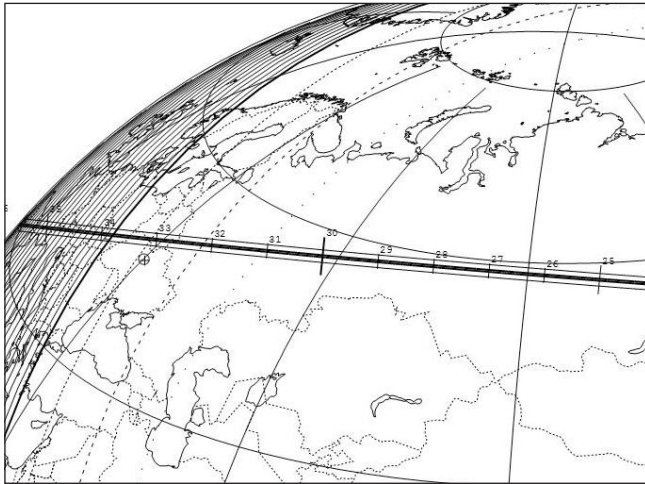
ОБСТАВИНИ ПОКРИТТІВ ЗІР АСТЕРОЇДАМИ

Дата	UTC		h_*	Δt	Δm	Зоря						Астероїд				Номер карти			
	год	хв				°	с	номер	m	$\alpha_{J2000.0}$		$\delta_{J2000.0}$		номер	назва		діаметр		зоря-на величина
			год	хв	с					°	'	''	км				''		
I.24	17	41.7	68	4.2	6.9	HIP 24258	8.4	5	12	26.452	+30	13	03.61	2904	Millman	17	0.02	15.4	1, E, N
II.04	15	33.2	32	2.2	8.1	TYC 1894-00894-1	8.9	6	57	12.967	+22	43	52.34	7994	Bethellen	17	0.01	17.0	2, N, W
II.12	21	07.3	28	3.7	7.5	TYC 276-00783-1	9.1	11	51	55.28	+3	45	44.20	991	McDonalda	39	0.02	16.6	3, E, N
II.15	20	36.5	75	7.8	5.2	TYC 2466-00499-1	9.3	7	46	47.440	+37	01	53.48	977	Philippa	67	0.04	14.5	4, N
II.29	3	37.5	27	2.6	5.4	HIP 82815	8.9	16	55	28.930	-11	53	33.376	628	Christine	52	0.03	14.3	5, S, E
III.20	17	16.5	48	6.4	6.0	TYC 746-00233-1	9.7	6	45	12.210	+8	55	47.49	601	Nerthus	79	0.04	15.6	6, N
XI.24	19	33.1	51	11.5	4.4	TYC 2392-01288-1	8.5	5	01	52.322	+32	14	29.37	283	Emma	134	0.10	12.9	7, N
XII.17	19	49.9	43	4.1	5.3	TYC 2457-00828-1	9.4	7	36	01.398	+32	10	16.80	1237	Genevieve	43	0.04	14.7	8, S
XII.26	20	54.5	70	2.1	5.6	HIP 23433	8.7	5	02	14.755	+31	15	49.16	684	Hildburg	22	0.02	14.3	9, E, S
XII.31	22	18.2	28	2.1	6.6	TYC 1882-00652-1	9.3	6	20	17.365	+25	18	54.50	4131	Stasik	29	0.02	15.9	10, E, S, W

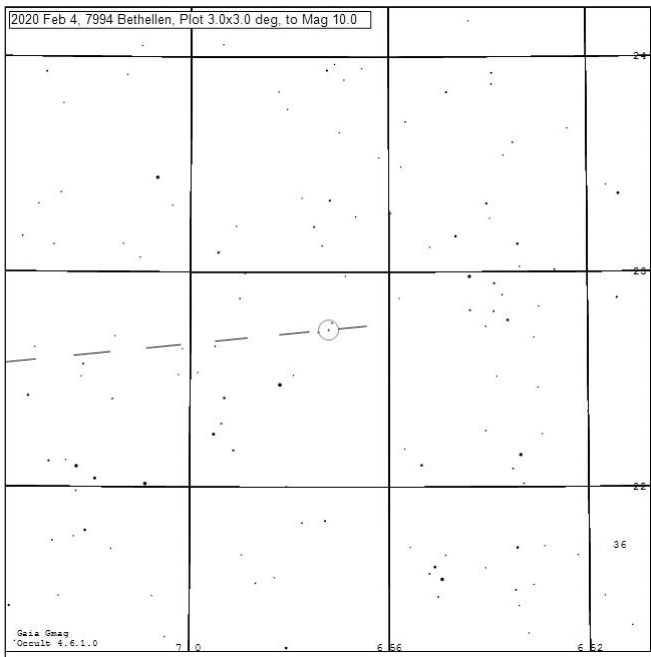


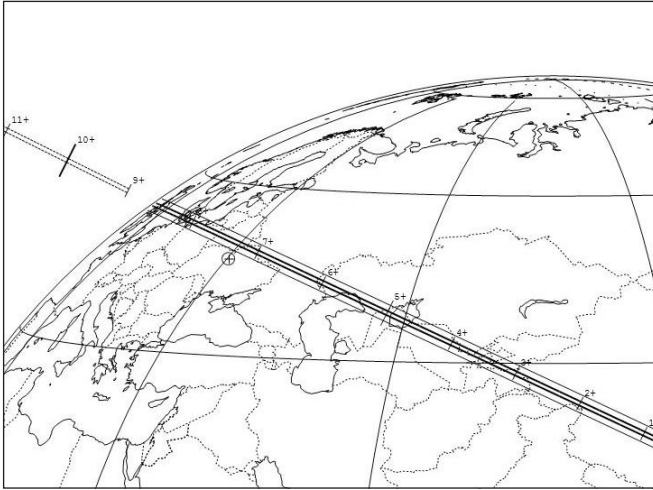
1. 24.01.20 — 2904 Millman, сузір'я Візничого



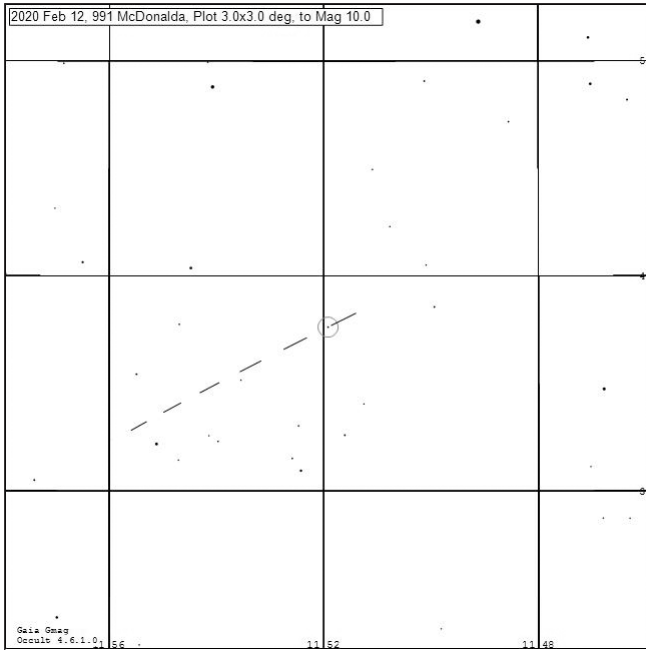


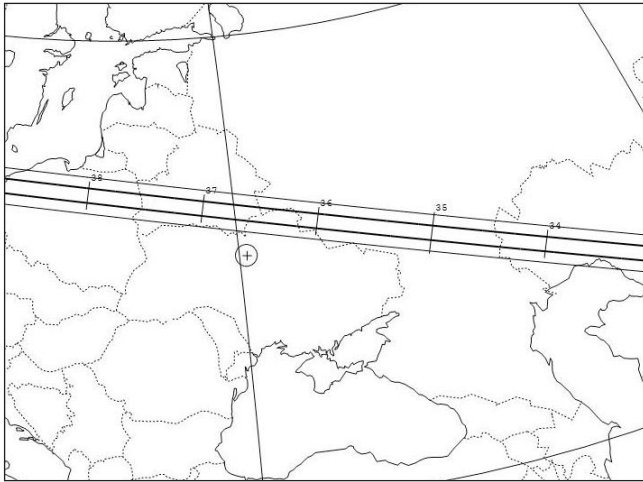
2. 04.02.20 — 7994 Bethellen, сузір'я Близнят



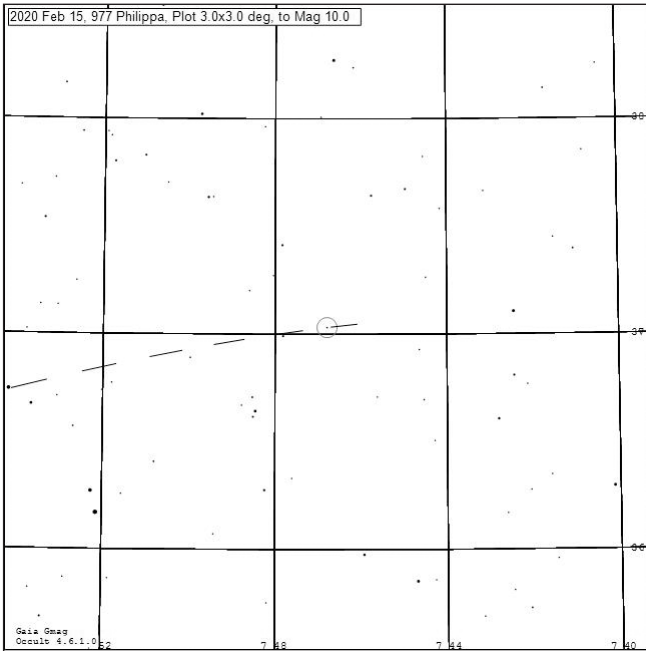


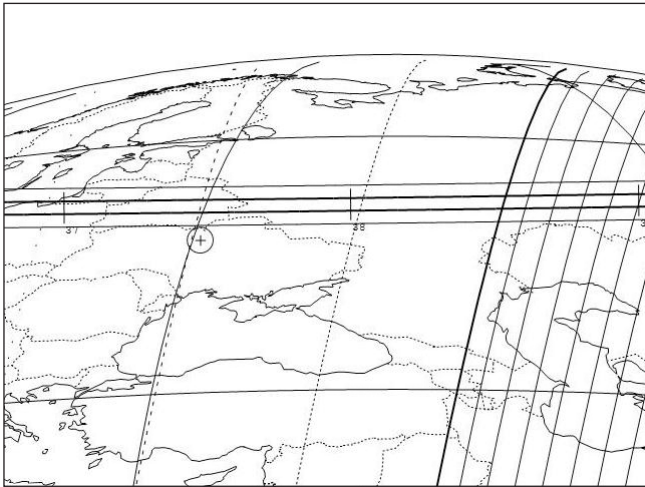
3. 12.02.20 — 991 McDonald, сузір'я Діви



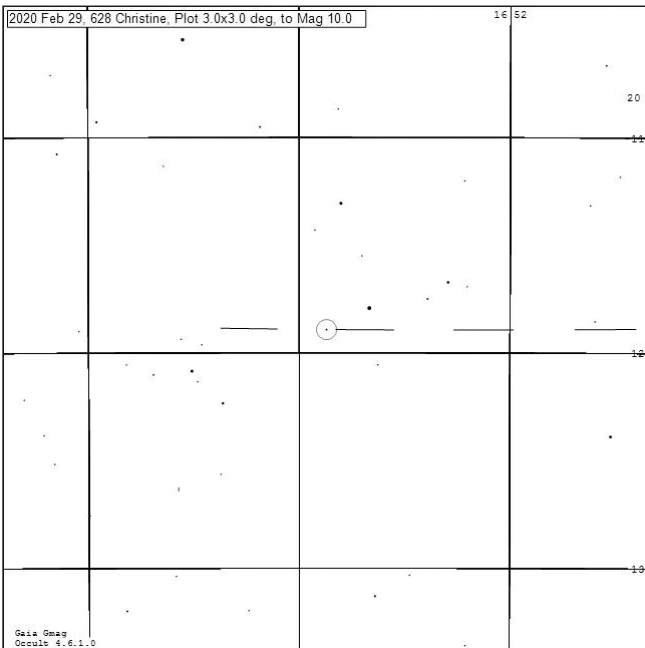


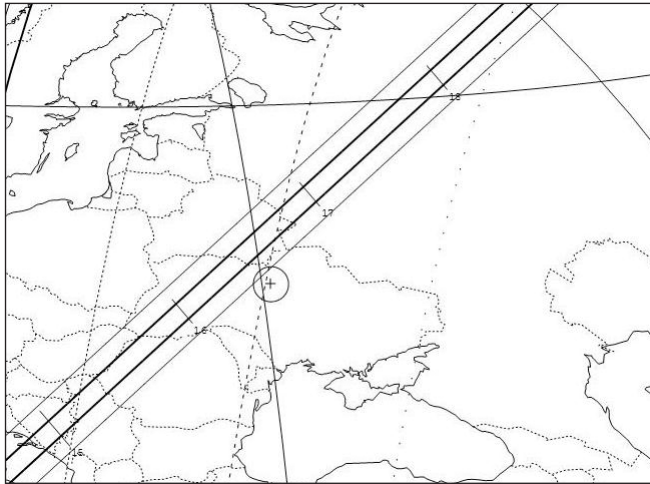
4. 15.02.20 — 977 Philппа, сузір'я Риси



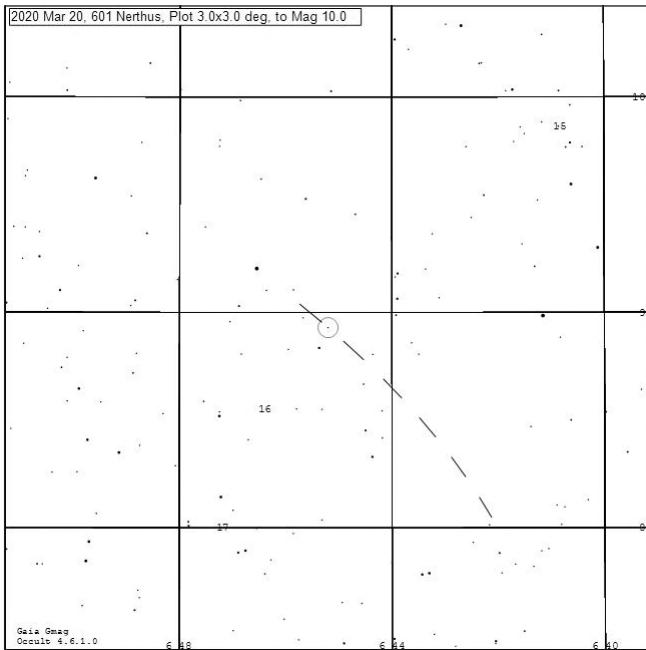


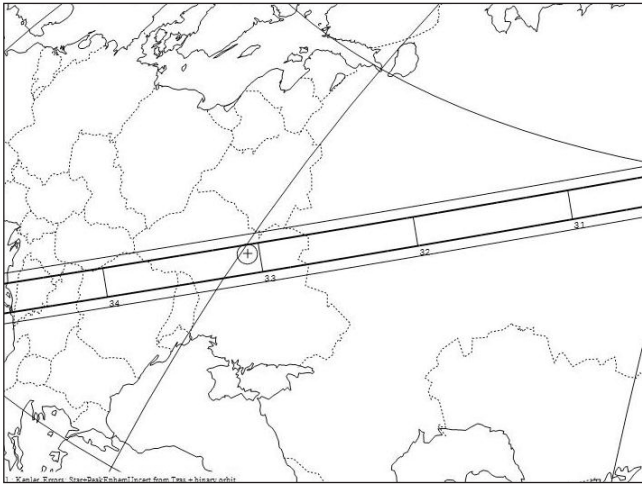
5. 29.02.20 — 628 Christine, сузір'я Змієноця



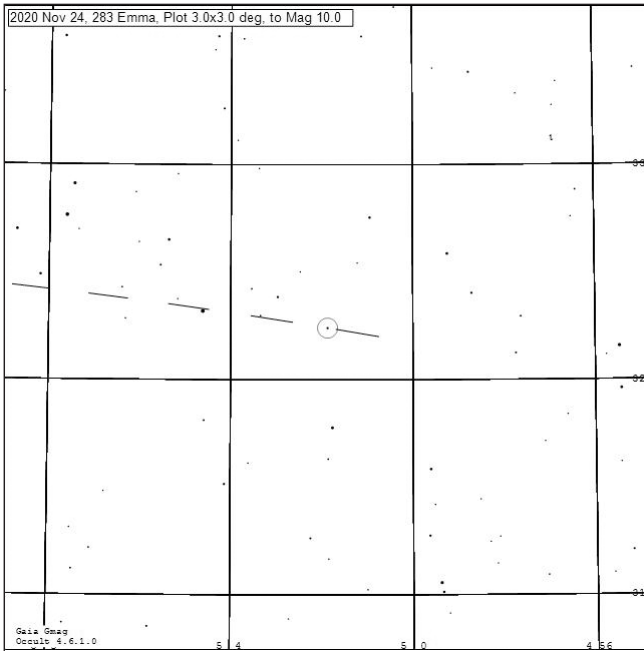


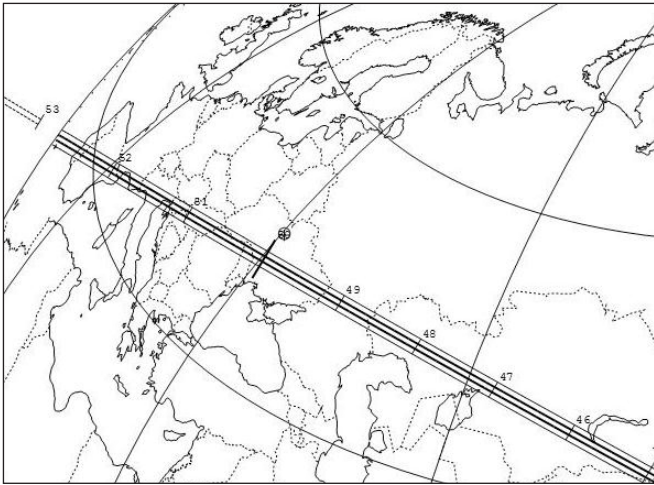
6. 20.03.20 — 601 Nerthus, сузір'я Однорога



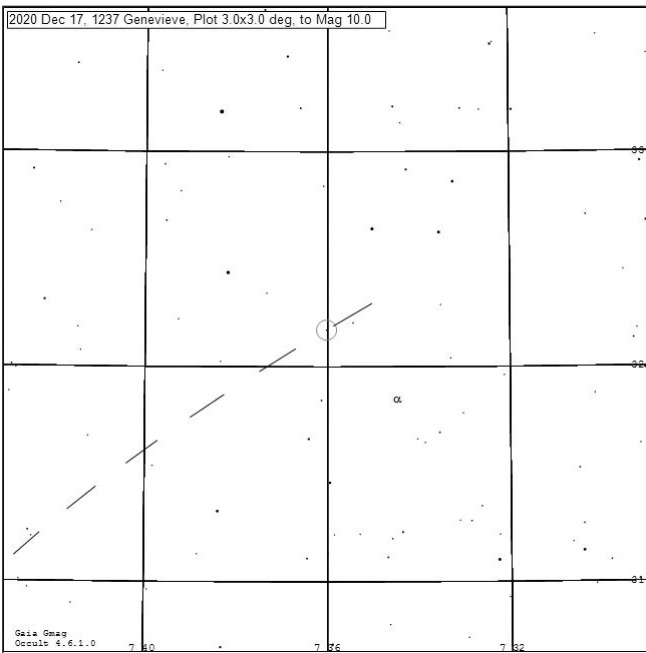


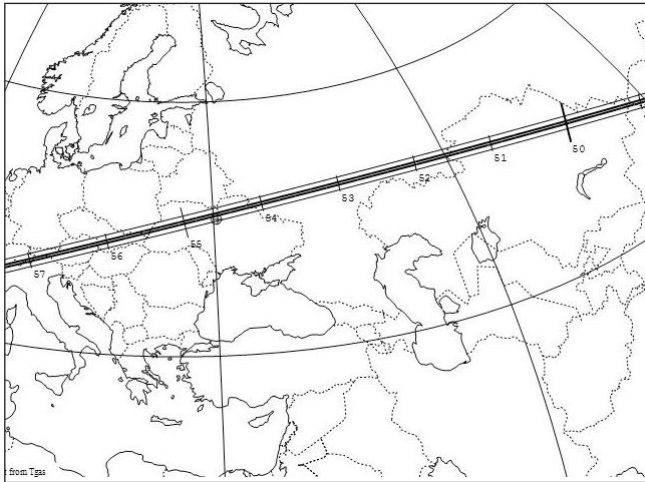
7. 24.11.20 — 283 Емма, сузір'я Візничого



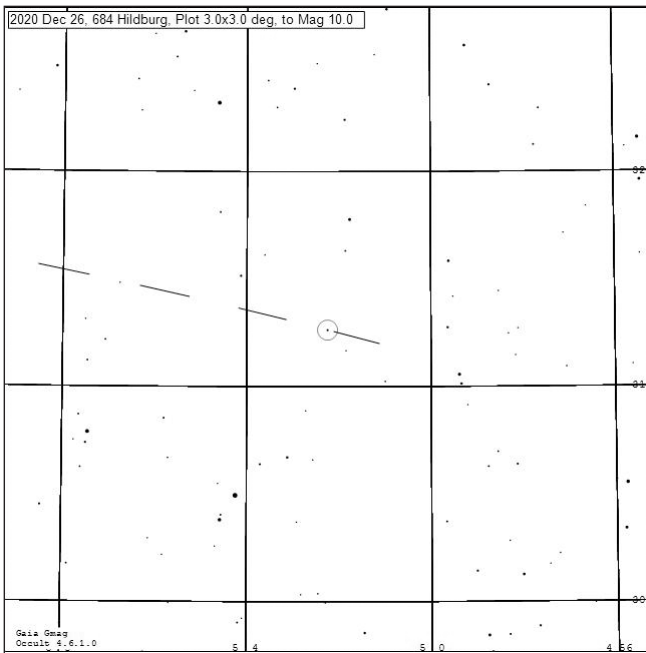


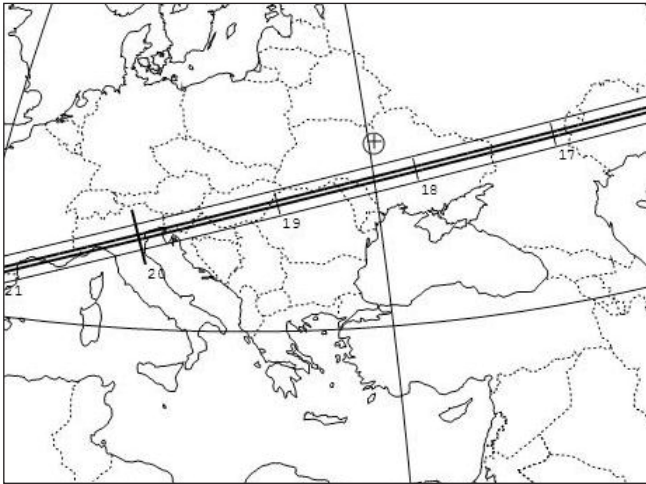
8. 17.12.20 — 1237 Genevieve, сузір'я Близнят



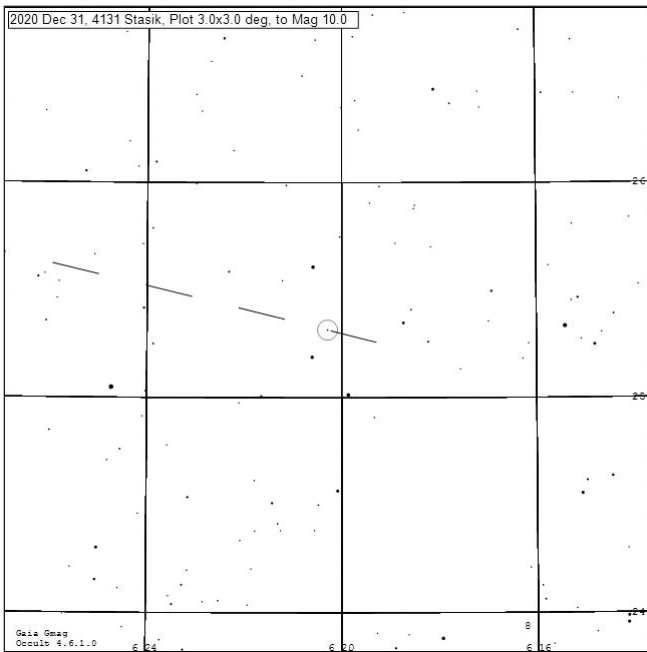


9. 26.12.20 — 684 Hildburg, сузір'я Візничого





10. 31.12.20 — 4131 Stasik, сузір'я Близнят



ДОПОМІЖНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця 44

АЗИМУТИ ПОЛЯРНОЇ ЗОРІ ДЛЯ РІЗНИХ ШИРОТ І ПОПРАВКИ ДО ЇЇ ВИСОТ

Координати Полярної зорі на 2020.5: $\alpha = 2^h 54^m 56^s$, $\delta = 89^\circ 21' 14''$

Зоряний час S		Широта				Зоряний час S		Поправка висоти
		40°	45°	50°	55°			
h	m	'	'	'	'	h	m	'
2	55	00	00	00	00	2	55	-39
3	15	05	05	05	06	2	35	-39
3	35	09	10	11	12	2	15	-38
3	55	13	15	16	18	1	55	-38
4	15	18	19	21	24	1	35	-37
4	35	22	24	26	29	1	15	-35
4	55	26	28	31	35	0	55	-34
5	15	30	32	35	40	0	35	-32
5	35	33	36	40	45	0	15	-30
5	55	36	40	44	49	23	55	-28
6	15	40	43	47	53	23	35	-25
6	35	42	46	50	57	23	15	-22
6	55	45	48	53	60	22	55	-20
7	15	47	51	56	63	22	35	-16
7	35	48	52	58	65	22	15	-13
7	55	50	54	59	66	21	55	-10
8	15	51	55	60	68	21	35	-7
8	35	51	55	61	69	21	15	-3
8	55	51	56	61	69	20	55	0
9	15	51	55	61	68	20	35	+3
9	35	50	55	60	67	20	15	+7
9	55	49	54	59	66	19	55	+10
10	15	48	52	57	64	19	35	+13
10	35	46	50	55	62	19	15	+16
10	55	44	48	53	59	18	55	+20
11	15	42	45	50	56	18	35	+22
11	35	39	42	46	52	18	15	+25
11	55	36	39	43	48	17	55	+28
12	15	33	35	39	44	17	35	+30
12	35	29	32	34	39	17	15	+32
12	55	25	28	29	34	16	55	+34
13	15	21	23	26	29	16	35	+35
13	35	17	19	21	23	16	15	+37
13	55	13	14	16	17	15	55	+38
14	15	09	10	10	12	15	35	+38
14	35	04	05	05	06	15	15	+39
14	55	00	00	00	00	14	55	+39

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	
2017	245	7754	7785	7813	7844	7874	7905
2018		8119	8150	8178	8209	8239	8270
2019		8484	8515	8543	8574	8604	8635
2020		8849	8880	8909	8940	8970	9001
2021		9215	9246	9274	9305	9335	9366
2022		9580	9611	9639	9670	9700	9731
2023		9945	9976	*0004	*0035	*0065	*0096

Рік	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2017	245	7935	7966	7997	8027	8058	8088
2018		8300	8331	8362	8392	8423	8453
2019		8665	8696	8727	8757	8788	8818
2020		9031	9062	9093	9123	9154	9184
2021		9396	9427	9458	9488	9519	9549
2022		9761	9792	9823	9853	9884	9914
2023	246	0126	0157	0188	0218	0249	0279

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

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

ПОЯСНЕННЯ ДО ТАБЛИЧНОЇ ЧАСТИНИ КАЛЕНДАРЯ

Лічба часу

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

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

З 1960 р. (і до 1986 р.) основним аргументом ефемерид в астрономічних щорічниках був ефемеридний час T_e , а до 1960 р. — усесвітній час T_B , тобто гринвіцький середній час. Різницю між ефемеридним і всесвітнім часом визначали зі спостережень за рухом Місяця, а наближене її значення — екстраполяцією. Земний час TT за своїм фізичним змістом практично збігається з ефемеридним часом T_e , тому можна записати співвідношення: $T_e - T_B = TT - T_B$. Для 2020 р. різниця дорівнює наближено 78 с.

Термін «місцевий час» означає не той час, яким ми користуємось у повсякденному житті і який відлічують наші годинники. Цей час зветься поясним часом T_{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 25 січня 2020 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 25 січня $S_0 = 8$ год 15 хв 07 с, обчислімо 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 $s = 8$ год 15 хв 07 с + 9 год 09 хв 21 с + 1 хв 10 с = 17 год 25 хв 38 с. За формулою (2) дістанемо: $s = 9.2 + 2(1.8 + 12) - 19.4 = 17.4$ 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 Ізмаїлі 1 вересня. З табл. 2 дізнаємося, що цього дня на широті 50° схід Сонця (за місцевим часом) припадає на 5 год 15 хв, а захід — на 18 год 43 хв. У табл. 50 маємо для Ізмаїла $\varphi = 45^\circ 20'$, $\lambda = 1$ год 55.3 хв. За табл. 3 поправка на широту становитиме +6.7 хв для моменту сходу та -6.7 хв для моменту заходу. Отже, за місцевим часом Сонце зійде в Ізмаїлі о 5 год 22 хв, зайде о 18 год 36 хв; за київським часом момент сходу буде 5 год 21.7 хв — -1 год 55.3 хв + 2 год = 5 год 26.4 хв, момент заходу: 18 год 36.3 хв — 1 год 55.3 хв + 2 год = 18 год 41.0 хв. За літнім часом моменти сходу та заходу будуть відповідно 6 год 26.4 хв та 19 год 41.0 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 23 лютого. На широті 50° Місяць сходить у цей день (див. табл. 6) о 7 год 19 хв ($v = -1.0$), заходить о 17 год 10 хв ($v = -2.8$). 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: -9.4 хв для сходу та +7.7 хв для заходу. Обчислюємо поправки за довготу: для сходу $\Delta_\lambda = (-1.0)(0.142) = -0.1$ хв, для заходу $\Delta_\lambda = (-2.08)(0.142) = -0.4$ хв. Отже, Місяць зійде за місцевим часом 23 лютого о 7 год 19 хв — 9.4 хв — 0.1 хв = 7 год 9.5 хв, а зайде о 17 год 10 хв + 7.7 хв — 0.4 хв = 17 год 17.3 хв. За київським часом: схід — 7 год 9.5 хв — 2 год 10.5 хв + 2 год = 6 год 59 хв, захід — 17 год 17.3 хв — 2 год 10.5 хв + 2 год = 17 год 07 хв.

Щоб дістати момент кульмінації, треба до табличного моменту додати лише поправку на довготу. З табл. 6 виписуємо годинну зміну моменту кульмінації $v = -111.3$, обчислюємо поправку $\Delta_\lambda = (-111.3)(\lambda - 2.033) = (-111.3)(0.142) = -16$ с, додаємо її до таблично-

го моменту 12 год 10 хв 08 с і маємо 12 год 09 хв 52 с за місцевим часом. Щоб мати момент кульмінації за київським часом, треба знати довготу місця спостереження з точністю до секунди.

Ефемериди для фізичних спостережень Сонця та Місяця

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

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

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

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

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 протистояння — 180° . Моменти сполучення планети з Місяцем (або однієї планети з іншою) — це моменти, коли їхні прямі піднесення однакові. Під час елонгації (для Меркурія та Венери) планета перебуває на найбільшому кутовому віддаленні (на небі) від Сонця. Моменти стояння планет — це моменти, коли швидкість зміни їхніх прямих піднесень дорівнює нулю.

Тривалість видимості планети — це час між кінцем громадянських присмерків і заходом планети (для вечірньої видимості) або між сходом планети й початком ранкових присмерків (для ранкової видимості). Таким чином, у табл. 19 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).

Під час XXVI Генеральної асамблеї Міжнародного астрономічного союзу (Прага, серпень 2006 р.) Плутон був позбавлений статусу великої планети — ухвалили вважати його карликовою планетою. До цього класу планет будуть належати також Харон, супутник Плутона, й об'єкти поясу Койпера: Зена (об'єкт UB313) і Седна (об'єкт 90377), які перебувають іще далі від Сонця, ніж Плутон. Карликові планети — це небесні тіла, які: а) обертаються навколо Сонця; б) мають достатню масу, щоб під впливом самогравітації набути майже кулястої форми гідростатичної рівноваги; в) не очищують околиць своєї орбіти (тобто поряд з планетою є подібні до неї небесні тіла); г) не є супутниками планет. Карликові планети розглядатимуться в подальшому як прототип нового класу транснептунових об'єктів. Цей клас планет називатимуть «плутони» («plutonian objects»). Планети цієї категорії відрізняються від восьми класичних планет тим, що мають періоди обертання більші за 200 років (тобто перебувають за орбітою Нептуна) і великі нахили орбіт.

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 зворотне 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 моментів 2020 р. 25 січня 10 год 20 хв за всесвітнім часом. Із табл. 48 довідаємося, що до полудня нульового дня січня 2020 р. минули 2458849 юліанських діб. Додавши 25, матимемо 2458874 — 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: 2458874—0.0695 = 2458873.9305.

Приклад 2. Знайдімо момент, який відповідає юліанському дневі JD2458952.3456. Із табл. 48 дізнаємося про найближче найменше число 2458940. Воно відповідає нульовому дневі квітня 2020 р. Тому дата дорівнює різниці 2458952 — 2458940 = 12, тобто маємо 2020 р. 12 квітня 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 2458952.3456 відповідає моментів 2020 р. 12 квітня 12 год + + 8 год 17 хв 40 с за всесвітнім часом, тобто 12 квітня 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. Виправлена за рефракцію висота Полярної зорі, спостереженої о 6 год 35 хв зоряного часу, становить $45^{\circ} 22'$. Поправка висоти Полярної для цього моменту дорівнює $-22'$. Отже, широта місця $\varphi = 45^{\circ} 22' + (-22') = 45^{\circ} 00'$.

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

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

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

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

Приклад. О 6 год 35 хв за зоряним часом на широті $45^{\circ} 00'$ азимут Полярної зорі становитиме $46'$, 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 ефемеридах 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 тиску 760 мм рт. ст. Поправки до середньої рефракції для інших величин температури повітря й атмосферного тиску визначають за додатковою таблицею.

ПЛУТОН (до 90-річчя відкриття планети)

А.П. ВІДЬМАЧЕНКО

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

У 1891 р. німецький астроном Макс Вольф (1863—1932) запровадив метод фотографування вибраних площадок зоряного неба, щоб активізувати виявлення нових членів Головного поясу астероїдів.

У 1915 р. П. Ловелл (1855—1916) опублікував трактат про транснептунову планету, в якому подав результати розпочатого ним ще в 1905 р. пошуку так званої планети X.

З 1 квітня 1929 р. було розпочато реалізацію програми пошуку транснептунових об'єктів за допомогою короткофокусного ($F = 169$ см) рефрактора обсерваторії Ловелла. На кожній фотопластинці, яка покривала 162 кв. град., упродовж одноденної експозиції одержували зображення зір до 17.5^m . Ідея цієї програми виникла тому, що після відкриття планети Нептун не вдалося пояснити розбіжності між розрахованими і спостережними положеннями Урана інструментальними похибками спостережень. Проте завершилися ці пошуки лише 18 лютого 1930 р., коли аматор астрономії К. Томбо (1906—1997) виявив новий об'єкт за орбітою Нептуна. Планету назвали Плутоном на честь грецького бога темряви.

Уже після відкриття Плутона американський астроном Ф. Леонард (1896—1960) висловив думку про можливу наявність за межами орбіти Нептуна ще й інших тіл. Дещо пізніше відомі дослідники тіл Сонячної системи К. Еджворт (1880—1972) і Дж. Койпер (1905—1973) трансформували її в гіпотезу про існування великої кількості тіл — своєрідного поясу, який є можливим резервуаром потенційних кометних ядер. (Цей зовнішній пояс астероїдів, який перебуває за орбітою Нептуна, згодом назвали ім'ям Дж. Койпера). Однак трива-



Персиваль Ловелл



Клайд Вільям Томбо

лий пошук цих тіл увінчався успіхом лише в 1992 р., коли за допомогою 2.2-м телескопа Гавайського університету вдалося відкрити об'єкт 1992 QB1 з великою піввіссю орбіти 44.5 а. о.

Використання нових потужних наземних телескопів і Космічного телескопа імені Габбла (КТГ) сприяло виявленню на околицях Сонячної системи безлічі таких малих об'єктів. Так, упродовж 1999—2003 рр. були виявлені близько 800 невідомих раніш астероїдів. І стало очевидно, що у Плутона є величезна «компанія» з тисяч невеликих небесних тіл.

Нагадаймо, що сам Дж. Койпер уважав, що ці малі тіла, якщо такі коли-небудь і перебували поблизу орбіти Плутона, мали б змститися у віддалені регіони, а простір, який безпосередньо прилягає до Плутона, є вільним від космічних тіл. Також відмітьмо, що ідею про наявність за орбітою Нептуна багатьох малих крижаних астероїдів упродовж 1930—1980 рр. крім Ф. Леонарда висловлювали ще й Ф. Уїпл (1906—2004), К. Еджворт, Х. Фернандес та інші дослідники. Міжнародний астрономічний союз (МАС) рекомендував називати тіла цього зовнішнього поясу транснептуновими об'єктами (ТНО), тобто такими, що розташовані за орбітою Нептуна. Наприкінці 2018 р. в каталозі малих планет налічувалося 528 пронумерованих ТНО і понад 2000 поки що не пронумерованих астероїдів Поясу Койпера.

Більша частина з них має у поперечнику кілька сотень кілометрів, а діаметр десяти з них перевищує 1000 км. Припускають, що всього в Поясі Койпера є близько 500 000 астероїдів, розміри яких більші за 30 км.

Оскільки температура в цьому віддаленому від Сонця регіоні дуже низька, то головну роль у будівництві астероїдів Поясу Койпера мають відігравати льоди різної природи (водяний, азотний, метановий, аміачний, метаноловий, вуглекислий та ін.). Понад 90 % нововідкритих об'єктів рухаються по майже колових орбітах з радіусами від 30 до приблизно 50 а. о. Багато які з орбіт цих тіл значно нахилені до площини екліптики: у 20 об'єктів нахил перевищує 40° , у декількох досягає майже 90° .

Відзначмо, що тіла Поясу Койпера розподіляються на такі класи:

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

- 2) **резонансні тіла** — вони 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 **плутіно** за назвою найвідомішого представника — Плутона;

- 3) **тіла розсіяного диска** мають значний ексцентриситет орбіт, і в афелії можуть віддалятися від Сонця на кількасот астрономічних одиниць.

ІСТОРИЯ ПОШУКУ І ВІДКРИТТЯ ПЛУТОНА

Тринадцятого березня 1781 р. Вільям Гершель (1738—1882) відкрив планету Уран, що відразу майже удвічі збільшило розміри Сонячної системи. За спостереженнями планети було визначено її орбіту і побудовано теорію руху по орбіті. Проте спостережуваний рух Урана систематично відрізнявся від передбаченого. Така невідповідність стала справжнім тріумфом теорії всесвітнього тяжіння Ньютона (1643—1727) і дала змогу Дж. Адамсу (1819—1892) і У. Левер'є (1811—1877) передбачити існування восьмої планети — Нептуна. Цю планету відкрив 23 вересня 1846 р. Йоганн Галле (1812—1910).

Проте, як виявилось, врахування впливу Нептуна на рух Урана дозволило лише зменшити розбіжності (так звані нев'язки) між теоретично розрахованим і спостережуваним рухом Урана. Однак повного збігу результатів домогтися не вдалося. Тому у 1848 р. американський астроном Б. Пірс (1809—1880) припустив існування дев'ятої планети. Виходячи з такого припущення, у 1874 р. американський астроном С. Ньюком (1835—1909) побудував нову теорію руху Урана, врахувавши збурення від таких планет-гігантів, як Юпітер, Сатурн і Нептун. Одночасно обговорювалося питання про можливий вплив ще й 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 планети, відстань якої від Сонця у 43 рази більша, ніж земна.

Пошуки невідомої планети розпочав наприкінці XIX ст. Персіваль Ловелл. У 1896 р. він уточнив теорію руху Урана і, ґрунтуючись на своїх розрахунках, припустив, що нова планета перебуває на відстані близько 6 млрд км від Сонця, має період обертання $T = 282$ р. і блиск 12—13^m. До практичних пошуків П. Ловелл приступив у 1905 р.: з допомогою 5-дюймового телескопа він фотографував одну й ту ж

ділянку неба, повторюючи через декілька діб, і порівнював отримані знімки, накладаючи їх один на одного. Нічого не виявивши, П. Ловелл у 1908 р. зайнявся дослідженням руху Нептуна. На жаль, ці пошуки сильно ослабили його здоров'я, і він помер у 1916 р.

Слід відмітити, що через 15 років на отриманих у 1914—1915 рр. знімках П. Ловелла «планету Х» все ж було виявлено. Проте раніше астроном не звернув увагу на зірочку 15^m , бо шукав об'єкт $12—13^m$. У 1919 р. інший астроном, з Гарвардської обсерваторії, Генрі Пікерінг (1858—1938) повторив обчислення П. Ловелла, використавши дані траєкторій Урана й Нептуна. Він запропонував астрономам з обсерваторії Маунт-Вілсон зайнятися пошуками нової планети в сузір'ї Близнят. Це було доручено астроному Мільтону Хьюмасону (1891—1972). Використовуючи потужний фотографічний телескоп, М. Хьюмасон фотографував це сузір'я кожні кілька ночей і потім порівнював кожну пару знімків за методикою П. Ловелла. Як пізніше виявилось, і М. Хьюмасону також удалося сфотографувати «планету Х» на двох із своїх пластинок, але він її не помітив. На одній пластинці зображення планети було зіпсоване дефектом фотоемульсії, а на другій — його затуляло зображення яскравої сусідньої зорі. Через деякий час М. Хьюмасон мусив відмовитися від пошуків. Та й інші астрономи незабаром стали втрачати інтерес до «полювання» на невідому планету. Вони вважали, що можуть більш ефективно використовувати свої потужні телескопи.

Минуло майже 10 років, перш ніж пошуки в обсерваторії Ловелла були відновлені. Саме завдяки П. Ловеллу ця обсерваторія залишалася важливим науковим центром. Адже він заповів їй значні кошти для проведення астрономічних досліджень. Наприкінці 1920-х рр. ще й брат П. Ловелла, Аббот Лоуренс, зробив додатковий внесок у фонд обсерваторії. Ці кошти використали щоб придбати новий, 13-дюймовий ($D = 32.5$ см) ширококутний фотографічний телескоп. За його допомогою впродовж одногодинної експозиції можна сфотографувати зорі до 17^m . Кожна пластинка покривала 160 кв. град. Таке велике поле зору мало прискорити пошук планети. Та й нова камера була готова до роботи в 1929 р. Саме в цей час у штаті обсерваторії з'явився новий молодий співробітник Клайд Вільям Томбо.

У грудні 1928 р. Клайд отримав лист від директора і головного астронома Ловеллівської обсерваторії доктора В. М. Слайфера (1875—1969), котрий писав, що замальовки зображень планет Клайда справили на нього велике враження, оскільки вони були дуже точними в деталях. Також В. Слайфер запитав Клайда про здоров'я, чи зміг би він працювати по кілька годин у холодному павільйоні без обігріву і чи не хотів би він стати помічником в обсерваторії Ловелла?

За умови позитивної відповіді на ці запитання на нього чекає робота для проведення фотографічних спостережень. Клайд прочитав листа своїм батькам і з тривогою чекав їхнього рішення. Батько сказав, що це блискуча можливість для того, щоб стати справжнім астрономом. «І якщо ти цього хочеш — то спробуй», — сказала мама. Без зволікання Клайд прийняв пропозицію. Часи для сім'ї Томбо були важкими, і вони лише після різдва ледь назбирали достатньо грошей на квиток до Флагстаффа в Арізоні, і лише в один кінець. Та Клайд сказав: «Мені не знадобиться зворотний квиток, адже я буду так працювати, що досягну успіху. І я знаю, що в обсерваторії немає нічого, що мені не сподобалося б». 14 січня 1929 р. настав час від'їзду. Його проводжали мама, сестра Естер, три брати й батько, який дав таку раду синові, що починав самостійне життя: «Роби навіть незначну роботу так, ніби це одна з найважливіших робіт у світі. І якщо ти припустишся помилки, визнай її. Наступного разу постарайся зробити краще».

В обсерваторії доктор В. Слайфер тепло вітав Клайда, показав йому його кімнату і попросив відчувати себе як удома. Кімната Клайда на другому поверсі адміністративної будівлі була маленькою, але досить затишною. Вона обігрівалась тільки теплом, що проникало зі стелі першого поверху. Але Клайд не злякався холоду, адже все життя він спав в холодній спальні на фермі. У той момент він мало дбав про свій комфорт, його цікавила тільки нова робота. У дирекції доктор Слайфер представив його своєму помічникові К. О. Лемпланду. Вони ще раз похвалили замальовки Марса і Юпітера, які Клайд надіслав в обсерваторію. В його очах обидва астрономи були визначними людьми, адже вони працювали із самим Ловеллом.

К. Томбо було зараховано у штат як лаборанта-фотографа. В обсерваторії якраз будувався павільйон для нового фотографічного рефрактора, і як тільки доставлять 13-дюймовий об'єктив, то Клайду покажуть, як працювати з цим телескопом, навчать отримувати фотографії і досліджувати їх. Доктор Слайфер повідомив Клайду, що даний рефрактор буде використовуватися для нових пошуків «планети X». Потім він і доктор Лемпланд коротко розповіли Клайду суть теорії Ловелла про дев'яту планету і про те, де її можна знайти. Клайд був щасливий, що братиме участь в пошуках дев'ятої планети! І в нього було ще півтора місяці до початку спостережної роботи у березні місяці. Цей час йому запропонували присвятити читанню відповідної літератури про невідому планету, про планети взагалі і навчитися методів спостереження на рефракторі. Також необхідно якомога більше придивлятися до того, як працюють наші астрономи: встановлювати і чистити обладнання, працювати з різними приладами, і це дозволить без труднощів розпочати роботу з новим 13-дюймовим рефрактором.

Коли Клайд не займався в обсерваторії, він підкладав соснові поліна у піч головної будівлі, розчищав від снігу доріжки до павільйонів телескопів і виконував обов'язки гіда під час екскурсій по обсерваторії. Також Клайд терпляче спостерігав і засвоював, як іде робота над виконанням проекту. Він приводив у захоплення співробітників своєю здатністю запам'ятовувати факти й цифри. Бібліотека була іншим улюбленим місцем Клайда. Він опрацьовував кожну книгу, журнал чи доповідь, які тільки міг знайти. У своїй кімнаті він читав до глибокої ночі. Новий 13-дюймовий фотографічний телескоп був готовий до роботи у кінці березня 1929 р. На довгій головній трубі був змонтований менший, 7-дюймовий телескоп-гід для наведення інструмента на бажану область неба. Клайд навчився управляти гідом, вести його за опорною зіркою та отримувати фотографії нічного неба з новою камерою. На початку квітня доктор Слайфер сповістив Клайда про те, що обсерваторія готова приступити до пошуків «планети Х». Цю нову камеру почали використовувати з 1 квітня 1929 р.

Спостережна робота розпочиналася з відкриття купола, перевірки хреста ниток в окулярі гіда, зняття кришки з об'єктивів, наведення телескопа, запуску годинникового механізму і знаходження опорної зірки. І це було тільки початком його нічної роботи. Доки камера фотографувала, він здійснював записи в журнал спостережень, виймав пластинки, закривав стулки купола, відносив пластинки в темну кімнату лабораторного корпусу, де проявляв їх. Такою була робота Клайда сім ночей на тиждень за умови хорошої погоди. А вдень він проводив довгі години за дослідженням фотографічних пластинок. На кожній пластинці була почергово сфотографована та область неба, де могла перебувати невідома планета.

Фотографувати ділянки неба, де могла перебувати невідома планета, почали зі сузір'я Водоля, далі були сузір'я Риб, Овна, Тельця і на початку 1930 р. — Близнята. Кожну ділянку фотографували тричі, інтервал між послідовними знімками становив дві доби та більше (залежно від погоди). На кожній пластинці було в середньому 16000 зображень зірок до 17^m. Потім Томбо за допомогою блінк-мікроскопа (приладу для порівняння двох платівок) досліджував кожне підозріле зображення, яке знаходив на платівках. І щоб переконатися, що ніщо не вислизнуло від його пильного погляду, він розробив нову методику пошуків. Замість двох він отримував три пластинки кожного зоряного поля, яке він фотографував. І якщо знаходилась «стрибаюча» на парі порівнюваних пластинок точка, то він прибирав одну з них і ставив під об'єктив блінк-мікроскопа третю платівку. Тепер, якщо така точка була б тільки дефектом на платівці, яку він

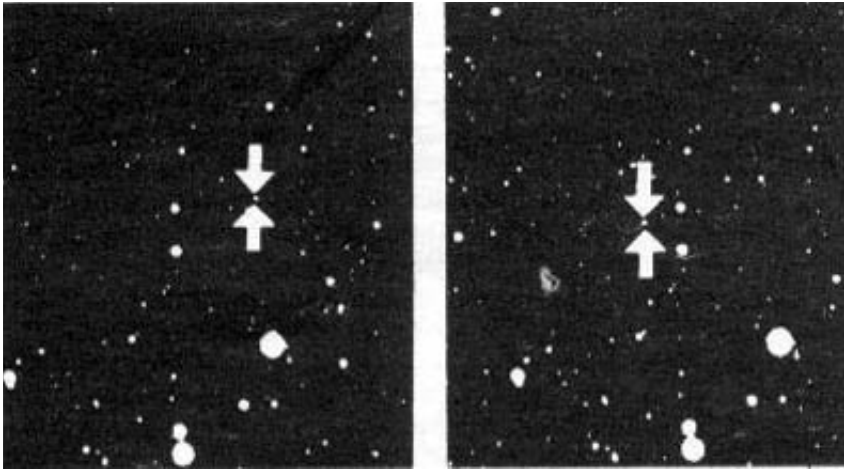


Рис. 3. Фото, на яких 18 лютого 1930 р. К. В. Томбо виявив Плутон

замінив, то вона не з'явиться при порівнянні нової пари пластинок у приладі. Таким чином йому вдавалося відразу виявляти помилкові зображення. На пластинках Клайд знаходив рухомі астероїди, але він легко розпізнавав їх по швидкому руху через зоряне поле. Адже він знав, що «планета X» буде змінювати своє положення набагато повільніше, ніж астероїд.

Його нова система контролю за допомогою третьої платівки вимагала ще вищої точності роботи і забирала у нього зайвих 2—3 години на день. У середньому він працював 12—14 годин на добу. Коли дозволяла погода, він щонаочі фотографував небо, а вдень протягом 6—7 годин порівнював пластинки. У нього йшло три дні на вивчення однієї пари пластинок навіть в областях неба з малою щільністю зір; а при високій щільності на цю ж роботу витрачався майже місяць. Тому в нього було дуже мало вільного часу, і весна й літо 1929 р. швидко промайнули для Томбо. Він дослідив уже мільйони зображень зір, і деякі з астрономів посміювалися з його пошуків.

Пошуки тривали і взимку. При спостереженнях Томбо кутався у вовняну білизну, светри, овечий кожух, унти і в'язану шапку. А сидячи біля окуляра гіда, він ховався під великою вовняною ковдрою. У міру того як Томбо, вивчаючи ділянки зоряного неба, наближався до Чумацького Шляху, дослідження платівок займало все більше часу. Ця область так щільно вкрита зорями, що іноді на одній платівці містилося до 400000 зір! Але Томбо не полишав свою роботу. Вночі 21, 23 і 29 січня 1930 р. К. Томбо отримав три фотографії східної час-

тини сузір'я Близнюків (рис. 3). Платівка 21 січня була не надто чіткою, тому Томбо відклав її і почав порівнювати дві інші. До середини лютого він дослідив близько чверті зоряного поля цієї пари. 18 лютого він почав порівнювати зображення поблизу зірки Дельта Близнюків. Раптом одна з точок «застрибала» на зоряному фоні. Зсув точки був дуже маленьким, і це вказувало на те, що об'єкт перебуває набагато далі, ніж Головний пояс астероїдів.

Потрібно було зробити ще одну перевірку. Адже у планети повинен бути диск, якщо подивитися на неї в телескоп з великим збільшенням. Тому намагалися отримати зображення з найбільшим у Ловеллівській обсерваторії 24-дюймовим телескопом. Проте і в цей телескоп «планета Х» виглядала слабенькою зорею навіть при найкращих умовах видимості. Але Слайфер заявив, що у цієї планети диска не видно тому, що вона перебуває дуже далеко. Протягом ще декілька наступних тижнів астрономи спостерігали за загадковим об'єктом, і він зберігав постійний напрям та рухався як планета.

Тобто, подальші спостереження підтвердили, що це не комета і не астероїд. При цьому К. Томбо виявив планету всього за 3° від положення, передбаченого ще розрахунками П. Ловелла, і сама її орбіта зовсім незначно відрізнялася від розрахованої. Незабаром були визначені й елементи орбіти нової планети: ексцентриситет 0.25, нахил до екліптики — 17° , відстань від Сонця приблизно 39.4 а. о., період обертання — 248 років. Тепер можна було повідомити цю новину всьому світу. Щоб відзначити роль Ловелла у відкритті Плутона, повідомлення про нову планету було затримано до 13 березня — дня 75-річчя П. Ловелла. І тому саме 13 березня 1930 р. директор Ловеллівської обсерваторії В. Слайфер оголосив на весь світ про відкриття нової планети.

У Ловеллівську обсерваторію почали надходити вітальні листи й телеграми. Багато хто пропонував назву для нової планети, і дехто вважав, що її слід назвати «Ловелл». Але врешті-решт Ловеллівська обсерваторія зупинилася на імені Плутона. Ця назва була запропонована Венецією Берні, 11-річною донькою оxfordського професора астрономії Венешей Берні. Коли назву затвердили, сім'ю Венеції нагородили п'ятьма фунтами стерлінгів. За грецькою міфологією Плутон був сином бога Сатурна й онуком Урана та Геї (Землі); а Нептун і Юпітер були його братами; Меркурій, Венера і Марс — племінниками. На довершення всього Плутон був правителем темного підземного царства, і цілком доречно було надати його ім'я планеті з царства півми на периферії Сонячної системи. Планеті було присвоєно позначення PL — ♇ , що є монограмою не тільки перших двох літер назви планети, але й ініціалів Персиваля Ловелла. В 1930 р. МАС офіційно

надав йому статус дев'ятої планети, і в такому статусі він пробув до 21 серпня 2006 р., коли XXVI Асамблея МАС задовольнила рекомендацію своєї комісії з номенклатури та ухвалила рішення про те, що Плутон є одним з представників карликових планет.

Відкриття Плутона принесло всесвітню популярність не тільки Ловеллівській обсерваторії, але й Клайду Томбо. У січні 1931 р. він отримав медаль Джексон-Гвілт і 25 фунтів стерлінгів від англійського Королівського астрономічного товариства: тоді це була одна з найвищих нагород в астрономії. Присуджуючи цю нагороду, Президент астрономічного товариства відмітив, що заслуга Томбо ще й у тому, що його відкриття майже подвоїло площу відомої частини планетної системи. Символічним є також те, що на медалі зображено Вільяма Гершеля, який з давнини став першою людиною, яка додала нову назву до списку відомих планет. Нагадаємо, що сьома планета Уран була відкрита Вільямом Гершелем, і якраз 13 березня 1781 р., і також у сузір'ї Близнят.

Незабаром у Томбо збулася його довгоочікувана мрія, і він отримав можливість вступити до коледжу. Канзаський університет присудив йому першу стипендію імені Едвіна Емори Слоссона, і наприкінці 1932 р. юнак вступив до університету. Томбо закінчив його зі ступенем бакалавра в 1936 р., а зі ступенем магістра астрономії — у 1939 р. По закінченні навчання він знову став співробітником Ловеллівської обсерваторії.

ПЛУТОН І ЙОГО СУПУТНИКИ

Протягом майже 90 років з часу відкриття Плутона в 1930 р. астрономами дізналися дуже багато нового про тепер колишню дев'яту планету. Плутон рухається по орбіті навколо Сонця із швидкістю 4.67 км/с (нагадаємо, що швидкість Землі 29 км/с). Він в середньому на 1400 млн км далі від Сонця, ніж Нептун. Але у період з 1969 по 2009 рр. орбіта Плутона перебувала усередині орбіти Нептуна, і була на 25 млн км ближче до Сонця, ніж Нептун. Найдальша точка орбіти Плутона лежить на відстані 7.38 млрд км від Сонця, найближча — на відстані 4.44 млрд км. Доба на Плутоні відповідає майже тижню на Землі: планета здійснює один повний оберт навколо своєї осі за 6 діб, 9 год 16.7 хв. Плутон — холодний, темний пустельний світ, покритий застиглим океаном отруйного газу — метану. Його температура опускається до 40...60 К. У порівнянні з іншими зовнішніми планетами Плутон малий — його середній радіус 1187 ± 4 км.

Невдовзі після відкриття Плутона постало питання: «А можливо, є ще й десята планета?» Ловеллівська обсерваторія, не втрачаючи ча-

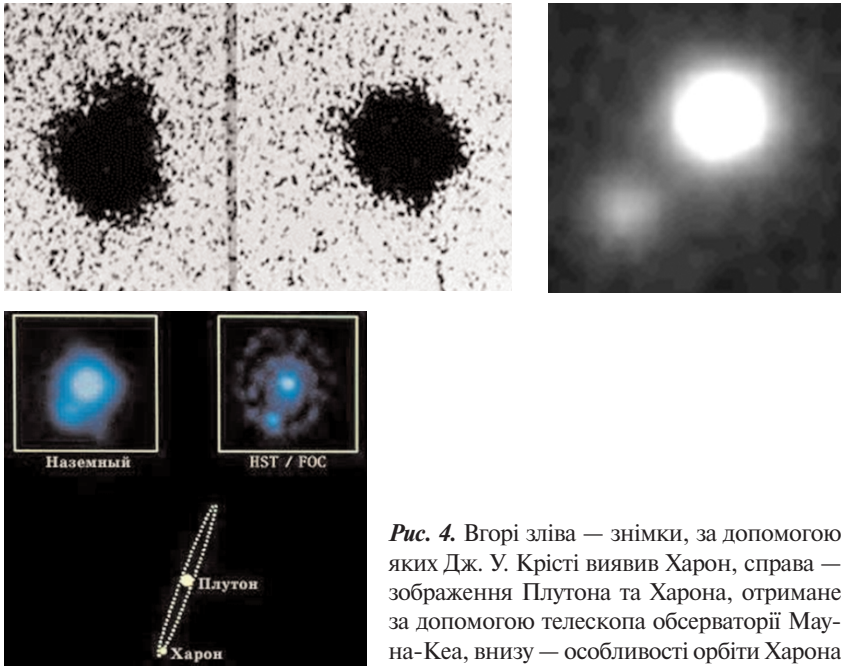


Рис. 4. Вгорі зліва — знімки, за допомогою яких Дж. У. Крісті виявив Харон, справа — зображення Плутона та Харона, отримане за допомогою телескопа обсерваторії Мауна-Кеа, внизу — особливості орбіти Харона

су, взялася за дослідження й цього завдання. Пошуки очолив Клайд Томбо. З початку 1930-х до початку 1940-х років Томбо досліджував нові фотографії неба. Він провів біля блінк-мікроскопа близько 7000 годин і дослідив 90 мільйонів зображень зір. Йому вдалося знайти нову комету, сотні нових астероїдів, 1807 змінних зірок і 29548 галактик, але жодної планети. І в липні 1943 р. Томбо остаточно вирішив, що надалі шукати її немає сенсу.

22 червня 1978 р. Дж. У. Крісті, переглядаючи отримані у квітні — травні знімки Плутона на 155-см рефлекторі Морської обсерваторії у Флагстаффі (штат Арізона) звернув увагу на «виступ», видимий на деяких знімках планети. Крісті правильно інтерпретував його як близький супутник (рис. 4). Пізніше це припущення справдилося.

Відкриття підтвердив астроном Дж. А. Грем за спостереженнями на 4-м телескопі в обсерваторії Сьерро-Тололо (Чилі). Як першовідкривач Дж. Крісті запропонував для супутника назву — Харон. Його діаметр — 1212 км, маса становить $(1.586 \pm 0.015) \cdot 10^{21}$ кг, відстань від центра Плутона — 19596 км, період обертання — 6.387 земної доби. (Відповідно до грецької міфології, Харон — це ім'я пе-

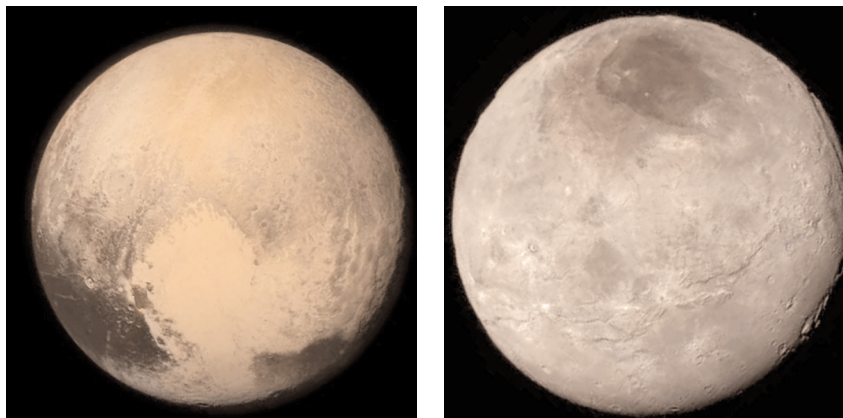


Рис. 5. Зображення Плутона (ліворуч) і Харона (праворуч), отримані під час прольоту космічного апарата «Нові горизонти» 13 липня 2015 р.

ревізника душ померлих через річку Стікс у підземне царство Плутона). Таким чином, Плутон і Харон (рис. 5) обертаються як ціле, синхронно, і тому їх розглядають як подвійну систему карликових планет, що дає змогу уточнювати їхні маси та густину. Колега першовідкривача Р. С. Харрінгтон виявив рівність періодів обертання планети і супутника. Харон був відкритий всього за сім років до початку періоду видимих із Землі взаємних затемнень в системі Плутон — Харон, який відбувся у 1985—1990 рр. Ця рідкісна подія трапляється раз на 124 роки, під час якої Харон за орбітальний період один раз проходить за Плутоном, і один раз — перед ним. Спостереження цих покриттів дозволило визначити розміри Плутона і Харона з точністю до декількох кілометрів.

Дещо пізніше на зображеннях, отриманих КТГ, група дослідників на чолі з А. Стерном знайшла ще два супутники Плутона (S/2005 P2 і S/2005 P1, рис. 6), яким рішенням Міжнародного астрономічного союзу (МАС) затверджено міфічні імена Нікс (Nix) і Гідра (Hydra). Їхня світність у 5000 разів менша (23^m), ніж у Плутона. Це значення дає оцінку їхнього розміру (залежно від альbedo поверхні): приблизно 46 і 33×44 км відповідно. Нові два супутники перебувають на відстані 48694 ± 3 і 64739 км від Плутона та мають періоди обертання 24.86 і 32.2 доби.

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

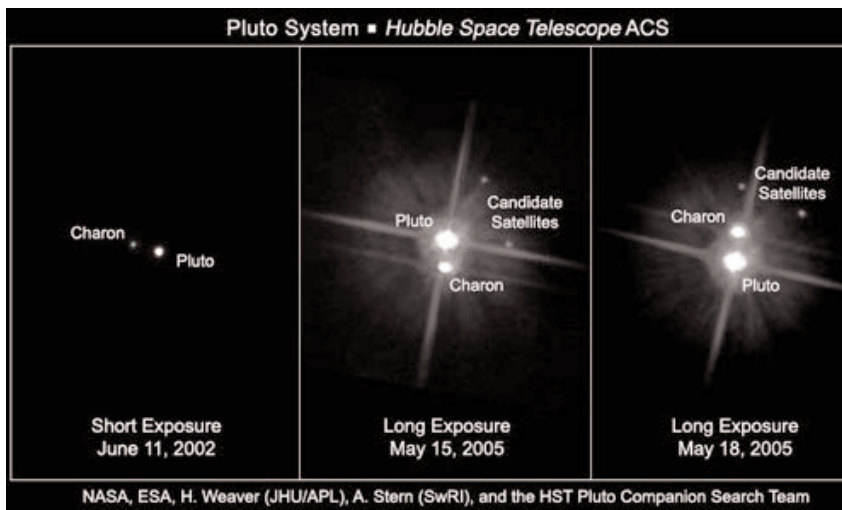


Рис. 6. Знімки Плутона та його супутників за допомогою КТГ (зліва направо: 11.06.2002 — коротка експозиція; 15.05.2005 і 28.05.2005 — довга експозиція)

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 «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 англійську транскрипцію імені богині «Нух» на трохи іншу назву супутника — «Nix».

Марк Шоултер, який очолює групу вчених, котрі відкрили четвертий і п'ятий супутники, заявив, що відповідно до правил МАС супутникам також 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). 2 липня 2013 р. четвертий супутник отримав офіційне ім'я — Kerberos (Кербер): було вирішено дати супутнику ім'я цього міфологічного персонажа у грецькій транскрипції, щоб не виникло плутанини з латинізованою формою, використаною раніше для найменування астероїда 1865 Цербер (Cerberus); а п'ятому — Стікс.

Важливим спостережним фактом є збіг площин орбіт усіх трьох супутників. Це є вірогідною ознакою одночасного утворення їх під час можливого зіткнення Плутона з іншим об'єктом близько 4 млрд

років тому. Такий висновок впливає з того, наскільки віддалилися орбіти супутників від Плутона внаслідок гравітаційної дії Харона.

Так що Плутон на зараз хоча й не є класичною великою планетою, та 90-річчя від дня свого відкриття відмічає як подвійна карликова планета із п'ятьма повноцінними супутниками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Видьмаченко А. П. Космогонія Сонячної системи. *Вселенная, пространство, время*. 2012. № 8 (98). С. 4—10.
2. Видьмаченко А. П. Космогонія Сонячної системи. Современное состояние планетной космогонии. *Вселенная, пространство, время*. 2012. № 9 (99). С. 4—11.
3. Видьмаченко А., Манько В. Карликовые планеты Солнечной системы. «Средний класс» Солнечной системы. В мире карликовых планет. *Вселенная, пространство, время*. 2013. № 9 (110). С. 22—32.
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. *Астрономічний календар 2006*. Київ, 2005. С. 206—211.
6. Видьмаченко А. П., Видьмаченко Г. А. Чи такі вже небезпечні астероїди? *Астрономічний календар 2007*. Київ, 2006. С. 195—207.
7. Видьмаченко А. П., Мороженко О. В. *Дослідження поверхні супутників і кільця планет-гігантів*. Київ, 2012. 255 с.
8. Видьмаченко А. П., Мороженко О. В. Магнітні поля планет, супутників та астероїдів. *Астрономічний календар 2013*. Київ, 2012. С. 221—243.
9. Видьмаченко А. П., Мороженко О. В. *Фізичні характеристики поверхонь планети земного типу, карликових і малих планет та їх супутників за даними дистанційних досліджень*. Київ, 2014. 388 с.
10. Vidmachenko A. P. *The floating ices on the surface of Pluto*. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists: the program and abstracts (26—27 May 2016. Kyiv, National Aviation University). Kyiv, 2016. P. 10—12.
11. Vidmachenko A. P. *Features of surface topography and the geological activity of Pluto*. 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts (26—27 May 2016. Kyiv, National Aviation University). Kyiv, 2016. P. 12—14.
12. Vidmachenko A. P. Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets). *Astronomical almanac 2016*. 2015. 62. P. 228—249.

(Фото для ілюстрацій взяті з різних сайтів в інтернеті).

ВАРІАЦІЇ СВІТНОСТІ СОНЦЯ

Н. Г. ШУКІНА

член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук
завідувач відділу фізики Сонця
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

ВСТУП

Сонце — найближча до нас зоря. Відстань до Землі (в середньому 149.6 мільйонів км) сонячне світло проходить всього за 8 хвилин. Радіус Сонця дорівнює приблизно 109 радіусів Землі, а його маса становить 333 000 мас Землі. Екваторіальний період обертання Сонця навколо осі — 25.4 земної доби. Сонце перебуває на відстані близько 26 000 світлових років від центра нашої Галактики (Чумацького Шляху) і обертається навколо нього, роблячи один оберт за 225...250 мільйонів років.

Потужність випромінювання Сонця характеризується сонячною сталою — кількістю енергії, що проходить через площадку площею 1 м^2 , перпендикулярну до сонячних променів. На відстані в одну астрономічну одиницю (тобто на орбіті Землі) ця стала дорівнює приблизно 1370 Вт/м^2 . Проходячи крізь атмосферу Землі, сонячне випромінювання втрачає приблизно 370 Вт/м^2 , і до земної поверхні доходить тільки 1000 Вт/м^2 .

Сонце — звичайна зоря. За спектральною класифікацією воно належить до типу G2V. Зорі цього типу називаються «жовтими карликами». Для порівняння: одна з найбільших зір — червоний надгігант Бетельгейзе із сузір'я Оріона — має діаметр близько 1000 діаметрів Сонця і масу близько 17 сонячних мас. Якщо помістити зорю Бетельгейзе на місце Сонця, то вона досягне орбіти Юпітера. Є зорі менші, ніж Сонце. Це — білі карлики і відкриті у 1995 р. коричневі карлики. Білі карлики по масі можна порівняти з Сонцем, але їхні радіуси в сотні разів менші. При цьому вони можуть бути в десятки разів гарячішими за Сонце. Коричневі карлики — особлива група між планетами і зорями. Їхні маси вкладаються у межі між 0.013 і 0.07 мас Сонця, що становить від 12.5 до 80.4 маси Юпітера. Коричневі карлики — холодні об'єкти (температура близько 2800 К).

ЕВОЛЮЦІЙНІ ВАРІАЦІЇ СОНЦЯ

Сонце — зоря з високим вмістом металів, що утворилася із залишків кількох вибухів наднових. Згідно з прийнятими на сьогодні моделями зоряної еволюції [1] його вік становить близько 4.57 мільяр-

да років. Зараз Сонце перебуває приблизно в середині свого життєвого циклу [2, 3].

Сонце — саморегульований ядерний реактор, що забезпечує тривале і стабільне виробництво енергії. Найважливіша термоядерна реакція на Сонці — перетворення водню в гелій — триває мільярди років. У міру того як Сонце поступово витрачає запаси свого водневого палива, воно стає все гарячішим, а його світність — все вищою. Приблизно через один мільярд років світність Сонця збільшиться майже на 10 %. При цьому через парниковий ефект земна поверхня стане надто гарячою для існуючого на Землі життя. Незважаючи на це, життя може зберегтися в океанах і полярних областях.

Коли Сонце досягне віку близько 11 мільярдів років, водень в ядрі скінчиться, і його горіння триватиме в тонкому зовнішньому шарі ядра. До цього часу радіус Сонця більш ніж у півтора рази перевищить сучасний радіус, а його світність збільшиться приблизно удвічі. Протягом наступних 700 мільйонів років Сонце буде відносно швидко розширюватися, зберігаючи майже постійну світність. При цьому температура його зовнішніх шарів впаде приблизно до 5000 К, а температура ядра продовжуватиме зростати. Наприкінці цієї фази, досягнувши віку 11.6 мільярда років, Сонце перетвориться в субгігант.

Протягом наступних 600 мільйонів років ядро Сонця розігріється настільки, що розпочнеться процес горіння водню за межами ядра. Це спричинить розширення зовнішніх оболонок Сонця більш ніж в 250 разів у порівнянні з сучасним радіусом Сонця, в результаті чого воно стане червоним гігантом. Розширення Сонця призведе до збільшення його світності більш ніж в 2000 разів і охолодженню поверхні приблизно до 2600 К. Як наслідок, зовнішні шари Сонця досягнуть сучасної орбіти Землі. При цьому для нашої планети можливі два сценарії її подальшої еволюції.

У першому з них Земля може перейти на більш далеку від Сонця орбіту, оскільки до цього часу маса Сонця зменшиться більш ніж на чверть. Це дозволить Землі уникнути поглинання зовнішніми шарами сонячної плазми.

У другому сценарії передбачається, що через уповільнення обертання Сонця і припливної взаємодії з його зовнішньою оболонкою орбіта Землі може знову наблизитися до Сонця. У результаті наша планета буде поглинута Сонцем. Але навіть якщо цього і не станеться, вся вода на Землі перейде в газоподібний стан, а її атмосфера буде зірвана дуже сильним сонячним вітром.

Приблизно через 10 мільйонів років після цієї події температура в ядрі Сонця досягне 100 мільйонів градусів, завдяки чому стане мож-

ливим термоядерне горіння гелію, що супроводжуватиметься синтезом вуглецю і кисню. При цьому радіус Сонця зменшиться і складе приблизно 10 радіусів сучасного Сонця. Приблизно через 100 мільйонів років запаси гелію вичерпаються, знову почнеться розширення його зовнішньої оболонки, і Сонце знову стане червоним гігантом.

У наступні 20 мільйонів років, у міру того як в термоядерну реакцію вступатимуть раніше не використані залишки гелію, будуть відбуватися потужні спалахи, які будуть супроводжуватися збільшенням світності Сонця в кілька тисяч разів. Ці пульсації призведуть до того, що зовнішню оболонку Сонця буде зірвано, і з неї утвориться планетарна туманність. У центрі цієї туманності залишиться сформований з ядра Сонця білий карлик, дуже гарячий і щільний об'єкт, розміром з Землю. Спочатку цей білий карлик буде мати температуру поверхні 120 000 К, і його світність буде у 3500 разів більшою за світність сучасного Сонця, але протягом кількох мільярдів років Сонце поступово охолоне і остаточно згасне. Відзначимо, що описаний життєвий цикл Сонця є характерним для зірок малої і середньої маси.

ІНДЕКСИ СОНЯЧНОЇ ЦИКЛІЧНОСТІ

Будь-які дослідження природи сонячної циклічності на великих шкалах часу пов'язані з варіаціями світності нашого світила. На основі даних сучасних спостережних і теоретичних досліджень ці варіації можна розділити на чотири групи: еволюційні варіації на шкалі часу, яку можна порівняти з тривалістю життя Сонця (див. вище); варіації на шкалах від сотень тисяч до сотень мільйонів років; вікові варіації з періодом від ста до ста тисяч років; короткоперіодичні, пов'язані з одинадцятирічним циклом.

Є кілька індексів, які характеризують сонячну циклічність. Це — сонячна стала, числа Вольфа W , вміст радіоактивного ізотопу вуглецю-14 та інших ізотопів, таких як берилій-10, в льодовиках, деревах і осадових породах. Нагадаємо, що числа Вольфа використовуються для опису відносної кількості плям на Сонці:

$$W = k(f + 10g),$$

де f — кількість спостережуваних плям, g — кількість спостережуваних груп плям, k — нормувальний коефіцієнт.

В останні півстоліття для оцінки активності нашого світила широко використовується величина потоку радіовипромінювання на довжині хвилі 10.7 см.

ВАРІАЦІЇ СВІТНОСТІ СОНЦЯ НА ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛАХ 100 МІЛЬЙОНІВ — 100 ТИСЯЧ РОКІВ

Варіації світності Сонця на зазначених часових інтервалах можуть бути викликані нестационарними процесами в ядрі та в конвективній зоні Сонця. Найбільш ймовірні з них — варіації тривалістю близько десяти мільйонів років з квазіперіодом порядку сотень мільйонів років. Ці варіації пов'язані зі зміною розподілу атомів гелію в ядрі Сонця. Найбільш ймовірний механізм варіацій з періодом близько сотень тисяч років — зміна параметра ефективності конвекції біля основи конвективної зони в результаті впливу магнітних полів.

З цим, імовірно, пов'язані основні льодовикові періоди Землі. Дійсно, проміжок часу між головними льодовиковими епохами становить сотні мільйонів років, а тривалість основних льодовикових епох близька до десятків мільйонів років.

Утім, зміни клімату можуть мати і галактичне походження, що пов'язано з проходженням Сонця через спіральні рукави нашої Галактики під час обертання навколо її ядра з періодом близько 250 мільйонів років. При цьому перетинання рукавів є квазіперіодичним, з інтервалом, кратним десяткам мільйонів років. Не можна відкидати і земні джерела кліматичних змін, а саме: рух тектонічних плит, гороутворювальні процеси, мінливий з часом вулканізм та ін.

ВАРІАЦІЇ СВІТНОСТІ СОНЦЯ НА ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛАХ 100 ТИСЯЧ РОКІВ — 100 РОКІВ

Варіації світності Сонця на цих шкалах часу найімовірніше спричинені періодичними змінами сонячної конвективної зони, зумовленими взаємодією рухомого гарячого газу з магнітними полями. Сучасні кліматологи вважають, що саме з цією причиною можна пов'язати зміни клімату Землі на шкалі сотень і тисяч років.

Джерелами даних про варіації світності Сонця є:

- вміст радіоактивного вуглецю та інших радіоізоотопів у деревині, осадових породах і кернах льодовиків;
- історичні записи про спостереження полярних сьайв;
- історичні хроніки про візуальні спостереження сонячних плям;
- спостереження за допомогою телескопів (після створення у 1609 р. Галілео Галілеєм першого телескопа і опублікування ним ряду відкриттів, включаючи відкриття плям на Сонці);
- історичні відомості, а також безпосередні спостереження корони під час затемнень;
- спостереження, починаючи з 1610 р., різних типів сонячної активності, таких як плями, факели, протуберанці, спалахи, коро-

нальні викиди маси (Coronal Mass Ejection), корональні діри (Coronal Holes) та ін.

Аналіз цих даних виявив епохи зі зниженою плямоутворювальною діяльністю з періодом близько 90 років. Цей період носить назву періоду Глейсберга на честь його дослідника (Wolfgang Gleissberg). На сьогодні є припущення про наявність 55- і 600-річного, а також 190-річного циклів. Радіовуглецеві дані вказують також на наявність циклу Брея, названого на честь вченого Джеймса Брея (James Bray), який першим висловив ідею про 2600-річний кліматичний цикл, викликаний варіаціями світності Сонця. Цей цикл також називають циклом Хальштатта (Hallstatt).

Рудольф Вольф (Johann Rudolf Wolf), Густав Шперер (Friederich Wilhelm Gustav Spörer) і Едвард Маундер (Edward Walter Maunder) виявили винятково низьку сонячну активність між 1645 і 1715 рр. Це явище отримало назву мінімуму Маундера і збіглося з найхолоднішою фазою глобального похолодання клімату в XV—XIX ст. (так званий малий льодовиковий період). У мінімум Маундера сонячна стала зменшилася на 0.2 % або приблизно на 3 Вт/м², а замість тисяч сонячних плям, що зазвичай спостерігаються протягом півстоліття, їх виявилось лише близько 50.

Серед інших мінімумів слід згадати мінімуми Вольфа (1280—1340 рр.), Шперера (1450—1540 рр.) і Дальтона (1790—1830 рр.), названого на честь англійського метеоролога Джона Дальтона (John Dalton). Як і мінімуми Маундера, Шперера і Вольфа, мінімум Дальтона збігся з періодом зниження кількості сонячних плям та з періодом зменшення середніх глобальних температур.

Крім цього, реконструкція даних [4, 5] свідчить, що варіації кількості плям з 1610 по 2010 рр. добре корелюють з варіаціями сонячної сталої і варіаціями вмісту радіоактивного ізотопу вуглецю.

11-РІЧНИЙ ЦИКЛ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Основною характеристикою цього найбільш вивченого циклу є відносна кількість сонячних плям (число Вольфа), усереднена за рік. Відповідає за цей цикл глобальне магнітне поле Сонця, що генерується за допомогою механізму магнітного динамо в тахокліні (тонкому шарі між променевою та конвективною зонами Сонця). На початку циклу плями практично відсутні, далі за 3...7 років їхня кількість швидко збільшується до 50...200, після чого протягом 5...7 років повільно зменшується. В ході циклу спостерігається поступове зміщення зони утворення сонячних плям до екватора (закон Шперера). Одинадцятирічний цикл називають умовно: його тривалість

в XVIII — XX ст. змінювалася від 7 до 17 років, а в XX ст. в середньому була ближчою до 10.5 років.

На 11-річну періодичність поведінки сонячних плям уперше вказав в 1844 році німецький астроном Самуель Генріх Швабе (Samuel Heinrich Schwabe). Через три роки на цю періодичність звернув увагу інший німецький астроном, Рудольф Вольф, який почав власні спостереження плям і ввів індекс їхньої кількості, відомий зараз як числа Вольфа. Сьогодні періодичність зміни кількості плям має назву закон Швабе — Вольфа. За допомогою індексу Вольфа 11-річні цикли умовно нумерують, починаючи з 1755 р. Зараз триває 24-й цикл активності. Його початок відносять приблизно до 2009 р. З урахуванням магнітної активності виділяють також подвійний цикл Швабе — Вольфа тривалістю близько 22 років (так званий цикл Хейла), маючи на увазі, що стан глобального магнітного поля Сонця повертається до початкового через два повних 11-річних цикли.

Другий індекс, який використовують для опису 11-річного циклу — це сонячна стала. Історія її вимірювань охоплює спостереження з земної поверхні, з літаків і аеростатів та позаатмосферні вимірювання (з супутників і ракет). Згідно з космічними спостереженнями загальна світність Сонця протягом останніх декількох циклів змінюється в середньому на 0.1 % або на 1.3 Вт/м². Одинадцятирічні варіації сонячної сталої добре корелюють з кількістю плям, спалахів, корональних викидів мас, корональних дір і варіаціями сонячного радіовипромінювання.

ВПЛИВ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ НА ЗЕМЛЮ

Сонячна активність через міжпланетне середовище впливає на так звану космічну погоду, а саме на сукупність явищ, що відбуваються у верхніх шарах атмосфери Землі, в іоносфері, магнітосфері, радіаційних поясах і навколоземному космічному просторі. До проявів сонячної активності, що впливають на космічну погоду, належать ультрафіолетове і рентгенівське випромінювання Сонця, сонячний вітер, викиди речовини під час спалахів і корональні викиди маси. Ультрафіолетове і рентгенівське випромінювання, досягаючи Землі за 8 хвилин, іонізують земну атмосферу і руйнують її озоновий шар. Високоенергетичні заряджені частинки приблизно через 100 хвилин іонізують верхню атмосферу і змінюють геомагнітне поле. Викиди речовини під час сонячних спалахів і корональні викиди маси через 1.5...2 доби призводять до геомагнітних бур. Помірні бурі відбуваються з частотою приблизно одна буря за тиждень, а найсильніші бурі відбуваються набагато рідше: одна буря за 2—3 роки.

Під час геомагнітної бурі хмари сонячної плазми вдаряють по магнітосфері Землі, викликаючи коливання її магнітного поля. При цьому магнітосфера стискається, концентрація її силових ліній поля збільшується і відбувається їхнє перез'єднання. Заряджені частинки радіаційного поясу прискорюються уздовж ліній магнітного поля, проникаючи в атмосферу поблизу полюсів. Зіткнення електронів з атомами і молекулами кисню та азоту викликають полярні сяйва.

Від космічної погоди залежить функціонування космічних і наземних технологічних систем. Наприклад, екстремально сильні геомагнітні бурі можуть призводити до руйнування наземних енергетичних систем. Вони впливають на космічні апарати, створюючи великий поверхневий заряд і викликаючи їхнє гальмування. При цьому виникають проблеми з орієнтацією, зв'язком і стеженням за космічними кораблями. Через сонячну активність можуть відбуватися збої мобільного, супутникового зв'язку і комп'ютерних систем, а також збої в роботі аеропортів.

Космічна погода впливає також на клімат і життєдіяльність організмів на Землі. Зокрема, через 2...4 доби після геомагнітної бурі порушується циркуляція повітряних мас, можуть виникнути циклони. Мішенями магнітної бурі стають легені, кровоносна, серцево-судинна і вегетативна нервова системи людини. Більша частина інфарктів та інсультів трапляється саме під час магнітних бур. Основними групами ризику є хворі з патологією серцево-судинної системи (особливо ті, які перенесли інфаркт міокарда), здорові люди з функціональним перенапруженням (космонавти, пілоти трансконтинентальних рейсів, оператори і диспетчери енергетичних станцій, аеропортів тощо), а також діти у період розвитку з несформованою адаптаційною системою.

На вплив сонячної активності на Землю вперше звернув увагу англійський астроном німецького походження Фрідріх Вільгельм Гершель (Friedrich Wilhelm Herschel), який виявив у 1801 р. кореляцію між посиленням сонячної активності та підвищенням врожайності сільськогосподарських культур. У XX столітті найбільш фундаментальні дослідження в цьому напрямку були проведені вченим радянських часів Олександром Леонідовичем Чижевським [6]. Зокрема, він встановив кореляцію сонячної активності з низкою природних і соціальних явищ, а саме зі зміною рівня ґрунтових вод, повторюваністю посух, ураганів, виникненням епідемій, зростанням злочинності. Згідно з висновками Чижевського посилення сонячної активності «впливає на нервову і гормонально-ендокринну системи індивідуумів, що призводить до підвищення колективної збудливості, нерівноваженості, агресивності, екстремальної поведінки». Якщо в цей період

в суспільстві немає об'єднаної «ідеї», то зростає злочинність, а якщо є «ідея» — відбуваються революції.

Сучасні оцінки показують, що збитки від всякого роду катастроф, пов'язаних із сонячною активністю, становлять трильйони доларів. Щоб своєчасно передбачити вплив сонячної активності на біосферу та соціально-економічну систему Землі, необхідно проводити моделювання космічної погоди. Таке моделювання неможливе без моніторингу глобальних змін атмосфери Сонця на довготривалих масштабах часу.

ПРОГРАМИ ДОВГОТРИВАЛОГО МОНІТОРИНГУ ВАРІАЦІЙ СОНЦЯ

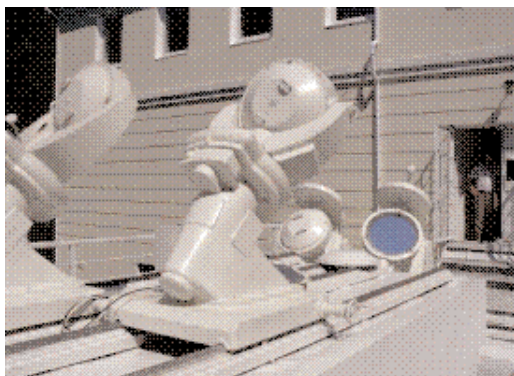
Перші програми моніторингу, спрямовані на вивчення довгострокових змін фраунгоферового спектру Сонця, почалися з середини 50-х років XX століття. Огляд цих програм можна знайти в монографії І. М. Атрощенко та ін. [7]. Серед них у першу чергу слід згадати програму моніторингу під керівництвом Лівінгстона [8]. Протягом майже 40 років ця група дослідників спостерігала лінії у спектрі Сонця як зорі (інтегрованому по всьому диску).

Тепер виконуються дві програми довготривалого моніторингу варіацій Сонця, а саме:

1) американська спостережна програма SOLIS (Synoptic Optical Long-Term Investigations of the Sun) [9]. Для цього з 2006 р. використовується спеціалізований сонячний телескоп Національної сонячної обсерваторії Кітт-Пік (США);

2) українська спостережна програма моніторингу сонячних спектральних ліній, що утворюються у спокійних (незбурених) областях сонячної атмосфери. Ця програма виконується на горизонтальному сонячному телескопі Ернеста Гуртовенка (АЦУ-5) Головної астрономічної обсерваторії НАН України, починаючи з 2012 р.

Целостатна установка горизонтального сонячного телескопа Ернеста Гуртовенка Головної астрономічної обсерваторії НАН України



Синоптичні оптичні дослідження Сонця за програмою SOLIS — це автоматичні довгострокові спостереження спектральних ліній і магнітних полів у спектрі Сонця як зорі. Їхньою кінцевою метою є краще розуміння сонячної активності та її впливу на клімат і атмосферу Землі. Слід зазначити, що такого роду спостереження не дозволяють виділити як окремий компонент варіації фізичних параметрів спокійної атмосфери Сонця. Поки що немає переконливих доказів такого зв'язку [8], оскільки варіації спокійного Сонця майже на порядок менші за варіації Сонця як зорі. При цьому вони, як правило, перебувають на рівні шумів сучасних спостережень. Завдання української програми моніторингу якраз і полягає в тому, щоб виявити й дослідити такого роду варіації.

ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ СОНЯЧНИЙ ТЕЛЕСКОП ЕРНЕСТА ГУРТОВЕНКА

Телескоп Ернеста Гуртовенка відділу фізики Сонця Головної астрономічної обсерваторії НАН України було введено в експлуатацію в 1966 р. Для виконання програми довготривалого моніторингу варіацій спокійного Сонця у 2011—2012 рр. телескоп було реконструйовано, вдосконалено його апаратно-програмний комплекс, проведено ремонт будівлі, де він розташований.

До складу телескопа Ернеста Гуртовенка входять:

- целостатна установка з двома плоскими дзеркалами діаметром 44 см (див. рисунок);
- головне (діаметр 44 см, фокус 17.5 м) та діагональне дзеркала;
- спектрограф закритого типу з дифракційною ґраткою та дзеркалом діаметром 50 см і фокусом 7 м;
- система реєстрації спектру в режимі однократного проходження з охолоджуваним ПЗЗ-приладом.

Детальний опис телескопа можна знайти в роботах Е. А. Гуртовенка, Р. І. Костика, Н. Г. Шукіної [10, 11] та С. М. Осіпова [12].

З 1966 р. горизонтальний сонячний телескоп Ернеста Гуртовенка був задіяний у виконанні кількох спостережних проектів. Серед них як найважливіші слід згадати такі:

- варіації центр — край інтенсивності вибраних фраунгоферових ліній Сонця;
- вимірювання сонячної радіації в абсолютних енергетичних одиницях;
- геліосейсмологічні спостереження Сонця за допомогою космічного апарата КОРОНАС.

Дані спостережень на цьому сонячному телескопі також були використані у багатьох міжнародних наукових проектах. Учасниками цих проектів були закордонні партнери з Астрономічного інституту (Sterrekundig Instituut) (Утрехт, Нідерланди), Інституту земного магнетизму, іоносфери і поширення радіохвиль РАН (ІЗМІРАН), Інституту астрофізики на Канарських островах (Instituto de Astrofísica de Canarias) (Ла Лагуна, Тенерифе, Іспанія), Центру плазмової астрофізики (Center for Plasma Astrophysics) (Левен, Бельгія), Інституту фізики Сонця при Стокгольмському університеті (Institute for Solar Physics, Stockholm University).

Реконструйований телескоп Ернеста Гуртовенка став унікальним інструментом, щонайкраще пристосованим для моніторингу спокійного Сонця. Відмінними особливостями цього телескопа є:

- тривала метрологічна стабільність;
- висока спектральна роздільна здатність. За цим параметром він входить до четвірки найкращих діючих телескопів світу.

Висока якість телескопа та його спектрографа дає змогу реєструвати з мінімальною похибкою дуже малі варіації параметрів спектральних ліній на великих часових шкалах (роки): центральної глибини лінії — до 0.1 %, бісектора — приблизно до 10 м/с, еквівалентної ширини і півширини — до 0.1 пм (10^{-13} м).

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ВАРІАЦІЙ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СПОКІЙНОГО СОНЦЯ

Джерелом даних про довготривалі варіації спокійного Сонця протягом 24-річного циклу сонячної активності є систематичні спостереження, починаючи з 2012 р., змін параметрів фраунгоферових ліній у спектрі спокійних ділянок сонячної поверхні, напівемпіричне і теоретичне моделювання на основі тривимірних магнітогідродинамічних моделей атмосфери Сонця.

Список спостережуваних спектральних ліній містить майже 40 ліній нейтральних та іонізованих хімічних елементів. Область утворення цих ліній охоплює більшу частину фотосфери, температурний мінімум і нижню хромосферу. Спостерігають їх у центрі сонячного диска, а також на лімбі поблизу північного і південного полюсів.

Метрологічна стабільність горизонтального сонячного телескопа Ернеста Гуртовенка на великих часових шкалах (роки) дає можливість вимірювати найменші зміни параметрів сонячних спектральних ліній. Ці зміни перевищують рівень шумів спостережень на цьому телескопі, завдяки чому вдалося виявити і дослідити варіації спокійної атмосфери Сонця, які ще донедавна вважалися малоймовірними. Виявилось

[13], що в 24-му циклі сонячної активності протягом 2012—2019 рр. глибина і ширина ліній у спектрі спокійних ділянок поверхні Сонця корелювали зі зміною глобального магнітного поля Сонця. Спектральні лінії в роки максимуму сонячної активності стають глибшими і вузкими, а в роки мінімуму, навпаки, менш глибокими і більш широкими. Таку поведінку зазначених параметрів можна пояснити змінами температури і поля конвективних швидкостей глибоких шарів спокійної атмосфери Сонця протягом 11-річного циклу. Спокійні ділянки фотосфери Сонця у максимумі сонячної активності стають гарячішими, а у мінімумі — холоднішими.

Планується продовжувати моніторинг спектральних ліній і надалі. Це дасть змогу з'ясувати, як змінюватиметься стан фотосфери Сонця під час переходу від мінімуму його активності наприкінці 24-го циклу до максимуму 25-го циклу. Продовження цих досліджень сприятиме якісному прогнозуванню сонячної активності, що має виняткове значення для всієї біосфери та соціально-економічної системи Землі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкловский И. С. *Звёзды: их рождение, жизнь и смерть*. М.: Наука, 1984. 384 с.
2. Hertzsprung E. Über die Helligkeit der Plejadennebel. *Astronomische Nachrichten*. 1913. 195, No 23. P. 449—452.
3. Russell H. N. «Giant» and «dwarf» stars. *The Observatory*. 1913. 36. P. 324—329.
4. Абдусаматов Х. И. *Солнце диктует климат Земли*. Санкт-Петербург, 2009. 197 с.
5. Shapiro A. I., Schmutz W., Rozanov E., et al. A new approach to the long-term reconstruction of the solar irradiance leads to large historical solar forcing. *Astron. and Astrophys.* 2011. 529. A67.
6. Чижевский А. Л. Земля и Космос. *Земное эхо солнечных бурь*. М., 2013. 272 с.
7. Атрошенко И. Н., Гадун А. С., Гопасюк С. И., Гуртовенко Э. А., Кмито А. А., Кононович Э. В., Костик Р. И. и др. *Вариации глобальных характеристик Солнца*. Киев: Наук. думка, 1991. 304 с.
8. Livingston W., Wallace L., White O. R., Giampara M. S. Sun-as-a-Star Spectrum Variations 1974—2006. *Astrophys. J.* 2007. 657. P. 1137.
9. Keller C. U., Harvey J. W., Giampara M. S. SOLIS: an innovative suite of synoptic instruments. Proc. SPIE. *Innovative Telescopes and Instrumentation for Solar Astrophysics* (Eds S. L. Keil, S. V. Avakyan). 2003. 4853. P. 194.
10. Гуртовенко Э. А., Костык Р. И. *Фраунгоферов спектр и система солнечных сил осцилляторов*. Киев: Наук. думка, 1989. 198 с.

11. Kostik R. I., Shchukina N. G. The Instrumentation of the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Advances in Physics of Sunspots*. ASP Conf. Ser. (Eds B. Schmieder, J. C. del Toro Iniesta, M. Vázquez). 1997. 118. P. 372.

12. Osipov S. N. Instrumental profile of the spectrograph of the ATsU-5 solar telescope of the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. 2015. 31, No. 5. P. 261.

13. Shchukina N., Osipov S., Kostik R., Stodilka M. Kyiv monitoring program of spectral line variations with the 11-year cycle. Quiet Sun. *Proc. IAU Symposium*. 2018. No. 340. P. 31.

ЯК УКРАЇНА СТАЛА АНТАРКТИЧНОЮ ДЕРЖАВОЮ, АБО ІСТОРІЯ ПЕРЕДАЧІ СТАНЦІЇ «ФАРАДЕЙ» І ПЕРША УКРАЇНСЬКА ЗИМІВЛЯ В АНТАРКТИЦІ

Г.П. МІЛІНЕВСЬКИЙ

головний науковий співробітник,
доктор фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
(начальник Першої антарктичної експедиції,
бейз-командер станції «Академік Вернадський»,
геофізик, озонометрист)

Звичайно, все почалося 24 серпня 1991 р. з проголошення Незалежності України. І вже у 1992 р. Росія оголошує себе правонаступницею всіх антарктичних станцій колишнього Радянського Союзу. Це не було справедливо, оскільки частка України та участі українців в антарктичних дослідженнях колишнього Радянського Союзу була не меншою третини, а за деякими показниками — антарктичні судна, тягачі «Харків'янка», літаки Антонова — переважною. У січні 1992 р. авіаінженер КБ «З-д Антонова» Юрій Оскрет пише відкритого листа Президенту України Леоніду Кравчуку, де подає ідею створення української антарктичної станції та направляє його копії академіку Ігорю Юхновському, чл.-кор. Академії наук України, Голові Комітету з науки та техніки при Кабміні Сергію Рябченку, Президенту Академії наук України Борису Патону та Голові географічного товариства Олександр Мариничу. Дуже швидко Рябченко та Маринич висловили дієву підтримку цієї ідеї, і С. Рябченко пише листа Б. Є. Патону про важливість проблеми. У лютому відбувається доповідь Юрія Оскрета про Антарктику на засіданні Географічного товариства та потім спільно з Олександром Мариничем ідея антарктичних досліджень України доповідається на Раді наук про Землю АН України під головуванням академіка Віталія Старостенка. Того ж місяця Оскрет довідується випадково від знайомого про Петра Гожика та його зацікавленість антарктичною проблемою. З ним Юрій Борисович зустрічається у березні.

Так з'явився тандем двох ініціативних людей, який став головним двигуном у справі повернення України в Антарктику.

Їхніми зусиллями 3 липня 1992 р. з'явився Указ Президента України Леоніда Кравчука про участь України в дослідженні Антарктики. А в серпні було надано доручення новоствореній Комісії АН України з розробки проекту Національної Програми досліджень України в Антарктиці. Комісія запрацювала на чолі з академіком Віталієм Старостенком та його заступником доктором геол.-мін. наук Петром Гожиком, Президентом Географічного Товариства України Олександром Мариничем, Юрієм Оскретом та ще 14 членами Комісії. У серпні 1992 р. Парламент України приймає указ про приєднання України до Антарктичного договору.

У травні 1993 р. відбулися переговори Юрія Оскрета з ААНДІ (Ленінград) з приводу передачі однієї з антарктичних станцій колишнього СРСР до України. Перемовини були безрезультатними, і врешті-решт МЗС Росії офіційно нотою відмовило Україні у передачі однієї із антарктичних станцій, але запропонувало взяти одну з станцій на умовах оренди.

Після цього у червні на Президії АН України було прийнято рішення про створення Центру антарктичних досліджень (ЦАД), який і було утворено 26 жовтня 1993 р. як ЦАД при АН України з директором Петром Гожиком та заступником директора Юрієм Оскретом. Почалася розробка першої Антарктичної програми наукових досліджень та планів побудови станції у затоці Прюда.

СТАНЦІЯ «ФАРАДЕЙ»

У листопаді 1993 р. Велика Британія поширила серед посольств пропозицію про передачу антарктичної станції «Фарадей» одній із «не-антарктичних» країн. Посол України у Великій Британії Сергій Комісаренко передає цю пропозицію в МЗС України, підкреслюючи її важливість. Ця інформація одразу опинилася в полі уваги ЦАД, почалися перемовини з Британською антарктичною службою (БАС) про умови передачі станції «Фарадей» Україні.

У березні — квітні 1994 р. Юрій Оскрет разом з Андрієм Чебуркіним, співробітником Інституту геології АН України, де розміщувався ЦАД, за рахунок коштів, виділених Кабміном, їдуть до Великої Британії у БАС (Кембридж) для знайомства з роботою служб БАС. Квитки на поїздку оплачує фірма «Air-Kiev». Андрій Чебуркін з Кембриджа їде разом з Британською експедицією на станцію «Фарадей» для ознайомлення зі станцією на місці, де проводить один тиждень. Юрій Оскрет на станцію «Фарадей» не потрапляє через зауваження бри-



танської медичної служби до його стану здоров'я. Але він ефективно проводить тиждень у Кембриджі, знайомлячись зі співробітниками БАС та роботою її відділів і служб. У квітні Чебуркін повертається до Києва, залишивши станцію «Фарадей» 4 квітня. Весь цей тиждень за правилами антарктичної гостинності на шоглі станції разом з британським вперше майорів український прапор на честь гостя. Чебуркін зробив доповідь про стан станції і розповів про напрямки наукових досліджень, які виконуються там британськими спеціалістами. В цей час майбутній начальник першої української експедиції Геннадій Міліневський через друга Олександра Андрєєва дізнається про розповіді Чебуркіна, знайомиться з Юрієм Оскретом, який пропонує приєднатися до команди ЦАД, що займається проблемами передачі станції «Фарадей» Україні. Міліневський приймає цю пропозицію. З цього часу вже «трійка» почала перегони з передачі станції «Фарадей».

У червні цього ж року в Україну приїжджають керівники БАС: директор Девід Дрюрі, його заступник із забезпечення антарктичних станцій Франк Каррі та представник Форін Офіс Великої Британії Майк Річардсон для знайомства з «антарктичним» науковим потенціалом України. Вони відвідують інститути АНУ, НКАУ, Київський університет (АО КДУ), їдуть до Харкова, де відвідують одні з найбільших інститутів України (ХІРЕ, ФТІНТ) та доходять висновку, що, судячи з наукового потенціалу України, їй можна сміливо передавати станцію «Фарадей».

Вже у серпні БАС утверджується в намірі передачі станції «Фарадей» Україні, але висуває вимоги: для успішної передачі станції з точки зору безпеки та якісного продовження наукових програм, до БАС, а потім на станцію «Фарадей» повинні приїхати на тривалий час чотири спеціалісти ЦАД для докладного вивчення систем забезпечення станції, наукових робіт та апаратури, дизельного господарства та систем зв'язку і передачі даних. До того ж два з них — дизеліст та зв'язківець — повинні перезимувати разом з англійською командою. Для здійснення цієї програми ЦАД потрібні були близько 20 тис. доларів. Від'їзд повинен був відбутися не пізніше 15 листопада 1994 р. Було зрозуміло, що гроші на поїздку потрібно шукати десь у спонсорів, оскільки в Кабміні зауважували, що станції у вас ще нема, у бюджеті такі витрати не передбачено, тому держава фінансувати поїздку не може. А це були тоді дуже великі гроші. Почався непростий пошук грошей для цієї поїздки. Непростий, якщо згадати, що зарплата науковця тоді була близько 10 дол. США.

У серпні ж було підписано Генеральну угоду ЦАД з Українською спілкою підприємців-промисловців (УСПП) про творчу співдружність, за якою ця організація обіцяла фінансову підтримку, але дуже швидко УСПП розвалилось і перспективи фінансування шезли. Юрій Оскрет разом з Геннадієм Міліневським розпочали пошуки коштів для поїздки на «Фарадей» серед спонсорів, наміри профінансувати поїздку виявила фірма «Слід-траст».

У вересні 1994 р. Україна вступає в SCAR — Науковий комітет з антарктичних досліджень — на 23-й сесії SCAR. Україну на сесії представляли Віталій Старостенко, Петро Гожик та Юрій Оскрет. Кошти для поїздки до Італії виділила приватна компанія «Хіала-центр».

Весь вересень та жовтень відбувалися тривалі перемовини з фірмою «Слід-траст», багатократні зустрічі з укладення Договору між ЦАД та «Слід-траст» про виділення коштів для поїздки. До початку листопада Договір був укладений та узгоджений. Але 31 жовтня 1994 р. за тиждень до передбачуваного від'їзду фірма «Слід» без пояснення причин відмовляється від своїх намірів фінансування поїздки. Поїздка, а з нею і сам процес передачі станції, виявляється під загрозою зриву. 6—15 листопада ще дві приватні фірми, що згодилися раніше на дольову участь у фінансуванні, відмовляються від своїх намірів. 18 листопада у п'ятницю Геннадій Міліневський звертається за допомогою у пошуку коштів для продовження процесу передачі станції «Фарадей» Україні до депутата Верховної Ради України Юрія Буздугана, який раніше працював разом з ним у Київському університеті. Відлік пішов на години. 19 листопада у суботу відбувається зустріч Міліневського з Буздуганом, обговорення проблеми, похід до радників Олександра Мороза для обговорення можливостей вирішення пробле-

ми. З'явилась ідея використати допомогу Консультаційно-дорадчої Ради при Верховній Раді України. Керівник цієї Ради Мирон Василик та виконавчий секретар Зенон Коваль погоджуються профінансувати частково поїздки, але в даний момент на кінець року можуть виділити тільки 8000 дол. США. Пропонують за рештою суми звернутися до фонду «Відродження» та безпосередньо до його голови Богдана Гаврилишина, який в даний момент у Києві і завтра, в неділю, о 12-й годині дня вилітає до Женеви. Буздуган телефонує Гаврилишину та просить про зустріч. Зустріч призначена на 10-ту годину ранку.

У неділю наступного дня Буздуган та Міліневський зустрічаються з Гаврилишином у готелі «Національний» та обговорюють проблему, що склалася, і важливість робіт по Антарктиді. Гаврилишин обіцяє підтримку від фонду «Відродження». Вже наступного понеділка, 21 листопада, Оскрет та Міліневський звертаються до фонду «Відродження», а саме до Богдана Кравченка (Інститут державного управління та самоврядування при Кабміні) та до Богдана Будзана (виконавчий директор фонду «Відродження»). Вони погоджуються виділити 12000 дол. США, яких не вистачає, під проект «Україна повертається в Антарктиду». 22—30 листопада було проведено підготовку проекту для фонду «Відродження» та роботу з КДР з оформлення отримання грошей. Гроші, яких не вистачає на квитки до Лондона та назад, погоджується компенсувати фірма «Air Ukraine International», надавши чотири безкоштовні квитки Київ — Лондон — Київ.

Нарешті за узгодженням з БАС 5 грудня до Кембриджа вилітають Юрій Оскрет (забезпечення станції), Геннадій Міліневський (наукові програми), Олександр Люшнівський (зв'язок) та Володимир Гергієв (дизельне господарство). Після короткого стажування та проходження медичної комісії ця четвірка вилітає до Фолклендів, і потім — на станцію «Фарадей» з порту Стенлі судном Джеймс Кларк Росс. Люшнівський та Гергієв повинні залишитися на зимівлю, щоб перейняти досвід британців роботи станції під час зимового періоду.

З 17 грудня 1994 р. по 15 лютого 1995 р. відбувається робота Оскрета та Міліневського на станції «Фарадей», знайомство з науковим обладнанням, науковими програмами та системами життєзабезпечення станції. Оскрет та Міліневський повернулись до Києва 6 березня через антарктичну станцію Розера та через Кембридж. Під час повернення відбулися контакти з Полярним інститутом Скотта про організацію виставки про експедицію Роберта Скотта та участь у ній українця Антона Омельченка. Були проведені зустрічі з англійською публіцисткою Вірою Річ та укладено договір про переклад її статті про Антона Омельченка на українську мову. У Кембриджі обговорюється також текст Меморандуму про передачу станції та текст Міжурядової Угоди між

Україною та Великою Британією. Було розпочато підготовку та узгодження в Кабміні та у МЗС Меморандуму про передачу станції «Фарадей» Україні.

4 квітня через відсутність фінансування і можливостей ЦАД виплачувати польове забезпечення та заробітну плату, Люшнівський і Гергієв повертаються зі станції «Фарадей» до Києва.

Наприкінці квітня БАС висуває крайній строк 30 квітня прийняття рішення щодо станції «Фарадей» Україною. ЦАД до цього часу не встигає «продавити» МЗС та Кабмін, але вдається направити до Лондона ноту про «запевнення в намірі України взяти станцію «Фарадей». Це був дуже важливий крок, бо керівники БАС мають їхати до Південної Кореї на сесію щодо Антарктичного договору і хотіли б знати про наміри уряду України з цього приводу, оскільки Південна Корея також запропонувала БАС прийняти станцію «Фарадей».

У кінці травня на шляху до Південної Кореї керівники БАС Франк Каррі та Ян Коллінз, а також голова відділу Антарктичних територій МЗС Великобританії Майкл Річардсон приїжджають до Києва для остаточних перемовин та підготовки міждержавних документів та Меморандуму про передачу станції. Відбуваються важливі спільні зустрічі в Національному агентстві морських досліджень та технологій (НАМДІТ), Адміністрації Президента, Комісіях Верховної Ради.



МІЖУРЯДОВА УГОДА ПРО ПЕРЕДАЧУ СТАНЦІЇ «ФАРАДЕЙ» УКРАЇНІ

Нарешті 20 липня в Лондоні Посол України Сергій Комісаренко підписує Міжурядову Угоду, а директор ЦАД Петро Гожик підписує Меморандум між ЦАД і БАС про передачу антарктичної станції «Фарадей» Україні не пізніше 31 березня 1996 року. Одночасно готуються документи про перехід ЦАД з Академії наук України до НАМДІТ, Програма досліджень України в Антарктиці, Положення про оплату праці зимівників.

У серпні — вересні був проведений відбір та підготовка команди зимівників 1-ї Української Антарктичної експедиції. Перша група в кількості шести чоловік повинна була виїхати до Кембриджа на стажу-

вання з наукової апаратури, наукових програм та устаткування життєзабезпечення, а потім для навчання на місці і прийняття станції. Як завжди, основним питанням було фінансування поїздки цієї першої шістки майбутніх зимівників на станцію «Фарадей» через Кембридж.

Для цієї поїздки у жовтні знову погоджуються допомогти спонсори фонд «Відродження». Фірма «Air Ukraine International» знову надає пільгові квитки на політ до Лондона. Все одно грошей не вистачає для поїздки шістьох на два тижні до Британії та переліт на Фолкленди. Приймається рішення виїжджати п'ятьом зимівникам, і двома групами — спочатку радист та два геофізики (для стажування в Кембриджі та Единбурзі з магнітних вимірювань), а потім, через тиждень, — метеоролог та дизель-механік.

8 листопада 1995 р. Роман Братчик, Володимир Бахмутов та Геннадій Міліневський, а 15 листопада 1995 р. Віктор Ситов та Андрій Сидорівський вилітають до Лондона, щоб повернутися в Україну тільки через півтора року (Ситов повернувся через чотири місяці через стан здоров'я).

20 листопада до Кембриджа прилітають Оскрет, Шипцов, Клименко, Писаренко, Іщенко для узгодження процесу передачі станції і проводів полярників. І в цей же день відбувся виліт на Фолкленди та потім на станцію «Фарадей» з аеропорту Брайз Нортон. 28 листопада 1995 року перша п'ятірка українців-зимівників прибула на станцію «Фарадей» з Фолклендів на судні Джеймс Кларк Росс. Почалися роботи з «перехоплення» наукових досліджень станції. Ми почали потроху втрачати прізвища і ставати Володимиром, Романом, Віктором, Андрієм та Геннадієм.

Вже з 1 січня 1996 р. ми, українські спеціалісти, самостійно проводимо всі роботи на станції як з наукових досліджень, так і з життєзабезпечення. Британці насолоджуються свободою, мандрують і проводять, коли необхідно, консультації.

Поки ми працювали на станції, у першу половину січня в Києві розгортались бурхливі події навколо доставки ще вісьмох майбутніх зимівників. По-перше, ЦАД потрібно перепідпорядкувати з Академії наук до НАМДІТ — Національного агентства з морських досліджень і технологій, тому що АН не є державною установою і не може виступати від імені держави у переговорах з Британією при передачі антарктичної станції. По-друге, немає грошей на відправку ще восьми майбутніх зимівників. Історія та ж сама — у бюджеті не прописано, і станції немає в Україні. Пішли розмови про можливу консервацію станції одразу після передачі і вивезення нас британськими суднами. Ми, п'ятірка, що вже була на станції, погоджувались зимувати у п'ятьох... Коротше, з'являлись усі можливі і неможливі пропозиції. Нарешті



Президент Л. Д. Кучма виділив свій літак, який мав доставити вісім зимівників в Ушуаю (Аргентина), а звідти — туристичним судном у два заходи — чотири та чотири — на станцію.

Перше судно прибуло 30 січня 1996 р. Наступного дня був підписаний офіційний документ передачі станції, попередньо впродовж ночі узгоджений з БАС. З британського боку його підписали Дункан Хейг (останній начальник станції «Фарадей»), Стів Лукас, Джон Шенклін, з української — Геннадій Міліневський (начальник станції «Академік Вернадський»), В'ячеслав Ганічев і Анатолій Писаренко. Сфотографувались біля українського та британського прапора, і Писаренко з Ганічевим ледве встигли повернутися на судно «Борис Петров» туристичної компанії «Морська експедиція».

З лютого відбулася остання спільна суботня вечірня вечеря разом з британською командою. Кок «Фарадей» Філ Крукес постарався наостанок, показав себе — приготував вечерю із шести страв. Вечеряли сумно — британцям жаль розлучатися зі станцією, нам жаль розлучатися з друзями — англіїці все-таки дуже справжні і розуміючі друзі. Стало відомо, що за британцями військове гідрографічне судно, «Ендуранс» (слово означає «витривалість», «міцність»), прийде 6 лютого вранці. Всі роботи з передачі станції в наші руки підійшли до кінця. Вже всюди працюємо тільки ми, українці. Британці збираються, пакують свої речі і ящики. Друкують останні фотографії і п'ють останнє на станції «Фарадей» пиво. З 7 лютого вже ми будемо пити пиво на станції «Академік Вернадський».

6 лютого, у вівторок, британська команда розписується у щоденнику — остання зимівля на станції «Фарадей»: Найджел Бленкарн (дизель-механік), Енді Дейт (геофізик), Дункан Хейг (метеоролог і бейзкомандер), Філ Крукес (кок), Рорі О'Коннор (лікар), Стів Кусбертсен (менеджер зв'язку), Саймон Хіггінс (електрик) і з ними представники БАС, які жили тут з нами останнього літа — Джонатан Шенклін (метеоролог, «Містер Озон») і Стів Лукас (спеціаліст із забезпечення станції — менеджер з логістики). Відбувся останній спільний фуршет (Last Drink) у барі «Фарадей». Останнє шампанське британської команди. Всі трохи втомилися. Вранці прийшов телекс від Франка Каррі, що нарешті отримано гроші за апаратуру зв'язку, і вона таки залишається на станції. Дункан повідомив мені це вранці о 10 годині. Трохи полегшало на душі. На мій запит, чи може Віктор Ситов поїхати з судном «Брансфілд» у березні, Франк відповів — ні. Прийшлося прийняти рішення, що Вітя Ситов їде сьогодні на «Ендурансі». Дункан це підтримав. Вітя почав терміново збирати речі.

Через несправність гелікоптерів з «Ендуранса» вони з'явилися тільки біля 15-ї години і почали вивозити невелику кількість вантажу і британську команду. Прощання було трохи сумним. О 18:30 до флагштока піднялися Дункан, Дьюдні, Володя Павлик, Андрій Сидоровський, Женья Гур'янов і я. Під клацання затворів фотокамер із сумом Дункан спустив «Юніон Джек» — Британський прапор, а натомість я підняв наш жовто-блакитний український. Сталося! 6 лютого 1996 року о 18:45 за місцевим часом Україна стала Антарктичною державою. Результат двох років роботи нервів і здоров'я завершений успішно. Станція «Фарадей» стала українською станцією «Академік Вернадський».

Після цього Дункан і Дьюдні поїхали на човні до хатини Ворді і підняли там той самий Британський прапор. Повернулися, коротке прощання, піднялися в гелікоптер і — «Прощайте, хлопці!», ми залишилися самі. Завтра приїде наша третя четвірка зимівників, і українська команда почне зимувати повним складом, починаючи нову антарктичну українську історію.

ПОЧАТОК ЗИМІВЛІ

Перший день «української» зимівлі розпочався 7 лютого 1996 р. у середу. Надвечір до станції з Ушуаї прибули ще четверо наших полярників. Їх доставило вже знайоме нам судно «Академік Борис Петров», яке цього сезону працювало в Антарктичних водах як туристичне. З нашими полярниками знову прибуло десять тонн вантажу! А розвантажувати треба знову вночі і не більше ніж за чотири години (умови контракту). І знову вранці зустрічати туристів. Люди полягали спати

о п'ятій ранку, а о сьомій підвелися — і знову цілий день роботи. У понеділок перевезли муку і згущене молоко, і ще дещо в аварійну базу, використовуючи «Зодіак». Гарна машина, але на перший погляд занадто потужна — 55 кінських сил тримаєш в одній руці. Такі собі «Жигулі» вагою у півсотні кілограмів. При збільшенні швидкості човен виходить на глісування і летить зі швидкістю 40...50 км/год. Але ж навкруги льоди і підводне каміння!

Наступного дня, в неділю, боролися із забрудненням навколишнього середовища. Якщо звичайними словами — намагалися видалити бруд з довкілля станції. Йшов дощ, і стало вимиватися паливо із каменів біля паливних танків. Там декілька років тому трапилось витікання палива, і всі камені ним тепер вкриті. Встановили пожежну помпу і добрих півтори години гнали воду на камені, намагаючись змити з них та із розколин між ними залишки палива. Перед цим встановили у трьох місцях спеціальні захисні «ковбаси», які збирають та всотують паливо та мазут з поверхні, а вода проходить під ними. Небагато, звичайно, але вдалося зібрати трохи цієї грязюки. Однак ефективність такого способу низькувата. «Ковбаси» залишили на ніч, прив'язавши до човнових кріплень. Але в одному місці, вочевидь, не розрахували висоту припливу, і вранці виявилось, що три «ковбаси» змито у море. Чи то мотузки розв'язались, а хтось припустив, що їх відгризли тюлені, прийнявши їх за родичів і звільнивши їх від прив'язі. Пошуки на човні з Павлом Крушеницьким навкруги найближчих островів і за допомогою бінокля успіхом не увінчались. Так сталася перша втрата майна на станції (так здавалося).

4 березня, понеділок, провели навчальну пожежну тривогу. Поки що відпрацювання слабке. Всі чомусь побігли на помпу. Не слухають чи не чують команд. Помпа завелася одразу, але коли розтягли шланг куди треба — несподівано включили воду, а шланг ніхто не тримав — звичайно, перехідник шланга був розбитий. Доведеться повторювати навчання. Потім був розбір результатів учбової пожежної тривоги. Пишуть на Дошці перевірки різноманітні недоречності на зразок «де зарплата?». Під час розбору була серйозна розмова з приводу зарплати та польового забезпечення, яких досі не виплачують. Обіцяв після свят послати запит у Київ з приводу цих грошей. У мене продовжує боліти зуб. Після обіду відключився MAWS — автоматична станція збирання даних про погоду — можливо через помилку з відсутністю зв'язку з VAXом — комп'ютером, в якому накопичується наукова інформація.

Увечері пройшли з Романом усі можливі установки з електронною поштою. Все стало зрозуміло — в «Глобал Юкрейн» нам дали неправильний пароль чи логін, LukyNet не викликається — чи вони відключили свій модем? А з УТЕЛом теж дуже схоже, що модем відключений.

На південному боці бухти Веддінгтон на мисі Туксен знайдено зручне місце для стоянки — глибокий кам'яний грот, дуже гарний для стоянки човнів. Його можна рекомендувати для зупинки при проходженні маршруту на гору Демарая. На відстані 200 м від гроту стоїть аварійний ящик, позначений жердиною. Його добре видно з будь-якого місця бухти.

Проведено геоморфологічні і геоботанічні спостереження — знімки мохів, лишайників, проведено оцінювання проективного покриття поверхонь у передльодовиковій зоні вивідного льодовика Віггінс. Цього дня був прокладений маршрут на гору Демарая (638 м), немовби на честь Жіночого свята 8 Березня. О цій порі року лавинної небезпеки у цьому районі немає, і маршрути можуть рекомендуватися для проходження у супроводі інструктора (В. Бахмутова) і при достатньо добрій фізичній підготовці учасників. Цей маршрут можна виконувати впродовж одного дня з виїздом зі станції рано вранці і поверненням увечері.

Геологічні оглядові роботи дали найзагальнішу уяву про будову прилеглих до даного району вулканічних комплексів. Геологія дуже складна наука, і говорити про об'єкт для відбору зразків поки нічого. Необхідна детальна робота у різних місцях півострова. Результати поїздки виявились дуже обнадійливими як у плані набуття досвіду, так і для перших гляціологічних і геологічних досліджень. Можна рекомендувати у найближчий час при гарній погоді 4—5-денну поїздку до цього ж району з організацією додаткового польового табору (намети, тенти) для ознайомлення з районом навколо гори Пірі.

Після трьох днів дощів і сильного вітру (40...45 вузлів) сьогодні зранку почався сніг і йде безперестанно увесь ранок. А до цього все відкрилось як ніколи, всі льодові шапки на островах стали зеленувато-коричнево-сірими від бактерій, які розплодилися за тутешнє коротке літо. Сонця уже не бачили тиждень, може ще порадує нас до зими?

12 березня, у вівторок, розморозився головний морозильник! Дуже небезпечно — можна залишитися без м'яса і риби на зиму. Почали шукати причину дешо гарячково — всі інструкції англійською, і опис дуже великий. Слава богу, що не почали дозавляння хладоном. Причина виявилася простішою — мабуть, дефрост не працював до кінця, поступово намерзло всередині і перестав циркулювати хладон — компресор працював вхолосту. Все розморозили з допомогою фена — і холодильник (тьху-тьху) запрацював. Але уже було готувалися переносити всі заморожені продукти до іншого холодильника (зі звичайною температурою +4 °С), який потрібно було б звільнити повністю.

У бойлерній з'явився близько 2-ї години дим — причини відразу не знайшли, хоча все перенюхали. Виявилось, не все. Через годину дим

з'явився знову — із захисної труби подачі солоної води — почали шукати — знайшли загоряння в коробці — горів кабель підігріву труби солоної води — десь за 5 метрів від головного будинку. При цьому згорів запобіжник на термостаті — Женя замінив його — і тоді горіння почалося вдруге. Вигорів шматок десь півтора метри довжиною. Мабуть, від попадання солоної води, коли мили каміння від солярки. Короб розкрили, і Женя з Пашею за пару годин вставили новий кусок кабеля.

23 березня, субота, теплий день, температура +4 °С, проте до вечора пішов сніг. Можливо, останній день літа. І День метеоролога. Знімав станцію, коли йшов найсильніший сніг. Скоїлася пожежна тривога — у пральні Андрій залишив відпарюватися рушники — спрацювала сигналізація. На тривогу відреагували хаотично, доведеться частіше робити тренування. Крім того, ніхто не слідкує за радіо, коли немає Романа. Якщо щось трапиться — ніхто не допоможе. Треба вчити користуватися зв'язком. Сьогодні після перерви провів абсолютні магнітні вимірювання.

25 березня, понеділок, — день важкий. О 13-й годині відключився 1-й дизель, знову стала відмовляти автоматика? Чи справа у фільтрах — перерва у надходженні палива? Почала падати швидкість, я примусово старався її втримати — але безуспішно. У чому причина — незрозуміло. Всі комп'ютери потім перевантажилися вдало. Це друге самовільне відключення за місяць. Наслідки першого були важкими — зупинилась помпа, і вода пішла у море — довелося закачувати воду в трубу другою помпою. Цього разу, по-перше, Андрій відразу побіг закрити воду, і я включив другий дизель — зупинка була меншою, ніж на 2—3 хвилини. Ще один висновок — як тільки починає «моргати» напруга — відразу бігти включати ще один дизель і переходити на нього.

2 квітня, вівторок, день видався сонячний, хоча з ранку були хмарки, але пізніше можна було знімати профіль озону, що я і робив. Після обіду опрацьовував тест «голубого неба» озонметра, а Бахмутов і Доктор пішли прокладати шлях в crevases (розколина) на льодовій шапці нашого пагорба. Там, по краю пагорба, тягнеться достатньо велика розколина — 10...30 м глибиною (а може і більше) і довжиною метрів 80. А до 15-ї години ми з Романом побігли до них, щоб спуститися в цю розколину.

Враження у льодовій печері, звісно, надзвичайне. З самого початку було трохи страшно, блиснула думка, навіщо мені це треба, проте потім стало цікаво, і всередині гарно — там відкривається через льодові бурульки вид на материк і його гори, величезні прозорі брили льоду і вузькі проломи і проходи з навислими над головою брилами замерзлого снігу із льодом. Фотографували і знімали камерою. І тут Володя ткнув льодорубом по величезній брилі, що висіла на стінці, і яка бу-

ла прозорою сантиметрів на 30...50, і під нею було видно шматки непрозорого снігу — і зненацька вона тріснула. Слава богу, нічого не посипалося, але, як мені здалося, навіть Володя трохи злякався, ну і я, зрештою, також, і ми обидва, не змовляючись, поквапилися подалі від цього місця, хапаючи фотокамери і штатив. Можна було залізти ще подалі, але мені уже треба було робити озонові вимірювання, а Доктор з Романом полізли туди після нас. Все закінчилося щасливо, але пара неприємних миттєвостей була. Дивно, що від такого легкого удару пройшла розколина по такій величезній брилі льоду. Було схоже, що вона крихка, як скло.

29 травня, середа, увечері зібрався у магнітку (до Маггі) як завжди на 9-ту годину, і дуже здорово «повезло» з погодою. Зірвався такий вітер і така заметіль, подібних яким іще не було. По-перше, включив ліхтар на будиночку біля Маггі, але його за завірюхою не побачив. Видимість не більше 10...20 м (це вдень, а оскільки о 9-й годині вечора у нас уже глибока ніч, то з ліхтариком видимість у таку метелицю зменшується до 2—3 м). Перехрестився і пішов. А вітер сильний, збиває з ніг, і місцями, де каміння утворює для нього трубу, доводиться повзти рачки. Йшов майже наосліп з ліхтарем і бачив тільки свої ноги на крок вперед, біля берега довелося рухатися повзком, щоб мене не скинуло у льодову воду — там схил до води, і каміння слизьке. Але важко зробити тільки перший крок у хуртовину, і важко себе перебороти. Коли відходиш на сотню метрів від бази — далі йти легше.

1 червня, субота, перший день зими, а по-нормальному, у Києві — перший день літа. Сьогодні Сонечко зійшло об 11-й годині, піднялося, а точніше ковзнуло вздовж горизонту до висоти 2.7° і сховалося спочатку у хмарах, а потім і за горизонт о 15:25. Сонце висовується уже лівіше протоки Лемайєр, десь із-за о. Анверс, на якому стоїть американська база Палмер. Відразу після обіду побігли з Романом на лижах на гору. Вітер, снігопад і відлига перетворили таку пробіжку у самоекзекуцію. Зараз на нашому острові три типи поверхонь — сніг пухкий і дрібний як пісок, і по ньому і лижі йдуть, як по піску, фірн — лижі ковзають, але у різні боки, і чистий лід, на якому відчуваєш себе коровою, і на якому зовсім немає опори, і ні на лижах, ні палицями не зачепишся. І найгірше, що всі ці три типи поверхонь безладно чергуються. Проте розминка для ніг і рук відмінна. Мороз -8°C , чималий вітер, але з гори кататися важко — то несе, то гальмує. На вечір чистили кальмари. Вчотирьох упоралися за сорок хвилин. Після кальмарів Роман з Доктором зібрали невелику компанію пограти у футбол. Я вже казав, що футбол — дуже гарна віддушину, щоб розім'ятися і поковтати свіжого повітря. На жаль, я не можу до них зараз приєднатися через здоров'я. Після футболу погано себе почу-



ваю. Так ось, хвилин через двадцять гру довелося завершити — Роман невдало послизнувся і розтяг ногу. Як сказав Доктор — «порвав зв'язки». «Розтяг?». «Ні», — говорить Доктор, «у нас такого поняття немає — це зветься — порвав зв'язки». І що означає «порвав», якщо Рома їх все-таки не порвав, вони лишилися цілими. Коротше кажучи, Роману перев'язали ногу, але від милиць він відмовився. Ходить потихеньку так. Через це наш задуманий нишком круїз на Ворді поки відкладається. Та й погода зіпсувалася в неділю. Потеплішало. Близько 0 °С.

Півночі вчора сидів і готував послання до Києва. І допомагав Володі — редагував український і англійський тексти звітів за його проектом по Соросу. Вранці встав о 7:30 і виявив, що батареї холодні. Бойлер відключився. Горить червона лампочка. Цікаво, що проблеми з бойлером з'являються, коли чергує Владислав. Включив інший бойлер. Потім перезапустив перший. Все ніби нормально.

Тут із-за хмар виглянув Місяць. Я помчав робити озоніві вимірювання. Після другої спроби вийшло. Ще один рекорд нашої станції. Дуже рідко англійці міряли озон після 21 травня. Отримано дві важливі точки. Отримали листи по електронній пошті. Для мене інформації дуже мало. Андрій повідомив побільше, дещо про події в Україні, які досить безрадісні. Після вимірювань Місяця виповзло Сонце. Його уже не бачили декілька тижнів. Все ховалося за суцільною хмарністю. Нічого особливо визначного не було видно на сході. А Сонце з'являється уже лівіше острова Анверс, на якому розташований Палмер.



Тим не менше, витратив штук п'ять слайдів на пейзажі. Виберемо кращі. За прикладом Джона Шенкліна вирішив заглянути на Сонце з допомогою бінокля, використовуючи екран. Сонце виявилось абсолютно чистим і спокійним. Жодної плями.

5 червня, середа, проводив нічні спостереження озону, використовуючи Місяць. Виходить непогано. Готую подарунок Джону Шенкліну. Думаю, він такої спритності від нас не чекав. Що ми будемо міряти озон іще і по Місяцю. Свого часу, коли він мене з Вітею навчав, у нього самого такі вимірювання не виходили. У результаті не спав півночі. І довелося встати рано вранці. Та ще був черговим. Розраховував, що посплю вдень, але не вийшло. Почалися ці розмови з приводу невиплати зарплатні. Вирішив відправити пару факсів з лайливим текстом. Один А. Щипцову, другий П. Гожику. Хоча ясно розумію, що ніяких реальних важелів тиску ні на НАМДІТ, ні на ЦАД немає.

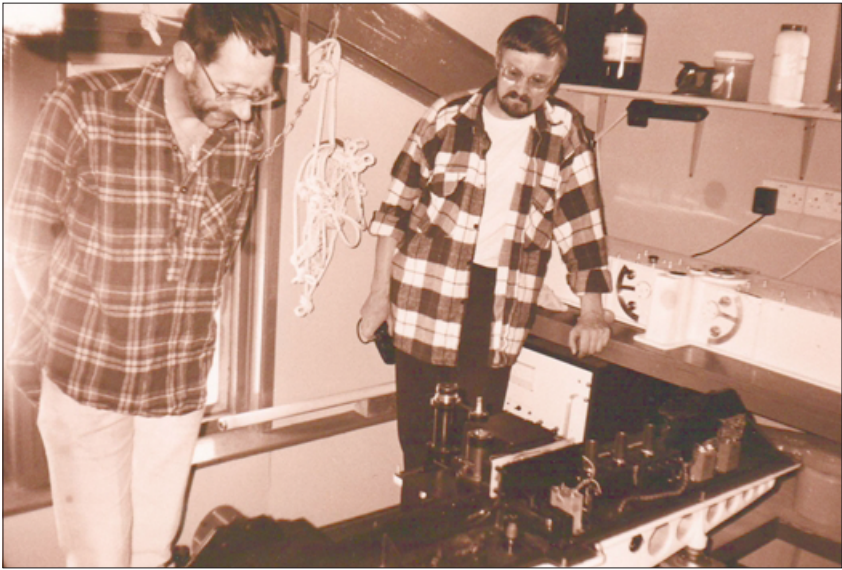
20 червня, у четвер, перед головним святом на зимівлі — Midwinter — з Коком підготували Midwinter-меню. Має вийти цікаво. Ось яке:

21 червня 1996 р., 16-та година:

Салат з кальмарами, салат із свіжої капусти, буженина,
рибні палички під майонезом, краби.

Лазанья, цвітна капуста, брюссельська капуста, спаржа.

Морозиво, торт, фрукти. Напої.



22 червня 1996 р., 18-та година:

Салат, заливне м'ясо.

Стір-фрай, беф-строганов, чіпси картопляні.

Торт, морозиво, фруктовий салат. Напої.

21 червня, п'ятниця, Midwinter!

Нарешті довгоочікуване і, можливо, єдине у житті свято — Midwinter! Підхопився о сьомій, темно і жахливо чисте небо. Необхідно готувати для всіх сніданок, а тут треба знімати комету Хякутаке. Прозорість прекрасна, як ніколи. Професор мені допоміг, записував тривалість експозицій. До 9-ї звільнився і побіг на кухню. Все встиг вчасно, тільки забув трохи піджарити Професору котлети. Спасибі Кокку — нагадав. Деякі, дуже хитрі, замовили на сніданок горілку і віскі. Все було виконано. А Професор не відчув ситуації і кусав собі лікті. За сніданком привітали Андрія, дуже тепло і сердечно. Всім сподобалось.

Далі за програмою Midwinter swim — купання у істинно крижаній воді, температура води -1.8°C , на вулиці -5°C . Всі умови для «насолоджування» купанням. Скажу чесно, що я настільки швидко скупався, що мене навіть не встигли нормально сфотографувати. Є знімки, як я роздягаюсь, є, як одягаюсь, а як сиджу у воді серед льоду — немає. Також і у Романа, і йому довелося повторити це «приємне» заняття. Після купання — гарячий душ — і до бару за бокал шампанського і пиво. Привітали один одного, і я з Володею і Доктором вручив подарунки, які приготува-



ли задалегідь, «полярні медалі» (але тільки тим, хто занурився у крижану купіль, а не купались двоє — Янцелевич і Владислав). Всім сподобалось, приємно було, що деякі мої фотографії викликали усмішки і сміх.

О 14-й годині почалась стрільба із повітряного пістолета. Стріляли з великою охотою і дуже старались. Відстріляли непогано Володя і Сергій. І я, здається, також. Будемо чекати переможця — його взявся визначати Сергій.

А до 16-ї години — за стіл. Зголодніли всі надзвичайно. Всі святково одяглись і почалось найприємніше — вітання зі святом. Найголовніше, звичайно, — це від Президента Кучми! Ось якої честі ми удостоїлись! Від Щипцова, Гожика з Оскретом і від багатьох антарктичних станцій. Далі — їли, піднімали тости, відпочивали. Кок перевершив самого себе. Андрій приніс свої шаржі на всіх — багато сміялись і жартували, впізнаючи себе. Потім і я показав декілька смішних фотографій — Пашу з зачіскою під панка, Доктора, який зрошує острів Ялур, Романа, що вилізає з-під землі (із льодової тріщини). Всім було приємно, весело і вільно. Тут не витримав Олександр і побіг купатися. Вони скупались з Женею, і Олександр тут же було вручено «полярну медаль».

Правда, для мене цей день так просто не закінчився. Я продовжую нічне чергування — найдовша ніч і найдовший день для мене. З великими труднощами добігався до шести ранку, і тут уже Роман мене вичув. Він піднявся, а я упав відпочивати.



1 грудня, неділя, літо! Прокинувся як завжди рано, хоча і збирався поспати подовше — сьогодні починаю нічне чергування. Спробуй тут поспати, якщо «бегемоти» ходять коридором.

17 грудня, вівторок, проявляв плівки іонозонда і карти магнетометра і розмірковував про проблеми і стосунки.

31 грудня, вівторок, дні летять, як баклани над водою — стрімко і низько. Ось і прийшов останній день Цього року. Він весь пройшов тут на станції, спочатку на «Фарадеї», потім на «Академіку Вернадському». Пройшов добре і погано. Надіявся, що він буде кращим, але ці надії, як зараз розумію, ґрунтувались на стабільності і стосунках при «англійському» житті. У результаті хоча і багато зроблено, але значно менше, ніж думалось. Тим не менше, рік можна вважати вдалим, під час зими не трапилося (слава Богу) ніяких серйозних неприємностей, а із тих, що були, з допомогою команди справжніх чоловіків і справжніх полярників вдалося вибратися с честю.

3 січня 1997 р., п'ятниця, знову вночі розмовляв із Оскретом. Все намагаюся вирішити проблему передачі грошей, але ніяк до кінця не виходить. День пройшов у роботі, обробці іонограм, вийшла дурна робота — я сів обробляти іонограми, а Володя перед цим відкрутив плівку назад, і треба ж такому статися — на тій же годині, що і стояла на комп'ютері. В результаті я обробив півтора дні іонограм, які вже були оброблені, і просидів за цим півтори години. А ввечері до станції

підійшла яхта «Croix St. Paul II». На ній шкіпер Алекс, його помічниця Женев'єва, чорненька весела товстушка, і туристи із Франції і Італії.

3 лютого 1997 р., понеділок, після обіду біля станції з'явилася яхта «Polar Mist». Потім виявилось, що вони ходили далі на південь і заходили на Prospect Pt. Там бачили дуже багато мертвих тюленів, посічених ножами, але, схоже, це були старі, давно заготовлені тюлені, туші, вкриті зеленим мохом. Цікаво, як довго вони там пролежали? Доктор каже, що можуть лежати десять років і більше. З Доктором і Володею поїхали покататися округою. Заїхали на яхту, а потім на Ялур і далі до Веддінгтон Бей. Прекрасний вид із бухти на гори Мілл і Демарау. Потім довелося повертатися — майже швидкісний слалом на «Зодіаку». Дійшли до станції за 30 хвилин від самого внутрішнього краю Веддінгтон Бей. А повертатися довелося швидко, бо Роман сказав, що мене запрошує на зв'язок Палмер — лідер Джанетт.

Джанетт подякувала за привіт, посланий з «Академіка Вернадського» і запитала про можливість візиту «Полар Дюка» біля 11 лютого. You are Welcome! Звичайно, я запросив і подякував за можливість зустрітись. Лютий, мабуть, буде дуже завантаженим візитами — GreenPeace, Polar Duke і, можливо, World Discoverer і Hanseatic. Не кажучи вже про п'ять—сім яхт.

А потім розмовляли з КРЕНКЕЛЕМ! Говорив з Оскретом, довідались про склад експедиції, познайомився з капітаном. Судно знаходиться неподалік від о. Зеленого Мису. Найцікавіше, що вони збираються розвантажувати вантажі нашим «Зодіаком». І використовувати човни для роботи гідрологів і «екологів». І ще збираються «підселити» нам додатково до складу 10—12 осіб. І це ж на станцію, розраховану на 24 особи! Важко уявити собі тут, на станції, 34—36 осіб. Навіть нетривалий час — 2—3 тижні. Це найсумніша новина.

Отже, що ми довідались про новий склад зимівників Другої зимівлі:

1. Сергій — дизеліст.
2. Анатолій Миколайович — електрик, він же дизеліст, метеоролог, працював на о. Хейса.
3. Павло — будівельник.
4. Підполковник — лікар, хірург, зав. 7 відділу.
5. Шепель — геофізик, озон.
6. Марина Орлова — магнітолог, на зміну Бахмутової.
7. Світлана Краковська — метеоролог, англійська, аспірантка УкрНДГМІ.
8. Людмила Бичковська — метеоролог, з а/п Бориспіль.
9. Павло Будаєв — радист.
10. Анатолій Іванович Гусєв — приборист.

11. Галина — кухар, і медсестра із шпиталу, реанімаційне відділення.

12. Володимир Округін — начальник станції, конструктор заводу Антонова, зимував дизелістом на ст. Беллінсгаузен.

6 лютого 1997 р., четвер, чудовий день — рік тому увечері було спущено британський прапор і піднято український, а наші англійські товариші і Вітя Ситов покидали станцію. Завтра буде рік українській станції «Академік Вернадський». Сьогодні наше судно КРЕНКЕЛЬ перетнуло екватор, і це сталося у день підняття українського прапора над станцією «Академік Вернадський». Нас дуже гарно привітав Оскрет і капітан судна Олександр Єгорович.

18 березня 1997 р., у вівторок, закінчилася наша прекрасна зимівля. Сьогодні близько 12-ї години залишили станцію і сіли на корабель. Серце розривалось при від'їзді, але не показував виду. О 14 годині нам на судні влаштували прийом у кают-компанії. Він був перерваний підходом «Зодіака» до судна — приїхали попрощатися. Потім «Зодіак» прийшов удруге, і у ньому були Микола, Галина і Роман. Запустили три ракети (відповісти було нічим), зробили декілька кругів і пішли. Доктор скрипів зубами, у мене самого наверталися сльози.

НАУКА НА СТАНЦІЇ «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ»

Після передачі Великою Британією Україні антарктичної станції «Фарадей» на основі Меморандуму про взаєморозуміння між Британською антарктичною службою та Центром антарктичних досліджень (з 1996 р. — Український антарктичний центр), підписаного у липні 1995 р., Україна знову продовжує дослідження в Антарктиці, вже як незалежна держава. На станції, яка отримала нову назву «Академік Вернадський», перша українська антарктична експедиція (УАЕ) підняла 6 лютого 1996 р. державний прапор України. Із близько 200 держав світу, зареєстрованих в ООН, на сьогодні тільки 18 мають постійно діючі станції в Антарктиці.

Керуючись міжнародними та державними нормативними документами, Міністерство освіти і науки України координує, а Український антарктичний центр МОН (УАЦ) проводить та забезпечує наукові дослідження в Антарктиці, а також координує антарктичні дослідження, які виконуються іншими українськими організаціями та установами.

На станції «Академік Вернадський» одразу після передачі станції виконувались дослідження за двома головними науковими напрямками: 1) вимірювання навколишнього природного середовища в Антарктиці і 2) дослідження верхньої атмосфери. Для цих досліджень використовувалось обладнання, залишене британцями на станції: аналоговий іонозонд, система приймачів ДНЧ-діапазону, магнітометри, спектро-

фотометр Добсона, автоматична станція спостережень за погодою, метеорологічні інструменти, обладнання для збирання зразків осадів, обладнання запису рівня моря. Відповідно до Меморандуму між БАС і ЦАД українські вчені зобов'язались продовжувати спостереження, що проводилися раніше англійцями у галузі іоносферного зондування, метеорологічні спостереження та моніторинг озонового шару. Деякі із спостережень мають найдовші ряди даних в Антарктиці. Тому головними задачами першої зимівлі були досконале вивчення наукової апаратури, обладнання життєзабезпечення, проведення на належному рівні досліджень протягом першої української зимівлі на стан полярників.

Головними напрямками досліджень на антарктичній станції «Академік Вернадський» є фізика атмосфери та ближнього космосу, фізика озонового шару, метеорологія та клімат, гідрологія, дослідження вікового ходу геомагнітного поля, сейсмоакустичні дослідження, гляціологія, екологія, моніторинг навколишнього середовища, біологія, медико-фізіологічні дослідження. В останні роки було здійснено новий комплекс досліджень з гідрохімічного та динамічного моніторингу акваторії Аргентинських островів, вивчення механізмів передачі корпускулярної і радіаційної енергії від поверхні Землі до іоносферних висот, спектрофотометричні дослідження потоку біологічно активної радіації, здійснення контролю сейсмічної ситуації. Розвинуто новий напрямок досліджень випромінювання глобальної грозової активності, встановлено систему супутникової передачі магнітометричної інформації до системи INTERMAGNET. Вивчався вплив антарктичних умов на стабільність геному, зокрема людини. Для оцінки впливу діяльності на станції запроваджено постійний моніторинг біоекосистеми Аргентинських островів. Досліджується вплив геофізичних факторів (іоносферних, геомагнітних, метеорологічних збурень, коливань потоку УФ-радіації у біологічно активному діапазоні) на здоров'я людини.

Отримано унікальні результати спостережень в наднизькочастотному діапазоні, які дозволять визначити взаємовплив електромереж американського та Євроазійського континентів. Вперше проведено експериментальні вимірювання грозової активності та спостереження глобальних шуманівських резонансів. Проведено інтерпретацію та розроблено теоретичну модель регулярної добової змінності поляризаційних характеристик резонансних мікропульсацій геомагнітного поля. Розроблено методику дистанційного зондування іоносферних параметрів з використанням сигналів широкоповних радіостанцій КХ-діапазону, що надає змогу організувати екологічно чистий моніторинг стану атмосфери та іоносфери.

Тому рік життя в Антарктиці у відриві від цивілізації під час Першої зимівлі приніс непогані результати і був проведений недаремно.

175 РОКІВ АСТРОНОМІЧНІЙ ОБСЕРВАТОРІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

В. М. ЄФІМЕНКО

кандидат фізико-математичних наук
директор Астрономічної обсерваторії
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

У 2020 році Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка виповнюється 175 років. Ця дата пов'язана із закінченням будівництва головного корпусу обсерваторії (архітектор Вікентій Беретті) та введенням його в експлуатацію у 1845 р. Слід нагадати, що як структура університету обсерваторія існує з 1835 р., а її перший директор В. Ф. Федоров (1802—1855) був призначений на цю посаду у 1837 р.

Обсерваторію університету заснував проф. Василь Федорович Федоров (1802—1855), один з перших ректорів Університету, учень В. Я. Струве. Початковим проектом передбачалося спорудження Обсерваторії перед будівлею університету як монумент Св. Володимирові, пізніше — у круглій вежі над центральною частиною західного фасаду, зверненого до ботанічного саду. Приїхавши до Києва у 1838 р., В. Ф. Федоров звернувся до Ради університету з поданням «Про потреби астрономічної обсерваторії» з переліком необхідних інструментів, умов, яким має відповідати будівля та розміщення обсерваторії. Він вважав запропоновані місця для будівництва обсерваторії неприйнятними. Рада погодилася з його пропозиціями, і В.Ф. Федоров розпочав пошуки нового місця для Обсерваторії. Остаточо В. Беретті та В.Ф. Федоров зупинилися на місці військової фортеці XVIII ст. (на «пустопорожній землі в предметі Кудрявця, находящейся на небольшой возвышенности и окруженной с двух сторон старым крепостным валом»). Ця ділянка і є сучасною територією Обсерваторії, хоч її межі за 175 років зазнали змін. Будівництво обсерваторії розпочалось у 1842 р. і завершилось у 1845 р. Обсерваторію було обладнано першокласними на той час інструментами; деякі з них збереглися у робочому стані до наших днів.

Після раптової хвороби у 1855 р. В.Ф. Федоров помер, і на посаду директора Обсерваторії було обрано Андрія Петровича Шидловського (1818—1892) — вихованця Харківського університету, який пройшов школу практичної астрономії у Тарту та Пулкові і мав хист до педагогічної роботи. Приймавши обсерваторію у 1856 р., А. П. Шидлов-

ський дійшов висновку про її незадовільний стан і зміг переконати керівництво Університету в необхідності її оновлення. Велику допомогу в цьому надав знаменитий хірург М. І. Пирогов, на той час попечитель Київської навчальної округи.

Найважливішим результатом зусиль А. П. Шидловського з реконструкції обсерваторії стало зведення нової башти рефрактора у південно-західній частині території замість старої, на будинку обсерваторії, та відновлення рефрактора. До кінця 1862 р. рефрактор став найкращим інструментом обсерваторії, придатним для серйозної наукової роботи.

А. П. Шидловського було звільнено 1868 р. за вислугою терміну служби, і Рада університету 1869 р. обрала директором обсерваторії М. Ф. Хандрикова. Митрофан Федорович Хандриков (1837—1915) був найвидатнішим київським астрономом кінця XIX ст. — початку XX ст. Численні наукові роботи створили йому репутацію одного з провідних астрономів, а написані ним навчальні посібники користувалися у свій час широкою популярністю та відіграли помітну роль у поширенні астрономічних знань. З 1888 р. він мав звання заслуженого професора, у 1896 р. його обрано членом-кореспондентом Академії наук, у 1910 р. отримав чин таємного радника.

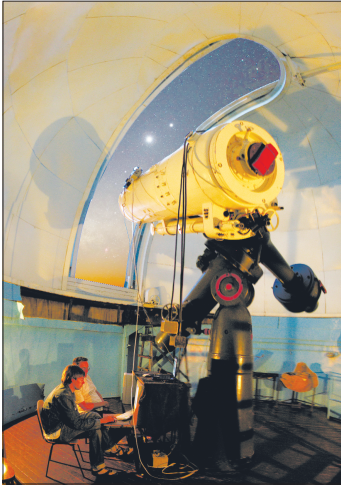
Після ознайомлення з обсерваторією М. Ф. Хандриков у квітні 1870 р. подав детальний опис стану Обсерваторії та пропозиції щодо її розвитку. За Хандрикова було замовлено у Німеччині першокласний меридіанний інструмент. З цим інструментом протягом сторіччя проводились спостереження зірок для створення високоточної системи координат на небі, особливо інтенсивні у 70—80-х роках XIX ст. та на початку XX ст. Вони стали вагомим внеском української астрономії у те, що ми тепер називаємо небесною системою координат. Слід сказати, що система координат на небі, яку використовують для вирішення задач вимірювань на поверхні Землі, для вивчення тонких особливостей руху Землі навколо Сонця та своєї осі, реалізовувалася в минулі часи набором точних координат сотень і тисяч зір; тепер же до цього набору додали також координати далеких квазарів і ядер галактик. Саме на вирішення цих задач працювали астрономи всього світу, зокрема й українські.

Було збудовано нову меридіанну залу (прилягає до головної будівлі із заходу). Протягом трьох наступних десятиліть М. Ф. Хандриковим були зроблені й інші придбання, які сприяли подальшому зміцненню матеріальної бази для наукової та навчальної роботи. Найважливіші з них — новий телескоп-рефрактор фірми Репсольда. У 1900 р. було завершено спорудження нової башти для нього, у 1895 р. вдосконалено старий пасажний інструмент Ертеля та споруджено павільйон для нього, переплановано другий поверх Обсерваторії.



У 1890 р. М. Ф. Хандриков вийшов на пенсію, але продовжував виконувати обов'язки професора астрономії та завідувача Обсерваторії. Помер у 1915 р., похований на Лук'янівському цвинтарі. Могила зі скульптурною композицією та огорожею добре збереглася до нашого часу (дільниця № 17). М. Ф. Хандриков залишив після себе низку монографій: тритомна «Система астрономии» (1875—1877), «Очерки теоретической астрономии» (1887), «Описательная астрономия» (1886), «Курс сферической астрономии» (1889), курс математичного аналізу «Курс анализа» (1887), «Теория эллиптических функций» (1903), «Элементы математического анализа» (1904—1906), тритомний «Анализ бесконечно малых» (1905—1908). М. Ф. Хандриков був відомим художником, а його портрет роботи відомого художника О. Ю. Рокачевського, написаний олією, вдалося придбати у 1961 р., і зараз він зберігається в Обсерваторії.

У 1897 році професором астрономії і геодезії, а у 1901 р. і завідувачем Обсерваторії став Роберт Пилипович Фогель (1854—1920). Він закінчив Київський університет 1886 року, обіймав посаду астрономаспостерігача, яка звільнилась після виходу на пенсію В. І. Фабриціуса. Всі його наукові праці стосуються теорії визначення орбіт. Р. П. Фогель



написав кілька підручників, зокрема «Курс сферической астрономии» (1910), «Основы теоретической астрономии» (1913), «Описательная астрономия» (1909, 1919). Перший переклад відомої «Краткой истории астрономии» А. Беррі під його редакцією побачив світ 1909 р.

Регулярні наукові спостереження провадив у той час лише М. П. Диченко, що продовжував роботу на меридіанному колі, розпочату ще В. І. Фабриціусом. У всьому іншому робота в Обсерваторії носила навчальний характер. Матеріальні можливості в цей період були вкрай обмеженими. Протягом двадцятирічного директорства

Р. П. Фогеля не було придбано жодного значного інструмента.

З плідних спостерігачів ХІХ ст. слід особливо відзначити Вільгельма (Василя Івановича) Фабриціуса (1845—1895) та Михайла Петровича Диченка (1863—1932). Їхні спостереження увійшли до золотого фонду світових позиційних даних. М. П. Диченко продовжував свої спостереження на меридіанному крузі майже 34 роки.

З 1920 по 1923 рр. тимчасово керівництво Обсерваторією було покладено на М. П. Диченка, а 1923 р. директором обсерваторії та завідувачем кафедри астрономії був призначений Сергій Данилович Чорний (1874—1956), професор Варшавського університету, вихованець нашого університету. Як і М. Ф. Хандриков та Р. П. Фогель, він в основному займався питаннями теоретичної астрономії. У дослідженнях з теоретичної астрономії брав участь також І. Г. Іллінський (1887—1968), що працював з 1919 р. обчислювачем, а пізніше — Іван Іванович Путилін (1893—1969), у 1934—1939 рр. С. Д. Чорний започаткував нові для Обсерваторії регулярні спостереження сонячних плям і факелів, дослідження змінних зір.

Астрофізичні дослідження в Обсерваторії набули поширення з початком нового сторіччя. Задля цього довгофокусний телескоп було обладнано додатковою трубою для фотографічних спостережень, де спостерігалися комети, планети, їхні супутники, малі планети, Місяць. Телескоп успішно працює до нашого часу.

Незадовго до початку Другої світової війни Обсерваторію та кафедру астрономії очолив проф. Сергій Костянтинівич Всехсвятський (1905—1984), випускник Московського університету, з іменем якого

пов'язаний початок систематичних широкопланових досліджень з кометної, сонячної та сонячно-земної фізики. На цей час він був уже відомим астрономом, мав досвід наукової та педагогічної роботи, був науковим працівником Астрономічного інституту ім. П. К. Штернберга, викладав, працював у Пулковській обсерваторії. Основні його роботи присвячені кометній астрономії та сонячно-земній фізиці. З 1935 р. він доктор фізико-математичних наук.

Обійнявши посаду директора обсерваторії, С. К. Всехсвятський енергійно взявся за пошуки можливостей для зміцнення її матеріальної бази, збільшення штату та розвитку наукової роботи. При підтримці університету та Народного комісаріату освіти України йому досить швидко вдалося досягти значних успіхів. Істотно збільшилася, з чотирьох до тринадцяти, кількість працівників Обсерваторії. С. К. Всехсвятський запрошує на роботу в Астрономічну обсерваторію відомих і молодих науковців, серед яких Д. В. Пясковський, Є. М. Земанек, Г. М. Сергєєва, А. О. Яковкін, М. А. Яковкін, В. П. Конопльова, О. Ф. Богородський.

Наукова робота велася у трьох основних напрямках, з яких тільки один — визначення положень зір з меридіанних спостережень — був для обсерваторії традиційним. Новим для Обсерваторії напрямком було вивчення фізичних процесів у сонячній атмосфері та механізмів їхнього впливу на геофізичні явища. Іншим новим напрямком стали дослідження малих тіл Сонячної системи, зокрема вивчення комет як індикаторів сонячної активності. Активна наукова діяльність досить швидко призвела до результатів. У ці роки виконали та захистили кандидатські дисертації І. Г. Колчинський (1947), В. П. Конопльова (1949), А. А. Гориня (1953), М. А. Яковкін (1954), М. В. Стешенко (1955), В. К. Дрофа (1955), Є. В. Сандакова (1956) та інші науковці.

З початком війни майже весь чоловічий склад працівників було мобілізовано. Основне наукове устаткування евакуювали до Уфи, а далі — до Свердловська, де С. К. Всехсвятський організував роботу невеликого колективу Київської обсерваторії за програмою Служби Сонця. У Києві залишилося кілька працівників, непридатних для служби у війську. На початку 1942 р. Обсерваторію було передано у відання німецьких військово-повітряних сил (Luftwaffe Wetterdienst). Восени 1943 р. німецька окупаційна влада наказала евакуювати Обсерваторію разом з Wetterdienst на захід. Прислані контейнери для бібліотеки та наукового обладнання співробітники заповнили бруктом та мотлохом, а самі працівники розійшлися. Таким чином вдалося врятувати унікальні інструменти та бібліотеку зі старовинними виданнями.

Не всім співробітникам пощастило повернутися з війни. Залишилися на полях війни Гнат Полончук, Георгій Діденко, Феодосій Фелицин, Абрам Биков. Привселюдно страчено на площі у Рівному Мико-

лу Остафова. Говорячи про трагічні втрати наукових кадрів Обсерваторії, слід згадати проф. Петра Кириловича Нечипоренка (1892—1937), заарештованого 10 травня 1937 р. Він був звинувачений «у створенні фашистської терористичної контрреволюційної шпигунської організації», засуджений 2 вересня 1937 р. «военной коллегией Верховного суда СССР» за статтями 54—6, 54—7, 54—8, 54—11 КК УРСР до розстрілу і розстріляний наступного дня. Його реабілітовано посмертно у 1958 р. (кримінальна справа № 46691фп).

Восени 1943 р. тимчасовим виконувачем обов'язків директора Обсерваторії було призначено чл.-кор. АН УРСР Юрія Дмитровича Соколова (1896—1971), який очолював Обсерваторію у часи окупації. Йому ми завдячуємо збереженням Обсерваторії, її бібліотеки та інструментів у часи лихоліть війни. Ю. Д. Соколов був видатним математиком і механіком, людиною незламної громадянської мужності. Він чим міг допомагав переслідуваним НКВС у 1930-х рр., переховував на території Обсерваторії євреїв під час окупації. Уже в останні роки життя, у 1968 р. підписав широковідомий в історії українського національно-визвольного та демократичного руху лист-протест проти арештів українських дисидентів. Серед підписантів був цвіт українського науково-технічного та творчого інтелекту («лист 139-ти»).

Спеціальним наказом ректор Університету О. М. Русько відзначив заслуги Ю. Д. Соколова у збереженні Обсерваторії і запропонував йому передати справи С. К. Всехсвятському, який повернувся зі Свердловська на початку 1944 р. С. К. Всехсвятський керував обсерваторією до 1952 р., а кафедрою астрономії — до 1982 р.

На початку 1945 р. було широко відзначено сторічний ювілей установи. Ювілейний комітет очолив нарком освіти П. Г. Тичина, уряд УРСР видав з цієї нагоди спеціальну постанову, яка регулювала статус і територіальні питання Обсерваторії (підписана М. Хрущовим).

Після створення Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР на роботу до неї перейшла частина кваліфікованих працівників університетської обсерваторії. Серед них слід згадати Ш. Г. Горделадзе, І. Г. Колчинського, В. П. Конопльову, А. А. Гориню. Директором ГАО у 1952 р. було обрано А. О. Яковкіна.

Від 1953 до 1972 рр. Обсерваторію очолював Олександр Федорович Богородський (1907—1984) — випускник педінституту у Ростові-на-Дону, аспірант Г. А. Тихова, науковець лабораторії астрофізики інституту ім. Лесгафта (Ленінград), докторант Пулковської обсерваторії. З 1944 р. на запрошення С. К. Всехсвятського він працював у Київській астрономічній обсерваторії, з 1945 р. — доцент, а згодом — професор кафедри астрономії. Наукові інтереси — теоретична астрофізика, загальна теорія відносності та її застосування в астрономії.

Очоливши обсерваторію, О. Ф. Богородський зосередив свою увагу на зміцнення її інструментальної бази та підвищення теоретичного рівня робіт, що виконувалися тут. У 1952—1954 рр. силами співробітників обсерваторії М. Я. Яковкіна, П. М. Полупана, М. В. Стешенка було створено дифракційний спектрограф, що дозволило розпочати спектральні дослідження активних сонячних утворень і створило умови для виконання низки цікавих спостережних і теоретичних робіт з фізики Сонця. У 1956—1957 рр. Обсерваторія активно готується до участі у важливому науковому проекті — Міжнародному геофізичному році (МГР). У цей час було збудовано дві заміські спостережні бази обсерваторії (с. Трипілля, с. Лісники), замовлено апаратуру, розроблено методику та підготовлено спеціалістів для проведення спостережень. В рамках МГР з 1957 р. співробітники обсерваторії та радіофізичного факультету розпочали фотографічні та радіолокаційні спостереження метеорів. Ці роботи стали початком нового наукового напрямку в університеті, який успішно розроблявся протягом багатьох років.

Крім того, обсерваторія придбала новий стандартний фотосферно-хромосферний телескоп АФР-2, що дало їй можливість стати однією з базових станцій Служби Сонця СРСР. Був модернізований також один з основних інструментів обсерваторії — меридіанний круг, внаслідок чого результати спостережень на ньому стали основою кількох каталогів положень зір. У 1957 р. за розпорядженням Мінвузу при Астрономічній обсерваторії створено станцію візуальних спостережень штучних супутників Землі, яка більш ніж 30 років забезпечувала ефемеридну службу ШСЗ. Співробітники обсерваторії під керівництвом О. К. Осипова і М. Я. Чернеги проводили фотографічні, фотометричні спостереження супутників за міжнародними та загальносоюзними програмами. З 1963 р. Астрономічна обсерваторія організувала спостереження дотичних покрить зір Місяцем в експедиційних умовах. Участь студентів у цих роботах покращувало підготовку спеціалістів-астрономів в університеті.

Важливим моментом у розвитку обсерваторії стало надання їй Постановою Ради Міністрів СРСР у 1969 році статусу наукової установи, що сприяло закріпленню у штаті провідних науковців, відзначилось на подальшій діяльності наукового колективу.

О. Ф. Богородський за станом здоров'я у 1952 р. залишив посаду директора, продовжуючи роботу в університеті на посаді професора кафедри астрономії. Директором обсерваторії було призначено доцента П. Р. Романчука. Павло Родіонович Романчук народився 11 березня 1921 р. в с. Засулля Роменського району Сумської області, у 1939 р. поступив у Херсонський педагогічний інститут, але через місяць був призваний у армію. Пройшов усю війну, за героїзм при форсуванні

Дніпра удостоєний звання Героя Радянського Союзу. У 1946 р. вступив на фізичний факультет Київського університету. Після закінчення працював викладачем фізики, а у 1957 р. вступив у аспірантуру на кафедру астрономії університету. З 1963 р. працює викладачем кафедри експериментальної фізики університету. З 1967 р. — доцент цієї ж кафедри. У 1966 р. захистив кандидатську дисертацію.

Після призначення директором обсерваторії П. Р. Романчук доклав значних зусиль для розвитку нових наукових напрямків і зміцнення матеріальної бази обсерваторії. Ще у 1969 році з його ініціативи було отримано фінансування робіт з прогнозування сонячної активності і було створено науково-дослідну групу з цього напрямку. Протягом наступних років Астрономічна обсерваторія отримала фінансування за урядовими постановами (чотири теми за постановами ДКНТ СРСР та Ради Міністрів України) для розвитку цього наукового напрямку. У 1977 р. було завершено будівництво нової спостережної станції у с. Пилиповичі.

Наприкінці 1987 р. на посаду директора призначено В. В. Тельнюка-Адамчука, фахівця в області фундаментальної астрометрії. Володимир Володимирович Тельнюк-Адамчук народився 4 листопада 1936 р. у с. Іскрівка Якимівського району Запорізької області. Закінчив металургійний факультет Київського політехнічного інституту (1958) та механіко-математичний факультет Київського університету (1965). З 1958 по 1962 рр. працював на Новокраматорському машинобудівному заводі, а з 1962 р. він почав працювати в Астрономічній обсерваторії у відділі астрометрії. Він заново опрацював меридіанні спостереження В. І. Фабриціуса та створив зведений каталог положень та власних рухів 520 біляполюсних зір, який став основою його кандидатської дисертації (1970). Під його керівництвом було закінчено міжнародну роботу київських астрономів з об'єднання каталогів програми «Яскраві зорі» у зведений каталог положень та власних рухів 5115 яскравих зір всього неба у системі FK5, на основі чого було встановлено неоднорідність системи найбільш вживаного каталогу PPM по відношенню до різних вибірок зір цього каталогу. Ці його роботи лягли в основу докторської дисертації, захищеної у 1992 р.

Після звільнення С. К. Всехвятського з посади директора Астрономічної обсерваторії відбулось фактичне розділення наукових колективів обсерваторії і кафедри. На кафедрі розроблялись проблеми кометної астрономії, дослідження сонячної корони, явищ в навколоземному космічному просторі. У 1970-х роках на спостережній станції в с. Лісники встановлено два дзеркальних телескопи АЗТ-8 та АЗТ-14, на яких в основному ведуться спостереження малих тіл Сонячної системи.

З метою концентрації зусиль на розробці актуальних проблем астрономії, за наказом ректора університету протягом 1986—1987 рр. відбувалось об'єднання наукових підрозділів обсерваторії і кафедри астрономії. Частина наукових співробітників кафедри було переведено у штат Астрономічної обсерваторії (В. Г. Іванчук, К. І. Чурюмов, С. І. Мусатенко та ін.). У ці ж роки у штат обсерваторії було зараховано групу теоретиків, які під керівництвом К. А. Пірагаса в Інституті стандартизації та метрології України Держстандарту СРСР займались проблемами релятивістської астрофізики (В. І. Жданов, С. Л. Парновський, Ю. М. Кудря, О. М. Александров). Також штатним співробітником обсерваторії стала відомий спеціаліст з позагалактичної астрономії В. Ю. Караченцева.

Таким чином, у 90-х роках минулого сторіччя сформувались наукові напрямки, а відповідно до них і структура обсерваторії, які залишаються стабільними і на початку 21-го століття, а саме: фундаментальна астрометрія, малі тіла Сонячної системи, астрофізика, сонячна активність та сонячно-земні зв'язки.

У листопаді 2001 р. закінчився термін повноважень на посаді директора В. В. Тельнюка-Адамчука, і Вчена рада університету директором Астрономічної обсерваторії обрала доктора фізико-математичних наук Б. І. Гнатика.

Богдан Іванович Гнатик народився 22 січня 1952 р. в с. Бережанка Борщівського району Тернопільської області. Закінчив фізичний факультет Львівського державного університету, працював в Інституті прикладних проблем механіки і математики НАН України (м. Львів). Його основні наукові інтереси зосереджено в галузі космічної газодинаміки та астрофізики високих енергій. З приходом Б. І. Гнатика в Обсерваторії започатковано новий науковий напрямок — астрофізика високих енергій.

У 2004 р. за рішенням Вченої ради університету наказом ректора Астрономічну обсерваторію реорганізовано у науково-дослідну лабораторію «Астрономічна обсерваторія» зі зміною статусу та структури. Зокрема, обсерваторію приєднано до кафедри астрономії та фізики космосу фізичного факультету на правах структурного підрозділу, у складі обсерваторії створено відділ фізики космосу (раніше науково-дослідна лабораторія у складі кафедри). Низка установ, в основному астрономічні обсерваторії, надіслали ректору університету свої звернення про необхідність повернення до колишнього статусу обсерваторії.

У 2008 р. після призначення ректором університету Л. В. Губерського Вчена рада університету за клопотанням Вченої ради фізичного факультету прийняла ухвалу про відновлення статусу Астрономічної

обсерваторії, і ректор видав наказ про її реорганізацію в окремий підрозділ університету.

Серед основних досягнень астрономів Київського національного університету протягом останніх 175 років, визнаних міжнародною наукою, відзначимо такі:

1) низка експедицій для спостережень сонячних затемнень (розпочатих 1936 р. завдяки енергії проф. С. К. Всехсвятського), отримання високоякісних зображень сонячної корони, вивчення форм корони, її магнітних структур, утворень у короні, розробка працівниками кафедри астрономії (Є. О. Пономарьов та ін.) концепції динамічної корони Сонця;

2) спостереження та вивчення кометних та метеорних явищ, створення моделей метеорних явищ, нових принципів та техніки спостережень, вивчення закономірностей астероїдів; підтверджені космічними спостереженнями завбачення проф. С. К. Всехсвятського кільцевих утворень навколо великих планет, вулканічних явищ на їхніх супутниках; великий обсяг та висока якість спостережень з меридіанним кругом, що увійшли в світову скарбницю позиційної астрономії і використані міжнародною спільнотою для створення та підтримки систем відліку на небі. Астрономам відомі класичні формули, принцип Полярисими київського астронома В. Фабриціуса, спостереження провідних київських вчених М. Диченка, В. Дрофи, М. Чернеги, В. Тельнюка-Адамчука та ін.;

3) результати досліджень із загальної теорії відносності та її застосування у астрономії (роботи О. Богородського, А. Манджоса, В. Жданова, С. Парновського, Б. Гнатика); розробка теорії світіння протуберанців (М. Яковкін, М. Зельдіна).

Зовсім недавно Україну з ініціативи нашого університету прийнято до міжнародного наукового проекту (СТА-колаборації), який має за мету побудову та експлуатацію масиву черенковських телескопів для досліджень джерел гамма-випромінювання в діапазоні 10...100 ТеВ.

Серед важливих подій останнього часу безумовно є посадка космічного апарата Європейського космічного агентства ROZETTA на комету Чурюмова — Герасименко, отримання у складі колективу українських астрономів Державної премії України з науки і техніки 2014 р. (В. І. Жданов) та отримання двох премій Президента України для молодих вчених (О. В. Федорова, 2012 р. та О. В. Мельник, 2014 р.).

За час існування астрономи університету — як співробітники Астрономічної обсерваторії, так і науковці кафедри астрономії та фізики космосу — зробили важливий внесок у дослідження з різних напрямів астрономічної науки і підготовку кваліфікованих кадрів. Після Другої

світової війни університет випустив більш ніж 670 фахівців-астрономів, серед випускників кафедри 38 докторів наук, 177 кандидатів, академік НАН України, три чл.-кор. НАН України та РАН, сім лауреатів Державних премій УРСР та України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка. 150 років.* К., 1995. 320 с.
2. *Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 160 років.* К., 2005. 260 с.

**ПАМ'ЯТНІ ЮВІЛЕЇ 2020 РОКУ
В ІСТОРІЇ КИЇВСЬКОЇ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ
АСТРОНОМІЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ**

Л. В. КАЗАНЦЕВА

кандидат фізико-математичних наук
Астрономічна обсерваторія
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

2020 рік багатий на знакові дати для Київської університетської астрономічної обсерваторії, яка відзначає 175-ту річницю свого відкриття. Серед них і ювілейні річниці з дня народження співробітників, які внесли суттєвий вклад у становлення та розвиток наукових досліджень Обсерваторії.

Долі неординарних особистостей, про які піде мова нижче, об'єднують деякі спільні факти. Всіх їх обставини привели до Києва здалеку, у них була фахова освіта та попередній досвід роботи в інших наукових установах, вони багато сил і часу віддали нічним астрономічним спостереженням з інструментами Обсерваторії та очолювали певні наукові напрямки. Крім того, свого часу вони разом з родинами мешкали на території садиби наукової установи на Обсерваторній гірці, там зростали їхні діти, а самі вони брали активну участь в житті міста та популяризації науки.

Фредерік Вільгельм (Василь Іванович) ФАБРИЦІУС прожив недовге, але досить плідне життя, пропрацював в Київській університетській обсерваторії понад 18 років і звільнився за тяжким станом здоров'я за декілька місяців до своєї смерті.

Народився він 14 липня 1845 р. в містечку Виборг (фін. Viipuri, швед. Viborg), що на той час входило до Великого князівства Фінляндського. Його батько Йохан Габріель Фабриціус (1812—1875) викладав класичні мови у Виборзі, пізніше в Екенесі та Гельсінкі. Сучасники згадували, що він був багатогранною людиною, яку учні називали Фобосом (Вогнем), опанував як різні класичні, так і тогочасні мови. А на івриті говорив так вільно, що у поїздках до нього зверталися євреї із шанобливою приставкою «рабин». В той же час він міг би замінити будь-якого вчителя, оскільки однаково володів мовами, математикою, фізикою, ботанікою, зоологією та географією, ще й був чудовим художником. Мати — Емілія Елізабет Данненберг (1820—?) поралася по господарству, маючи 11 дітей.

Вільгельм, п'ята дитина в родині Фабриціусів, здобував освіту спочатку в рідному місті Виборг, далі в саксонському Лейпцигу, а 1870 р.

закінчив курс математичних наук у найстарішому і найбільшому університеті Фінляндії Александрівському в Гельсінгфорсі (сьогодні Гельсінський університет).

Ще студентом у 1869—1871 рр. Вільгельм Фабриціус почав працювати асистентом Гельсінгфорської обсерваторії, допомагаючи Адальберту Крюгеру (1832—1896) у меридіанних спостереженнях зірок *Bonner Durchmusterung* у смузі схилень від $+55^\circ$ до $+65^\circ$, виконуючи міжнародну програму AGK (*Astronomische Gesellschaft Katalog*), організовану у 1861 році Фрідріхом Аргеландером, під керівництвом якого йому пощастило працювати у Боннській обсерваторії у 1871—1873 рр. молодшим спостерігачем.

Можливо з початком хвороби Аргеландера, а можливо рятуючись від черевного тифу, який лютував в Бонні 1874 р., і який підхопив Ф. Аргеландер, Вільгельм Фабриціус переїхав до Петербурга, де працював обчислювачем Пулковської обсерваторії у 1874—1876 рр. Але, напевно, його на той час цікавила більше спостережна робота, і коли в Київській університетській обсерваторії звільнилось місце астронома-спостерігача, він подав свою кандидатуру на конкурс, виграв його і вже назавжди пов'язав своє життя з Києвом.

З 1876 р. Василь Іванович Фабриціус, а саме так його називали в документах імператорського університету, розпочав регулярні спостереження біляполюсних зірок з меридіанним колом братів Репсольдів Київської обсерваторії. Це були перші наукові роботи на інструменті, встановленому в 1872 р. За 1876—1879 рр. ним були визначені прямі піднесення 30 фундаментальних зірок, кожна спостерігалась по 20 разів. Найбільше уваги він приділяв зорі Полярисимі, дослідженням руху якої присвятив одну зі своїх наукових робіт.

Крім того, Фабриціус підключився до астрономо-геодезичних робіт, які організовував у той час професор Митрофан Хандриков. У 1877 р. методом передачі часу телеграфом, доволі передовим на той час, вони виконали спостережні роботи з визначення різниці довгот між Києвом та Варшавою. А 1886 р. на замовлення військово-топографічного відділу Головного штабу визначили різниці довгот між Києвом та Одесою. Тоді було проведено серію одночасних спостережень на пасажних інструментах, у Києві — Брауера, а в Одесі — Репсольда.



Можливо під впливом професора М. Ф. Хандрикова, В. Фабриціус згодом переключив свою увагу на теоретичні небесно-механічні задачі. Було опубліковано ряд робіт з цієї тематики. У 1888 р. у Петербурзькому університеті він захистив магістерську дисертацію «Критичні начала задачі визначення орбіт з трьох спостережень», а у 1893 р. отримав науковий ступінь доктора після захисту в Казанському університеті дисертації на тему «Начала Джибса».

Як приват-доцент В. Фабриціус почав викладати в університеті деякі астрономічні курси, але з розвитком тяжкої хвороби вимушений був припинити викладання і 1894 р. звільнитися з Астрономічної обсерваторії.

12 квітня 1895 року Вільгельма Фабриціуса не стало.

Це стало трагедією не тільки для його родини. З дружиною Варварою він мав двох синів та доньку, опіку над якими невдовзі взяв на себе відомий історик, музеєзнавець Віктор Гошкевич. Сумували за ним і викладачі та слухачі Київської малювальної школи Миколи Мурашка, в якій він викладав теорію перспективи протягом понад 10 років до останніх своїх днів, сам чудово малюючи.

Залишилась не описаною придумана ним ще у 1870-х роках фінська система так званого короткого, або швидкого письма, різновид сучасної стенографії, яку використовували до кінця 19-го століття, зокрема Чарльз Крон при зборі фольклору та казок. Ключі розшифровки цієї вдалої системи були втрачені, і лише на початку 2000-х років відновлені дослідниками.

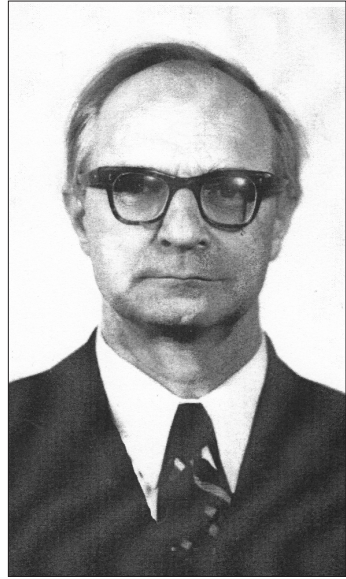
Астрономічний музей Київської обсерваторії дотепер зберігає журнали спостережень ровесника обсерваторії Вільгельма Фабриціуса, його окремі публікації і акварельний портрет роботи Миколи Морозова.

Олександр Кузьмич ОСИПОВ (22.08.1920—04.10.2004) народився в невеличкому містечку Тюкалінську Омської області, яке виникло в середині 18 століття на місці поштової станції на шляху Сибірського тракту. Місцевість ця на сході Ішимської рівнини, де проходить річка Тюкалка, до обласного центру 124 км, населення — близько півдесятка тисяч мешканців, клімат — різко континентальний з холодною, сонячною і сніжною зимою та спекотним і сухим літом.

Батько, Кузьма Олександрович, мав фах юриста. Мати, Марія Олександрівна, була домогосподаркою. В родині зростали, крім Олександра, його сестра Олена (1922—1997), у майбутньому бібліотекар, та брат Юрій (1924—1993), що пішов шляхами батька та став адвокатом.

У 1924 р. Осипови переїхали до Тюмені, де діти здобули середню освіту, а 1938 р. опинилися у Свердловську, куди голову родини призначили працювати до Колегії адвокатів. Саме того ж року Олександр

Кузьмич вступив до Свердловського університету на фізико-математичний факультет. На початку навчання він захворів на туберкульоз і вимушений був пройти тривале лікування, тому закінчив університет лише у січні 1944 року. Працювати за фахом розпочав ще студентом у 1943—1944 роках лаборантом в евакуйованому до Свердловська Державному астрономічному інституті імені П. К. Штернберга у штаті Служби часу та на кафедрі астрономії свого ж університету, де після закінчення отримав посаду старшого лаборанта. 1945 р. вступив туди ж до аспірантури, але приступити до навчань не встиг, бо його керівник, професор Авенір Олександрович Яковкін, був переведений на роботу до Астрономічної обсерваторії Київського університету.



Талановитий юнак в наступному році був запрошений вчителем до Києва і зарахований у березні 1946 р. до аспірантури кафедри астрономії вже Київського університету, але переїхати зі Свердловська йому вдалося лише через півроку. Таким чином, з серпня 1946 р. навчання, робота і все подальше життя Олександра Кузьмича Осипова відбувалися далеко від родини, в Києві. Тут він у 1948 р. після закінчення аспірантури почав працювати вченим секретарем університетської Астрономічної обсерваторії, обіймаючи цю посаду аж до 1957 року.

Паралельно з великим обсягом адміністративної роботи він активно долучився до астрономічних спостережень. Перш за все у сфері його наукових інтересів зі Свердловська були роботи, пов'язані з дослідженням особливостей руху і фігури Місяця. Під керівництвом А. О. Яковкіна в Київській обсерваторії за активної участі О. К. Осипова у 1948 р. були відновлені спостереження покриття зірок Місяцем, які були розпочаті тут ще у 1923 р. професором Сергієм Даниловичем Чорним. Проводилась активна робота з організації таких спостережень на інших пунктах, бо спостереження цих явищ з різних точок земної поверхні дають можливість уточнювати одночасно декілька систем відліку. Для цього проводились розрахунки ефемерид для багатьох астрономічних обсерваторій та аматорських пунктів спостережень, збирались, систематизувались та оброблялись результати таких спостережень. В подальшому з 1972 по 1989 рр. за редакцією О. К. Осипова

щорічно видавалось Інформаційне повідомлення «Результати спостережень покрить зірок і планет Місяцем в Радянському Союзі». Олександр Кузьмич був організатором одних із перших у країні експедицій зі спостережень так званих дотичних покрить зірок Місяцем. Організовані ним групи спостерігачів багато разів виїжджали до невеликих смуг видимості цих рідкісних явищ, об'їздивши з переносними телескопами практично всю Україну, були також навіть у Білорусії. І найактивнішим спостерігачем завжди був Олександр Кузьмич, він же часто брав на себе і рекогносцировку місцевості, розстановку спостерігачів та службу часу. Йому належить відкриття декількох подвійних зірок під час спостережень покрить, зазначених у відповідних міжнародних базах даних.

У 1950—1956 рр. разом з декількома колегами Олександр Кузьмич провів тривалу серію фотографічних спостережень Місяця в різних фазах з використанням сконструйованої за ідеєю А. О. Яковкіна спеціальної рухомої фотографічної касети. Планував на основі отриманих матеріалів завершити дисертацію з визначення параметрів лібрації Місяця та побудови карти так званої крайової зони супутника Землі.

Але у травні 1957 року йому разом з колегою М. Я. Черноого довелось різко змінити свої плани, їх терміново направили на навчання майбутніх керівників мережі новостворюваних станцій зі спостережень штучних небесних об'єктів, запуск першого з яких лише планувався. Навчання проходило під Алма-Атою в умовах суворої секретності. А вже в липні Олександр Кузьмич приступив до організації роботи такої станції в Києві. На його плечі лягла вся робота з облаштування майданчика спостережень, підготовки обладнання, інструкцій, налагодження систем оповіщення і зв'язку, розробки методів первинної обробки і контролю результатів спостережень. А головне — підготовки спостерігачів. За час існування Станції 1957—1982 рр. роботи з щодобових багатогодинних візуальних і фотографічних спостережень штучних супутників Землі за ефемеридами Астроради АН СРСР виконували лише декілька співробітників обсерваторії на чолі з Олександром Кузьмичем та велике число студентів, просто киян-аматорів, і навіть в окремі роки — школярів. Всіх їх, не фахівців, потрібно було навчити, довести їхні дії під час спостережень майже до автоматизму, забезпечити точність і злагодженість в умовах нічного часу. Тому О. К. Осипов брав на себе і викладацьку роботу, вчив новачків азів астрономії, прищеплював практичні навички, знайомив з новинками космонавтики. А паралельно керував курсовими і дипломними роботами, заглиблювався зі студентами-старшокурсниками в теоретичні питання руху небесних тіл по орбіті навколо Землі. Працюючи переважно з молоддю, багато часу приділяв також і певній виховній роботі. Під його керівництвом щороку відбувалися цікаві вечори спо-

стерігачів, лекції відомих вчених, випускались інформаційні листки та гумористичні і сатиричні стінні газети.

З поступовим згортанням робіт візуально-оптичних спостережень супутників і закриттям станції, Олександр Кузьмич перейшов працювати в астрометричний відділ, деякий час керував госпдогвірною темою визначення поправок ефемеридного часу зі спостережень місячних покрить, організовував спостереження місячних затемнень, проходження Меркурія по диску Сонця, покриття зірок астероїдами.

Як один із найстарших співробітників обсерваторії, який пам'ятав практично всіх повоєнних колег, Олександр Кузьмич багато уваги приділяв дослідженню історії обсерваторії, опікувався її бібліотекою, проводив екскурсії, відповідав на листи аматорів, багато років готував матеріали для астрономічних календарів, писав популярні замітки у ЗМІ, виступав на радіо і телебаченні.

У 1995 році О. К. Осипов спільно з кількома колегами підготував одну із перших експозицій майбутнього Астрономічного музею Обсерваторії, зібравши значну колекцію матеріалів. Майже до останніх своїх днів, поки хвороба не завадила цьому, він продовжував працювати над поповненням музейної колекції. Для цього він листувався і зустрічався з рідними колишніх співробітників, співпрацював з архівами і бібліотеками, музеями інших університетів.

На початку наукової кар'єри в КАО разом з Олександром Кузьмичем Осиповим брала участь у спостереженнях і його дружина Віра Павлівна, випускниця Київського державного університету, але згодом вона перейшла на викладацьку роботу. Родина мешкала в одному з будинків обсерваторії, тут вирости їхні діти Микола і Марія, зростали онуки.

За свою сумлінну працю О. К. Осипов нагороджений багатьма медалями, почесними грамотами багатьох установ. 1997 року за цикл робіт «Геометричні та оптичні характеристики поверхні Місяця» О. К. Осипов разом з В. С. Кислюком та Ю. Г. Шкуратовим здобув премію ім. М. П. Барабашова Національної академії наук України.

15 грудня 2005 р. Міжнародний центр малих планет присвоїв астероїду № 14335, відкритому 3 вересня 1981 р. Н. С. Черних у Кримській астрофізичній обсерваторії, ім'я Алексосипов. А рішенням Комісії з номенклатури небесних тіл Міжнародної астрономічної спілки (МАС) малу планету 2005 RR22(152217), відкриту 10 вересня 2005 р. в обсерваторії Андрушівка Олегом Герашенком та Юрієм Іващенко, названо Akosipov на честь Олександра Кузьмича Осипова, який був протягом 43 років науковим співробітником Астрономічної обсерваторії Київського університету.

Євгенія Василівна САНДАКОВА народилась 24 грудня 1920 р. в російській глибинці, у краю, де споконвіку мешкали марійці — у



присілку Сандаки Котельницького повіту Сорвизької волості В'ятської губернії (тепер це Котельницький район Кіровської області). За переписом 1926 р. в населеному пункті було лише 35 селянських господарств і мешкало 153 особи. Походить з давнього роду, який зустрічається в записах ще з XVII сторіччя.

Вищу освіту отримала в Саратовському університеті, після його закінчення працювала в геодезичній експедиції, де і познайомилась зі своїм майбутнім чоловіком Горинею Антоном Огієвичем (1913—1983), якого невдовзі А. О. Яковкін запросив працювати до Київської обсерваторії.

Родина приїхала до Києва у 1946 р. і оселилася на території садиби Обсерваторії. Разом з Євгенією Василівною та її чоловіком до Києва зі Ставропольського краю, с. Воронцово-Олександрівки, прибули і її батьки Василь Федорович (1888) та Ірина Іванівна (1885) і сини-близнята Віктор та Сергій (1944 р).

У штаті Обсерваторії Євгенія Василівна почала працювати з 1948 р. Першою її роботою була обробка фотографічних знімків програми спостережень малих планет та комет для вивчення короткоперіодичних коливань яскравості цих об'єктів. Фотографічні платівки були отримані С. К. Всехсвятським та М. А. Яковкіним у період з жовтня 1945 р. по березень 1948 р з камерами 120/600 мм та 130/1000 мм, змонтованими на 10-дюймовому астрографі обсерваторії. Було опрацьовано 71 платівку і отримано положення та зоряні величини астероїдів.

У 1950 р. Сандакова розпочала велику програму з вивчення фотометрії малих планет з метою визначення показників їхнього кольору. На той час це була доволі складна проблема, оскільки фотометрія малих планет ускладнюється їхнім слабким блиском, великим добовим рухом та відсутністю фотометричних стандартів в області екліптики, там де в основному і рухаються астероїди. Дослідження, проведені в Йоркській обсерваторії у 1932—1934 рр. А. Рехтом, показали, що зі зменшенням блиску малої планети вона червоніє, і є велика дисперсія між показниками кольору від 0.02 до 1.31 зоряної величини. В 1935 р. А. Н. Дейч довів, що показник кольору малих тіл за величиною збігається з показником кольору Сонця і лежить у межах зоряних величин $0.7...0.8^m$. Фішер у 1941 р. визначив цю величину для 33 астероїдів як 1.03^m , а Рейеас у 1952 р. — як $0.67...0.2^m$.

В КАО для деяких малих планет були отримані довгі ряди спостережень, що дало можливість робити висновки про показники кольору при різних кутах фази, крім того, окремі з них спостерігались в різних опозиціях. Фотографування здійснювалось на двох фотографічних камерах з об'єктивами И-17 ($d = 100$ мм, $F = 500$ мм) та 4.5-дюймовим гідом. Показники кольору визначались одночасно з фотографічних та фотовізуальних методів і виводились з різниці цих значень. Для отримання фотографічних величин використовувались платівки Агфа-астро, для фотовізуальних — панхроматичні у поєднанні з жовтим фільтром перед об'єктивом. На всіх платівках робилась одна експозиція. За 1950—1953 рр. було отримано 190 парних фотографій для 56 малих планет, причому максимальна кількість спостережень становила 710. Результати цієї роботи були оформлені в дисертацію, яку Євгенія Василівна захистила у 1956 р.

Наприкінці 1955 р. в Київській обсерваторії було сформовано астрофізичний відділ. Спочатку він виявився чисто жіночим. Станом на середину 1956 р. до його складу входили завідувач В. П. Конопльова, Є. В. Сандакова, Е. В. Турчанінова, Г. М. Сергєєва, М. Ю. Зельдіна та Г. А. Булигіна. План роботи нового відділу включав п'ять тем: спектрофотометрія місячних утворень, спостереження малих планет, спостереження та фотометричне вивчення комет, визначення щільності атомів водню у планетарних туманностях з урахуванням розсіяного поля випромінювання, кореспондовані спостереження метеорів.

До цих робіт залучались зазвичай і інші співробітники обсерваторії. Так, малі планети під керівництвом Є. В. Сандакової досліджували разом з нею М. Ю. Зельдіна та М. В. Стешенко. Для цього виготовили нову спеціальну касету, яка дозволяла виконувати фотографування в шести ділянках спектру. Для виконання теми «Кореспондовані спостереження метеорів» вже тоді було обрано дві ділянки для будівництва замських спостережних станцій поблизу сіл Трипілля Кагарлицького району та Лісники Києво-Святошинського району, які почали інтенсивно освоюватися у період Міжнародного Геофізичного року. У 1957 р. були розпочаті регулярні візуальні та фотографічні спостереження базисних метеорів спочатку на двох пунктах спостережень, а з 1962 р. працював метеорний патруль і на території Обсерваторії в Києві.

Є. В. Сандакова очолювала спільно з радіофізиками І. А. Дерюгіним та Є. І. Фіалко наукові теми «Дослідження метеорів», «Систематичні фотографічні і радіолокаційні спостереження метеорів», відповідала за напрямок зі спостережень метеорів для визначення щільності атмосфери у метеорній зоні та для вивчення фізичних явищ, які виникають при польоті метеорного тіла в атмосфері. Сформулювала і деякий час очолювала метеорний відділ, організовувала



спостереження на трьох пунктах, забезпечувала обробку результатів. Євгенія Василівна була ініціатором проведення спектральних і телевізійних спостережень метеорів. Крім того, вона сама обробляла фотографічні та спектральні знімки, провадила теоретичні розробки з питань визначення маси і густини метеорних частинок — балістичним, фотометричним та динамічним методами.

1970 р. Євгенію Василівну було запрошено на викладацьку роботу до Київського педагогічного інституту ім. О. М. Горького (тепер Київський педагогічний університет імені М. П. Драгоманова). Доцент Є. В. Сандакова працювала на кафедрі фізики фізико-математичного факультету в той час, коли інститут

взяв участь у експерименті — переході з чотирирічної програми підготовки вчителів фізики і астрономії на п'ятирічну. Вже наприкінці 1970 р. вона разом з старшим лаборантом О. П. Ващенко створили практикум з загальної астрономії. У 1971 р. у співавторстві з колегами Євгенія Василівна підготувала підручник з астрономії для фізико-математичних факультетів педагогічних інститутів. Нею були підготовлені розділи про інструменти і методи астрофізичних досліджень, Сонце, Сонячну систему (особливості методів дослідження фізичних умов на планетах і супутниках), планети, комети, метеори, метеорити, зодіакальне світло.

У 1976 р. в співавторстві з Ю. К. Гулаком Євгенія Василівна Сандакова видала посібник із факультативних занять «Фізика космосу» для учнів IX—X класів, студентів фізико-математичних та географічних факультетів педагогічних інститутів. Посібник доступною популярною мовою розкривав основи тогочасних знань про фізичну природу космічних явищ. Посібник рекомендувався для використання як на уроках астрономії та фізики, так і на факультативних заняттях.

У 1986 р. Є. В. Сандакова офіційно пішла на пенсію, але продовжувала співпрацювати з колегами, писала науково-популярні статті.

Євгенія Василівна Сандакова пішла з життя 7 травня 2014 р.

У часи війни, у важкі повоєнні роки Євгенія Василівна працювала нарівні з чоловіками, часто замінюючи відсутніх, не боялась братися за нові складні задачі, з успіхом вирішуючи їх. Сучасники згадували її як вольову, сильну і невтомну особистість, здатну завжди прийти на допомогу. Своєю працею, як і інші герої цієї короткої оповіді, вона вписала значну сторінку в історію Київської обсерваторії.

ДЖ. Б. ГОДІЄРНА — АВТОР ПЕРШОГО КАТАЛОГУ НЕБУЛЯРНИХ ОБ'ЄКТІВ

М. В. ЛАШКО

кандидат педагогічних наук

Київський університет імені Бориса Грінченка

360 років тому 6 квітня 1660 р. помер видатний італійський астроном і фізик Джованні Баттіста Годіерна (1597—1660) — один з піонерів дослідження діп-скай об'єктів та автор першого їхнього каталогу. Народився Годіерна 13 квітня 1597 р. в м. Рагуза на о. Сицилія. Інформація про його походження й досі залишається неоднозначною. За одними даними, його батько був бідним чоботарем, а за іншими — членом масонської ложі. Основні знання Джованні здобув завдяки самоосвіті. Почувши про відкриття, зроблені Галілеєм, і прочитавши його «Зоряний вісник», Годіерна захопився астрономією. Уже в 1618—1619 рр. він провів перші спостереження комет за допомогою примітивного телескопа галілеївського типу. Особливо захоплювали Годієрну відкриття зоряної структури Чумацького Шляху та розсіяного скупчення Ясла (М 44), що ще більше посилило в нього інтерес до астрономії. З 1637 р. Джованні Годіерна став парафіяльним священиком при дворі герцога Монтечіаро, а в ті часи священнослужителі мали найлегший доступ до здобуття знань. Це посприяло тому, що в 1644 р. він став доктором богослов'я, у 1645 р. — протоієреєм, а з 1655 р. зайняв посаду судового математика.

Віддаленість острова від материкової частини європейського континенту багато в чому вирішила долю досліджень Годієрни. Тривалий час деякі його роботи були невідомими для вчених.

Обшир астрономічних досліджень ученого не може не вражати. У 1646—1653 рр. Годіерна спостерігав Сатурн і незалежно від Гюйгенса відкрив кільце навколо планети. У своїй праці 1657 р. «*Protei caelestis vertigines sev. Saturni systema*» (Небесний провісник, Системи Сатурна) він опублікував малюнки кільця та його докладний опис. Спостерігаючи за рухом супутників Юпітера, проходженням їхніх тіней по диску планети, Годіерна надрукував «*Medicamentum Ephemerides*» (Медиційські ефемериди) (тодішня назва супутників Юпітера), де вмістив найточніші таблиці руху галілеївських супутників Юпітера. При цьому на відміну від опублікованих у 1614 р. Синомом Марієм у праці «*Mundus Iovialis*» (Світ Юпітера) Годіерна для пояснення і обчислення їхнього руху застосував вдосконалену теорію руху супутників Юпітера, яка ґрунтувалась на використанні трьох

типів періодичних збурень, що на той час було зародком сучасної планетарної теорії.

Не обійшов увагою вчений і досліджень Сонця і Місяця. У 1656 р. він опублікував працю «*De Admirandis Phasibus in Sole et Luna visis, Ponderationes Opticae, Physicae, et Astronomicae*» (Про чудесні явища на Сонці і Місяці, аспект оптичний, фізичний і астрономічний), де, зокрема, детально описав поверхні обох світил — сонячні плями, їхні особливості, місячну поверхню — та пояснив природу затемнень. Проте найзначнішою його працею є трактат 1654 р. «*De systemate orbis cometici; deque admirandis coeli characteribus*» (Систематика світу комет та дивовижні об'єкти на небі) [2]. За іронією долі революційна космологічна праця, яка на сотню років випереджала його час і могла здійснити переворот в астрономії, протягом майже 330 років залишалася в небутті, допоки не була повернута в науку італійськими вченими у 1985 р. На жаль, з моменту виявлення названої праці було присвячено всього одну публікацію [1], в якій було висвітлено лише окремі її аспекти, що й зумовило потребу більш поглибленого її аналізу.

Вивчення комет підштовхнуло Годієрну до дослідження природи туманних об'єктів, які в той час мало цікавили його сучасників. Саме для цього він і поділив свій трактат на два логічних розділи: «*De systemate orbis cometici*» (Систематика світу комет) та «*De admirandis coeli characteribus*» (Про дивовижні небесні об'єкти). У праці дивовижним чином поєднано космологічні ідеї античності та передові ідеї. Перший розділ цілком присвячений вивченню комет. У чотирьох підрозділах «*De causae cometorum*» (Про причини комет) та додатках автор розглянув будову, склад, кінематичні властивості комет, теорію їхнього руху та визначення відстаней до них. Завершується перша частина двома невеликими підрозділами. У першому — «*Cometarum anno domini MDCXVIII. Brevis hystoria. Ex peculiari authoris observatione constata*» (Комети 1618 р. Коротка історія. З особистих спостережень автора) — автор подав інформацію про власні спостереження Великої листопадової комети 1618 р. та її характеристики, а саме: форма хвоста, колір, особливості руху по небесній сфері. У другому й заключному підрозділі «*Cometis recentissimus*» («Нещодавні комети») він описав свої спостереження комети 1652 р. з докладною схемою та описом її руху сузір'ями. Другий розділ трактату «*De admirandis coeli characteribus*» (Про дивовижні небесні об'єкти) присвячений вивченню туманних об'єктів. Його поділено на чотири підрозділи. У першому підрозділі Годієрна на основі спостережень наводить власну класифікацію туманних об'єктів, яка й нині є напрочуд сучасною, оскільки він вважав, що туманності складаються з великої кількості зір: «Те саме стосується і форми їхньої субстанції,



Рис. 1. Класифікація об'єктів Годієрні

таким чином загальної для них усіх: тобто — поєднання безлічі зірок, хоча і в довільній формі... і для зоряних, і для туманних, і для неясних» [2, С. 4]. Класифікація туманностей Годієрні ґрунтувалася на потужності та роздільній здатності його телескопа. Так, у результаті спостережень було виділено три основних типи: *Luminosae* (астеризми — зоряні скупчення, котрі можна бачити неозброєним оком як групу з кількох зір), *Nebulosa* (туманності, котрі можна побачити неозброєним оком як туманні хмарки, які розділяються на зорі в телескоп) і *Occulta* (неясні, що складаються з далеких і слабких зірок і не розділяються на зорі в телескоп) (рис. 1).

У цьому ж розділі учений також коротко зупинився й на попередніх каталогах туманностей (*nebulosae*) астрономів античності (Птолемея) та сучасників (Тихо Браге, Лонгомонтан). Так, каталог Птолемея містив шість туманних об'єктів: скупчення χ та h Персея, розсіяне скупчення Ясла в сузір'ї Рака, розсіяне скупчення М 7 у Скорпіоні та астеризми в сузір'ях Стрільця та Оріона. Другий і третій розділи праці присвячені поділу туманностей на групи відповідно до запропонованої класифікації. До першої групи автор відніс Плеяди, Гіади, скупчення Волосся Вероніки, астеризм α Персея, туманність М 42 з трапецією, астеризм λ , ϕ_1 , ϕ_2 Оріона, ζ_1 , ζ_2 Скорпіона та розсіяне скупчення NGC 6231, а також астеризм у сузір'ї Водолія. При цьому він назвав і кількість зір, які йому вдалося розгледіти у скупченнях. Майже всі астеризми зображено на гравюрах, серед яких є й перший відомий на сьогодні малюнок туманності Оріона (рис. 2) [2, С. 11—21].

У другому розділі міститься перелік *Nebulosae*. До них автор відніс 20 об'єктів: розсіяні зоряні скупчення Ясла (М 44 в сузір'ї Рака), М 6 і М 7 (сузір'я Скорпіона), NGC 869 і NGC 884 (χ та h Персея), М 34 (сузір'я Персея); астеризм v_1 і v_2 , скупчення NGC 6530



Рис. 2. Туманність Оріона (розміщена горизонтально — Прим. авт.)

(зорі, які входять до складу дифузної туманності «Лагуна») і NGC 6523 у сузір'ї Стрільця, розсіяні скупчення М 36, М 37, М 38 у сузір'ї Візничого, скупчення Аль-Суфі (астеризм Сг 399 «Вішалка») у сузір'ї Лисички, кульове скупчення М92 (автор описує її як туманність «в лівій нозі Геркулеса» [2, С. 47]), астеризм $\xi 1$ і $\xi 2$ у сузір'ї Козорога, астеризм $\nu 1$, $\nu 2$, π та розсіяні скупчення М 47 і NGC 2451 у сузір'ї Корми, М 41 у сузір'ї Великого Пса та NGC 2169 і NGC 2175 у сузір'ї Оріона. Сюди автор також відніс і опис галактики М 33 у сузір'ї Трикутника. Варто також зазначити, що одні об'єкти мають і опис, і відповідну ілюстрацію, а деякі представлені лише ілюстрацією або згадкою в тексті. Також у списку є об'єкти з незрозумілим, розпливчатим описом. Зокрема, Годіерна згадує про туманності в Еридані, Лебеді, Рибах, біля окремих зір Плеяд і Гіад і про туманність між сузір'ями Зайця та Голуба, що асоціюється з кулястим скупченням М 79 [2, С. 11], але, на думку італійських учених [1], ці об'єкти є не чим іншим, як дефектами оптики його телескопа.

Третій розділ присвячено неясним об'єктам (Occulta). Тут Годіерна, спочатку перелічивши подібні об'єкти в каталозі Птолемея, зазначає, що у більшості випадків це просто тісні зоряні пари, що сприймаються для неозброєного ока як туманності, але поділилися на зорі в його телескоп. До списку неясних об'єктів автор відніс і туманність М 31 [2, С. 22—28].

Завершується трактат розділом «Problemata nonnulla» (Невирішені проблеми), де автор підбиває висновки та викладає свої погляди на світобудову, які є напрочуд сучасними. Тут він розвиває

висловлену на початку праці думку про те, що за результатами його власних спостережень майже всі виявлені ним туманні об'єкти лежать у зоні Чумацького Шляху або недалеко від нього і тому є його частинами. За припущенням Годієрні, всі туманності складаються із зірок, і те, що йому не вдалося поділити на зорі окремі об'єкти, пояснюється малою потужністю його телескопа та значною віддаленістю цих об'єктів. Також він висловив думку, що з більш потужним телескопом вдасться поділити на зорі і Туманність Андромеди та інші туманності. На думку автора, зорі світять подібно до Сонця на величезних відстанях одна від одної, і на різних відстанях від Землі, але вони були впорядковані в різних кількостях і на різних відстанях всемогутнім творцем..., подібно до того, як довкола зорі Сонця планети обертаються на різних відстанях і по різних орбітах [2, С. 10]. Це вже є свідченням розуміння Годієрною недосконалості тогочасної моделі світобудови, та усвідомлення ним великомасштабної структури Всесвіту. Підтвердженням цього є його думки стосовно причини різних зоряних величин зірок, які він пояснював різною відстанню до них: «Справді, що нам, простим смертним, ніяк не зрозуміти, чи Сіріус, Арктур, Капелла, Фідікула (*Lira — М. Л.*)... і їм подібні зорі на тій же відстані, і того ж порядку (*зоряної величини — М. Л.*) що й найслабші зорі у Водолії, Дельфіні, Гіадах, Плеядах, Волосі Вероніки і їм подібних... У сферичному світі відстані так скоординовані і влаштовані. Але також нам невідомо, чи зорі першого чи другого порядку дійсно більші одна від одної. Крім того, ми ще не знаємо, чи насправді зірки першого і другого порядку справді яскравіші названих вище зірок, у яких ми вже бачимо великі відмінності. Адже не виключено, що вони можуть бути різними, і через їхню неоднакову відстань сприйматися нашим оком як рівні між собою, хоча насправді ті зірки мають різну величину. Ми не можемо відрізнити їх, щоб показати, що насправді ці зорі яскравіші одна від одної» [2, С. 26].

У заключному розділі *Problemata nonnulla* (Невирішені питання) Годієрна висловив думку про те, що яскравість зорі не може бути критерієм для того, щоб вважати її ближчою чи дальшою від спостерігача: «Отож, ми прийшли до висновку, що виходячи з яскравості одиничних зірок першого, другого або третього порядку, таких як Сиріус, ... Арктур, Антарес та слабких зір поряд з ними, не можна сказати, чи вони перебувають на одній відстані зі слабкими зорями четвертого, п'ятого та шостого порядку і їхніми скупченнями в Гіадах, Плеядах, Водолії, слабких зорях у Рибях або деінде в Чумацькому Шляху» [2, С. 53]. Такі ідеї були надзвичайно прогресивними для доби Годієрні, коли вчення Коперника тільки несміливо торувало собі шлях для визнання, церква ще вперто обстоювала закостенілу систему

світобудови Птолемея, а більшість астрономів ще вірила у «сферу нерухомих зірок».

Цікавими є і міркування вченого щодо виникнення зірок. Місяцями їхньої формації астроном вважав туманні скупчення світлових згустків «Lux primogenita» (первородного світла), де, на його думку, народжувалися зірки. Виникнувши, нова зоря залишала такий згусток. Також Годіерна цікавило й те, чому яскраві зорі світять відособлено, а слабкі збиваються у скупчення. Крім того, за припущенням ученого слабкі зорі Гіад, Плеяд та Ясел притягувалися одна до одної.

Насамкінець Годіерна доходить цілком логічного висновку, що ні Земля, ні навіть Сонце не є центрами Всесвіту: «Як може бути, що зорі, будучи розкидані в ефірі ... не мають ніякого порядку. Більші поєднані з меншими в різноманітних комбінаціях. Чи може насправді наше око просто не здатне вловити їхній порядок. А можливо, Вищий порядок дуже відмінний від людського, тому й зорі відповідно не розміщені сферично довкола нас, а в іншому порядку. Так само, як і планети, обертаючись упорядковано навколо Сонця, здаються нам хаотичними. То можливо, що й зорі здаються нам неупорядкованими, тому що вони розташовані довкола іншого центра Всесвіту, відмінного від Землі» [2, С. 54].

Отже, можна дійти висновку, що Джованні Годіерна у справі дослідження туманностей випередив провідних астрономів XVIII—XIX ст. Ш. Мессьє та В. Гершеля, розпочавши свої дослідження майже на 130 років раніше. Він був одним з перших, хто усвідомив великомасштабну структуру Всесвіту, водночас піддавши сумніву геоцентричну теорію, і першим надав чіткі докази того, що ні Земля, ні Сонце не є центрами Всесвіту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fodera-Serio G., Indorato L., Nastasi P. Hodierna's Observations of Nebulae and his Cosmology. *J. Hist. Astron.* 1985. 16. 36 p.
2. Hodierna Giovanni Battista. *De systemate orbis cometici, deque admirandis coeli characteribus*. Palermo. 1654.

ПАМ'ЯТНІ ДАТИ В ІСТОРІЇ АСТРОНОМІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ

Л. М. СВАЧІЙ

кандидат фізико-математичних наук
Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Минає 600 років з дня народження видатного китайського вченого V століття Цзу Чунчжі (420—500). Він визначив з високою точністю сидеричні періоди обертання планет і тривалість драконічного місяця. Великою заслугою китайського астронома є врахування прецесії при складенні календаря. Як математик, Цзу Чунчжі найвідоміший тим, що обчислив число π (відношення довжини кола до його діаметра) з точністю до 0.0000001.

400 років тому народився добре знаний французький астроном та організатор науки Ж. Пікар (1620—1682), який значно вдосконалив методикку астрономічних позиційних спостережень, зокрема першим став застосовувати зорові труби при кутомірних інструментах. Учений з високою точністю визначив довжину одного градуса земного меридіана, найточніше як для його часів обчислив величину сонячного паралакса тощо.

Минає 200 років із дня народження відомого французького вченого Е. А. Роша (1820—1883), котрий збагатив науку здобутками щодо питань внутрішньої будови й форми небесних тіл, а також стосовно проблем космогонії. Зокрема, він пояснив наявність кілець Сатурна, описав процес утворення планет, їхніх супутників та астероїдів у Сонячній системі, пояснив форму кометних оболонок.

175 років тому народився знаний французький астроном Ф. Ф. Тіссеран (1845—1896) — фахівець з небесної механіки, автор чотиритомної відомої праці «Небесна механіка». Великий його внесок, зокрема, у питання теорій кометних орбіт.

125 років тому народився відомий французький астроном Д. Шалонж (1895—1977) — фахівець у галузі зоряної спектроскопії, один із засновників Інституту астрофізики Національного центру наукових досліджень (Париж).

Минає століття від дня народження російського астрофізика-теоретика В. Г. Горбацького (1920—2005), знаного завдяки дослідженням фізики зір, міжзоряного середовища та галактик.

Півстоліття тому радянська АМС «Луна-16» висадила на поверхні Місяця, збрала зразки його породи й доставила їх на Землю. Таким чином

уперше в історії за допомогою безпілотного космічного апарата на Землю доставлено зразки ґрунту небесного тіла.

50 років тому радянська АМС «Луна-17» доставила на поверхню Місяця планетохід, котрий, пройшовши там 10.5 км, передав на Землю наукову інформацію про рельєф і характеристики ґрунту Місяця.

Півстоліття тому на геоцентричну орбіту запущено американський космічний апарат «Експлорер-42» («Угуру») — першу у світі орбітальну рентгенівську обсерваторію. Названий космічний апарат функціонував до березня 1973 р. і дав змогу отримати перший огляд усього неба в рентгенівській частині спектра.

25 років тому вперше в нормальної зорі виявлено планету — швейцарські вчені М. Майор (M. Mayor) і Д. Квелотц (D. Queloz) за вимірюваннями доплерівського зміщення спектральних ліній відкрили біля зорі 51 Пегаса планету типу Юпітера. За це відкриття їм присуджено Нобелівську премію з фізики (2019 р.)

600 років тому, 420 р., народився видатний китайський астроном і математик **Цзу Чунчжі**.

За часів правління імператора У-ді з династії Ці, котра царювала впродовж 479—501 рр., Цзу Чунчжі був придворним астрономом і навіть мав вплив на імператора. Після смерті правителя У-ді вчений обіймав посаду начальника повіту Лаусянь.

Цзу Чунчжі написав багато наукових праць. Наведімо основні його досягнення з астрономії.

Учений з високою як на той час точністю визначив сидеричні періоди обертання планет навколо Сонця, зокрема для Юпітера він дістав величину 83/7 року (сучасне значення — 11.86 тропічного року). На основі астрономічних спостережень Цзу Чунчжі досить точно (з точністю 10^{-5} доби) обчислив тривалість так званого драконічного місяця (проміжку часу між двома послідовними проходженнями Місяця через один і той же вузол його орбіти) — 27.21223 доби.

Неабиякий унесок зробив Цзу Чунчжі у справу поліпшення календаря. У давнину китайці послуговувалися місячно-сонячним календарем. У ті часи, коли жив Цзу Чунчжі, в Китаї використовували так звану саньгунську календарну систему, запроваджена 104 р. до н. е. У цій системі тривалість синодичного місяця дорівнює 29.53086 доби, кількість діб у



19-річному циклі рівна 6939.753. Звідси тривалість сонячного року — 365.2502 доби. На основі спостережень Цзу Чунчжі виявив, що саньгунський календар має неточності. Тому він запропонував при складенні календаря враховувати прецесію — китайські астрономи тоді вже знали про це явище. Новий календар, котрий склав Цзу Чунчжі з урахуванням прецесії, запровадив уже після смерті Цзу Чунчжі його син Цзу Хенчжі; цей календар діяв з 510 до 588 рр.

Найважливіше досягнення Цзу Чунчжі з математики — обчислення з дуже високою як на той час точністю відношення довжини кола до його діаметра (так зване число π). Учений визначив число π з точністю до 10^{-7} , встановивши, що $3.1415926 < \pi < 3.1415927$. Тільки через більш ніж тисячоліття значення числа π розрахували точніше — це вдалося самаркандському вченому Гійасові ад-Діну Джамшидові ал-Каши (1373—1430), астрономові та найславетнішому математикові свого часу, про якого дещо розказано в «Астрономічному календарі» за 2019 р. (Київ, 2018. С. 267, 269).

Помер Цзу Чунчжі в 500 р.

21 липня минає **400 років** із дня народження добре відомого французького астронома й організатора науки **Жана Пікара**.

Батьківщина Жана Пікара — Ла-Флеш, провінція Анжу, західна частина Франції. Про молоді роки Ж. Пікара відомо небагато. Деякі історики науки вважають, що він навчався у семінарії, прийняв духовний сан і був настоятелем монастиря — абатом.

Як астроном-спостерігач, Жан Пікар — учень французького вченого П'єра Гассенді (1592—1655), про якого дещо розповів «Астрономічний календар» за 2017 р. (Київ, 2016. С. 282—284). Ж. Пікар допомагав деякий час П. Гассенді проводити астрономічні спостереження у паризькому навчальному закладі високого класу Коллеж-Рояль.

Жан Пікар — один із членів-засновників Паризької академії наук, що її організовано 1666 р., і звичайно ж, брав активну участь у діяльності цієї Академії. Учений був одним з ініціаторів створення Паризької обсерваторії — першої в Європі державної астрономічної обсерваторії, — у якій працював з 1673 р.

Жан Пікар запропонував багато вдосконалень до астрономічних інстру-



ментів та до методів спостережень. Усе це дало змогу істотно розширити можливості позиційних спостережень в астрономії, а також підвищити їхню точність. Зокрема, у 1667 р. він запровадив таке нововведення: вставляти в окулярі телескопа дві навхрест натягнуті нитки. Це дає змогу набагато надійніше фіксувати положення телескопа за напрямком. А якщо поєднати таким чином удосконалений телескоп з кутомірним приладом (квадрантом чи секстантом), то точність визначення координат світил підвищується майже у сотню разів! Ж. Пікар невдовзі використав цей винахід, коли за дорученням Паризької АН виконував астрономічні спостереження в 1668—1670 рр., щоб визначити довжину дуги меридіана між містами Париж та Ам'єн, а на основі обчисленої величини знайти радіус Землі. Як результат, Жан Пікар здобув досить точне значення довжини одного градуса земного меридіана: 111.21 км, що лише на кілька десятків метрів відрізняється від сучасного значення (навіть якщо враховувати сплюснутість Землі).

Разом із французьким астрономом Адрієном Озу (1622—1691) Жан Пікар удосконалив мікрометр з рухомою ниткою та застосував його, щоб виміряти кутові діаметри Сонця, Місяця й планет.

Ж. Пікар першим відмітив важливість для астрономічних спостережень маятникового годинника, що його винайшов Х. Гюйгенс у 1657 р., і запровадив у Паризькій обсерваторії практику точного вимірювання часу при позиційних спостереженнях світил. Інакше кажучи, Ж. Пікар першим запропонував визначати прямі піднесення світил під час проходження їх через небесний меридіан. Годинник з маятником дав змогу точно фіксувати моменти проходження зір і планет через небесний меридіан і завдяки цьому визначати їхні координати з набагато вищою точністю, ніж це робили раніше.

У 1672 р. Жан Пікар разом із ще двома французькими вченими-академіками Жаном Ріше (1630—1696) та Джаном Д. Кассіні (1625—1712) спостерігав Марс під час його протистояння. Ж. Пікар та Дж. Кассіні проводили ці спостереження в Парижі, а Ж. Ріше — поблизу екватора, у м. Кайєнна (Французька Гвіана, Південна Америка) на географічній широті $+5^\circ$. Невдовзі на основі цих спостережень із непоганою точністю обчислили величину сонячного паралакса: $9.5''$ (сучасне значення цієї важливої астрономічної сталої, за якою обчислюють середню відстань від Землі до Сонця, становить $8.8''$).

Серед інших здобутків Жана Пікара — він першим став проводити позиційні спостереження зір у денний час (з 1668 р.), відмітив залежність величини атмосферної рефракції від температури, разом з данським астрономом О.К. Рьомером (1644—1710) визначив координати обсерваторії Ураніборг (обсерваторія Тіхо Браге поблизу

Копенгагена, Данія), брав участь у регулярних спостереженнях Паризької обсерваторії, був учасником багатьох експедицій для визначення точних координат французьких міст (1672—1674 рр.), упродовж 1679—1681 рр. зробив великий унесок у створення базисної триангуляційної сітки для карти Франції, а також заснував французький астрономічний щорічник «Connaissance des Temps» (1678 р.).

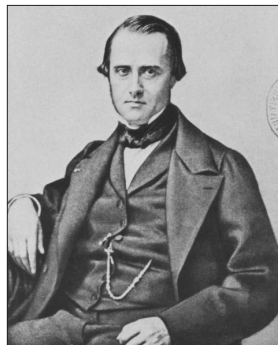
Помер Жан Пікар 12 жовтня 1682 р. у Парижі. На честь цього добре знаного вченого названо кратер на видимому боці Місяця.

200 років тому, 17 жовтня 1820 р., у французькому місті Монпельє (на півдні країни) народився **Едуард Альбер Рош**, який згодом став добре відомим астрономом і математиком.

Вищу освіту Едуард Рош здобув в університеті рідного міста. Закінчив його 1844 р. і став там працювати як викладач, із 1849 р. — професор математики й астрономії названого закладу. Того ж 1849 р. на запрошення співвітчизника-академіка Д. Ф. Ж. Араго (1786—1853) перейшов на роботу до Паризької обсерваторії. Пропрацювавши там кілька років, Е. Рош у 1852 р. повернувся в alma mater, де зайняв кафедру математики.

Наукові дослідження Едуарда Роша стосуються головним чином питань внутрішньої будови й форми небесних тіл, а також деяких проблем космогонії — науки про походження й розвиток космічних тіл і їхніх систем, зокрема тіл Сонячної системи.

Упродовж 1849—1851 рр. Е. Рош вивчав фігури рівноваги рідких тіл обертання, беручи до уваги зовнішні сили тяжіння. Учений дослідив граничний випадок конфігурації зорі, при якому вся її маса зосереджується в центрі. Пізніше виявилось, що ця так звана *модель Роша* найкраще описує розподіл щільності в зорях головної послідовності та вітки гігантів. Модель Роша широко застосовували для випадку тісних подвійних зоряних систем — випадок руху частинок у системі з двома центрами тяжіння. При цьому поверхня нульової швидкості, котра оточує обидва компоненти системи та задає верхні межі для розмірів компонентів, дістала назву *гранична поверхня Роша* або *критична поверхня Роша*. Простір, охоплений цією поверхнею, має назву *порожнини Роша*.



Ці поняття були належно оцінені в середині ХХ ст. — тоді вчені встановили, що як тільки у процесі еволюції подвійної системи зір масивніший компонент, розширюючись, заповнює свою порожнину Роша, то його речовина починає переходити до зорі-супутника.

Едуард Рош запропонував закон зміни щільності Землі з глибиною, який набув широкого застосування в теорії внутрішньої будови нашої планети.

Учений дослідив умови рівноваги нескінченно малого супутника, який обертається навколо твердої сферичної планети по коловій орбіті. Він показав (1850 р.), що рівновага неможлива, якщо кутова швидкість перевищує певне значення, а отже, існує деяка нижня межа для радіуса орбіти супутника. Це така відстань, на якій припливні сили розірвали б рідкий чи газоподібний супутник заданої густини; вона дістала назву *межі Роша*. Зокрема, якщо планета і її супутник мають однакову щільність, то межа Роша становить 2.46 радіуса планети. Інакше кажучи, Е. Рош показав, що ближче, ніж деяка відстань від планети (межа Роша), супутник не може перебувати в рівновазі й руйнується припливними силами. Е. Рош вивчив також рух супутника скінченної маси.

У 1873 р. Е. Рош першим запропонував математичне обґрунтування для космогонічної небулярної гіпотези французького вченого П.С. Лапласа (1749—1827), тобто гіпотези про виникнення Сонячної системи із газової туманності (лат. «nebula» — «туманність»), яка оберталася навколо своєї осі. Едуард Рош докладно описав процес утворення планет, їхніх супутників та астероїдів. Учений досліджував атмосфери планет і комет, правильно пояснив форму кометних оболонок (1859 р.).

За наукові заслуги Едуарда Роша обрано членом-кореспондентом Паризької Академії наук (1873 р.).

Помер Едуард Альбер Рош 18 квітня 1883 р. у рідному місті Монпельє. На честь ученого названо кратер на зворотному боці Місяця (1970 р.) та кратер на Фобосі (1973 р.).

175 років тому, 13 січня 1845 р., у французькому місті Нью-Сен-Жорж (департамент Кот-д'Ор) народився відомий астроном **Франсуа Фелікс Тіссеран**.

У 1866 р. Франсуа Тіссеран закінчив у Парижі Вищу нормальну школу, після чого став працювати у Паризькій обсерваторії на посаді ад'юнкт-астронома. Молодий учений проводив там астрономічні спостереження, послуговуючись екваторіалом

та меридіанними інструментами. Впродовж 1873—1878 рр. Ф. Тіссеран був професором університету та директором обсерваторії у м. Тулузі (південна частина Франції). У 1878 р. Ф. Тіссерана обрано членом Паризької Академії наук, тому він переселився до столиці. Кілька років учений був професором Паризького університету, а з 1892 р. — директором Паризької обсерваторії.



Франсуа Тіссеран найбільше відомий дослідженнями в царині небесної механіки, зокрема йому належить неабиякий унесок у теорію кометних орбіт. Учений розробив теорію захоплення періодичних комет.

Ф. Тіссеран запропонував критерій, який дає змогу встановити належність комет до одного й того ж сімейства, а також установити тотожність комет. Цей критерій дістав назву *критерію Тіссерана*.

Учений працював над питаннями стійкості Сонячної системи. Зокрема, на основі своїх досліджень довгоперіодичних збурень планет він дійшов висновку, що такі збурення не можуть викликати порушення стійкості Сонячної системи. Франсуа Тіссеран вивчав і форми планет, зокрема математично показав, що Нептун має сплюснуту фігуру.

Ф. Тіссеран узяв участь у кількох астрономічних експедиціях, зокрема для спостереження повного сонячного затемнення (1868 р., п-ів Малакка, південний схід Азії), для спостережень проходження Венери по диску Сонця (9 грудня 1874 р. і 6 грудня 1882 р.) — з метою визначення сонячного паралакса.

Франсуа Тіссеран опублікував велику працю «Небесна механіка», чотири томи якої вийшли друком упродовж 1889—1896 рр. Цей добре відомий твір охоплює систематичний виклад основних досягнень класичної небесної механіки до кінця XIX ст.

Помер Франсуа Фелікс Тіссеран 20 жовтня 1896 р. у Парижі. На честь ученого названо кратер на видимому боці Місяця.

125 років тому, 31 січня 1895 р., у французькому місті Гренобль народився **Даніель Шалонж**, котрий згодом став добре знаним астрофізичними дослідженнями.

Д. Шалонж закінчив Вищу нормальну школу в Парижі, після цього працював в обсерваторіях Парижа й Провансу, а також у високогірній обсерваторії на г. Юнгфрау (Альпи, Швейцарія). Даніель



Шалонж — один зі співзасновників Інституту астрофізики Національного центру наукових досліджень Франції (Париж), який тепер є найбільшою французькою громадською науково-дослідною установою, що спеціалізується в галузі прикладних і фундаментальних досліджень.

Наукові дослідження Данієля Шалонжа стосуються зоряної спектроскопії. Працюючи в названій вище високогірній обсерваторії, учений разом з Д. Барб'є (1907—1965) дослідив розподіл енергії в ультрафіолетовій ділянці спектра та визначив величину бальмерівського стрибка у спектрах 240 зір усіх спектральних класів (1941 р.). Такі здобутки стали основою для двопараметричної і трипараметричної систем спектральної класифікації зір, що їх розробили Д. Шалонж, Д. Барб'є і Л. Діван упродовж 1952—1956 рр. У цих системах властивості зір визначаються точніше, ніж у системі Моргана — Кінана.

Разом з Л. Діван Данієль Шалонж запропонував систему колірних температур зір. Учений дослідив поглинання у неперервному спектрі зір, зумовлене негативними іонами водню.

Помер Данієль Шалонж 28 листопада 1977 р. у Парижі. На його честь названо кратер на Місяці та астероїд № 2040 (Головний пояс астероїдів).

Століття тому, 16 лютого 1920 р., у м. Невель (тепер Псковська обл., Російська Федерація), у родині військовослужбовця та учительки народився **Віталій Герасимович Горбацький**, який згодом став добре знаним у світі астрофізиком.

У 1926 р. родина Горбацьких переїхала мешкати в м. Ленінград (тепер Санкт-Петербург); юний Віталій 1936 року закінчив там середню школу. Вищу освіту В. Г. Горбацький здобув у Ленінградському державному університеті (сучасна назва: Санкт-Петербурзький державний університет) на астрономічному відділенні математико-механічного факультету, який закінчив у червні 1941 р. Невдовзі, у перші дні війни, юнак вступив до армії. Упродовж 1941—1943 рр. він був слухачем у Військово-повітряній академії — вищому військовому навчальному закладі, призначеному для підготовки командних кадрів Військово-Повітряних сил (селище Моніно Московської

обл.). Наступних два роки, з березня 1943 р. і до весни 1945 р., В. Г. Горбацький був у рядах діючої армії (у частинах Військово-Повітряних сил), а загалом в армії служив до 1947 р. Протягом 1945—1948 рр. навчався, спершу заочно, потім очно, в аспірантурі на кафедрі астрофізики Ленінградського держуніверситету. Захистивши 1948 р. кандидатську дисертацію (вона стосується досліджень зір із яскравими лініями; науковий керівник — В. В. Соболев), молодий учений до 1952 р. працював в Астрономічній обсерваторії названого університету. Впродовж 1952—1959 рр. В. Г. Горбацький був доцентом кафедри вищої математики Ленінградського хіміко-технологічного інституту, з 1960 р. працював на посаді старшого наукового співробітника математики-механічного факультету Ленінградського держуніверситету. У 1963 р. В. Г. Горбацький захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук. Упродовж 1965—1985 рр. учений був професором кафедри астрономії, а з 1985 р. і до кінця своїх днів працював як професор кафедри астрофізики.



Помер Віталій Герасимович Горбацький 1 січня 2005 р. у м. Санкт-Петербург, похований на Пулковському меморіальному кладовищі.

В. Г. Горбацький відомий дослідженнями в галузі теоретичної астрофізики. Протягом 1948—1954 рр. він вивчав зорі типу Ве — дуже гарячі зорі спектрального типу В, у спектрах яких є принаймні одна емісійна лінія випромінювання; для Ве-зір характерними є лінійна поляризація оптичного випромінювання та надлишок інфрачервоного випромінювання, деякі із зір цього типу — змінні. Для дослідження згаданих зір В. Г. Горбацький застосовував теорію зоряних оболонок, які рухаються, розроблену російським астрофізиком В. В. Соболевим (1915—1999). В. Г. Горбацький розраховував інтенсивності й профілі емісійних ліній, які виникають в зоряних оболонках, що розширюються й обертаються навколо осі. На основі цього він запропонував інтерпретацію зміни блиску і спектрів Ве-зір.

В. Г. Горбацький досліджував нові зорі, а саме: пояснив виникнення яскравих ліній на ранніх стадіях спалахів нових зір; дослідив особливості небулярних спектрів нових, зумовлених відсутністю променистої рівноваги в оболонках; вивчав особливості хімічного складу газу, що його викидають нові зорі під час спалахів.

Ще один цикл досліджень ученого стосується довгоперіодичних змінних зір. В. Г. Горбацький докладно розглянув процеси висвічування атмосфер довгоперіодичних змінних після проходження ударної хвилі. На базі цього він першим запропонував кількісну інтерпретацію розвитку емісійних ліній водню й металів. Результати описаного дослідження В. Г. Горбацький підсумував у монографії «Нестационарні зорі» («Нестационарные звезды»), у співавторстві з І. М. Мініним), яка вийшла друком 1963 р. та яку удостоєно премії Ленінградського держуніверситету за наукову роботу.

З 1963 р. В. Г. Горбацький приступив до піонерських досліджень у царині космічної газодинаміки — цей науковий напрям виник на межі астрофізики й газодинаміки. Учений дослідив властивості тісних подвійних систем із зір-карликів, що належать до нових, повторних нових чи новоподібних зір. У 1965 р., вивчаючи газові потоки в тісних подвійних системах, він першим дослідив явище, яке згодом дістало назву *дискової акреції*. Це явище стосується різноманітних об'єктів Усесвіту: рентгенівських подвійних зір, квазарів, ядер активних галактик та ін. Разом із колегами В. Г. Горбацький здійснив гідродинамічні розрахунки потоків газу в тісних подвійних системах, а також запропонував пояснення для механізму виникнення так званих гарячих плям при взаємодії струменів газу з навколорозорною оболонкою і для структури самих оболонок. Підсумки описаних вище досліджень учений узагальнив у двох монографіях: «Новоподібні й нові зорі» («Новоподобные и новые звезды», 1974 р.) та «Космічна газодинаміка» («Космическая газодинамика», 1977 р.).

Починаючи з 1980-х років, В. Г. Горбацький працював над питаннями міжзоряного й міжгалактичного газу, зокрема вказав на важливість нагріву космічними променями міжгалактичного середовища, котре випромінює у рентгенівському діапазоні, розглянув перенесення кутового моменту у міжзоряному газі спіральних галактик, ініціював роботи щодо розрахунків нестационарної функції охолодження й теплової нестійкості в газових коронах еліптичних галактик. Разом з учнями В. Г. Горбацький провадив піонерські дослідження структур у міжзоряному й міжгалактичному середовищі на основі теорії детермінованого хаосу. За результатами названих досліджень учений опублікував монографію «Вступ до фізики галактик і скупчень галактик» («Введение в физику галактик и скоплений галактик», 1986 р.) та навчальний посібник «Газодинамічні нестійкості в астрофізичних системах» («Газодинамические неустойчивости в астрофизических системах», 1999 р.).

В. Г. Горбацький — член-засновник Європейського астрономічного товариства (1991 р.); упродовж 1990—1997 рр. він був співголовою Євро-Азіатського астрономічного товариства.

В. Г. Горбаський активно провадив викладацьку й науково-організаційну діяльність. За роки викладацької роботи вчений прочитав кілька загальних і спеціальних лекційних курсів з астрономії, астрофізики й математики. Він опублікував книжку «Лекції з історії астрономії» («Лекции по истории астрономии», 2003 р.). В.Г. Горбаський — автор науково-популярної книжки «Космічні вибухи» («Космические взрывы»), яку видавали кілька разів, зокрема за кордоном. З 1979 р. він був членом редколегії, а з 1988 р. — заступником головного редактора наукового журналу «Астрофізика» («Астрофизика»). З 1984 р. він входив до редколегії збірника «Історико-астрономічні дослідження» («Историко-астрономические исследования»). Узагалі, про вченого відгукуються не тільки як про висококласного астрофізика-фахівця, але й як про ерудита, котрий міг захопливо розповідати мало не про все на світі.

На честь В. Г. Горбаського названо астероїд № 4509 (Головний пояс астероїдів).

Півстоліття тому, 12 вересня 1970 р., з космодрому «Байконур» (Казахстан) за допомогою ракети-носія «Протон-К» до Місяця запущено радянську **автоматичну міжпланетну станцію (АМС) «Луна-16»**.

Названу АМС виготовлено в Науково-виробничому об'єднанні ім. С. О. Лавочкина (тепер АТ «Науково-виробниче об'єднання ім. С. О. Лавочкина», м. Хімкі, РФ) і призначено для вивчення Місяця й космічного простору, зокрема заплановано було взяти зразки місячної породи й доправити їх на Землю. АМС «Луна-16» складалася з трьох основних частин: посадкового модуля з ґрунтозабірним пристроєм, ракети «Місяць—Земля» та апарата для повернення на Землю. Посадковий модуль оснащено двигуном для гальмування, двома малопотужними двигунами для посадки, згаданим уже ґрунтозабірним пристроєм і різноманітними приладами. Кулеподібний апарат для повернення на Землю містив радіопередавачі, парашут, контейнер для зразків порід з Місяця тощо.

Після кількох земних діб польоту, 17 вересня 1970 р., АМС «Луна-16» вийшла на навколomisячну колову орбіту (відстань над поверхнею Місяця — 110 км, період обертання — 119 хв, нахил орбіти відносно площини екватора Місяця — 70°). 20 вересня того ж року вона здійснила м'яку посадку на поверхню Місяця в районі Моря Достатку. Після цього ґрунтозабірний пристрій посадкового модуля взяв зразки місячної породи загальною масою 101 г, які в герметичній капсулі були поміщені в апарат для повернення на Землю.

21 вересня 1970 р. ракета «Місяць — Земля» масою понад 500 кг, на борту якої був апарат для повернення на нашу планету, стартувала з місячної поверхні. Старт ракети забезпечив посадковий модуль. Через приблизно три земних доби апарат для повернення на Землю (його маса 35 кг) відділився від ракети «Місяць—Земля» та ввійшов у земну атмосферу. Невдовзі за допомогою парашутів він приземлився на території СРСР на відстані 80 км від м. Джезказган (Казахстан).

Таким чином, програму польоту АМС «Луна-16» було повністю виконано. Уперше в історії за допомогою автоматичної міжпланетної станції вдалося доставити на Землю зразки породи небесного тіла. Раніше зразки ґрунту Місяця були доставлені на нашу планету астронавтами, котрі побували на його поверхні.

Зразки місячної породи, що їх доправила АМС «Луна-16», дослідили в Інституті геохімії та аналітичної хімії АН СРСР ім. В. І. Вернадського. Виявилось, що сипучий місячний ґрунт — реголіт — за хімічним складом є гірською породою базальтового типу.

50 років тому, 10 листопада 1970 р., з космодрому «Байконур» (Казахстан) за допомогою ракети-носія «Протон-К/Д» на траєкторію польоту до Місяця виведено радянську **автоматичну міжпланетну станцію** (АМС) «Луна-17», стартова маса якої 5700 кг. На борту названого космічного апарата був планетохід «Луноход-1». Через п'ять земних діб, 15 листопада 1970 р., АМС «Луна-17» вивели на селеноцентричну орбіту з такими параметрами: висота над поверхнею Місяця — 85 км, період обертання — 116 хв, нахил орбіти відносно площини екватора Місяця — 141°).

17 листопада 1970 р. АМС «Луна-17» здійснила м'яку посадку на місячну поверхню в районі Моря Дощів. Невдовзі «Луноход-1» з'їхав по трапу з борту станції та приступив до виконання наукової програми. Цей автоматичний самохідний апарат загальною масою 756 кг був складений із двох основних частин: колісного шасі та герметичного контейнера для апаратури. Електроенергією забезпечували акумуляторна й сонячна батареї. У робочому положенні панель сонячної батареї розміщувалася під різними кутами, щоб оптимально використовувати енергію Сонця при різних його висотах над горизонтом Місяця.

З апаратури місяцехода назвімо телевізійний комплекс для отримання інформації про середовище навколо «Лунохода-1», електричний привід рухомої гостронаправленої антени для передавання

на Землю телевізійних зображень поверхні Місяця, малонаправлена антена для приймання радіокоманд із Землі та передавання телеметричної інформації, наукові прилади та оптичний кутиковий відбивач. До складу телевізійного комплексу входили малокадрова телевізійна система для отримання зображень місячної поверхні та фототелевізійна система.

Прилади місяцехода встановлено на восьмиколісному шасі. Геометрія ходової частини, питомий тиск на ґрунт, тяглові характеристики шасі й конструкція опорної поверхні коліс давали йому змогу добре пересуватися по поверхні з пухким, сипучим шаром ґрунту, долати круті підйоми, переїжджати через кратери й перепони (окремі камені чи купи каміння), сумірні з розмірами ходової частини. Колеса не поверталися відносно вертикальної осі, тому для повороту «Лунохода-1» на місці кожна четвірка коліс або оберталася у протилежному напрямку, або в одному, але з різною швидкістю.

«Луноход-1» активно функціонував на поверхні нашого природного супутника 10,5 місяця (приблизно 11 місячних діб). За цей час він пройшов відстань 10540 м (максимальна швидкість руху становила 2 км/год), передавши на Землю 200 телефотометричних панорам і приблизно 20 тисяч знімків малокадрового телебачення. Все це дало змогу докладно вивчити поверхню Місяця площею 80000 м². Під час знімання поверхні отримано стереоскопічні зображення найцікавіших особливостей рельєфу. Ці зображення дали змогу докладно вивчити структуру таких форм рельєфу.

Апаратура «Лунохода-1» регулярно проводила вимірювання фізико-механічних властивостей місячного ґрунту. Зокрема, за допомогою автоматичних спектрометричних приладів здобуто інформацію про його хімічний склад — кремній (20 %), залізо (12 %), кальцій (8 %), алюміній (7 %), магній (7 %), титан (<4 %) та калій (<1 %).

Під час цієї космічної місії науковці Радянського Союзу та Франції провели експерименти з лазерної локації Місяця, для чого послужив кутиковий відбивач. Їм вдалося виміряти параметри системи Земля — Місяць із високою точністю: у перших же дослідах відстань до лазерного відбивача виміряно з похибкою, не більшою від 3 м.

АМС «Луна-17» та її місяцехід перебувають на поверхні нашого природного супутника дотепер. Зокрема, їх не раз фотографував зі своєї орбіти американський космічний апарат «Lunar Reconnaissance Orbiter» (LRO).

50 років тому, 12 грудня 1970 р., з морського космодрому — платформи Сан-Марко біля берегів Кенії за допомогою ракети-

носія «Скаут В» здійснено запуск американського (NASA) **космічного апарата «Експлорер-42»** («Explorer 42»), відомого ще під назвою «Угуру» («Uhuru»). Слово «угуру» у перекладі із суахілі означає «свобода» — супутник названо так на честь сьомої річниці незалежності Кенії (саме в той день здійснено його запуск).

КА «Експлорер-42» — перша у світі орбітальна рентгенівська обсерваторія, перший супутник, повністю призначений для дослідження космічних джерел рентгенівського випромінювання. Раніше рентгенівські джерела випромінювання Всесвіту досліджували за допомогою інструментів на суборбітальних ракетах.

Космічний апарат був виведений на геоцентричну орбіту з такими параметрами: висота апогею — 560 км, висота перигею — 520 км, нахил орбіти — 3°, період обертання — 96 хв. На борту КА були пропорціональні газові лічильники, кожний з ефективною площею 840 см²; ефективний робочий діапазон цих приладів становив 2...20 кеВ.

Мета запуску КА «Експлорер-42» була така: зробити огляд неба у рентгенівському діапазоні (2...20 кеВ); визначити положення дискретних космічних джерел рентгенівського випромінювання (точність — кілька квадратних кутових хвилин для сильних джерел і кілька десятків квадратного градуса для слабких джерел); вивчити структуру протяжних джерел з розділенням приблизно 30'; визначити спектральні характеристики й змінність рентгенівських джерел Всесвіту тощо.

Ця рентгенівська обсерваторія функціонувала на орбіті до березня 1973 р. За її допомогою здобуто цілу низку дуже важливих для науки результатів, зокрема відкрито рентгенівські пульсари, виявлено рентгенівське випромінювання скупчень галактик, отримано перші експериментальні аргументи на користь припущення про існування у Всесвіті таких об'єктів, як чорні діри, вперше отримано карту всього неба в рентгенівському діапазоні («Угуру-каталог», 339 джерел рентгенівського випромінювання).

25 років тому, у 1995 р., вперше виявлено планету, яка обертається навколо нормальної зорі; нею виявилася масивна планета поблизу сонцеподібної зорі 51 Пегаса.

Відкриття зробили швейцарські вчені Мішель Майор (Michel Mayor, народ. 1942 р.) і Дідьйо Квелотц (Didier Queloz, інший варіант транскрибування прізвища: Кело; народ. 1966 р.), вимірюючи доплерівські зміщення ліній у зоряних спектрах в обсерваторії Верхнього Провансу (Франція). За допомогою цього так званого

методу доплерівської спектроскопії метод променевих швидкостей ученим вдалося виявити планету, яка обертається навколо сонцеподібної зорі (жовтий карлик типу G5 V) 51 Пегаса, що належить головній послідовності. Зоря віддалена від нас на 50 світлових років, її вік: 6—8 млрд років; згодом зоря дістала власну назву: Гельветіос.

Екзопланеті, про яку йде мова, надали позначення 51 Пегаса b, згодом її названо Дімідій (Dimidium) від латинського слова «половина» (бо маса планети приблизно дорівнює половині маси Юпітера).

Дімідій належить до класу так званих гарячих юпітерів; планета обертається навколо материнської зорі за 4.23 земної доби на відстані 0.0527 а. о. від зорі.

За відкриття першої екзопланети на орбіті сонцеподібної зорі М. Майора і Д. Квелотца нагороджено Нобелівською премією (2019 р.).

ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматическая станция «Луна-17». URL: <https://www.laspace.ru/projects/planets/luna-17/> (дата звернення 09.09.2019).
2. Араго Ф. *Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров*. С.-Петербург, 1860. Т. 1, 2.
3. Горбацкий Виталий Герасимович. URL: <http://www.astro.spbu.ru/?q=node/822> (дата звернення 09.09.2019).
4. Иванов В. В. Виталий Герасимович Горбацкий (1920—2005). *Ист.-астр. исследования*. 2006. Вып. 31. С. 333—335.
5. Климишин И. А. *История астрономии: 2-ге, випр. вид.* Івано-Франківськ, 2006. 652 с.
6. Колчинский И. Г., Корсунь А. А., Родригес М. Г. *Астрономы (биографический справочник)*. Киев, 1986. 512 с.
7. Памятная дата. 1970 год — АМС «Луна-16». Первая доставка грунта с Луны автоматической станцией. URL: <https://www.roscosmos.ru/22668/> (дата звернення 09.09.2019).
8. Старцев П. А. *Очерки истории астрономии в Китае*. Москва, 1961. 64 с.

The first part of the almanac gives the 2018 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
2020**

Випуск шістдесят шостий

Видається з 1948 р.

Мовні редактори *К.М. Ненахова, О.В. Клименко*

Коректори *К.М. Ненахова, О.В. Клименко*

Комп'ютерна верстка *С.В. Кубарєва*

Підписано до друку 08.11.2019. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 17,67 + 0,35 вкл. Обл.-вид. арк. 21,16.
Тираж 200 прим. Зам. № 5780

Видавець і виготовлювач
Видавничий дім «Академперіодика» НАН України
01004, Київ-4, вул. Терещенківська, 4

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